

SANDOVALDO GONÇALVES DE MOURA

**Dinâmica hormonal e reprodução de emas (*Rhea americana*)
criadas em cativeiro**

**Teresina
Piauí - Brasil
2010**

SANDOVALDO GONÇALVES DE MOURA

**Dinâmica hormonal e reprodução de emas (*Rhea americana*) criadas em
cativeiro**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração:

Sanidade e Reprodução Animal.

Orientador:

Prof. Dr. Rômulo José Vieira

Co-orientador:

Prof. Dr. José Adalmir Torres de Souza

Teresina

Piauí - Brasil

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castelo Branco

M929d Moura, Sandovaldo Gonçalves de Moura.
Dinâmica hormonal e reprodução de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro / Sandovaldo Gonçalves de Moura. – 2010.
66 f. : il

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
Orientador: Prof. Dr. Rômulo José Vieira

1. Emas – Reprodução. 2. Emas – Hormônios. 3. *Rhea americana*. I. Título.

CDD 598.52

**DINÂMICA HORMONAL E REPRODUÇÃO DE EMAS (*Rhea americana*)
CRIADAS EM CATIVEIRO**

Tese defendida por

SANDOVALDO GONÇALVES DE MOURA

Aprovado em: 11/12/2010

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Ferreira Nunes
Universidade Estadual do Ceará

Pesquisadora Dra. Tânia Maria Leal
Embrapa Meio-Norte

Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. José Adalmir Torres de Souza
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Rômulo José Vieira
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí

Dedico,

A **Deus**, Supremo Criador, pela consciência de ter nele a certeza do bem maior.

Aos meus pais, **Gabriel Moura Gonçalves e Ana dos Santos Gonçalves**, pelo esforço que fizeram para que a concretização deste sonho fosse possível

Homenagem especial,

À minha esposa, **Waldileny Ribeiro de Araújo Moura**, pelo amor, compreensão e incentivo.

Ao meu filho, **Gabriel Araújo Gonçalves de Moura**, um presente enviado por Deus, que com um simples sorriso enche a minha vida de felicidade.

Agradecimento especial,

Ao meu orientador, **Dr. Rômulo José Vieira**, pela confiança, inteligência e pelo precioso tempo dedicado a mim durante a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador, **Dr. José Adalmir Torres de Souza**, pela preciosa colaboração.

Ao Sr. **Natan Pinheiro de Araújo**, pelo espírito empreendedor e preocupação com a conservação da fauna silvestre brasileira, bem como pelo apoio e entusiasmo durante a execução desta pesquisa científica.

AGRADECIMENTOS,

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelo apoio logístico, estrutural e financeiro.

Ao Superintendente do IBAMA-PI, Romildo Macedo Mafra, e ao Chefe da Divisão Técnica do IBAMA-PI, Carlos Antônio Moura Fé, pelo incentivo e apoio dado a minha qualificação.

Aos amigos do Núcleos de Fauna e de Educação Ambiental do IBAMA-PI: Lacerda Luz, Saturnino Moura, Crhistyane Barros, Sinvaldo Moura, Dezideria Nery, Ana Helena Lustosa e Izolda Cardoso, pela compreensão e incentivo nos momentos difíceis desta caminhada.

Aos meus amigos, Médicos Veterinários, Antônio de Sousa Júnior, Felipe de Jesus Moraes Júnior, Fabiano Barbosa Pessoa e Simone Rachell Pessoa, pela valiosa colaboração na execução desta pesquisa.

Aos Pós-Graduandos Vicente Fernandes e Marinna Silva, pela tutoria durante a realização das análises hormonais.

Ao Prof. Dr. Sinevaldo Gonçalves de Moura, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa, pela valiosa contribuição.

Ao funcionário da Fazenda Condado Silvestre, Antônio Feitosa, pelo auxílio durante a realização desta pesquisa

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Luiz Gomes da Silva e Vicente de Sousa Paulo, pela disponibilidade e ajuda.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS -----	ix
LISTA DE TABELAS -----	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS -----	xii
RESUMO -----	xiii
ABSTRACT -----	xiv
1 - INTRODUÇÃO -----	15
1.1 - ASPECTOS BIOLÓGICOS -----	15
1.2 - ASPECTOS REPRODUTIVOS - -----	16
1.2.1 Maturidade sexual-----	16
1.2.2 Relação macho:fêmea -----	16
1.2.3 Estacionalidade reprodutiva -----	17
1.2.4 Corte-----	17
1.2.5 Cópula-----	18
1.2.6 Ninhos, posturas e incubação-----	18
1.2.7 Fertilidade e eclodibilidade-----	18
1.2.8 Cuidados parentais -----	19
1.3 - MORFOLOGIA DO APARELHO REPRODUTOR - -----	20
1.3.1 Machos-----	20
1.3.2 Fêmeas-----	21
1.4 - NEUROENDOCRINOLOGIA REPRODUTIVA - -----	21
1.4.1 Machos-----	21
1.4.2 Fêmeas-----	22
1.5 - ESTRESSE -----	23
1.6 - ASPECTOS LEGAIS DA CRIAÇÃO DE ANIMAIS SILVESTRES -----	24
1.7 - ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DA CRIAÇÃO DE EMAS -----	25
1.8 - CRIAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE EMAS - -----	26
2 - CAPÍTULO I -----	29
3 - CAPÍTULO II -----	44
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	56
5 - ANEXOS -----	57
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	61

LISTA DE FIGURAS

Página

ANEXOS

Figura 1. Emas machos lutando para estabelecer a dominância do grupo.	58
Figura 2. Ema macho demonstrando agressividade ao ser humano.	58
Figura 3. Ema macho deitando sobre ninho contendo ovos	59
Figura 4. Emas machos chocas, uma deitada no ninho e outra no entorno.	59
Figura 5. Ema macho exercendo cuidados com os filhotes.	60
Figura 6. Ema macho protegendo os filhotes.	60

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

37

Tabela 1. Produção de ovos por emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro e submetidas (GI) ou não (GII) ao estresse mensal por contenção, Nazária-PI, 2009.

39

Tabela 2. Médias e desvios-padrão de peso do ovo (PO), comprimento do ovo (CO) e largura do ovo (LO) de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro e submetidas (GI) ou não (GII) ao estresse mensal por contenção, Nazária-PI, 2009.

40

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de corticosterona de emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro e submetidas ao estresse mensal por contenção, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

CAPÍTULO II**50**

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de testosterona em emas (*Rhea americana*) machos criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

51

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de prolactina em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

53

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de progesterona em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor
°C	Grau Celsius
ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
cm	Centímetro
CO	Comprimento do ovo
E ₂	Estradiol
Fig.	Figura
F1	Folículo mais desenvolvido
g	Gramma
GI	Grupo um
GII	Grupo dois
HPA	Hipotalâmico-pituitário-adrenal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LH	Hormônio luteinizante
LO	Largura do ovo
m	Metro
m ²	Metro quadrado
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mL	Mililitro
mm	Milímetro
n.º	Número
ng	Nanograma
p	Probabilidade
P ₄	progesterona
PI	Piauí
PRL	Prolactina
PO	Peso do ovo
Tab.	Tabela
T	Testosterona
USA	United States of America

RESUMO

Avaliaram-se os níveis séricos de corticosterona, testosterona (T), prolactina (PRL) e progesterona (P_4) nos períodos pré-reprodução (PRE), reprodução (REP) e pós-reprodução (POS), bem como aspectos reprodutivos de emas criadas em cativeiro. No grupo um (GI), foram utilizados 12 animais adultos, seis de cada sexo, submetidos, mensalmente, à contenção para colheitas de sangue durante o ano de 2009. O grupo dois (GII) foi composto por 14 emas adultas, seis fêmeas e oito machos, não submetidas à contenção. As dosagens hormonais foram realizadas por radioimunoensaio. Os dados dos hormônios, quando agrupados por períodos, apresentaram distribuição normal e foram comparados usando-se ANOVA para medidas repetidas, seguida, quando necessário, por Fisher LSD ($P < 0,05$) e os demais, por ANOVA e teste “t” de Student ($P < 0,05$). As emas do GI puseram um total de 26 ovos, média de quatro e as do GII, 116, média de 19. Houve diferenças significativas entre o peso e largura médios dos ovos do GI e do GII, enquanto as médias de comprimento dos ovos dos dois grupos não diferiram. Quanto aos níveis séricos médios de corticosterona, não houve interação significativa entre sexo e período e, no geral, os períodos PRE e REP apresentaram valores superiores ao POS. Os níveis séricos de T dos machos foram detectáveis apenas no PRE e REP, sendo os mesmos semelhantes. Quanto à PRL, observou-se que tanto machos quanto fêmeas apresentaram diferenças apenas entre os períodos REP e POS, sendo que nos machos, ao contrário das fêmeas, o REP apresentou os valores mais elevados. Em relação à P_4 , não houve interação significativa entre sexo e período e, no geral, as emas apresentaram valores inferiores no REP e POS em comparação ao PRE. Emas fêmeas foram mais sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse por contenção mensal do que os machos, reduzindo a duração da postura, a quantidade, o peso e a largura dos ovos postos. A contenção mensal de emas machos não afetou a fertilidade dos ovos. Emas machos apresentaram níveis detectáveis e elevados de T apenas durante os períodos em que as cópulas e/ou lutas pela dominância ocorreram. Os resultados indicam que a elevação nos níveis de PRL exerceu efeito negativo sobre a P_4 e foi responsável pelo choco nos machos e pela interrupção do ciclo ovulatório nas fêmeas.

Palavras-chave: ema; estresse; hormônio;

ABSTRACT

HORMONAL DYNAMICS AND REPRODUCTION IN CAPTIVE-BRED RHEAS (*Rhea americana*)

Were evaluated the serum levels of corticosterone, testosterone (T), prolactin (PRL) and progesterone (P_4) during three periods: pre-reproduction (PRE), reproduction (REP) and post-reproduction (POS), as well as reproductive aspects in captive-bred rheas. In group one (GI), 12 adult animals were used, six of each sex, submitted monthly to the restraint for blood samples in 2009. Hormone levels were determined by radioimmunoassay. Group two (GII) consisted of 14 adult rheas, six females and eight males, not subject to restraint. The data of the hormones, when grouped by periods, presented normal distribution and were compared using ANOVA for repeated measures, followed, whenever necessary, by Fisher LSD ($P < 0,05$) and the others, by ANOVA and "t" Student test ($P < 0,05$). Rheas GI put a total of 26 eggs, average of four and GII, 116, average of 19. There were significant differences between averages of weight and width of the eggs from GI and GII, while averages of length the eggs from GI and GII did not differ. As for the mean serum levels of corticosterone, no significant interaction between sex and period was observed and, in general, PRE and REP presented values higher than POS. Serum T males were detectable only in the PRE and REP, and they were similar. As for PRL, it was observed that males, as well as the females, presented differences only between periods REP and POS, being that in males, unlike females, the REP was higher than POS. In relation to P_4 , no significant interaction between sex and period. In general, rheas presented lower values in REP and POS compared to PRE. Females rheas were more sensitive to levels of corticosterone produced by restraint stress monthly than males, reducing the duration of the position, quantity, weight and width of eggs laid. Restraint monthly of males rheas did not affect the fertility of eggs. Males rheas presented elevated and detectable levels of T only during periods when the copulations and/or struggles for dominance occurred. The results indicate increased levels of PRL exerted a negative effect on the P_4 and was responsible for natural incubation in males and by the disruption of the ovulatory cycle in females.

Keywords: rhea; stress; hormone

1 INTRODUÇÃO

1.1 ASPÉCTOS BIOLÓGICOS

As emas são aves pernaltas de grande porte, de ocorrência restrita à América do Sul, não voadoras, pertencentes ao grupo das ratitas, que estão representadas na África pelo avestruz, *Struthio*, na Austrália pelo casuar, *Casuaris*, e emu, *Dromaius*, e na Nova Zelândia pelo kiwi, *Apteryx* (Sick, 1985).

As emas pertencem à ordem *Struthioniformes*, subordem *Rheae*, família *Rheidae*, e a dois gêneros, *Pterocnemia* e *Rhea* (Almeida, 2003).

O gênero *Rhea* possui uma única espécie, a *Rhea americana*, a ema, que engloba cinco subespécies: *R. a. albescens* (Lynch; Arribáizaga; Holmberg, 1878), ocorrendo no nordeste e leste da Argentina; *R. a. intermedia* (Rothschild; Chubb, 1914), no sudeste do Brasil e Uruguai; *R. a. americana* (Linnaeus, 1758), do nordeste ao sudeste do Brasil; *R. a. nobilis* (Brodkorb, 1939), no leste do Paraguai e *R. a. araneipes* (Brodkorb, 1938), no oeste do Paraguai, leste da Bolívia e sudoeste do Brasil (Giannoni e Sanchez, 1995).

A ema é a maior e mais pesada ave brasileira, sendo que sua altura, conforme postura adotada, varia de 134-170 cm e o seu peso atinge 34,4 kg no macho e 32 kg na fêmea (Sick, 1985). As emas vivem em grupos sociais, algumas vezes numerosos, contudo os machos podem ser solitários ou reunir fêmeas e formar grupos reprodutivos. Os machos fazem os ninhos, chocam os ovos e cuidam dos filhotes (Hasenclever et al., 2004).

A ema é onívora, come folhas, inclusive as espinhosas e ardidas, frutinhas, sementes, insetos, sobretudo gafanhotos e apanha qualquer pequeno animal ao seu alcance, tais como lagartixas, rãs e cobras, mas não é propriamente ofiófago (Mendes, 1985). Esse animal consome também plantas herbáceas de folhas largas e frutos silvestres (Durigan e Garrido, 1986).

