

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS E DA QUALIDADE DE OVOS DE  
EMUS (*Dromaius novaehollandiae*) CRIADOS EM  
CATIVEIRO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**Juan Carlos Palomino Quintero**

**2018**



**UNIVERSIDAD FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS E DE  
QUALIDADE DE OVOS DE EMUS (*Dromaius novaehollandiae*)  
CRIADOS EM CATIVEIRO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**JUAN CARLOS PALOMINO QUINTERO**

*Sobre a Orientação da Professora:*  
**Ligia Fatima Lima Calixto**

*E Coorientação da Professora:*  
**Karoll Andrea Alfonso Torres-Cordido**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P7c

Palomino Quintero, Juan Carlos , 1989-  
Caracterização dos parâmetros reprodutivos e de  
qualidade de ovos de emus (*Dromaius novaehollandiae*)  
criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes - RJ /  
Juan Carlos Palomino Quintero. - 2018.  
80 f.: il.

Orientadora: Ligia Fatima Lima Calixto.  
Coorientadora: Karoll Andrea Alfonso Torres  
Cordido.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Mestrado em zootecnia, 2018.

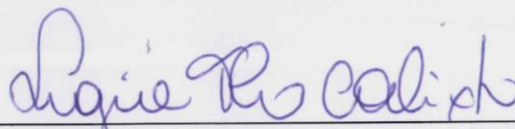
1. Ratitas. 2. Ultraestruturas da casca. 3. Estação  
reprodutiva. I. Lima Calixto, Ligia Fatima, 1957-,  
orient. II. Alfonso Torres-Cordido, Karoll Andrea ,  
1978-, coorient. III Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro. Mestrado em zootecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JUAN CARLOS PALOMINO QUINTERO**

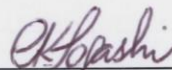
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/02/2018**



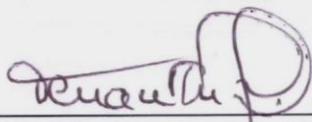
---

Ligia Fátima Lima Calixto. Dr<sup>a</sup> UFRRJ  
(Presidente)



---

Cristina Kimie Togashi. Dr<sup>a</sup> UFF



---

Fernando Augusto Curvello. Dr. UFRRJ

## DEDICATÓRIA

*A meus avós,  
**Antonio Maria Quintero Meneses e  
Maria de Carmen Arenas Suarez,**  
por seu apoio incondicional,  
por serem minha inspiração para sempre continuar em frente,  
por todos seus conselhos ao longo da minha vida,  
e pela confiança que sempre depositaram,  
eles dizem estar orgulhosos de mim,  
mas na verdade quem se orgulha  
sou eu por tê-los no meu caminho.*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe **Hilda Maria Quintero**, pela confiança que deposita em mim acreditando sempre que sou capaz de fazer o que me proponho;

A minha tia **Isabel Quintero** e meu tio **Luiz Dias**, pelo apoio incondicional nesta aventura, por seus conselhos e por sempre ficarem atentos a mim apesar da distância;

Aos meus primos, **Leonardo, Juliana e Giovanni**, pela amizade e porque sempre mantiveram contato contando as fofocas da casa e me fazendo lembrar cada data especial longe de casa;

A **Denise Gaiotte**, por seu amor e carinho, por me apoiar sempre, mesmo quando quase nem me conhecia, por acreditar em mim e sempre estar ao meu lado;

À família **Gloria Gaiotte**, pela companhia, pelas risadas e por me oferecerem uma família para poder compartilhar;

À professora **Karoll Torres**, por ser a pessoa que me recebeu desde que cheguei no Brasil, por ser minha orientadora e principalmente amiga e conselheira, por me ensinar tantas coisas da vida, e por ser a segunda vez na qual me ajuda a conseguir um título, e o mais importante por sua amizade e apoio. E ao **João** seu esposo, que sempre está aí com suas piadas me lembrando de não emagrecer e me ensinando sobre a história do Brasil;

Ao Professor **Flávio Miguens** (*in memoriam*), por ter sido uma parte importante neste trabalho, por ter me ensinado tantas coisas da vida, do trabalho, da pesquisa, por horas e horas de papo contando histórias (política, religião, viagem, UENF), que mesmo só durante três meses de trabalho, cada dia fazia, lembrava e demonstrava que não sabia nada e mesmo assim um dia me falou uma frase que levarei para a toda a vida “*você é bom, me surpreendeu*” me lembrando, não que eu seja bom, mas sim de que na vida nunca paramos de aprender;

À professora **Ligia Calixto**, pela oportunidade, por me receber como seu aluno de mestrado;

A **Manuel, Andrés, Camila, Fernando, Silva, Diana, Osly, Claudia**, por serem meus compatriotas e amigos, pelos dias e dias de risadas e festas colombianas, esquecendo nossas tristezas e lembrando assim nossas origens;

Ao **Sr. Domingos**, meu amigo e conselheiro, pela ajuda e dedicação no experimento e o mais importante, por tantas conversas e churrascos botando papo fora;

Ao **Tulio**, pela amizade, pela ajuda e conselhos, por ser meu amigo na Rural, pelas risadas e dias conversando e tentando nos convencer de que sabemos alguma coisa, pelas discussões de filmes e da vida;

Ao **Yuri Rodrigues** e **Samuel Rocha**, por sua completa dedicação e participação neste trabalho além de sua amizade. Sendo uma parte muito importante deste trabalho;

Ao **Felipe coxinha** pela amizade e pelo trabalho e risadas no laboratório de bromatologia;

A **Universidade Estadual do Norte Fluminense, Laboratório de Zootecnia**, por ter possibilitado a realização do experimento;

A **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Produção Animal**, por ter possibilitado a concretização da minha formação profissional e acadêmica;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos;

A todas as pessoas, familiares e amigos que de certa forma participaram e contribuíram, na realização deste trabalho.