É uma ave muito parecida com o avestruz africano, desse se diferenciando, principalmente, pelo tamanho e número de dedos. O avestruz africano é maior e possui apenas dois dedos em cada pata, enquanto a ema possui três. A ema macho é maior do que a fêmea e apresenta um colar de penas escuras na base do pescoço (Mendes, 1985).

1.2 ASPECTOS REPRODUTIVOS

1.2.1 Maturidade sexual

As emas (*Rhea americana*) iniciam a vida reprodutiva dos 14 aos 24 meses de idade (Rocha et al., 2006). Esse período encontra-se próximo do citado por Giannoni (1997): 10 a 24 meses, para a mesma espécie. Contudo, é menor do que o descrito por Dunning e Belton (1993): 24 a 36 meses.

As emas machos atingem a maturidade sexual com dois anos de idade (Codenotti e Alvarez, 1997) e as fêmeas com um ano de idade (Mendes, 1985).

1.2.2 Relação macho:fêmea

Em seu habitat, grandes grupos de emas que passaram o inverno juntas começam a se fragmentar quando se aproximam da estação de procriação e os machos começam a se exibir e formar haréns com 10 a 12 fêmeas. Contudo, em fazendas, pouco se conhece sobre o sistema de procriação ideal para emas, mas é provável que os melhores machos sejam capazes de cobrir várias fêmeas (Deeming, 2006).

Apesar do crescimento na criação de emas, os estudos sobre os aspectos reprodutivos dessa espécie são tão incipientes que, por exemplo, não há um consenso sobre a melhor relação macho:fêmea. Nas diversas criações observam-se recomendações de formação de casais (1:1) até de colônias (1:10) (Giannoni, 1996; Codenotti, 1997).

Em experimento conduzido com várias emas machos e fêmeas, mantidas juntas em cativeiro, observou-se que machos dominantes formaram haréns na proporção de um macho para cinco a nove fêmeas e que estes vocalizavam bastante, tentando chamar a atenção das fêmeas (Góes, 2004).

No Pantanal, em animais de vida livre, verificou-se uma razão sexual de um macho para quatro fêmeas (Hasenclever et al., 2004).

Por sua vez, Sick (1985) afirmou que o macho de ema forma harém com três a seis fêmeas e que reina franca poligamia, tanto poliginia como poliandria.

1.2.3 Estacionalidade reprodutiva

As emas apresentam atividade reprodutiva estacional devido à influência do fotoperíodo crescente, que varia de acordo com a latitude (Hicks-Allredge, 1996). Essa variação é observada no Brasil em função da grande extensão territorial, onde, de acordo com Codenotti (1997), a reprodução tende a ocorrer entre julho e setembro na Bahia e Mato Grosso (região do Pantanal), enquanto que nas regiões Sul e Sudeste podem acontecer entre agosto e final de fevereiro, sendo que Góes (2004) encontrou, em São Paulo, períodos reprodutivos iniciando em maio e julho com término entre outubro e novembro, suspeitando que essa diferença tenha ocorrido devido a mudanças climáticas. Por sua vez, Giannoni (1997) afirmou que a ema reproduz durante todo o ano no Rio Grande do Norte.

Observam-se variações leves a moderadas no momento de iniciar a estação reprodutiva e importantes diferenças na sua duração em emas, mesmo em populações localizadas próximas uma da outra. O fotoperíodo, influenciado pela latitude, pode ser responsável por diferenças em largas escalas geográficas, enquanto o clima (temperatura e pluviosidade) pode contribuir para as flutuações e variações entre anos. Por outro lado, as possíveis explicações para as diferenças encontradas dentro de um mesmo ano seriam: alta qualidade e quantidade dos alimentos ofertados (natural e suplementação); qualidade superior dos locais de nidificação e incubação (menos propensos a inundações ou predação); animais de alta qualidade (alta variação genética e menos doenças) ou a composição (relação macho:fêmea) dos grupos reprodutivos; menor densidade populacional; ou a combinação desses fatores (Navarro e Martella, 2002).

1.2.4 Corte

No período reprodutivo, os machos apresentam suas plumas do pescoço arrepiadas, vocalizando frequentemente e exibindo posturas e movimentos característicos. A vocalização é um som emitido somente pelos machos no período reprodutivo, para atrair as fêmeas e formar um harém. O comportamento executado pelos machos são movimentos giratórios em torno das fêmeas, com asas abertas e voltadas para frente, cabeça abaixada e plumas arrepiadas. Esses movimentos atraem as fêmeas para os machos e estimulam a cópula (Hasenclever et al., 2004).

1.2.5 Cópula

No ato da cópula, a fêmea deita-se no chão, com o pescoço estendido para frente; o macho senta-se atrás e sem montar nela, apoiando-se nos seus calcanhares, puxa as penas da base do pescoço da fêmea, enquanto se movimenta violentamente. O grande órgão copulador do macho é exteriorizado da sua cloaca e inserido na cloaca da fêmea. O ato dura, em média, dois minutos. As fêmeas iniciam a postura 25 dias após a cópula (Dani, 1993).

1.2.6 Ninhos, posturas e incubação

O ninho é feito pelo macho e constitui um simples buraco escavado no chão. As fêmeas de uma mesma família põem todas em um único ninho, podendo chegar a sessenta ovos. Cada fêmea põe um ovo a cada intervalo de dois a quatro dias. Dependendo das condições ambientais de saúde e de nutrição, uma fêmea pode pôr mais de quarenta ovos por postura (Mendes, 1985). Durante uma semana inteira, as fêmeas retornam para o local do ninho para pôr seus ovos (Dani, 1993).

Em condições de cativeiro (fazendas e zoológicos) e semi-cativeiro, a *Rhea americana* apresentou ninhada com média de 28 ovos, maior do que o reportado em vida livre, média de 25 ovos (Navarro e Martela, 2002).

Os ovos variam de oito a 12 cm de largura por 12 a 15 cm de comprimento e pesam de 400 a 700 g. Como já foi referido, o macho é quem choca os ovos e neste período não permite que ninguém se aproxime dele. Depois que o macho se deita sobre os ovos, não deixa mais que as fêmeas ponham no ninho. Nesse estágio as fêmeas põem próximo do local e o macho, estendendo o pescoço, arrasta o ovo para o interior do ninho. O período de incubação é de 39 a 42 dias e a época do ano em que se verifica a postura varia com a região (Mendes, 1985).

É possível ocorrer, em um mesmo período reprodutivo, mais de uma incubação (Dani, 1993).

1.2.7 Fertilidade e eclodibilidade

No Brasil, devido à baixa tecnologia aplicada, a taxa de fertilidade média está abaixo de 50% (Giannoni, 1996).

Em um criadouro comercial de emas no estado de Goiás foi reportada uma taxa de fertilidade de 79,41% (Di Campos et al., 2005).

Comparando-se o efeito dos sistemas de incubação e criação (artificial X natural) nas porcentagens de ovos férteis em emas criadas em cativeiro, em São Paulo, obteve-se 86,64% e 83,52% de ovos férteis, respectivamente e não houve diferenças estatísticas entre os dois sistemas testados (Almeida, 2003).

Os últimos ovos postos pelas fêmeas (em torno de 30% do total da postura) não são férteis (Sick, 1985). Por sua vez, os ovos férteis eclodem sincronicamente. Essa sincronia é importante uma vez que o macho geralmente só permanece no ninho por 24 a 48 horas após os filhotes começarem a nascer (Dani, 1993).

A taxa de eclosão de ovos de *Rhea americana* é maior em condições de cativeiro, 60%, do que em semi-cativeiro, 45%, e em vida livre, 30% (Navarro e Martella, 2002).

Estudando-se o efeito do peso do ovo sob a porcentagem de eclosão, em ovos férteis incubados em granja, observou-se que os ovos com peso entre 550 – 650 g apresentaram taxa de eclosão de 80%, que caiu 10% quando ocorreu uma variação de 100 g para baixo ou para cima desses valores. Concluiu-se que o peso do ovo é um bom indicador de eclodibilidade, sendo útil para o manejo e seleção (Laufer et al., 2007). No entanto, segundo Di Campos et al. (2005) o peso do ovo não constitui característica de seleção em emas.

1.2.8 Cuidados parentais

As crias de *Rhea americana* são nidífugas e em menos de um dia da eclosão podem andar e correr, sem receber do pai qualquer tipo de alimento. A função do macho destina-se a vigiar o ambiente, reunir os filhotes, ocultá-los e conduzi-los a locais com fartos recursos, alternando comportamentos à medida que a idade dos filhotes avança (Codonotti, 1995).

Os filhotes estão sempre em companhia dos pais. A figura paterna fornece segurança, evitando o aparecimento do estresse de abandono, que pode causar a retenção do saco vitelínico. Quando está chovendo, ou durante as horas de temperaturas baixas, ou durante a noite, os pais se deitam e recolhem os filhotes sob suas asas, fornecendo calor para eles e, também, evitando o estresse pelo frio. Filhotes com até quatro semanas devem ser protegidos da chuva, frio e calor (Cooper, 1999).

O sucesso reprodutivo de emas, *Rhea americana*, depende do desempenho de comportamentos de cuidado e qualidade paterna. A presença dos machos contribui significativamente para a alimentação dos filhotes. Os machos forrageiam em busca de cupins, cobras e insetos grandes como besouros, facilitando a ingestão pelos filhotes e conduzem o grupo a lugares e biótopos que privilegiam a alimentação (Leite e Codenotti, 2005).

A importância do macho na reprodução de emas é tão significativa que o sistema de incubação e criação natural mostrou-se mais eficiente que o sistema de incubação e criação artificial, sendo as porcentagens de filhotes vivos até os 90 dias de idade: 87,14% e 55,70%, respectivamente. Além disso, constatou-se que o sistema natural apresentou menores índices de ovos com morte embrionária, de filhotes natimortos, de retenção de saco vitelínico, de rotação tíbio-társica, de paralisia gástrica e, de uma forma geral, de outras patologias, bem como apresentou os melhores índices de ovos eclodidos: 86,80% x 81,01% (Almeida, 2003).

1.3 MORFOLOGIA DO APARELHO REPRODUTOR

1.3.1 Machos

Nas aves, os machos possuem dois testículos posicionados na região dorsal entre os pulmões e os rins. Eles são formados por ductos finos, constituídos de epitélio germinativo, responsável pela formação dos espermatozóides. Algumas espécies de machos apresentam órgão copulador rudimentar (Benez, 2004).

As emas machos possuem um falo intromitente com uma cavidade invertida. Em 69 machos adultos de emas em estação reprodutiva, observou-se que 44 (71%) apresentaram falos grandes (maiores que três centímetros) e desses, 26 (56%) formaram espiral, os outros 25 apresentaram falos pequenos (menores que três centímetros). O espiral só foi formado em animais que possuíam falo grande, nunca em animais que possuíam falo pequeno. Além disso, constatou-se também que fora da estação reprodutiva os falos permaneciam pequenos e dentro da estação reprodutiva aumentavam de tamanho e que geralmente os maiores falos pertenciam aos machos considerados dominantes (Góes, 2004).

O falo aviário não apresenta uretra, sendo que este não possui função urinária como a do pênis dos mamíferos (Fowler, 1991). Os testículos das emas machos apresentam-se pareados e aumentam de tamanho durante a estação

reprodutiva, chegando a atingir até 10 vezes o tamanho normal (Giannoni, 1996). O epidídimo das ratitas é curto e subdividi-se em parte principal e apêndice epididimário, o qual se encontra preso cranialmente na glândula adrenal e possui uma continuação cranial denominada de ducto aberrante.

Comparando-se o nível plasmático de testosterona com o tamanho do falo de emas em estação reprodutiva, observou-se que duas emas com falos grandes apresentaram valores de testosterona mais altos (média 3,46 ng/mL) do que outros dois animais com falos pequenos (média 0,36 ng/mL). Entretanto, em decorrência do pequeno número de indivíduos avaliados, não foi possível demonstrar diferença estatística entre os valores (Góes, 2004).

1.3.2 Fêmeas

O sistema reprodutor feminino das aves é constituído de oviduto e ovário. O oviduto, que possui o aspecto de um tubo claro com pregas delicadas, está dividido em cinco porções: o infundíbulo, que recebe o óvulo e onde ocorre a fertilização; o magno, que secreta albumina espessa, a qual impede agora a fertilização e constitui 50% da clara do ovo; o istmo, responsável por secretar a membrana da casca; o útero ou glândula da casca, que secreta parte da clara e onde ocorre a infiltração de água e o formato do ovo, e a vagina, via de passagem para a cloaca (Benez, 2004).

O ovário da ema fêmea adulta compartilha, em termos gerais, a morfologia descrita para aves, com ovário esquerdo desenvolvido em forma de cacho, repleto de folículos em crescimento e atresícos, cujo tamanho é particular para ratitas devido ao grande ovo produzido. A estrutura dos folículos também é similar ao de outras aves (Parizzi et al., 2007).

1.4 NEUROENDOCRINOLOGIA REPRODUTIVA

1.4.1 Machos

Os testículos são responsáveis pela produção e secreção de testosterona plasmática. Esse hormônio, por sua vez, oscila de acordo com a variação volumétrica testicular e conforme as peculiaridades da estação reprodutiva de cada espécie (Bacon et al., 1994). As concentrações plasmáticas de testosterona em machos de avestruzes aumentaram um mês após o início da estação reprodutiva e

cerca de dois meses depois do início do aumento nos níveis de LH (Degen et al., 1994).

O LH estimula as células de Leydig, responsáveis pela produção de testosterona. Com o início de um período fotoestimulador, há aumentos rápidos nos níveis sanguíneos de LH e FSH. Alguns dias depois que os níveis destes hormônios aumentam, eles diminuem outra vez à medida que a influência por *feedback* negativo da testosterona é exercida. Os níveis de LH diminuem quando os de testosterona estão aumentando (Burke, 1988).

As concentrações plasmáticas de LH são maiores em machos de avestruz do que em fêmeas. Contudo, apesar das diferenças nas concentrações absolutas, o seu padrão estacional é similar em ambos os sexos, havendo um aumento 30 dias antes da estação reprodutiva e um decréscimo precedendo o término da reprodução (Degen et al., 1994).

Os níveis plasmáticos de testosterona de emas são maiores em machos que se encontram dentro da estação reprodutiva do que naqueles que estão fora ($53,28 \pm 18,41$ ng/mL e $5,57 \pm 3,8141$ ng/mL). Entretanto, esses resultados não devem ser considerados como padrão da espécie, pois o número de animais avaliados foi pequeno (Góes, 2004).

A observação citada anteriormente coincide com uma pesquisa realizada com emus no sudeste da Austrália, onde se constatou diferença entre o nível de testosterona sérica desses animais quando estavam dentro (2,5 a 6,0 ng/mL) e fora (0,5 a 1,0 ng/mL) da estação reprodutiva (Malecki et al., 1999).

Os machos de perdizes classificados pela baixa fertilidade de ovos apresentaram as menores concentrações plasmáticas de testosterona, estradiol e progesterona. Enquanto os machos de maior fecundidade tiveram a menor concentração média de corticosterona e as maiores de prolactina (Bruneli, 2006).

1.4.2 Fêmeas

O aumento da secreção de progesterona, testosterona e estradiol ocorre durante cada ciclo ovulatório e ao mesmo tempo da onda de LH. O LH, em avestruzes, aumenta antes da postura e começa a declinar quando a produção de ovos diminui, sugerindo que, com o declínio da produção de ovos, ocorre uma redução no desenvolvimento folicular, conduzindo para uma baixa nos níveis de

progesterona e conseqüentemente a redução do LH. Por sua vez, o pico de estradiol ocorre durante a construção do ninho e postura, depois declina (Degen et al., 1994).

Em aves domésticas o ciclo é regulado por dois sistemas independentes e sem sincronia. Um deles é a maturação dos sistemas esteroideogênicos dos folículos mais desenvolvidos (F1). Os folículos pequenos (< 10 mm) são as principais fontes de estrogênio. Ao alcançar a puberdade, o estrogênio produz *feedback* negativo a nível de pituitária propiciando a redução na produção de LH. O folículo F1 perde a capacidade de converter progesterona em androstenediona e, conseqüentemente, a produção de progesterona pelos folículos aumenta devido à ação do LH. Na realidade, a progesterona estimula a síntese e secreção de LHRH pelo hipotálamo. A concentração de LH plasmático apresenta um pico quatro a seis horas antes da ovulação, sendo o mesmo essencial para que ocorra a ovulação (Rutz et al., 2007).

Em fêmeas de perdizes houve um aumento nas concentrações médias plasmáticas de estradiol com o início da estação reprodutiva e um pico precedendo o máximo de produção de ovos. As concentrações de prolactina se elevaram quando a estação iniciou e se mantiveram altas até o fim da reprodução, quando decresceram novamente. As fêmeas de baixa produção de ovos apresentaram a menor concentração de estradiol plasmático e as maiores concentrações de progesterona e corticosterona. Enquanto as de maior produção tiveram a menor concentração de prolactina (Bruneli, 2006).

1.5 ESTRESSE

A exposição de vertebrados a uma grande variedade de estímulos adversos desencadeia uma resposta chamada estresse (Ellis et al., 2006), que envolve a ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal, HPA, e a secreção de cortisol ou corticosterona (Cockrem, 2007).

A estimulação prolongada do eixo HPA, que acompanha certos casos de estresse, pode exercer muitos efeitos deletérios sobre a performance e a saúde dos animais (Sapolsky et al., 2000).

A liberação de glicocorticóides é cada vez mais utilizada como medida de resposta ao estresse em estudos de ecologia e biologia da conservação como um biomarcador para refletir os efeitos combinados de agentes estressores sobre o indivíduo e a população (Romero, 2004).

Nas emas, *Rhea americana*, a corticosterona é o glicocorticóide presente no plasma em resposta ao estresse. O método radioimunoensaio mostrou-se altamente confiável na sua detecção no plasma, sendo que a magnitude da resposta adrenocortical observada sugere que o eixo HPA das emas é altamente sensível, o que pode ser uma característica das ratitas. Por exemplo, em resposta à aplicação de ACTH houve um aumento de 60 vezes nos níveis de corticosterona plasmática aos 60 minutos, indo de 4 para 166, 5 ng/mL (Lèche et al., 2009).

1.6 ASPECTOS LEGAIS DA CRIAÇÃO DE ANIMAIS SILVESTRES

Os animais silvestres, consoante o que dispõe o artigo 1º da Lei 5.197, são propriedade do Estado:

“Art. 1º. Os animais de quaisquer espécies em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedade do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha” (Brasil, 1967).

Cabe destacar que a mesma Lei, em seu Art. 6º, Alínea “b”, estabelece que o poder público estimulará a construção de criadouros destinados a criação de animais silvestres para fins econômicos e industriais. Contudo, as normas para a implantação e funcionamento destes criadouros, bem como para a comercialização de animais vivos, abatidos, partes e produtos da fauna silvestre brasileira provenientes dos mesmos só foram definidas graças às Portarias nº 118 e 117, respectivamente (Ibama, 1997).

Atualmente, o uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em todo território brasileiro encontra-se regido pela Instrução Normativa 169 (Ibama, 2008).

Além disso, a Instrução Normativa nº 02 determinou a identificação individual de espécimes da fauna silvestre e exótica mantidos em cativeiro (Ibama, 2001) e a Portaria nº 93 regulamentou a importação e exportação de espécimes vivos, produtos e subprodutos da fauna silvestre (Ibama, 1998).

Por outro lado, as políticas para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro são implementadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o qual formula e implementa as políticas de desenvolvimento, integrando os aspectos de mercado, tecnológicos, organizacionais

e ambientais das atividades com o objetivo de garantir a segurança alimentar dos consumidores brasileiros e estrangeiros. Diante do exposto, em parceria com o IBAMA, foi aprovado o Regulamento Técnico para Registro, Fiscalização e Controle Sanitário dos Estabelecimentos de Incubação, de Criação e Alojamento de Ratitas por meio da Instrução Normativa Conjunta nº 02 de 21 de fevereiro de 2003. O MAPA estabeleceu também a uniformização da nomenclatura de produtos cárneos não formulados em uso para emas por meio da Resolução nº 01 de 09 de janeiro de 2003 (Morata, 2007).

Assim, considerando-se que a ema é uma espécie silvestre, a sua criação encontra-se condicionada ao atendimento da legislação citada e sob controle do IBAMA e MAPA.

1.7 ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DA CRIAÇÃO DE EMAS

A partir de um casal de emas pode-se produzir até 500 kg líquidos de carne, em 24 meses, contra 200 Kg líquidos a partir de um casal de bovinos, no mesmo período. Seus filhotes criados intensivamente podem ser abatidos, em criadouros industriais, a partir dos dois a três meses, pesando 4,6 Kg, em média; alternativamente, aos seis meses, pesando 9,5 kg, ou com um ano de idade, pesando 20 Kg. Podem-se comercializar animais jovens para recria/engorda, preferencialmente a partir do segundo mês de vida (Dani, 1993).

A ema (*Rhea americana*) apresenta um rendimento bastante satisfatório em relação aos produtos de interesse econômico, como a carne (40,5%). Esta, em função da composição centesimal, pode ser consumida como fonte de proteína animal (22,81%), com baixo teor de lipídios (1,59%). Além de apresentar baixo conteúdo de colágeno, o que proporciona uma carne muito macia e teor de colesterol semelhante à carne de outras espécies. Pode, portanto, ser divulgada como produto saudável, em relação às doenças cardíacas que são consideradas um grande problema de saúde pública (Pereira et al., 2006).

Observa-se significativo aumento no número de registros de atividades relacionadas à ema junto ao IBAMA, ano após ano, desde a promulgação das Portarias nº 117 e 118, de 1997. No ano de 1981 não existia nenhum registro, entretanto, em 2001 já se computavam 200, entre criadouros, indústrias, comerciantes, importadores e exportadores. Esse aumento pode ser explicado pela

perspectiva de boa rentabilidade, potencial zootécnico, rusticidade da espécie e valor comercial dos produtos (Morata, 2005).

Pode-se dizer que da ema se aproveita tudo. O couro é utilizado para confecção de roupas, calçados, pastas, bolsas, carteiras e estofados de automóveis, cuja industrialização agrega mais valor ao produto final atingindo excelente cotação no mercado internacional; os ovos inférteis são consumidos ou vendidos para artesanato; as fezes são transformadas em húmus para comercialização, dependendo do sistema de criação. As unhas podem ser comercializadas para artesanato e a gordura é utilizada na fabricação de cosméticos, medicamentos, shampoo e suplementos alimentares em outros países (Hosken e Silveira, 2003).

A ema, pela sua amplitude de distribuição nas regiões de campos, cerrado, caatinga e região do pantanal, apresenta-se como alternativa singular devido a sua rusticidade e alta produção. Essa espécie silvestre possui potencial econômico e ecológico indiscutível, seja para aproveitamento integral de indivíduos para o abate visando a produção de carne, vísceras, ossos, couro, penas, ovos e gordura, como para a produção de animais vivos a serem utilizados como matrizes e reprodutores para a formação de novos plantéis. A venda de espécimes vivos para fins ornamentais/decorativos em chácaras, fazendas, condomínios, propriedades públicas ou privadas; como animal controlador de pragas e espécies nocivas à agricultura e ainda como disseminador de espécies vegetais são alternativas apontadas e que justificam e servem de estímulo para o seu manejo (Neo, 2002).

Os empreendedores ativos há mais tempo podem investir em programas de seleção e melhoramento genético de seu rebanho, visando no futuro a venda de reprodutores com características geneticamente melhoradas e comprovadas, agregando mais valor aos seus animais e proporcionando ganhos genéticos a outros criadores. O mercado destes produtos e subprodutos da ema é o mesmo do avestruz, ou seja, o mercado interno e, principalmente, o mercado externo, destacando-se Estados Unidos, Japão e União Européia (Morata, 2005).

1.8 CRIAÇÃO EM CATIVEIRO E CONSERVAÇÃO DE EMAS

O aspecto mais sério do perigo ambiental é a extinção das espécies. As comunidades podem ser degradadas e confinadas a um espaço limitado, mas na

medida em que as espécies originais sobrevivam, ainda será possível reconstituir as comunidades (Primack e Rodrigues, 2001).

A ema, *Rhea americana*, encontra-se listada no anexo II da convenção sobre o comércio internacional das espécies da flora e fauna em perigo de extinção (Cites, 2003).

A exploração de animais silvestres tem se mostrado uma boa opção dentro da produção animal brasileira. Correntes conservacionistas apontam-na como um dos melhores caminhos para a preservação de espécies da fauna brasileira (Navarro e Martella, 2002).

Dentre as espécies silvestres com grande potencial zootécnico encontra-se a ema, *Rhea americana*, a qual é considerada a maior ave brasileira (De Cicco, 2001).

Apesar do crescente investimento de recursos na criação de emas e do grande potencial desta pecuária alternativa, ainda são escassas as informações relativas ao manejo e comportamento reprodutivo desses animais. Atualmente, a reprodução de emas em cativeiro é feita através de monta natural, controlada ou não (Giannoni, 1996).

Os Estados Unidos tem o maior plantel de emas em cativeiro, mesmo assim há pouca pesquisa a respeito da reprodução dessas ratitas. A maioria do conhecimento dos princípios básicos de fisiologia reprodutiva e tecnologia de incubação tem sido extrapolada de outras aves, principalmente galinhas, *Gallus gallus domesticus* (Hicks-Allredge, 1996).

Neste contexto, considerando-se que a função reprodutiva é um dos principais fatores para o sucesso de uma criação animal, dentre outros estudos, faz-se necessário realizar pesquisas no campo da fisiologia da reprodução de forma a fornecer subsídios para a adoção de biotécnicas reprodutivas no manejo de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro, melhorar a eficiência reprodutiva dessa espécie e incrementar sua produção em criações zootécnicas, contribuindo para preservá-la do risco iminente de extinção.

Desta forma, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a dinâmica de hormônios relacionados à reprodução (estradiol, progesterona, prolactina, testosterona e corticosterona), bem como as características de

desempenho reprodutivo (produção de ovos, taxa de fertilidade e taxa de eclodibilidade) de emas criadas em cativeiro no estado do Piauí.

Visando atingir os objetivos supracitados, foram desenvolvidos os seguintes estudos: “Níveis séricos de corticosterona e reprodução de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro” e “Níveis séricos de hormônios da reprodução em emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro”, ambos foram elaborados segundo as normas do periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ISSN: 0102 – 0935). Os trabalhos são apresentados a seguir na forma de capítulos I e II, respectivamente.