## RESUMO GERAL

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. **Caracterização dos parâmetros reprodutivos e de qualidade de ovos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes - RJ**. 2018. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Para caracterizar a qualidade físico-química de ovos de emu em diferentes idades produtivas foi realizado um experimento no Criatório Científico de Emas e Emus da UENF. Foram utilizados um total de 24 emus reprodutores, onze machos e treze fêmeas, distribuídos em três grupos (1, 2 e 3) de acordo com a idade. Os ovos foram coletados diariamente e conduzidos ao Laboratório de Zootecnia (LZO) da UENF. Para descrever o desempenho reprodutivo das aves, utilizou-se a observação da estação reprodutiva, o período da estação reprodutiva, a produção média de ovos por ave, a produtividade e a fertilidade dos ovos. Para avaliação da qualidade físico-química dos ovos, foram aferidos largura, comprimento, peso médio, índice de forma, unidade Haugh, índice de gema, porcentagem de componentes do ovo, pigmentação da gema, pH da gema e albúmen, peso da casca, espessura da casca com micrômetro de pressão e microscopia eletrônica de varredura (MEV), e matéria mineral da casca. As variáveis reprodutivas foram analisadas pela estatística descritiva devido à falta de repetições dos grupos. Para verificar os efeitos da idade dos reprodutores sobre as variáveis, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento MIXED do SAS (Versão 9.0). O piquete para alojamento dos reprodutores foi considerado um fator de covariância. A produção de ovos por fêmea oscilou entre 7,29; 25,67 e 13,33 e a porcentagem de fertilidade entre 100; 94,20 e 100%, para os grupos 1, 2 e 3, respectivamente. A estação reprodutiva se concentrou entre os meses de junho a agosto (79,44%). A morfometria dos ovos (largura, comprimento, peso e índice de forma) foi influenciada pela idade dos emus. A caracterização física, avaliada pela qualidade dos ovos, somente foi influenciada pela idade em relação ao peso da gema que foi maior nas aves do grupo reprodutivo de idade mais avançada. O índice de gema revelou valores extremamente baixos, evidenciando alta fragilidade das membranas vitelinas. Peso, área total e volume da casca foram influenciados pela idade das aves e peso do ovo. Utilizando-se a MEV, foram descritas diferentes camadas da casca (cristalina, porosa, paliçada, supramamilar e mamilar). A idade influenciou a espessura total e das diferentes camadas da casca, as quais tiveram redução significativa ( $p < 0,05$ ) com o avanço da idade dos emus, com exceção da camada mamilar que se manteve igual. As espessuras relativas das camadas não foram influenciadas ( $p > 0,05$ ) pelas diferentes idades. A matéria mineral não foi influenciada pela idade. A caracterização físico-química de ovos de emus foi influenciada pela idade dos grupos reprodutivos. E, a descrição das variáveis reprodutivas evidenciou variabilidade da estação reprodutiva e amplitude da mesma entre os grupos.

**Palavras-chave:** Ratitas. Ultraestruturas da casca. Estação reprodutiva.



## GENERAL ABSTRACT

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. **Characterization of reproductive parameters and eggs quality of emus (*Dromaius novaehollandiae*) created in captivity in Campos dos Goytacazes - RJ.** 2018. 67p. Dissertation (Master in Animal Science, Animal Production). Instituto de Zootecnia Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

In order to characterize the physicochemical quality of emu eggs at different productive ages, an experiment was carried out the Scientific Breeding of Rheas and Emus of UENF. A total of 24 breeding, 11 male and 13 female breeding herds were distributed in three groups (1, 2 and 3) according to age. The eggs were collected daily and taken to the Zootechnics Laboratory (LZO) of UENF. In order to describe the reproductive performance of the birds, the observation of the reproductive season, the period of the breeding season, the average egg production per bird, the productivity and the fertility of the eggs were used. Haugh unit, yolk index, percentage of egg components, yolk pigmentation, yolk and albumen pH, shell weight, shell thickness with pressure micrometer and Electronic Microscopy (SEM), and mineral matter of the shell. The reproductive variables were analyzed by the descriptive statistics due to the lack of repetitions of the groups. To verify the age effects of broodstock on the variables, the data were submitted to analysis of variance using the MIXED procedure of the SAS (Version 9.0). The picket for breeding accommodation was considered a covariance factor. The egg production per female ranged from 7.29; 25.67 and 13.33 and the fertility percentage between 100; 94.20 and 100% for groups 1, 2 and 3, respectively. The reproductive season was concentrated between June and August (79.44%). Egg morphometry (width, length, weight and shape index) was influenced by the age of the emus. The physical characterization, evaluated by the quality of the eggs, was only influenced by the age in relation to the weight of the yolk that was higher in the birds of the reproductive group of more advanced age. The yolk index revealed extremely low values, evidencing high fragility of the vitelline membranes. Weight, total area and volume of the bark were influenced by the age of the birds and egg weight. Using MEV, different layers of the shell (crystalline, porous, palisade, supramamillary and mamillary) were described. Age influenced the total thickness and the different layers of the bark, which had a significant reduction ( $p < 0.05$ ) with the advancement of the emus age, with the exception of the mamillary layer that remained the same. The relative thicknesses of the layers were not influenced ( $p > 0.05$ ) by the different ages. Mineral matter was not influenced by age. The physical-chemical characterization of emus eggs was influenced by the age of the reproductive groups. And, the description of the reproductive variables showed variability of the reproductive season and amplitude of the same between the groups.

**Keywords:** Ratitas. Ultrastructure of the eggshell. Reproductive season.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Comparação do trato gastrintestinal de avestruzes, emus e frangos de corte.	11
<b>Tabela 2.</b> Requerimentos nutricionais de emus reprodutores.	12
<b>Tabela 3.</b> Histórico do clima de Campos dos Goytacazes - RJ.	14
<b>Tabela 4.</b> Distribuição dos emus em grupos reprodutivos.	16
<b>Tabela 5.</b> Ingredientes e composição nutricional da ração oferecida para os grupos de emus reprodutores.	17
<b>Tabela 6.</b> Descrição dos parâmetros reprodutivos de grupos de emus.	20

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b> Características de ovos de ratitas criadas em cativeiro.	33
<b>Tabela 2.</b> Composição nutricional de ovos de avestruz e galinha.	34
<b>Tabela 3.</b> Médias das variáveis da morfometria de ovos de emu entre os diferentes grupos de idade.	48
<b>Tabela 5.</b> Características físico-químicas da casca de ovos de emu entre os grupos reprodutivos de diferentes idades.	52
<b>Tabela 6.</b> Comparação das médias da espessura em valores absolutos e porcentagem relativa da espessura total da casca, das ultraestruturas da casca de ovos de emu, avaliado pela microscopia eletrônica de varredura entre os diferentes grupos reprodutivos.	57
<b>Tabela 7.</b> Comparação das médias da porcentagem de matéria seca e matéria mineral na casca de ovos de emu, entre diferentes grupos reprodutivos.	58

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** A – Avestruz (*Struthio camelus*); B – Ema (*Rhea americana*); C – Casuar (*Casuarius casuarius*); D – Kiwi (*Apteryx australis*). 7
- Figura 2.** Emu (*Dromaius novaehollandiae*). 8
- Figura 3.** A-Ovo de emu disposto na bandeja de incubação devidamente identificado; B-filhote de emu recém-nascido na bandeja do nascedouro. 9
- Figura 4.** Diferentes produtos oriundos de emus. A- Penas; B- Ovo arranjado como artesanato; C – Couro; D - Perna inteira sem desossar. 10
- Figura 5.** Área de reprodutores do criatório científico de emas e emus da UENF. 14
- Figura 6.** Esquema de divisão dos piquetes (setor de reprodutores do criatório científico de emas e emus do CCTA/UENF). 15
- Figura 7.** A – Ovo disposto no ninho no momento da coleta; B - Identificação individual dos ovos. 18
- Figura 8.** Observação do blastoderma (seta) para avaliação da fertilidade dos ovos de emu. 18
- Figura 9.** Produção de ovos de emus (%) ao longo da estação reprodutiva e duração da estação em cada piquete A, I, D, E, e F. Reprodutores de 2 anos (A e I), reprodutores de 4 anos (D), reprodutores de 7 anos (E e F). 21

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** A – Imagem por MEV da casca de ovo de emu (setas sinalizando as diferentes camadas); B - imagem por MEV da casca de ovos de avestruz (setas sinalizando as diferentes camadas e poros); C – Esquema da ultraestrutura de ovos de emu; D – Imagem por MEV da camada mamilar de ovos de emu. 35
- Figura 2.** A – Foto do poro do ovo de avestruz com suas ramificações por microscopia Eletrônica de Varredura; B – Esquema dos poros do ovo de avestruz, emu e galinha. 36
- Figura 3.** Análise morfométrica de ovos de emu. A – Medição da largura auxiliada com paquímetro manual; B – Pesagem dos ovos em balança digital. 42

- Figura 4.** A –Ovo serrado com auxílio de um arco de serra manual; B – Ovo após rompimento das membranas da casca; C, D – Ovo despejado em bancada de vidro. 42
- Figura 5.** A, -Ovo na bancada de vidro; B -medição da altura do albúmen; C –medição do diâmetro da gema; D – medição da altura da gema. 43
- Figura 6.** Pigmentação da gema avaliada por meio do leque colorimétrico da Roche. 44
- Figura 7.** Espessura da casca aferida utilizando-se um micrômetro digital de pressão. 45
- Figura 8.** Esquema da divisão da amplitude da estação reprodutiva em períodos para coleta de amostras das cascas analisadas por MEV. 46
- Figura 9.** Amostra de casca de ovo para análise por MEV. 46
- Figura 10.** Ultraestruturas da casca de ovos de emu (*Dromaius novaehollandiae*) por MEV. A – Espessura total da casca do ovo (seta preta) e diferentes camadas (setas brancas), B – Camada cristalina (seta); C – Camada cristalina; C e D– Superfície externa da camada cristalina, setas indicando áreas sem deposição; E – Camada porosa (seta); F – Camada paliçada; G – Camada supramamilar; H –camada mamilar (seta preta), e ponto inicial da calcificação do ovo (seta branca). 54
- Figura 11.** Camada paliçada; A- cristais amorfos de carbonado de cálcio com porosidade; B- limite com a camada supramamilar. 55
- Figura12.** Poro na casca de emu (*Dromaius novaehollandiae*) por MEV (setas indicando a largura do poro). 56

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE EMUS (<i>Dromaius novaehollandiae</i>) CRIADOS EM CATIVEIRO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ</b>	3
<b>RESUMO</b>	4
<b>ABSTRACT</b>	5
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	6
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	7
2.1 Ratitas ( <i>Ratiae</i> )	7
2.1.1 Emu	8
2.2 Produtos e Valor Econômico das Ratitas	9
2.3 Nutrição e Aspectos Anatômicos do Trato Gastrointestinal de Emus e Avestruzes	11
2.4 Reprodução de Ratitas	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	14
3.1 Instalações e Emus Reprodutores	14
3.2 Formação dos Grupos Reprodutivos	15
3.3 Manejo dos Animais	16
3.4 Desempenho Reprodutivo	16
3.4.1 Determinação da estação reprodutiva	17
3.4.2 Produção média e produtividade de ovos	17
3.4.3 Fertilidade dos ovos	18
3.5 Análise Estatística	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	20
4.1 Desempenho Reprodutivo	20
4.1.1 Estação reprodutiva	20
4.1.2 Produção média de ovos por ave alojada	21
4.1.3 Fertilidade	22
<b>5 CONCLUSÕES</b>	24
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS</b>	25
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE OVOS PRODUZIDOS POR EMUS (<i>Dromaius novaehollandiae</i>) EM DIFERENTES IDADES REPRODUTIVAS</b>	29
<b>RESUMO</b>	30
<b>ABSTRACT</b>	31
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	32