2. CAPÍTULO I*

* Elaborado segundo as normas do periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Níveis séricos de corticosterona e reprodução de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro

[*Serum levels of the corticosterone and reproduction in captive-bred rhea (Rhea americana)*]

S. G. Moura¹; R. J. Vieira²; J. A. T. Souza²

¹Aluno de Pós-Graduação em Ciência Animal – CCA-UFPI- Teresina, PI

²Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, CCA-UFPI

Campus da Socopo, 64049-550 – Teresina-PI

E-mail: sandovaldo.moura@ibama.gov.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar a dinâmica do hormônio corticosterona nos períodos pré-reprodução (PRE), reprodução (REP) e pós-reprodução (POS), bem como aspectos reprodutivos de emas criadas em cativeiro e submetidas ao estresse por contenção. No grupo um (GI), foram utilizados 12 animais adultos, seis de cada sexo, submetidos, mensalmente, à contenção para colheitas de sangue durante o ano de 2009. Para as dosagens de corticosterona, utilizou-se o radioimunoensaio. O grupo dois (GII) foi composto por 14 emas adultas, seis fêmeas e oito machos, não submetidas à contenção. Os dados da corticosterona foram comparados usando-se ANOVA para medidas repetidas, seguida de Fisher LSD ($P < 0,05$) e os demais, através de ANOVA e teste “t” de Student ($P < 0,05$). As emas do GI puseram um total de 26 ovos, média de quatro e as do GII, 116, média de 19. Houve diferenças significativas entre o peso e largura médios dos ovos do GI ($511,46 \pm 32,14$ g e $8,59 \pm 0,24$ cm) e do GII ($584,33 \pm 64,64$ g e $9,10 \pm 0,35$ cm), enquanto as médias de comprimento dos ovos do GI ($12,26 \pm 0,26$ cm) e do GII ($12,53 \pm 0,49$ cm) não diferiram. Quanto à corticosterona, ng/mL, não houve interação significativa entre sexo e período e, em geral, o PRE ($47,30 \pm 13,65$) e REP ($43,30 \pm 26,17$) apresentaram valores superiores ao POS ($26,60 \pm 11,51$). Emas fêmeas foram mais sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse por contenção mensal do que os machos, reduzindo a duração da postura, a quantidade, o peso e a largura dos ovos postos. A contenção mensal de emas machos não afetou a fertilidade dos ovos.

Palavras-chave: animais silvestres, contenção, estresse

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dynamics of the hormone corticosterone during three periods: pre-reproduction (PRE), reproduction (REP) and post-reproduction (POS), as well as reproductive aspects of rheas in captivity and subjected to restraint stress. In group one (GI), 12 adult animals were used, six of each sex, submitted monthly to the restraint for blood samples in 2009. For both dosages of corticosterone radioimmunoassay was used. Group two (GII) consisted of 14 adult rheas, six females and eight males, not subject to restraint. The corticosterone data were compared using ANOVA for repeated measures followed by Fisher LSD ($P < 0.05$) and the others, by ANOVA and "t" Student test ($P < 0.05$). Rheas GI put a total of 26 eggs, average of four and GII, 116, average of 19. There were significant differences between averages of weight and width of the eggs from GI ($511,46 \pm 32,14$ g and $8,59 \pm 0,24$ cm) and GII ($584,33 \pm 64,64$ g and $9,10 \pm 0,35$ cm), while averages of length the eggs from GI ($12,26 \pm 0,26$ cm) and GII ($12,53 \pm 0,49$ cm) did not differ. As for corticosterone, ng/mL, no significant interaction between sex and period was observed. In general, the PRE ($47,30 \pm 13,65$) and REP ($43,30 \pm 26,17$) presented values higher than POS ($26,60 \pm 11,51$). Females rheas were more sensitive to levels of corticosterone produced by restraint stress monthly than males, reducing the duration of the position, quantity, weight and width of eggs laid. Restraint monthly of males rheas did not affect the fertility of eggs.

Keywords: wild animals, restraint, stress

INTRODUÇÃO

A corticosterona é o principal glicocorticóide presente no plasma de emas jovens da espécie *Rhea americana* frente à aplicação de hormônio adrenocorticotrófico, ACTH (Lèche et al., 2009).

Em aves, qualquer estresse ambiental ou de manejo que eleve a corticosterona pode deprimir rapidamente a produção de ovos (Proudman, 1994). Por exemplo, perdizes de baixa produção de ovos apresentaram as maiores concentrações plasmáticas de corticosterona, hormônio do estresse (Bruneli, 2006).

Segundo Wingfield et al. (1995), há divergências entre as espécies de aves e a intensidade de suas respostas adrenocorticais após captura, havendo espécies que não

apresentam variação significativa nas concentrações plasmáticas de corticosterona e outras que respondem expressivamente ao estresse.

Um dos principais produtos obtidos das emas são as penas, as quais, dentre outros fins, são utilizadas na informática para limpeza de microchips e circuitos integrados, por não transportarem cargas elétricas (Silva, 2001). A retirada das penas implica na captura das emas e, mesmo sendo uma espécie silvestre com poucas gerações em cativeiro, não há registros sobre o efeito do estresse por captura sobre seus aspectos produtivos e reprodutivos.

A reatividade adrenal acompanha variações no investimento em reprodução, aumentando a secreção total de corticóides na estação reprodutiva, refletindo maior atividade sexual, competição por parceiros e interações agonistas frequentes. Em gansos, o padrão de excreção de corticóides fecais apresenta variações nas diferentes etapas de acasalamento (Hirschennhauser et al., 2000).

As emas apresentam atividade reprodutiva estacional devido à influência do fotoperíodo crescente, que varia de acordo com a latitude (Hicks-Allredge, 1996). Além disso, cerca de três meses antes do início da postura os machos ficam bastante agressivos e começam a lutar para estabelecer a dominância do grupo e formar haréns. Essas lutas são muito importantes, pois através delas são geradas cargas hormonais que vão influenciar na fertilidade (Silva, 2001).

Quanto maior o conhecimento da regulação hormonal do estresse e maior o controle das variações externas na criação comercial de aves, maior será a produtividade e lucratividade dessa atividade (Bruneli, 2006).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a dinâmica do hormônio corticosterona nos períodos pré-reprodução, reprodução e pós-reprodução bem como aspectos reprodutivos em emas, *Rhea americana*, criadas em cativeiro e submetidas ao estresse por contenção.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Criadouro Comercial de Animais Silvestres, registrado no IBAMA-PI sob o nº 01/06-1309 - 963646, localizado na latitude de 05° 27' 55,1" sul e longitude de 42° 57' 07, 6" oeste, a uma altitude de 118 m, na zona rural do município de Nazária – PI. O estudo ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2009.

Foram utilizadas emas (*Rhea americana*) com idade entre três e quatro anos, todas sexualmente maduras. Os animais foram individualmente identificados em fichas próprias por meio do número de seus microchips, dos colares e de pintura com cores diferentes nas pernas: direita, para os machos e esquerda, para as fêmeas. Além disso, todos foram previamente examinados quanto à saúde geral e reprodutiva e distribuídos em dois grupos experimentais:

O grupo um (GI), composto por 12 emas, seis de cada sexo, submetidas ao estresse mensal por contenção manual. No decorrer do experimento, fora do período de postura, houve o óbito de dois animais do GI, sendo um macho no mês de outubro e uma fêmea no mês de novembro. Esses animais foram substituídos por outros que apresentavam o mesmo comportamento reprodutivo e se encontravam sob condições semelhantes de manejo.

O grupo dois (GII), composto por 14 emas, oito machos e seis fêmeas, não submetidas ao estresse por contenção manual.

Os animais experimentais do GI e do GII foram mantidos em piquetes cercados com tela de 1,70 m de altura e com área de 500 m² por animal. Essas áreas continham gramíneas nativas para o pastejo e árvores esparsas para fornecer sombreamento, além de comedouros e bebedouros de plástico.

A alimentação fornecida para os dois grupos foi a ração comercial para avestruz (Fri-Ribe, Teresina, PI, Brasil): fase de manutenção, fora do período de reprodução e fase de reprodução, durante o período de reprodução. A quantidade diária de ração fornecida por ave foi de 0,5 kg. Além da ração, os animais receberam capim picado e água à vontade.

Nos dois grupos, para determinar o início e o término do período de reprodução, foram catalogadas informações sobre a mudança de comportamento dos animais a cada 15 dias, tendo como base os parâmetros descritos por Codenotti et al. (1995) e Góes (2004), os quais estão apresentados a seguir:

Machos: abertura das asas e movimentos destas, flexionando-as para diante e arrastando as pontas no chão, exibindo o corpo descoberto, deixando aparecer o falo, além de movimentos do pescoço para cima e para baixo e para a esquerda e direita. Além disso, os machos fazem os ninhos, cavando uma depressão no solo, cortando com o bico a vegetação ao redor e mantendo limpa uma área de dois a três metros de raio;

Fêmeas: docibilidade e aceitabilidade do macho – observou-se que as fêmeas começaram a seguir os machos;

Para a confirmação do início do período de reprodução, verificou-se a fertilidade dos ovos postos, por meio de ovoscopia realizada aos sete dias de incubação.

A produção de ovos, para cada grupo, foi obtida contando-se os ovos postos ao longo do período de reprodução.

As taxas de fertilidade e de eclodibilidade foram calculadas apenas para os animais do GI: a primeira foi obtida multiplicando-se o número de ovos férteis por cem e dividindo pelo número de ovos postos; a segunda foi obtida multiplicando-se o número de filhotes nascidos por cem e dividindo pelo número de ovos férteis.

Por meio de uma balança eletrônica digital com precisão de 0,0001 Kg e de um paquímetro, avaliaram-se o peso, a largura e o comprimento de 30 ovos, sendo 15 do GI e 15 do GII.

Somente as emas do GI foram submetidas à contenção, para tanto foram conduzidas a um dos cantos do piquete e capturadas pelo tratador que as segurava por trás, na base das asas, continha-as junto ao solo e em seguida uma segunda pessoa colocava um capuz nas mesmas para que se acalmassem e possibilitassem a colheita de sangue. Os procedimentos de captura, contenção e colheita duraram entre cinco e dez minutos por animal.

Foram colhidas amostras sanguíneas de cerca de seis mililitros através de punção da veia braquial, utilizando-se tubos a vácuo de 10 mL sem anticoagulante, de cada um dos 12 animais do GI, a cada 30 dias, de janeiro a dezembro de 2009.

As colheitas ocorreram entre as seis e oito horas, horário de temperaturas mais amenas, visando minimizar o estresse. Os animais foram manipulados durante as colheitas de sangue de forma aleatória. Após cada colheita, as amostras foram centrifugadas durante 15 minutos e um mililitro do soro obtido por animal foi colocado em tubos plásticos de dois mililitros, identificados e acondicionados em freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

As amostras congeladas foram transportadas para o Laboratório de Dosagens Hormonais do Departamento de Morfofisiologia Veterinária da Universidade Federal do Piauí. As dosagens dos níveis séricos de corticosterona foram realizadas por radioimunoensaio, usando-se procedimento recomendado pelo fabricante, através de kits comerciais Coat-A-Count (Siemens, Los Angeles, CA, USA) de fase sólida, utilizando-se o contador gamma.

O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2X3 (dois sexos e três períodos), com medidas repetidas no tempo.

Os dados obtidos para corticosterona, quando agrupados por períodos, apresentaram distribuição normal. Desta forma, foram submetidos à ANOVA para medidas repetidas, seguida pelo teste de Fisher LSD.

Os dados referentes às características dos ovos: peso, comprimento e largura foram submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste “t” de Student.

Para a descrição dos resultados, foram empregados as médias e os desvios-padrão. Todas as análises foram realizadas com o nível de significância de 5%, através do programa SigmaStat para Windows, versão 3.5 (SYSTAT INC, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, a formação dos haréns e as coberturas iniciaram no mês de junho, culminado com a postura já no início de julho, tanto no GI como no GII. Porém, as posturas do GI terminaram em setembro e as do GII em novembro. Neste aspecto, Navarro e Martella (2002) observaram variações moderadas no momento de iniciar a estação reprodutiva e importantes diferenças no seu comprimento em emas, mesmo em populações localizadas próximas uma da outra.

Quanto ao início das posturas, os dados do presente estudo corroboram os achados de Codenotti (1997), que citou posturas ocorrendo entre julho e setembro na Bahia e Mato Grosso (Região do Pantanal) e com os de Hasenclever et al. (2004), que registraram início das posturas em julho no Pantanal Sul. Contudo, diferem dos de Giannoni (1997) quando a mesma afirmou que a ema reproduz durante o ano todo no Rio Grande do Norte e dos de Codenotti (1997), a qual relatou que nas regiões Sul e Sudeste emas se reproduzem entre agosto e final de fevereiro.

Em relação à diferença na duração dos períodos de reprodução entre os grupos estudados, possivelmente a mesma se deva ao estresse resultante da captura, a qual os animais do GI foram submetidos, visto que, ao contrário do GI, a produção de ovos do GII encontra-se dentro das médias relatadas na literatura consultada.

O comportamento reprodutivo dos animais do GI é descrito a seguir:

Nos meses de janeiro e fevereiro apenas um macho demonstrou comportamento reprodutivo conforme descrito por Codenotti et al. (1985) e Góes (2004), apresentando vocalização, abertura das duas asas ao mesmo tempo e avançando sobre outros machos. Contudo, não houve formação de harém.

Em março e abril todos os machos apresentaram o comportamento reprodutivo descrito anteriormente, sendo que houve combates e um dos machos estabeleceu a dominância, agredindo inclusive pessoas. Esses achados corroboram com Silva (2001), segundo o qual três meses antes do início da postura os machos ficam bastante agressivos e começam a lutar para estabelecer a dominância do grupo. Para o autor, essas lutas são muito importantes, pois através delas são geradas cargas hormonais que vão influenciar na fertilidade.