<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	33
2.1 Ovos de Ratitas	33
2.1.1 Casca de ovos de ratitas	34
2.2 Características Físico-químicas que Implicam na Qualidade Interna e Externa de Ovos	37
2.3 Incubação de Ovos de Ratitas	38
<b>3 MATERIAL E METODOS</b>	41
3.1 Coleta dos Ovos	41
3.2 Caracterização Físico-química	41
3.2.1 Análise morfométrica dos ovos	41
3.2.2 Índice de forma	41
3.2.3 Peso dos ovos	41
3.2.4 Qualidade físico-química da gema e albúmen	43
3.2.5 Caracterização da casca	45
3.2.6 Espessura da casca avaliada por MEV	45
3.2.7 Porcentagem de matéria mineral da casca do ovo	47
3.3 Análise Estatística	47
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	48
4.1 Variáveis Morfométricas	48
4.1.1 Largura e comprimento	48
4.1.2 Peso dos ovos	48
4.1.3 Índice de forma (IF)	49
4.2 Caracterização Físico-química de Gema e Albúmen	49
4.2.1 Unidade Haugh	49
4.2.2 Peso e índice de gema	50
4.2.3 Porcentagem do albúmen e gema	50
4.2.4 Cor da gema	51
4.2.5 pH da gema e albúmen	51
4.3 Caracterização da Casca	51
4.3.1 Peso da casca	51
4.3.2 Espessura da casca	52
4.3.3 Porcentagem da casca	52
4.3.4 Área total da casca	53
4.3.5 Volume da casca	53
4.3.6 Avaliação da casca pela microscopia eletrônica de varredura	53
4.3.7 Avaliação da espessura das camadas da casca pelo MEV	56
4.3.8 Valores Relativos das camadas da casca em relação à espessura total da casca avaliados pelo MEV	58
4.3.9 Porcentagem de matéria seca e mineral da casca	58
<b>5 CONCLUSÕES</b>	60
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS</b>	61
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	67

## INTRODUÇÃO GERAL

A criação de Ratitas vem conquistando um espaço na pecuária alternativa no Brasil. O interesse pela exploração de avestruzes (*Struthio camelus*), emas (*Rhea americana*) e emus (*Dromaius novaehollandiae*) cresceu em virtude da boa qualidade dos produtos oriundos destas aves.

O emu (*Dromaius novaehollandiae*) é a segunda maior ave do mundo e é uma espécie de ratita de origem australiana que pode ser observada em prados, florestas e reservas em diferentes regiões da Austrália (CARBAJO, 1998). A criação dessas aves é mais comum na Austrália e Estados Unidos, e menos frequente na Europa, África do Sul e América do Sul (Brasil e Chile). O emu dá origem a uma diversidade de produtos com valor econômico tais como carne, penas, ovos, couro e óleo. É uma espécie ainda pouco explorada e difundida, entre outros fatores, pela falta de seleção genética adequada que permita uma melhor exploração produtiva (HUCHEZERMEYER, 2005).

Além da importância para a reprodução, a oferta de ovos de ratitas vem se apresentando promissora, na utilização para o consumo *in natura*, industrial e em produtos nutracêuticos. Neste sentido, o conhecimento das características físico-químicas dos ovos dessa espécie, pode fornecer subsídios importantes na ampliação do aproveitamento desse produto em vários segmentos industriais (incubação e/ou consumo).

No quesito que envolve os processos de incubação, as características físicas e funcionais dos ovos de ratitas assim como em outras espécies aviárias, variam com o genótipo, a idade da fêmea, o período da estação reprodutiva, as condições e o tempo de estocagem, os nutrientes contidos nos ovos, a condição nutricional e sanitária dos reprodutores. Essas características se correlacionam, interferindo no índice de perda de peso do ovo, na morte embrionária e, portanto, na eclodibilidade. Qualquer anormalidade na interação destas variáveis pode alterar a função biológica do ovo (MACARI et al., 2013).

Fatores tais como manejo inadequado do ovo na pós-postura, fatores genéticos, nutricionais e patologias do aparelho reprodutor, podem provocar alterações nas características físicas e químicas dos ovos, que, influenciam tanto na incubação quanto no consumo, e, portanto, necessitam ser monitoradas por meio de medidas de qualidade comumente utilizadas na avaliação de ovos de galinha, tais como qualidade do albúmen (Unidade Haugh, porcentagem e pH) e gema (índice de gema, cor da gema, porcentagem e pH).

As características físicas da casca podem afetar de forma direta as trocas gasosas no interior dos ovos, interferindo tanto na incubação dos ovos, quanto na eclosão dos filhotes, assim como no que se refere ao consumo em relação à vida de prateleira deste produto. Essas características são monitoradas por meio de medições do peso específico, espessura e relação entre o peso da casca e o peso do ovo.

Atualmente, uma visualização mais profunda e apurada na casca, vem sendo possível pela utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV), a qual em virtude do maior tamanho dos ovos de ratitas tem propiciado a visualização de imagens mais expressivas das ultraestruturas que compõem a casca dos ovos e de suas camadas formadas pela deposição do carbonato de cálcio durante a sua formação.

A reprodução das aves é estimulada pelo fotoperíodo que é influenciado pelas diferentes latitudes. Não existem dados literários descrevendo a produção de emus no Brasil, portanto, há relevância do conhecimento de fatores como desempenho reprodutivo, período da

estação reprodutiva, produção média de ovos por ave alojada, produtividade e fertilidade nos ovos produzidos por esta espécie em cativeiro no Brasil.

Considerando que as informações científicas sobre a caracterização físico-química de ovos de ratitas ainda são escassas, sobretudo no que se refere a ovos de emus, fazendo com que frequentemente sejam utilizados dados estruturais de ovos de galinha, como modelo para descrever estes ovos, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar parâmetros reprodutivos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) e caracterizar a qualidade físico-química de ovos dessa espécie, criada em grupos reprodutivos com diferentes idades.



## **CAPÍTULO I**

### **PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE EMUS (*Dromaius novaehollandiae*) CRIADOS EM CATIVEIRO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

## RESUMO

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. Capítulo I. **parâmetros reprodutivos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes-RJ**. 2018. 25p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Para descrever os parâmetros reprodutivos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) criados em cativeiro na região de Campos dos Goytacazes-RJ, foi realizado um experimento no Criatório Científico de Emus e Emus da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Foram utilizados um total de 24 emus reprodutores, onze machos e treze fêmeas. As aves foram distribuídas pela idade, sendo formados grupos reprodutivos um mês antes da previsão de início da estação reprodutiva (fevereiro de 2016), mantendo-se a relação de 1 a 1,5 fêmeas por macho. Foram constituídos três grupos reprodutivos: grupo 1 formado por treze aves de dois anos de idade; grupo 2 formado por cinco aves de quatro anos de idade e o grupo 3 formado por seis aves de sete anos de idade. Para descrever o desempenho reprodutivo, utilizou-se a observação das seguintes variáveis: estação reprodutiva, duração da estação reprodutiva, produção média de ovos por ave alojada, produtividade de ovos (produção média de ovos/fêmea alojada de cada grupo reprodutivo dividido pela duração em dias da estação reprodutiva) e fertilidade (%) nos ovos produzidos. As variáveis reprodutivas foram analisadas por estatística descritiva. A duração da estação reprodutiva foi de abril a agosto no grupo de reprodutores de 2 anos, de maio a setembro nos de 4 anos, e de maio a agosto nos de 7 anos, correspondendo a 113, 133 e 82 dias de duração, respectivamente. A produção de ovos de todos os grupos se concentrou entre junho a agosto (79,44%). A produção de ovos por fêmea observada por grupo foi de 7,29; 25,67 e 13,33 e a porcentagem de fertilidade de 100; 94,20 e 100, respectivamente, para os grupos 1, 2 e 3. Os parâmetros reprodutivos de grupos de emus criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes evidenciaram a sazonalidade típica da estação reprodutiva dessa espécie criada no hemisfério sul, com a concentração da produção de ovos (79,44%) entre os meses de junho a agosto. A produtividade (ovos por fêmea alojada) não ultrapassou 25 ovos durante a estação reprodutiva de 82 até 133 dias. A criação dos emus em grupos propiciou melhores taxas de fertilidade (100 %) na maioria dos ovos produzidos nas condições experimentais do presente trabalho.

**Palavras-chave:** Ratitas. Fertilidade. Estação reprodutiva.

## ABSTRACT

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. Chapter I. **Reproductive parameters of emus (*Dromaius novaehollandiae*) raised in captivity in Campos dos Goytacazes-RJ.** 2018. 25p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

To describe the reproductive parameters of emus (*Dromaius novaehollandiae*) raised in captivity in the region of Campos dos Goytacazes-RJ, an experiment was carried out in the Scientific Creation of Emas and Emus of the Universidade Estadual do Norte Fluminense. A total of 24 breeding emus, eleven males and thirteen females were used. The birds were distributed by age, and reproductive groups were formed one month before the beginning of the breeding season (February 2016), maintaining a ratio of 1 to 1.5 females per male. Three reproductive groups were formed: group 1 formed by thirteen birds of two years of age; group 2 formed by five birds of four years of age and group 3 formed by six birds of seven years of age. In order to describe reproductive performance, the following variables were used: reproductive season, duration of the breeding season, average egg production per bird housed, egg yield (mean egg production / housed female of each reproductive group divided by duration days of the breeding season) and fertility (%) in the eggs produced. The reproductive variables were analyzed by descriptive statistics. The duration of the breeding season was from April to August in the group of 2-year-olds, from May to September in the 4-year-olds, and from May to August in the 7-year-olds, corresponding to 113, 133 and 82 days respectively. The egg production of all groups was concentrated between June and August (79.44%). Egg production per female observed per group was 7.29; 25.67 and 13.33 and the fertility percentage of 100; 94,20 and 100, respectively, for groups 1, 2 and 3. The reproductive parameters of groups of emus raised in captivity in Campos dos Goytacazes showed the typical seasonality of the reproductive season of this species created in the southern hemisphere, with the concentration of production of eggs (79.44%) between June and August. The productivity (eggs per female housed) did not exceed 25 eggs during the reproductive season from 82 to 133 days. The creation of the emus in groups provided better fertility rates (100%) in the majority of the eggs produced in the experimental conditions of the present study.

**Keywords:** Ratitas. Fertility. Reproductive season.

# 1 INTRODUÇÃO

A estação reprodutiva dos emus, assim como ocorre em outras ratitas é sazonal, ocorrendo preferencialmente durante o inverno. No hemisfério sul inicia lentamente em maio, com pico de produção ocorrendo no mês de julho e decaindo em outubro. As fêmeas em cativeiro colocam um ovo a cada três ou quatro dias, chegando a produzir mais de 20 ovos na estação (HERMES, 1996).