Cerca de dois a três meses depois do início da lutas, em junho, o animal supracitado continuava agressivo, era o macho dominante e havia formado seu harém. Assim, no dia sete de julho uma das fêmeas pos um ovo, embora não houvesse ninho. Um dia depois, o macho dominante confeccionou um ninho onde as fêmeas começaram a por já no dia seguinte. A postura de ovos férteis no início de julho confirma que as coberturas iniciaram em junho, pois, de acordo com Dani (1993), as fêmeas iniciam a postura 25 dias após a cópula.

Quando havia dois ovos no ninho, dois dias depois que as fêmeas começaram a por no mesmo, o macho começou a incubá-los. A partir deste momento as fêmeas punham seus ovos próximos ao ninho e o macho puxava os mesmos para debaixo de si. Elas puseram ovos durante um período de 13 dias, até um total de 17 ovos.

Durante o período de incubação um dos ovos quebrou e foi consumido pelo macho, semelhante ao descrito por Sick (1985).

Cabe destacar que um segundo macho dominante alternou a incubação com o primeiro e depois desistiu. Neste aspecto, Silva (2001) citou que em cativeiro já foi observado até quatro machos chocando em um mesmo ninho.

Depois de um período de dez dias sem as fêmeas botarem ovos, houve a postura de mais um ovo próximo ao ninho, o qual foi levado para a incubadora. A partir de então, ocorreu somente a postura de mais sete ovos no mês de agosto e um no mês de setembro, tendo a mesma encerrado no GI.

As fêmeas do GI puseram um total de 26 ovos e as do GII 116 (Tab. 1). As médias aproximadas foram de quatro e 19 ovos, respectivamente. Em ambos os grupos o pico de produção de ovos ocorreu no mês de julho. A reduzida média de produção de ovos do GI, em relação ao GII, pode ter decorrido do estresse resultante da contenção manual a que este grupo foi submetido mensalmente, pois na literatura consultada não foi encontrada média de postura tão baixa para emas.

Tabela 1. Produção de ovos por emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro e submetidas (GI) ou não (GII) ao estresse mensal por contenção, Nazária-PI, 2009.

Grupos	Meses											Total	Média	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N			D
GI	00	00	00	00	00	00	18	07	01	00	00	00	26	04
GII	00	00	00	00	00	00	44	12	35	06	19	00	116	19

A média de 19 ovos obtida no GII, que não foi submetido ao estresse mensal por contenção, encontra-se próxima das médias de 20 a 25 reportada para emas em cativeiro por Morata (2005). Porém, o citado autor relatou também que alguns criadouros apresentaram médias inferiores (sete a 15 ovos) e que essa diferença pode decorrer da adoção de técnicas de seleção e melhoramento, de nutrição, biossegurança, reprodução e produtiva.

Ao ovoscópio, verificou-se que 100% dos ovos postos pelas emas do GI eram férteis, contrariando a afirmação de Sick (1985) de que os últimos ovos postos pelas fêmeas (em torno de 30% do total da postura) não são férteis. Além disso, esta taxa é superior às relatadas por Di Campos et al. (2005), 79,41%, e por Almeida (2003), 86,64% (incubação artificial) e 83,52% (incubação natural), evidenciando, assim, a eficiência reprodutiva da relação macho-fêmea 6X6. Por outro lado, evidencia também que, embora o estresse por contenção tenha reduzido a duração da estação de reprodução e a quantidade de ovos postos, a fertilidade dos machos do GI não foi afetada.

A incubação no ninho do GI durou 43 dias e foi superior ao período de 27 a 41 dias reportado para emas no pantanal sul (Hasenclever et al., 2004). Dos 16 ovos incubados, 13 eclodiram, todos em um mesmo dia, semelhante ao descrito por Dani (1993), a qual afirmou que os ovos férteis eclodem sincronicamente. Segundo a autora, essa sincronia é importante uma vez que o macho geralmente só permanece no ninho por 24 a 48 horas após os filhotes terem começado a nascer. De fato, observou-se que o macho ficou apenas um dia no ninho após o início da eclosão.

O macho não quebrou os ovos que não eclodiram e, sim, deixou-os abandonados no ninho. Ao examiná-los, verificou-se que dois continham embriões em estágio avançado de desenvolvimento e em um ocorrera morte embrionária no início da formação. A eclosão assistida poderia ter evitado a morte desses dois animais, pois, segundo Di campos et al. (2005), essa técnica mostrou-se viável em ovos incubados artificialmente.

A taxa de eclodibilidade natural do GI foi de 81,25%, sendo superior à taxa aproximada de 50%, quando os ovos são chocados pelo macho a campo, e inferior à de 100%, quando incubados em chocadeira, citadas por Dani (1993).

Em menos de um dia de nascidos, os filhotes seguiam o pai, que emitia sons batendo as partes inferior e superior do bico uma contra a outra. Ele conduzia os filhotes pelo piquete e os estimulava a se alimentarem, bicando insetos e forrageando e, ao menor sinal de ameaça, deitava-se e recolhia todos debaixo das asas. Esses achados são semelhantes aos descritos por Codenotti et al. (1995) e Leite e Codenotti (2005), os quais afirmaram que a função do macho destina-se a vigiar o ambiente, reunir os filhotes, ocultá-los e conduzi-los a locais com fartos recursos, alternando comportamentos à medida que a idade da prole aumenta e por Cooper (1999), segundo o qual a figura paterna fornece a sensação de segurança, evitando o aparecimento do estresse de abandono, que pode causar a retenção do saco vitelínico.

As emas submetidas ao estresse mensal por contenção (GI) apresentaram ovos com peso e largura inferiores aos dos animais não contidos mensalmente (GII), mas o comprimento foi semelhante (Tab. 2). Essas observações demonstram que o estresse por contenção, além de diminuir a quantidade de ovos postos, comprometeu também a qualidade dos mesmos, reduzindo seu peso e tamanho.

No grupo não submetido ao estresse por contenção, os ovos avaliados apresentaram peso variando de 442 a 649 g, com média de 584,33 g (Tab. 2). Estes valores são inferiores aos obtidos em *Rhea americana* por Hasenclever et al. (2004) no Pantanal Sul, variação de 470 a 770 g e média de 622,1 g e por Di Campos et al. (2005), em Goiás, média de 608, 93 g. Essas diferenças podem decorrer do fato do gênero *Rhea* apresentar, no Brasil, subespécies, as quais, segundo Giannoni (1997), tem como principais formas de diferenciação o tamanho e o peso. Nas aves, esses fatores estão intimamente relacionados às características dos ovos.

Quanto às características morfométricas dos ovos avaliados no GII, comprimento e largura, obtiveram-se, em média, 12,53 cm e 9,10 cm, respectivamente (Tab. 2). Valores que se encontram dentro das variações de 12 a 15 cm de comprimento e de 8 a 12 cm de largura citadas por Mendes (1985) para ovos de emas.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão de peso do ovo (PO), comprimento do ovo (CO) e largura do ovo (LO) de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro e submetidas (GI) ou não (GII) ao estresse mensal por contenção, Nazária-PI, 2009.

Grupos	Características		
	PO (g)	CO (cm)	LO (cm)
GI	511,46 ^a ± 32,14	12,26 ^a ± 0,26	8,59 ^a ± 0,24
GII	584,33 ^b ± 64,64	12,53 ^a ± 0,49	9,10 ^b ± 0,35

Letras sobrescritas diferentes minúsculas nas colunas indicam diferença estatística entre as médias pelo teste “t” de Student ($p < 0,05$).

Os dados obtidos no presente estudo, referentes aos níveis séricos de corticosterona em emas, *Rhea americana*, machos e fêmeas criadas em cativeiro e submetidas ao estresse mensal por contenção, segundo os períodos de pré-reprodução, reprodução e pós-reprodução, encontram-se na Tab. 3.

Ao analisar os resultados, observou-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre sexo e período. No geral, os períodos pré-reprodução e reprodução apresentaram valores médios de corticosterona superiores ao pós-reprodução. A ausência de diferença significativa observada entre o pré-reprodução e reprodução diverge das observações feitas em gansos por Hirschennhauser et al. (2000), segundo os quais a reatividade adrenal acompanha variações no investimento em reprodução, aumentando a secreção total de corticóides no período de reprodução.

Apesar de semelhantes aos dos machos, os níveis de corticosterona encontrados nas emas fêmeas dentro dos períodos pré-reprodução e reprodução foram suficientes para comprometer a sua reprodução, resultando em uma baixa média de ovos postos pelas mesmas, quatro, quando comparada à média das emas não submetidas ao estresse por contenção, 19. Este achado indica que as emas fêmeas são muito sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse, corroborando com Proudman (1994), o qual afirmou que qualquer estresse ambiental ou de manejo que eleve a corticosterona de aves pode deprimir rapidamente a produção de ovos. Além disso, em perdizes, Bruneli (2006) verificou que fêmeas de baixa produção de ovos férteis apresentaram altas concentrações de corticosterona.

Por outro lado, a taxa de fertilidade de 100% obtida para os ovos postos no GI sugeriu que as emas machos foram menos sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse por contenção do que as fêmeas. Reforçando esses resultados, Chastel et al.

(2005) citaram que os perdigões machos, mesmo com níveis elevados de corticosterona, apresentaram mecanismo de tolerância a ação esteróide e mantiveram desempenho reprodutivo intermediário. Porém, Bruneli (2006) reportou que os machos de perdizes mais férteis tiveram a menor concentração média de corticosterona.

A taxa de 100% de fertilidade mantida pelos machos do GI pode decorrer do fato dos mesmos terem realizado constantes combates pela dominância do grupo, o que os tornou menos sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse por contenção do que as fêmeas, pois, segundo Silva (2001), essas lutas são muito importantes, uma vez que através delas são geradas cargas hormonais que vão influenciar na fertilidade das emas machos.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de corticosterona de emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro e submetidas ao estresse mensal por contenção, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

Corticosterona (ng/mL)	Períodos		
	Pré-reprodução	Reprodução	Pós-reprodução
Machos	40,02 ± 13,34	35,34 ± 14,87	26,83 ± 7,33
Fêmeas	54,96 ± 9,90	51,27 ± 33,66	26,37 ± 15,41
Médias	47,30 ^a ± 13,65	43,30 ^a ± 26,17	26,60 ^b ± 11,51

Letras sobrescritas diferentes minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de Fisher LSD (P<0,05).

As médias de corticosterona obtidas neste trabalho são bem superiores aos valores basais de corticosterona citados por Lèche et al. (2009) para emas, *Rhea americana*, na Argentina, 3,98 ± 1,04 ng/mL. Cabe destacar que esses autores utilizaram emas jovens, com cerca de dez meses de idade, pela facilidade de manejo, possibilidade de captura, imobilização e colheita de sangue em um intervalo de até três minutos, pois, de acordo com Romero et al. (2000), valores basais só são obtidos dentro desse período.

Na presente pesquisa, os animais tinham idade entre três e quatro anos e os procedimentos de captura, imobilização e colheita de sangue duraram entre cinco e dez minutos, o que deve ter contribuído, juntamente com outros fatores como manejo, condições bioclimáticas e atividade reprodutiva, para a elevação dos níveis de corticosterona, uma vez que, segundo Lèche et al. (2009), a magnitude da resposta adrenocortical da *Rhea americana* sugere que o eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal dessa espécie é altamente sensível.

Examinando o período de reprodução dos machos, observou-se um aumento nos níveis de corticosterona em junho, mês de intensa atividade sexual, com queda em setembro, final da estação reprodutiva. Esses achados, pós-reprodução, são semelhantes aos relatados por Wingfiel et al. (1999), que constataram decréscimo nos níveis de corticosterona de aves pelicaniformes ao entrar em choco.

CONCLUSÕES

Os níveis séricos de corticosterona de emas submetidas ao estresse por contenção mensal não sofreram influência do sexo, porém caíram no período de inatividade reprodutiva (pós-reprodução);

Emas fêmeas foram mais sensíveis aos níveis de corticosterona gerados mediante estresse por contenção mensal do que os machos, reduzindo a duração da postura, a quantidade, o peso e a largura dos ovos postos;

A contenção mensal de emas machos não afetou a fertilidade dos ovos;

No Piauí, na latitude de 05° sul, o período reprodutivo de emas, não submetidas ao estresse por contenção, durou de junho a novembro, com média de 19 ovos por fêmea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.A. *Influência dos sistemas artificial e natural de incubação e criação de emas (Rhea americana) nos índices produtivos de criadouros do Estado de São Paulo*. 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRUNELI, F.A.T. *Concentrações plasmáticas de estradiol, testosterona, progesterona, prolactina e corticosterona em perdizes (Rhynchotus rufescens) criadas em cativeiro*. 2006. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CHASTEL, O.; LACROIX, A.; WEIMERSKIRCH, H. et al. Modulation of prolactin but not corticosterone responses to stress in relation to parental effort in a long-lived bird. *Horm. Behav.*, Elsevier, v. 47, p.459-466, 2005.

CODENOTTI, T.L. Fenologia reprodutiva y biometria de nidos, huevos y pollos del ñandú, *Rhea americana*, en Rio Grande do Sul, Brasil. *El homero*, v. 4, p. 211-223, 1997.