A reprodução das aves é estimulada pelo fotoperíodo que é influenciado pelas diferentes latitudes, além disto, também está relacionada a fatores como: nutrição, condições de alojamento, hierarquia dos grupos e condições climáticas (temperatura e precipitação).

A maturidade sexual de ratitas é iniciada em média entre dois a quatro anos de idade. Huchzermeyer (2005) citou ocorrência da maturidade sexual em emus entre 18 meses e três anos de idade, e vida produtiva de aproximadamente 20 anos. A produção de ovos de emus criados em cativeiro na Austrália Ocidental, oscilou em média de 25,3 ovos por fêmea durante uma estação reprodutiva com duração de 83,8 dias, com início de postura em abril, atingindo um pico em junho e término em setembro. A maior parte da postura dos ovos ocorreu em intervalos de 3 dias. A postura de ovos férteis ocorre 6 a 24 dias após uma inseminação natural ou artificial, estimando assim um período fértil de 20 dias (SALES, 2007).

O sucesso de uma produção depende do conhecimento comportamental, do manejo adequado dos animais, e também da reprodução (CARRER & KORNFELD, 2001). O acompanhamento da produtividade, por meio da observação do desempenho reprodutivo define de maneira mais precisa o rendimento das aves do plantel. A eficiência de produção de um plantel de aves, entre outros fatores é determinada por dois componentes básicos, o número de progênes produzidas anualmente por fêmea e a eficiência de produção das fêmeas, portanto a produção de ovos e características reprodutivas assumem papéis fundamentais nas avaliações das fêmeas.

Não existem dados literários descrevendo a produção de emus em cativeiro no Brasil. Os dados reprodutivos existentes na literatura para emus correspondem a outras regiões produtoras, como Austrália, Índia, Estados Unidos, entre outros. A reprodução do emu teve início em 1970 na Austrália e sua dinâmica e trabalho de investigação foi principalmente desenvolvida nos Estados Unidos, Austrália, Espanha, Canadá, Israel, Japão e Índia, se espalhando para outros países (MINNAAR & MINNAAR, 1992; HERMES, 1996).

A observação do comportamento de variáveis como estação reprodutiva, período reprodutivo, produção média de ovos por ave alojada, produtividade de ovos (produção em porcentagem de ovos durante a amplitude da estação reprodutiva) e fertilidade nos ovos produzidos, assume relevância na ampliação do conhecimento reprodutivo dessa espécie em território nacional. Por estes motivos, idealizou-se essa pesquisa para descrever os parâmetros reprodutivos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) criados em cativeiro na região de Campos dos Goytacazes-RJ.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ratitas (*Ratiae*)

As Ratitas são um grupo de aves corredoras, incapazes de voar, sem quilha sobre o esterno, portanto, sem músculos peitorais para o voo. Na natureza, essas aves (exceto avestruzes) são restritas ao hemisfério sul, e são aves essencialmente herbívoras à exceção dos Kiwis. (HUCHEZERMEYER, 2005). São incluídas neste grupo: avestruzes, emas, casuares, kiwis e emus (Figura 1).



**Figura 1.** A – Avestruz (*Struthio camelus*); B – Ema (*Rhea americana*); C – Casuar (*Casuarius casuarius*); D – Kiwi (*Apteryx australis*).

O avestruz (*Struthio camelus*) (Figura 1-A), que é a maior ave viva na natureza, pode ser encontrado naturalmente ao sudeste de África, e ao contrário das outras ratitas é a única ave

que se encontra naturalmente ao norte do Equador, habitando em planícies e campos abertos áridos e semiáridos. Na sua idade adulta, pesa entre 120 a 160 kg; a fêmea põe 40-100 ovos por ano com peso entre 1 a 1,5 Kg. O avestruz só possui dois dedos, ao contrário de todas as outras ratitas que possuem três (HERMES, 1996; JOHNSON, 1996; HUCHZERMEYER, 2005).

A ema (Figura 1-B), (*Rhea americana*), é nativa da América do Sul, sendo que as maiores populações destas aves na natureza são encontradas no Brasil nos estados de Goiás e Mato Grosso. Na idade adulta, a ema pesa entre 25 a 40 kg e a fêmea põe entre 20 a 40 ovos por ano, com peso entre 0,42 a 0,64 kg (HERMES, 1996; JOHNSON, 1996; HUCHEZERMEYER, 2005).

Os casuares (Figura 1-C) são nativos da Austrália. As três espécies diferentes (*Casuarius bennetti*, *Casuarius unappendiculatus* e *Casuarius casuarius*), são agressivas e dificilmente mantidas em cativeiro. No entanto, em virtude do risco de extinção no seu *habitat* natural existem programas experimentais de reprodução em cativeiro como parte da sua conservação (HERMES, 1996; JOHNSON, 1996; HUCHEZERMEYER, 2005).

Os kiwis (Figura 1-D) são as menores espécies de ratitas, com altura máxima de 0,35 m. Existem três espécies: (*Apteryx australis*, *Apteryx haastii* e *Apteryx owenii*), todas nativas da Nova Zelândia e ameaçadas de extinção, dependendo, portanto, da reprodução em cativeiro para a sobrevivência da espécie (HERMES, 1996; JOHNSON, 1996; HUCHEZERMEYER, 2005).

O emu (*Dromaius novaehollandiae*) (Figura 2) é a segunda maior ave do mundo e é uma espécie de ratita de origem australiana que pode ser observada em prados, florestas e reservas em diferentes regiões da Austrália (CARBAJO, 1998). As espécies de ratitas mais exploradas economicamente são o avestruz, o emu e a ema (HERMES, 1996).



**Figura 2.** Emu (*Dromaius novaehollandiae*).

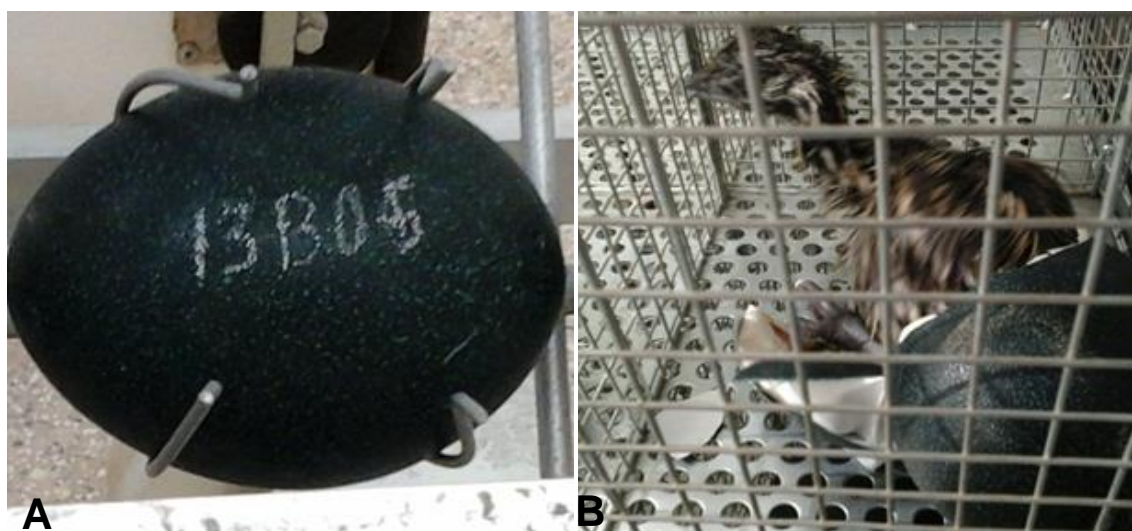
### 2.1.1 Emu

A criação dessas aves é mais comum na Austrália e Estados Unidos, e menos frequente na Europa, África do Sul e América do Sul (Brasil e Chile). O emu dá origem a uma diversidade de produtos com valor econômico tais como carne, penas, ovos, couro e óleo. É uma espécie

ainda pouco explorada e difundida, entre outros fatores, pela falta de seleção genética adequada que permita uma melhor exploração produtiva (HUCHZERMEYER, 2005).

Soltos no estado selvagem os emus vivem individualmente, em casais ou em pequenos grupos, sendo sedentários ou nômades, dependendo da disponibilidade de recursos. Alimentam-se de uma variedade de alimentos e devido à sua desenvolvida capacidade de digestão e metabolismo de fibra, podem sobreviver em períodos de escassez (PATODKAR et al., 2009).

Os reprodutores podem ser alimentados com rações à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, de acordo com as exigências nutricionais para emus descritas por Scheideler & Sell (1997). Os ovos possuem coloração verde escura e pesam entre 500 e 700 g (figura 3-A). Os filhotes (Figura 3-B) nascem após 46 a 56 dias de incubação (HERMES, 1996; JOHNSON, 1996; HUCHZERMEYER, 2005).



**Figura 3.** A-Ovo de emu disposto na bandeja de incubação devidamente identificado; B-filhote de emu recém-nascido na bandeja do nascedouro.

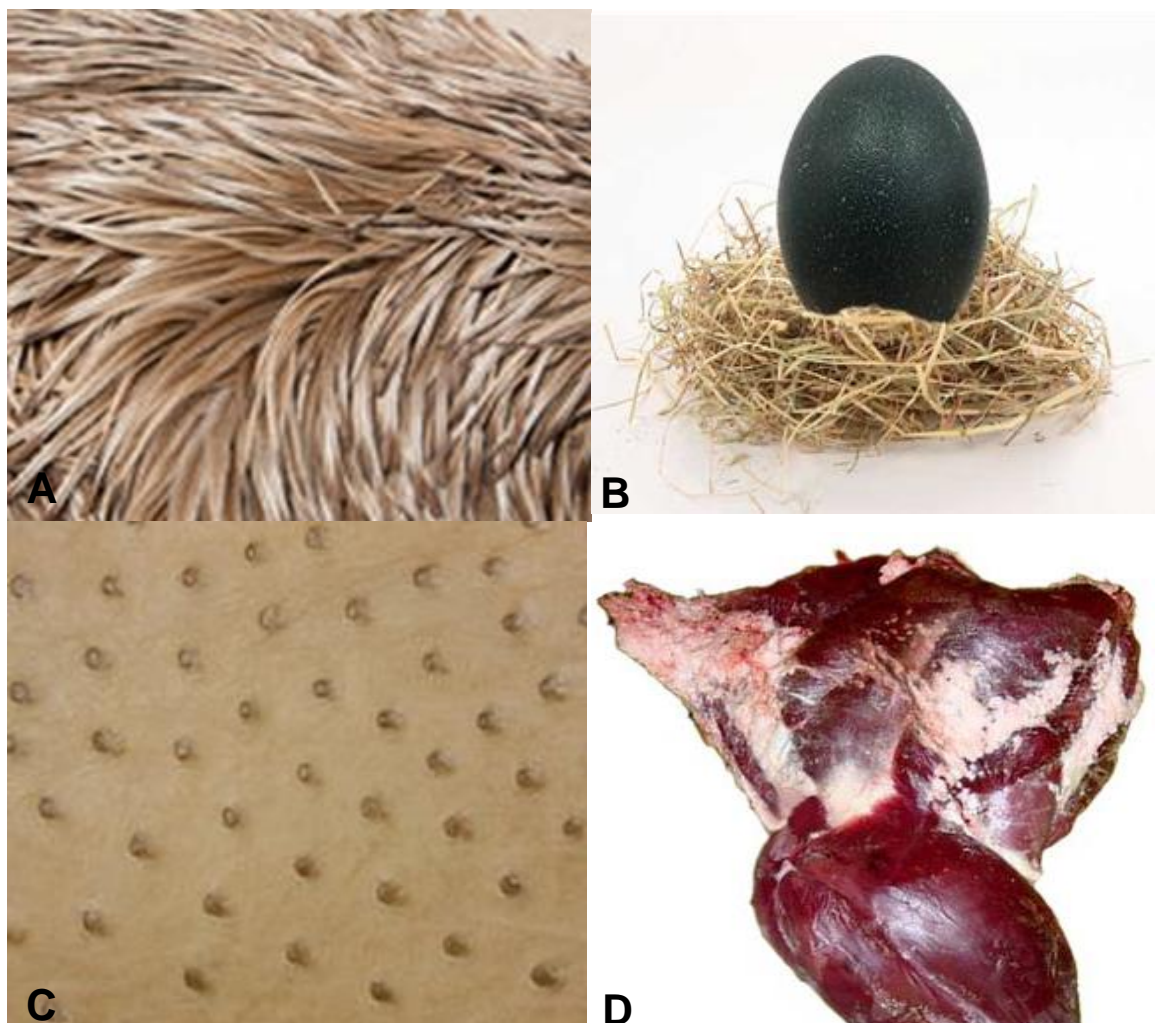
## 2.2 Produtos e Valor Econômico das Ratitas