- CODENOTTI, T.L. BENINCA, D.; ALVARES, F. Etograma y relacion de la conducta com el habitat y com la edade em el nãndu (*Rhea americana*). *Act. Vert.*,v. 22, p. 1-2,1995.
- COOPER, R.G. A discussion on ostrich chicks. *Ostrich News*, v. 3, n.1, p. 3-9, 1999.
- DANI, S.A. *A ema (Rhea americana): biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangauá, 1993. 136p.
- DI CAMPOS, M.S.; CARVALHO, I.D.; BRAGA FILHO, A.C. et al. Estimativa entre medidas morfométricas, peso do ovo e peso de filhotes de emas criados em cativoiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n.3, p.678-683, mai-jun, 2005.
- GIANNONI, M.L. *Criação de emas*. Viçosa: CPT, 1997. 43p. (Manual Técnico).
- GÓES, P.A.A. *Características reprodutivas de emas machos (Rhea americana) criadas em cativoiro no Estado de São Paulo*. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HASENCLEVER, L.; REIMANI, C.; MOURÃO, G.M. et al. Densidades, tamanho de grupo e reprodução de emas no pantanal sul. Corumbá: Embrapa Pantanal, *Bol. Pesq. Desenv.*, Mato Grosso do Sul. 2004. 17p.
- HICKS-ALLDREDGE, K.D. Ratites reproduction. In: TULLI, T. N.; SHANE, S.M. *Ratite-management, medicine and surgery*. Malabar: Krieger Publishing Company, 1996. 188 p.
- HIRSCHENHAUSER, K.; MOSTIL, E.; PECZELY, P. et al. Seasonal relationships between plasma and fecal testosterone in response to GnRH in domestic ganders. *Gen. Comp. Endocrinol.*, Elsevier Science, v.118, n.2, p.262-272, 2000.
- LÈCHE, A.; BUSSO, J.M.; HANSEN, C. et al. Physiological stress in captive rheas (*Rhea americana*): Highly sensitive plasma corticosterone response to ACTH challenge. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v. 162, p.188-191, 2009.
- LEITE, M.A.S.; CODENOTTI, T.L. Comportamento parental de machos da ema *Rhea americana* (Linnaeus, 1958), em ambiente natural, no Rio Grande do Sul. *Rev. Etol.*, v. 7, p.43-47, 2005.
- MENDES, B.V. *Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semi-árido*. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. v. 1. 171 p.
- MORATA, R.L. *Rheacultura: aspectos legais, biológicos, reprodutivos, nutricionais e mercadológicos*, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=texto&&idT=715>>. Acessado em: 22 out. 2007.

- NAVARRO, J.L.; MARTELLA, M.B. Reproductivity and raising of greater rhea (*Rhea americana*) and lesser rhea (*Pterocnemia pennata*) – a review. *Archiv für Geflügelkunde*, v.66, n. 3, p. 124-132, 2002.
- PROUDMAN, J.A. Hormônios reprodutivos das aves. In: *Coleção Facta: Fisiologia da Reprodução de aves*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 31-48, 1994.
- ROMERO, L.; REED, J.M.; WINGFIELD, J.C. Effects of weather on corticosterona responses in wild free-living passerine birds. *Gen. Comp. Endocrinol.* 118, p.113-121, 2000.
- SICK, H. *Ornitologia brasileira: uma introdução*. Brasília: Universidade de Brasília, 1985. 482 p. p 129-132.
- SILVA, J.B.G. *Rheacultura - criação de emas: manual prático - nutrição, reprodução, manejo e enfermidades*. Guaíba:Agropecuária, 2001, 144p.
- SYSTAT INC. SigmaStat for Windows version 3.5. Richmond, USA, 2006.
- WINGFIELD, J.C.; O'REILLY, K.M.; ASTHEIMER, L.B. Modulation of the adrenocortical responses to acute stress in arctic birds: a possible ecological basis. *American Zoology*, v.35, p.285-294, 1995.
- WINGFIELD, J.C.; FERNANDES, G.R.; MORA, A.N. et al. The effects of an “El Nino” southern oscilation evento on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula nebouxii*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, Academic Press, v.114, p.163-172. 1999.

3. CAPÍTULO II*

* Elaborado segundo as normas do periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

**Níveis séricos de hormônios da reprodução em emas (*Rhea americana*)
criadas em cativeiro**

[*Serum levels of the reproductive hormones in captive-bred rhea (Rhea americana)*]

S. G. Moura¹; R. J. Vieira²; J. A. T. Souza²

¹Aluno de Pós-Graduação em Ciência Animal – CCA-UFPI- Teresina, PI

²Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, CCA-UFPI

Campus da Socopo, 64049-550 – Teresina-PI

E-mail: sandovaldo.moura@ibama.gov.br

RESUMO

Avaliaram-se os níveis séricos de testosterona (T), prolactina (PRL) e progesterona (P₄) em emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro, segundo os períodos pré-reprodução (PRE), reprodução (REP) e pós-reprodução (POS). Os animais, seis machos e seis fêmeas, foram submetidos, mensalmente, a coletas de sangue durante o ano de 2009. As dosagens hormonais foram realizadas por radioimunoensaio. Os dados dos meses, quando agrupados por períodos, apresentaram distribuição normal e foram comparados usando-se ANOVA para medidas repetidas, seguida, quando necessário, por Fisher LSD (P<0,05). Os níveis séricos de T, ng/dL, dos machos foram detectáveis apenas no PRE (49,25 ± 38,94) e REP (86,70 ± 70,00), sendo os mesmos semelhantes. Quanto à PRL, ng/mL, observou-se que tanto machos quanto fêmeas apresentaram diferenças apenas entre os períodos REP e POS, sendo que nos machos o REP (1,04 ± 0,51) foi superior ao POS (0,26 ± 0,26), enquanto que nas fêmeas o POS (1,24 ± 0,50) foi superior ao PRE (0,72 ± 0,39). Em relação à P₄, ng/mL, não houve interação significativa entre sexo e período e, no geral, as emas apresentaram valores inferiores no REP (0,121 ± 0,079) e POS (0,048 ± 0,064) em comparação ao PRE (0,259 ± 0,153). Emas machos apresentaram níveis detectáveis e elevados de T apenas durante os períodos em que as cópulas e/ou lutas pela dominância ocorreram. Os resultados indicam que a elevação nos níveis de PRL exerceu efeito negativo sobre a P₄ e foi responsável pelo choco nos machos e pela interrupção do ciclo ovulatório nas fêmeas.

Palavras-chave: progesterona, prolactina, testosterona

ABSTRACT

Were evaluated the serum levels of testosterone (T), prolactin (PRL) and progesterone (P₄) in captive-bred rheas (*Rhea americana*), according to three periods: pré-reproduction (PRE), reproduction (REP) and post-reproduction (POS). Six males and six females were submitted monthly the blood samples in 2009. Hormone levels were determined by radioimmunoassay. The data for the month, when grouped by periods, presented a normal distribution and were compared using ANOVA for repeated measures, followed, whenever necessary, by Fisher LSD (P<0,05). Serum T, ng/dL, males were detectable only in the PRE (49,25 ± 38,94) and REP (86,70 ± 70,00), and they were similar. As for PRL, ng/mL, it was observed that males, as well as the females, presented differences only between periods REP and POS, being that in males the REP (1,04 ± 0,51) was higher than POS (0,26 ± 0,26), whereas in females the POS (1,24 ± 0,50) was higher than PRE (0,72 ± 0,39). In relation to P₄, ng/mL, no significant interaction between sex and period was observed. In general, rheas presented lower values in REP (0,121 ± 0,079) and POS (0,048 ± 0,064) compared to PRE (0,259 ± 0,153). Males rheas presented elevated and detectable levels of T only during periods when the copulations and/or struggles for dominance occurred. The results indicate increased levels of PRL exerted a negative effect on the P₄ and was responsible for natural incubation in males and by the disruption of the ovulatory cycle in females.

Keywords: progesterone, prolactin, testosterone

INTRODUÇÃO

A exploração de animais silvestres tem se mostrado uma boa opção dentro da produção animal. Correntes conservacionistas apontam-na como um dos melhores caminhos para a preservação de espécies da fauna brasileira (Navarro e Martella, 2003).

Dentre as espécies silvestres com grande potencial zootécnico encontra-se a ema (*Rhea americana*) uma ave corredora, pertencente ao grupo das ratitas e considerada a maior ave brasileira (De Cicco, 2001). Sua reprodução é facilmente obtida em cativeiro (Bruning,1994).

O ovário da ema adulta compartilha, em termos gerais, a morfologia descrita para aves (Parizzi et al., 2007). Pesquisas demonstraram que, dependendo das condições

ambientais de saúde e de nutrição, uma ema pode por mais de 40 ovos por postura (Mendes, 1985). Por sua vez, os testículos aumentam de tamanho durante a estação reprodutiva, chegando a atingir até 10 vezes o tamanho normal (Giannoni, 1996).

Os níveis plasmáticos de testosterona (T) de emas são maiores em machos que se encontram dentro do que naqueles que estão fora da estação reprodutiva. Entretanto, esse resultado não deve ser considerado como padrão da espécie, pois o número de animais avaliados foi pequeno (Góes, 2004).

Em avestruzes, outro *Ratitae*, as concentrações plasmáticas de T em machos aumentaram um mês após o início da estação reprodutiva e cerca de dois meses depois do início do aumento nos níveis de hormônio luteinizante (LH). Nas fêmeas, o aumento da secreção de progesterona (P_4), T e estradiol (E_2) ocorre durante cada ciclo ovulatório e ao mesmo tempo da onda de LH, sendo que o pico de E_2 ocorre durante a construção do ninho e postura, depois declina (Degen et al., 1994).

Em perdizes, “grupo-irmão” dos *Ratitae*, as fêmeas de baixa produção de ovos apresentaram a menor concentração de E_2 plasmático e as maiores concentrações de P_4 e corticosterona e as de maior produção tiveram a menor concentração de prolactina (PRL). Enquanto os machos classificados pela baixa fertilidade de ovos apresentaram as menores concentrações plasmáticas de T, E_2 e P_4 e os machos de maior fecundidade tiveram a menor concentração média de corticosterona e as maiores de PRL (Bruneli, 2006).

Neste contexto, considerando-se que a função reprodutiva é um dos principais fatores para o sucesso de uma criação animal e está subordinada à variação hormonal, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os níveis séricos de T, PRL, E_2 e P_4 em emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Criadouro Comercial de Animais Silvestres, registrado no IBAMA-PI sob o nº 01/06-1309 - 963646, localizado na latitude de 05° 27' 55,1" sul e longitude de 42° 57' 07, 6" oeste, a uma altitude de 118 m, na zona rural do município de Nazária – PI. O estudo ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2009.

Foram utilizadas 12 emas (*Rhea americana*), seis de cada sexo, com idade entre três e quatro anos, todas sexualmente maduras. Os animais foram individualmente identificados em fichas próprias por meio do número de seus microchips, dos colares e de

pintura com cores diferentes nas pernas: direita, para os machos e esquerda, para as fêmeas. Além disso, todos foram previamente examinados quanto à saúde geral e reprodutiva. No final do experimento, fora do período de postura, houve o óbito de dois animais, sendo um macho no mês de outubro e uma fêmea no mês de novembro. Esses animais foram substituídos por outros que apresentavam o mesmo comportamento reprodutivo e se encontravam sob condições semelhantes de manejo.

Os animais experimentais foram mantidos em um piquete de 5.000 m², cercado com tela de 1,70 m de altura. Essa área continha gramíneas nativas para o pastejo e árvores esparsas para fornecer sombreamento, além de comedouros e bebedouros de plástico.

A alimentação fornecida para os dois grupos foi a ração comercial para avestruz (Fri-Ribe, Teresina, PI, Brasil): fase de manutenção, fora do período de reprodução e fase de reprodução, durante a reprodução. A quantidade diária de ração fornecida por ave foi de 0,5 kg. Além da ração, os animais receberam capim picado e água à vontade.

Para determinar o início e o término do período de reprodução, foram catalogadas informações sobre a mudança de comportamento dos animais, tendo como base os parâmetros descritos por Codenotti et al. (1995) e Góes (2004), os quais são citados a seguir:

Machos: abertura e movimentos das asas, flexionando-as para diante e arrastando as pontas no chão, exibindo o corpo descoberto, deixando aparecer o falo, além de movimentos do pescoço para cima e para baixo e para a esquerda e direita. Além disso, os machos fazem os ninhos, cavando uma depressão no solo, cortando com o bico a vegetação ao redor e mantendo limpa uma área de dois a três metros de raio;

Fêmeas: docibilidade e aceitabilidade do macho – observou-se que as fêmeas começaram a seguir os machos;

Para a confirmação do início do período de reprodução, verificou-se a fertilidade dos ovos postos, por meio de ovoscopia realizada aos sete dias de incubação.

Os procedimentos de captura, contenção e colheita de sangue duraram cerca de cinco a 10 minutos por animal. As emas foram conduzidas a um dos cantos do piquete e capturadas pelo tratador que as segurava por trás, na base das asas, continha-as junto ao solo e em seguida uma segunda pessoa colocava um capuz nas mesmas para que se acalmassem e possibilitassem as colheitas de sangue.

Para avaliação dos níveis séricos hormonais, foram colhidas amostras sanguíneas de cerca de seis mililitros através da punção da veia braquial, utilizando-se tubos a vácuo de

10 mL sem anticoagulante, de cada uma das 12 emas, a cada 30 dias, fora e dentro do período de reprodução.

As colheitas ocorreram entre as seis e oito horas, período de temperaturas mais amenas, visando minimizar o estresse. Os animais foram manipulados durante as colheitas de sangue de forma aleatória.

Após cada colheita, as amostras foram centrifugadas durante 15 minutos e um mililitro do soro obtido por animal foi colocado em tubos plásticos de dois mililitros, identificados e acondicionados em freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

As amostras congeladas foram transportadas para o Laboratório de Dosagens Hormonais do Departamento de Morfofisiologia Veterinária da Universidade Federal do Piauí, onde foram realizadas as análises hormonais.

As dosagens de testosterona, progesterona, estradiol e prolactina foram efetuadas por radioimunoensaio usando-se procedimento recomendado pelo fabricante, através de kits comerciais Coat-A-Count (Siemens, Los Angeles, CA, USA) de fase sólida, utilizando-se o contador gamma.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2X3 (dois sexos e três períodos), com medidas repetidas no tempo.

Os dados obtidos, quando agrupados por períodos, apresentaram distribuição normal. Desta forma, foram submetidos à ANOVA para medidas repetidas, seguida, quando necessário, pelo teste de Fisher LSD. Para a descrição dos resultados, foram utilizadas as médias e os desvios-padrão.

Todos os resultados foram analisados com o nível de significância de 5%, através do programa SigmaStat para Windows, versão 3.5 (SYSTAT INC, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das dosagens séricas de testosterona em emas machos (*Rhea americana*) criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, encontram-se na Tab. 1. Para as fêmeas, o kit empregado não detectou valores dentro de sua curva padrão em nenhum dos períodos estudados, indicando a necessidade de adaptação do mesmo para dosagens desse hormônio em emas fêmeas. Em outras aves, os níveis encontrados para fêmeas são mínimos, o que possivelmente deve ocorrer em *Rhea americana*, dificultando, assim, a sua detecção.

Ao analisar os dados obtidos para as emas machos, observou-se que não houve diferenças ($P>0,05$) entre as médias dos períodos pré-reprodução e reprodução e que no pós-reprodução os níveis de T não foram detectados pelo método empregado.

Os elevados níveis séricos de testosterona presentes nos meses que antecedem o período de reprodução podem decorrer do fato de que, apesar das coberturas terem iniciado apenas em junho, as emas machos realizaram combates pela dominância já nos meses de fevereiro e março, pois, segundo Silva (2001), essas lutas são muito importantes para gerar as cargas hormonais que vão influenciar na fertilidade. De fato, ao realizar as dosagens foi possível verificar que os machos que estavam em combate apresentaram níveis bastante elevados de testosterona.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de testosterona em emas (*Rhea americana*) machos criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

Testosterona (ng/dL)	Períodos		
	Pré-reprodução	Reprodução	Pós-reprodução*
Machos	49,25 ^a ± 38,94	86,70 ^a ± 70,06	—

Letras sobrescritas iguais minúsculas indicam semelhança estatística entre as médias pelo teste F ($P>0,05$).

*Níveis de T não detectados.

Ao se agrupar os períodos pré e pós-reprodução, obtêm-se o que os autores denominam fora da estação (média do pré + pós-reprodução) e dentro da estação (reprodução). Analisando-se os dados dessa forma, não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os níveis séricos de T dos animais que se encontravam dentro, $86,70 \pm 70,06$ ng/dL, e fora da estação, $24,62 \pm 19,47$ ng/dL, divergindo de Góes (2004) que encontrou níveis plasmáticos de testosterona de emas mais elevados em machos que se encontram dentro da estação reprodutiva ($53,28 \pm 18,41$ ng/dL) do que naqueles que estavam fora ($5,57 \pm 3,8141$ ng/dL). Entretanto, a mencionada autora afirmou que esses resultados não devem ser considerados como padrão da espécie, pois o número de animais avaliados foi pequeno. Da mesma forma, nossos achados divergem também da observação de Malecki et al. (1999) para emus no sudeste da Austrália, na qual se constatou diferença entre o nível de testosterona sérica desses animais quando estavam dentro (2,5 a 6,0 ng/mL) e fora (0,5 a 1,0 ng/mL) da estação reprodutiva. Essas divergências podem resultar do fato de que, na presente pesquisa, as emas machos apresentaram níveis elevados de T, em função dos combates, mesmo fora do

período de reprodução (pré-reprodução) e também do efeito da dominância exercida dentro (reprodução), fazendo com que os machos submissos apresentassem valores baixos de T, afetando as médias destes períodos, aumentando os desvios-padrão e, conseqüentemente, dificultando a detecção de diferenças.

Nos períodos pré-reprodução e reprodução, em todos os meses houve animais com níveis séricos de T não detectáveis, exceto junho, mês em que foram formados os haréns e iniciadas as coberturas. Este achado reflete o efeito da dominância, onde um macho inibe ou suprime completamente a atividade sexual dos demais. No período pós-reprodução, nenhum animal apresentou níveis séricos de testosterona detectáveis ao radioimunoensaio, os machos pararam de vocalizar e de lutar e os seus haréns foram desfeitos, evidenciando que, com o final do período de reprodução, ocorreu uma drástica redução na esteroidogênese.

Os resultados das dosagens séricas de prolactina em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo os períodos pré-reprodução, reprodução e pós-reprodução, encontram-se na Tab. 2.

Ao analisar os dados, observou-se que houve interação ($P < 0,05$) entre sexo e período, sendo que se verificou diferença apenas no pós-reprodução, onde os valores encontrados para fêmeas foram superiores ($P < 0,05$) aos dos machos. As médias semelhantes para machos e fêmeas nos períodos pré-reprodução e reprodução demonstram a importância da prolactina para ambos os sexos, corroborando com Bruneli (2006), o qual afirmou que esse hormônio é o responsável pelo controle da interrupção da postura em fêmeas e por estimular o comportamento de choco nos machos de perdizes. Isso explica, também, porque no pós-reprodução os machos de emas apresentaram níveis baixos de prolactina, uma vez que não havia animais chocos nesse período.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de prolactina em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

Prolactina (ng/mL)	Períodos		
	Pré-reprodução	Reprodução	Pós-reprodução
Machos	0,69 ^{Aab} ± 0,21	1,04 ^{Aa} ± 0,51	0,26 ^{Bb} ± 0,26
Fêmeas	0,85 ^{Aab} ± 0,31	0,72 ^{Ab} ± 0,39	1,24 ^{Aa} ± 0,50

Letras sobrescritas diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de Fisher LSD ($P < 0,05$).

Entre períodos, os machos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) apenas entre as médias obtidas para os períodos de reprodução e pós-reprodução, sendo os maiores valores encontrados durante a reprodução. Da mesma forma, houve diferenças ($P < 0,05$) entre as médias obtidas para as fêmeas somente nestes dois períodos, porém, ao contrário dos machos, a média durante a reprodução foi inferior ($P < 0,05$) à do pós-reprodução.

Nos machos, apesar de não haver diferença significativa ($P > 0,05$) entre os períodos pré-reprodução e reprodução, observou-se que as maiores variações ocorreram no último e que estas resultaram dos elevados valores de prolactina apresentados pelos animais que entraram em choco. De forma semelhante, Bruneli (2006) constatou que os níveis de prolactina de perdizes machos aumentaram com o início da estação reprodutiva. Além disso, na presente pesquisa, os níveis séricos de prolactina dos machos foram mais elevados ($P < 0,05$) no período de reprodução do que no pós-reprodução, evidenciando a relação desse hormônio com o choco, pois, segundo Khan et al. (2001), machos de *Picoides borealis* apresentaram níveis crescentes de prolactina desde o período pré-reprodutivo até a etapa de incubação (choco), quando voltaram a declinar.

Os resultados das dosagens séricas de progesterona em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo os períodos pré-reprodução, reprodução e pós-reprodução, encontram-se na Tab. 3.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e período. No geral, as emas apresentaram valores de prolactina inferiores ($P < 0,05$) nos períodos de reprodução e pós-reprodução em comparação ao pré-reprodução.

Nas emas machos, a redução supracitada pode decorrer do fato de alguns animais terem entrado em choco durante a reprodução, uma vez que já se sabe que em aves nas quais as fêmeas chocam a prolactina aumenta nesse período e desativa a cascata de hormônio esteróide e LH pré-ovulatória (Burke, 1988). Assim, de forma semelhante, a prolactina de emas machos chocas pode ter reduzido a sua esteroidogênese e, conseqüentemente, diminuído as médias dos níveis de progesterona dos períodos de reprodução e pós-reprodução, em comparação ao pré-reprodução.

Quanto às emas fêmeas, estes achados divergem dos encontrados em galinhas por Yang et al. (1997), nas quais a onda de progesterona quatro a sete horas antes da ovulação é essencial para a indução da liberação de LH e esse, de forma semelhante, induz a secreção de progesterona pelas células da granulosa, resultando em níveis crescentes de ambos os hormônios no período pré-ovulatório (reprodução). Desta forma, esperava-se que as emas

fêmeas apresentassem níveis elevados de P₄ no período de reprodução. Essa diferença pode resultar do estresse por contenção manual a que os animais foram submetidos nesta pesquisa, pois a ema é uma espécie silvestre e, como tal, pouco acostumada a este manejo.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos níveis séricos de progesterona em emas (*Rhea americana*) machos e fêmeas criadas em cativeiro, segundo diferentes períodos reprodutivos, Nazária-PI, 2009.

Progesterona (ng/mL)	Períodos		
	Pré-reprodução	Reprodução	Pós-reprodução
Machos	0,313 ± 0,194	0,113 ± 0,088	0,093 ± 0,065
Fêmeas	0,205 ± 0,082	0,128 ± 0,077	0,003 ± 0,008
Médias	0,259 ^a ± 0,153	0,121 ^b ± 0,079	0,048 ^b ± 0,064

Letras sobrescritas diferentes minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de Fisher LSD (P<0,05).

Tanto para emas machos quanto para fêmeas, o kit empregado não detectou valores de estradiol dentro de sua curva padrão, indicando a necessidade de adaptação do mesmo para dosagens desse hormônio nessa espécie. Em outras aves, mesmo nas fêmeas, os níveis encontrados são mínimos, o que possivelmente deve ocorrer em *Rhea americana*, impossibilitando a sua detecção com o material e método empregado neste experimento.

CONCLUSÕES

Os níveis séricos de P₄ de emas não sofreram influência do sexo, porém variaram entre períodos reprodutivos;

Os níveis séricos de PRL de emas sofreram influencia do sexo e variaram entre períodos reprodutivos;

Emas machos apresentaram níveis detectáveis e elevados de T apenas durante os períodos em que as cópulas e/ou lutas pela dominância ocorreram;

Os resultados indicam que a elevação nos níveis de PRL exerceu efeito negativo sobre a P₄ e foi responsável pelo choco nos machos e pela interrupção do ciclo ovulatório nas fêmeas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M.J. Dukes: *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 731-743.
- BRUNELI, F.A.T. *Concentrações plasmáticas de estradiol, testosterona, progesterona, prolactina e corticosterona em perdizes (Rhyncotus rufescens) criadas em cativeiro*. 2006. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BRUNING, D.F. Social structure and reproductive behavior in the greater rhea. *Living Bird*, Ithaca, v. 13, n.4, p. 252-294, 1994.
- CODENOTTI, T.L.; BENINCA, D.; ALVAREZ, F. Etograma y relacion de la conducta com el habitat y com la edade em el ñandú (*Rhea americana*). *Acta Vert.*, v. 22, p. 1-2, 1995.
- DE CICCIO, L.H.S. Saúde Animal. Ema. 2001. Disponível em: <<http://www.saudeanimal.com.br/ema/htm>>. Acessado em: 24 de jun. 2007.
- DEGEN, A.A.; ROSENTRAUCH, A.;WEIL, S. et al. Seazonal plasma levels of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio camelus*). *Gen. Comp. Endocr.*. Academic Press, Inc., v. 93, p. 21-27, 1994.
- GIANNONI, M.L. *Emas e Avestruzes – uma alternativa para o produtor rural*. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 49p.
- GÓES, P.A.A. *Características reprodutivas de emas machos (Rhea americana) criadas em cativeiro no Estado de São Paulo*. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MALECKI, I.A.; MARTIN, G.B.; MALLEY, P.J.O. et al. Endocrine and testicular changes in a short-day seasonally breeding bird, the emu (*Dromaius novaehollandiae*), in southwestern Australia. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 53, p. 143-155, 1999.
- KHAN, M.Z.; MCNABB, F.M.A.; WALTERS, J.R. et al. Patterns of testosterone and prolactina and reproductive behavior of helpers and breeders in the cooperatively breeding red-cockaded woodpecker (*Picoides borealis*). *Horm. Behav.*, Academic Press. v. 40, p. 1-13, 2001.
- MENDES, B.V. *Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semi-árido*. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1985. v. 1. 171 p.

NAVARRO, J.L.; MARTELLA, M.B. Criação de animais silvestres. 2003. Disponível em: <http://sunsite.dcc.uchile.cl/cien...a/volumen1/numero2/noticias.html>. Acessado em 23 set. 2005.

PARIZZI, R.C.; MIGLINO, M.A.; MAIA, M.O. et al. Morfologia do ovário da ema. *Pesq. Vet. Bras.*, v.27, n.3, p. 89-94. 2007.

SILVA, J.B.G. *Rheacultura - criação de emas: manual prático - nutrição, reprodução, manejo e enfermidades*. Guaíba:Agropecuária, 2001, 144p.

SYSTAT INC. SigmaStat for Windows version 3.5. Richmond, USA, 2006.

YANG, J.; LONG, W.W.; BACON, W.L. Changes in luteinizing, progesterone and testosterone concentrations during photostimulation and ovulation in tukey hens. In: *Gen. Comp. Endocr.*, v. 106, p.281-292, 1997.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como há uma variação no início e término do período de reprodução de emas (*Rhea americana*) no Brasil, o conhecimento do período de postura desta espécie, quando criadas em cativeiro no estado do Piauí, é de fundamental importância para a adoção de técnicas de manejo adequadas às condições bioclimáticas piauienses.

Com base nos achados desta pesquisa pode-se, por exemplo, estabelecer o momento correto para fornecimento de ração para reprodução, bem como ficou evidente que os animais não devem ser capturados durante o período de reprodução. Assim, além da microchipagem, exigida por lei, os animais devem ter uma marcação externa, visível a distância, de modo que seja possível identificá-los sem que seja necessária a captura para passagem do leitor de microchips. Da mesma forma, deve-se primar pelo uso de medicamentos via oral, fornecidos na alimentação.

Atividades de manejo nas quais seja imprescindível a captura dos animais, como a retirada de plumas para comercialização, devem ocorrer fora do período de reprodução.

Para uma melhor compreensão da atuação dos hormônios relacionados à reprodução em emas, faz-se premente o desenvolvimento de pesquisas com um número maior de animais de forma que seja possível correlacionar os diferentes níveis hormonais (baixo, médio e alto) com características reprodutivas (produção de ovos, fertilidade, eclodibilidade, características seminais etc.).

Neste contexto, devido ao estresse por contenção observado no presente trabalho, recomenda-se que estudos sobre as variações hormonais em emas sejam realizados por meio de dosagens nas fezes. Para tanto, faz-se necessária a validação desse método para a espécie em questão.

5. ANEXOS



Figura 1. Emas machos lutando para estabelecer a dominância do grupo.



Figura 2. Ema macho demonstrando agressividade ao ser humano.



Figura 3. Ema macho deitando sobre ninho contendo ovos.



Figura 4. Emas machos chocas, uma deitada no ninho e outra no entorno.



Figura 5. Ema macho exercendo cuidados com os filhotes.



Figura 6. Ema macho protegendo os filhotes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.A. *Influência dos sistemas artificial e natural de incubação e criação de emas (Rhea americana) nos índices produtivos de criadouros do Estado de São Paulo*. 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.
- BACON, W.L.; LONG, D.W.; KURIMA, K. et al. Coordinate pattern of secretion of luteinizing hormone and testosterone in mature male turkeys under continuous and intermittent photoschedules. *Poultry Science*, Poultry Science Association, v.73, n.6, p. 864-870. 1994.
- BENEZ, S.M. *Aves: criação, clínica, teoria e prática – silvestres, ornamentais e avinhados*. Ribeirão Preto, Tecmed, 2004, 600p.
- BRASIL, Lei nº. 5.197: dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, p.177, jan. 1967. Seção 1.
- BRUNELI, F.A.T. *Concentrações plasmáticas de estradiol, testosterona, progesterona, prolactina e corticosterona em perdizes (Rhynchotus rufescens) criadas em cativeiro*. 2006. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BRUNING, D.F. Social structure and reproductive behavior in the greater rhea. *Living Bird*, Ithaca, v. 13, n.4, p. 252-294, 1994.
- BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M.J. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 731-743.
- CHASTEL, O.; LACROIX, A.; WEIMERSKIRCH, H. et al. Modulation of prolactin but not corticosterone responses to stress in relation to parental effort in a long-lived bird. *Hormones and Behavior*. Elsevier, v. 47, p.459-466, 2005.
- CITES. Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. Apêndice I, II e III. 2003. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/Apendices-E.pdf>. Acessado em: 29 de set. de 2007.
- COCKREM, F.F.; Stres endocrinology and conservation. In: MAITRA, S.K. (Ed.), *Hormone Biotechnology*. Daya Publishing House, Delphi, p.346-353, 2007.
- CODENOTTI, T.L. *Organización social y comportamiento reproductivo del ñandú, Rhea americana (L.) em Rio Grande del Sul, Brasil, 1995*. Tesis Doctoral. Universidade de Córdoba, España.

- _____. Fenologia reprodutiva y biometria de nidos, huevos y pollos del ñandú, *Rhea americana* em Rio Grande do Sul, Brasil. *El homero*, v. 4, p. 211-223, 1997.
- CODENOTTI, T.L.; BENINCA, D.; ALVAREZ, F. Etograma y relacion de la conducta com el habitat y com la edade em el ñandu (*Rhea americana*). *Act. Vert.*, v. 22, p.1-2, 1995.
- CODENOTTI, T.L.; ALVARES, F. Cooperative breeding between males in the greater rhea, *Rhea americana*. *IBIS*, n. 139, p. 568-571, 1997.
- COOPER, R.G. A discussion on ostrich chicks. *Ostrich News*, v. 3, n.1, p. 3-9, 1999.
- DANI, S.A. *A ema (Rhea americana): biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1993. 136p.
- DE CICCIO, L.H.S. *Saúde Animal. Ema*. 2001. Disponível em: <http://www.saudeanimal.com.br/ema/htm>. Acessado em: 24 de jun. 2007.
- DEGEN, A.A.; ROSENSTRAUCH, A.; WEIL, S. et al. Seazonal plasma levels of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio camelus*). *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, Inc., v. 93, p. 21-27, 1994.
- DEEMING, D.C. *Incubação de ovos de avestruz, ema, emu e casuar*. Viçosa: CPT, 2006, 257p.
- DI CAMPOS, M.S.; CARVALHO, I.D.; BRAGA FILHO, A.C. et al. Estimativa entre medidas morfométricas, peso do ovo e peso de filhotes de emas criados em cativeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n.3, p.678-683, mai-jun, 2005.
- DUNNING, J.; BELTON, W. *Aves silvestres do Rio Grande do Sul*. 3.ed. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 22-23. 1993.
- DURIGAN, G.; GARRIDO, M.A.O. Criação da ema (*Rhea americana*) em cativeiro. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo. v. 40, n.2, p. 77-87, 1986.
- ELLIS, B.J.; JACKSON, J.J.; BOYCE, W.T. The stress response systems: universality and adaptative individual diferences. *Dev. Rev.*, v.26, 2006.
- FOWLER, M.E. Comparative clinical anatomy of ratites. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 22, n. 2, p.204-227, 1991.
- GIANNONI, M.L.; SANCHEZ, M.E. As espécies sul-americanas do grupo das ratitas. *Atualidades Ornitológicas*. V.64, p.4. 1995.
- GIANNONI, M.L. *Emas e Avestruzes – uma alternativa para o produtor rural*. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 49p.

_____. *Criação de emas*. Viçosa: CPT, 1997. 43p. (Manual Técnico).

GÓES, P.A.A. *Características reprodutivas de emas machos (Rhea americana) criadas em cativeiro no Estado de São Paulo*. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HASENCLEVER, L.; REIMANI, C.; MOURÃO, G.M.; et al. Densidades, tamanho de grupo e reprodução de emas no pantanal sul. Corumbá: Embrapa Pantanal, *Bol. Pesq. Desenv.*, Mato Grosso do Sul. 2004. 17p.

HICKS-ALLDREDGE, K.D. Ratite reproduction. In: TULLY, T.N.; SHANE, S.M. *Ratite-management, medicine and surgery*. Malabar: Krieger Publishing Company, 1996. 188 p.

HIRSCHENHAUSER, K.; MOSTIL, E.; PECZELY, P. et al. Seasonal relationships between plasma and fecal testosterone in response to GnRH in domestic ganders. *Gen. Comp. Endocrinol.*, Elsevier Science, v.118, n.2, p.262-272, 2000.

HOSKEN, F.M.; SILVEIRA, A.C. *Criação de emas*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 366 p. (Coleção Animais Silvestres).

IBAMA. *Portaria 118*: normaliza o funcionamento de criadouros de animais da fauna silvestre brasileira com fins econômicos e industriais. Brasília, 1997. 8p.

_____. *Portaria 117*: normaliza a comercialização de animais vivos, abatidos, partes e produtos da fauna silvestre brasileira provenientes de criadouros com finalidade econômica e industrial e jardins zoológicos registrados junto ao IBAMA. Brasília, 1997. 6p.

_____. *Portaria 93*: normaliza a importação e a exportação de espécimes vivos, produtos e subprodutos da fauna silvestre brasileira e da fauna silvestre exótica. Brasília, 1998. 8p.

_____. *Instrução Normativa 02*: determina a identificação individual de espécimes da fauna silvestre e de espécimes da fauna exótica mantidos em cativeiro nas seguintes categorias de registro junto ao IBAMA: Jardim Zoológico, Criadouro Comercial de Fauna Silvestre e Exótica, Criadouro Conservacionista, Criadouro Científico e Mantenedouro de Fauna Exótica. Brasília, 2001. 4p.

_____. *Instrução Normativa 169*: Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em território brasileiro, visando atender às finalidades socioculturais, de pesquisa científica, de conservação, de exposição, de

manutenção, de criação, de reprodução, de comercialização, de abate e de beneficiamento de produtos e subprodutos, constantes do Cadastro Técnico Federal (CTF) de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais. Brasília, 2008. 55p.

KHAN, M.Z.; MCNABB, F.M.A.; WALTERS, J.R. et al. Patterns of testosterone and prolactin and reproductive behavior of helpers and breeders in the cooperatively breeding red-cockaded woodpecker (*Picoides borealis*). *Horm. Beh.*, Academic Press. v. 40, p. 1-13, 2001.

LAUFER, G.; GROSSO, E.; ARIM, M. et al. *Efecto del huevo em la incubabilidad y el crecimiento pos eclosion em Rhea americana en granja*. Memorias: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica. 2007. Disponível em: http://www.produccionbovina.com/produccion_de_nandues/44-incubacion.pdf
Acessado em: 28 de agosto de 2007.

LÈCHE, A.; BUSSO, J.M.; HANSEN, C. et al. Physiological stress in captive rheas (*Rhea americana*): Highly sensitive plasma corticosterone response to ACTH challenge. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v. 162, p.188-191, 2009.

LEITE, M.A.S.; CODENOTTI, T.L. Comportamento parental de machos da ema *Rhea americana* (Linnaeus, 1958), em ambiente natural, no Rio Grande do Sul. *Rev. Etol.*, 2005, v. 7, 43-47.

MALECKI, I.A., MARTIN, G.B.; MALLEY, P.J.O. et al. Endocrine and testicular changes in a short-day seasonally breeding bird, the emu (*Dromaius novaehollandiae*), in southwestern Australia. *Animal Reproduction Scienc*, v. 53, p. 143-155, 1999.

MENDES, B.V. *Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semi-árido*. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1985. v. 1. 171 p.

MORATA, R. L. *Rheacultura: aspectos legais, biológicos, reprodutivos, nutricionais e mercadológicos*, 2005. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=texto&idT=715>. Acessado em: 22 out. 2007.

NAVARRO, J.L.; MARTELLA, M.B. Reproductivity and raising of greater rhea (*Rhea Americana*) and lesser rhea (*Pterocnemia pennata*) – a review. *Archiv für Geflügelkunde*, v.66, n.3, p. 124-132, 2002.

- NAVARRO, J.; MARTELLA, M. *Criação de animais silvestres*. 2003. Disponível em: <http://sunsite.dcc.uchile.cl/ciencia...a/volumen1/numero2/noticias.html>. Acessado em 23 de set. 2005.
- NEO, F.A. Diagnóstico do manejo de fauna silvestre em criadouros comerciais no Brasil – perspectivas quanto à sustentabilidade. In: Renctas (ed). *Animais silvestres – vida à venda*. Brasília: Dupligráfica, 2002. p.195-233.
- PARIZZI, R.C.; MIGLINO, M.A.; MAIA, M.O. et al. Morfologia do Ovário da Ema. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.27, n.3, p. 89-94. 2007.
- PEREIRA, A.V.;ROMANELLI, P.F.; SCRIBONI, A.B. et al. Rendimentos do abate e composição da carne de ema (*Rhea americana*), *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.26, n.3,; p.632-638, jul.-set. 2006.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina: Planta, 2001, 328p.
- PROUDMAN, J.A. Hormônios reprodutivos das aves. In: *Coleção Facta: Fisiologia da Reprodução de aves*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 31-48, 1994.
- ROCHA, D.C.C.; MACHADO, T.M.; SANTOS, M.V. *Características dos ovos de emas (Rhea americana) em primeira postura alojadas em galpão*. In: VII Congresso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina. Anais... Ilhéus/BA, 2006 (CD-rom).
- ROMERO, L.; REED, J.M.; WINGFIEL, J.C. Effects of weather on corticosterona responses in wild free-living passerine birds. *Gen. Comp. Endocrinol.* 118, p.113-121, 2000.
- ROMERO, L.M. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. *Trends Ecol. Evol.* 19 (5), p.249-255, 2004.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; et al. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. *Rev. Bras. Reprod. Animal*, Belo Horizonte, v. 31 n.3, p. 307 – 317, jul/set. 2007. Disponível em: www.cbra.org.br. Acessado em 20 de set. 2007.
- SAPOLSKY, R.M.; ROMERO, M.; MUNCK, A.U. How do glucocorticoids influence stress-responses? Integrating permissive, supressive, stimulatory, and adaptative actions. *Endocr. Rev.*, v.21, p.55-89, 2000.

- SICK, H. *Ornitologia brasileira: uma introdução*. Brasília: Universidade de Brasília, 1985. 482 p.
- SILVA, J. B. G. *Rheacultura - criação de emas: manual prático de nutrição, reprodução, manejo e enfermidades*. Guaíba: Agropecuária, 2001, 144p.
- SYSTAT INC. SigmaStat for Windows version 3.5. Richmond, USA, 2006.
- WINGFIELD, J.C.; O'REILLY, K.M.; ASTHEIMER, L.B. Modulation of the adrenocortical responses to acute stress in arctic birds: A possible ecological basis. *American Zoology*, v.35, p.285-294, 1995.
- WINGFIELD, J.C.; FERNANDES, G.R.; MORA, A.N. et al. The effects of an "El Nino" southern oscillation evento on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula nebouxii*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, Academic Press, v.114, p.163-172. 1999.
- YANG, J.; LONG, W.W.; BACON, W.L. Changes in luteinizing, progesterone and testosterone concentrations during photostimulation and ovulation in tukey hens. In: *Gen. Comp. Endocrinol.*, v. 106, p.281-292, 1997.