A criação de ratitas vem conquistando espaço na pecuária alternativa brasileira, e o interesse pela exploração do avestruz, emu e ema vem crescendo em virtude da boa qualidade dos produtos oriundos destas aves (BRASIL et al., 2012). A criação do emu é prática e econômica devido à sua alta rusticidade e adaptabilidade a todos os tipos de condições meteorológicas e de terreno (ENCISO, 2003).

Cinco produtos podem ser obtidos das explorações dos emus: carne, penas, couro, óleo e ovos. As penas (Figura 4 – A) e ovos (Figura 4 – B) inférteis são utilizados principalmente na produção de artesanatos decorativos; o couro (Figura 4 – C), em produtos como sapatos, bolsas e outros; o óleo é usado na produção de produtos cosméticos e farmacêuticos. Na América do Sul a carne é quase desconhecida ao contrário de países, como Austrália, França e Canadá, onde é descrita como uma carne magra (Figura 4 – D) com 1,7 a 4,5% de gordura, sendo somente um terço saturada, com grau de saturação relativamente menor quando comparada com a carne bovina que corresponde à metade. O nível de colesterol (2% ou menos) é menor do que o da carne de frango (HUCHZERMEYER, 2005).

De acordo com a Associação Americana de Avestruzes (2009), não existe uma fonte única, confiável e abrangente de informações sobre produção, preços e mercados de produtos de ratitas. De acordo com o Censo de Agricultura (USDA, 2009), 3.621 produtores de emu venderam 6.540 aves, e houve um grande declínio a partir de 2002. Texas é o estado número

um na produção dessa espécie, seguido do Alabama e da Califórnia. Avestruz e emu também são criados em outros países, incluindo África do Sul, Austrália, Canadá, China, França Coreia e Reino Unido (HANSEN, 2011).



**Figura 4.** Diferentes produtos oriundos de emus; A- Penas; B- Ovo arranjado como artesanato; C – Couro; D - Perna inteira sem desossar.

O emu foi denominado de ave 100% utilizável porque sua carne é vermelha, pobre em colesterol, rica em proteínas, ferro, zinco e vitaminas, sem nervos ou tendões e características organolépticas semelhantes às da carne bovina tais como a cor vermelha. A produção de óleo é oriunda de aves com mais de 18 meses que podem produzir de cinco a seis litros com propriedades emolientes, alergênicas, antibacterianas, anti-inflamatórias e de boa absorção.

A gordura é utilizada em tratamentos terapêuticos e cosmetologia, mediante produtos tais como xampu, sabão, cremes, protetor solar entre outros. O couro (Figura 4 – D) é suave e de fácil pigmentação, mantendo os poros das penas de forma discreta, sendo utilizado em acessórios de alta moda. A pele das patas é semelhante às dos répteis, sendo uma alternativa para a conservação de espécies de répteis ameaçadas de extinção. As penas bifurcadas, são usadas, do mesmo modo que as unhas, cascas de ovos e bico na fabricação de artesanatos, objetos decorativos, joias, e acessórios de alta moda. Finalmente, o esterco é um ótimo fertilizante para terras de culturas (MINNAAR & MINNAR, 1992).



### 2.3 Nutrição e Aspectos Anatômicos do Trato Gastrointestinal de Emus e Avestruzes

O emu no estado selvagem come frutas, sementes, brotos de crescimento de plantas, insetos, pequenos animais e excrementos de animais, mas não comem ervas secas, mesmo se estiver disponível. Essas aves podem atender a uma grande parte de suas necessidades energéticas diárias pela digestão de fibras (PATODKAR et al., 2009).

As necessidades energéticas e de nitrogênio dos emus são relativamente baixas em comparação com outras aves. As exigências de energia metabolizável para manutenção foram relatadas por Herd e Dawson (1984) em 284 KJ / kg<sup>0,75</sup>, e 0,09 g de Nitrogênio/ kg<sup>0,75</sup> de alimentos por dia. Estes mesmos autores relataram que, apesar de ter um trânsito intestinal rápido (5,5 horas, em média), o emu tem uma digestão fermentativa eficiente em fibras, localizadas principalmente no íleo, contribuindo até com 63% da energia do metabolismo basal.

O trato gastrointestinal do avestruz e do emu difere marcadamente: o intestino delgado de avestruzes é relativamente curto e o intestino grosso é muito longo, enquanto o oposto ocorre em emus. (Tabela 1). Os avestruzes também possuem cecos relativamente maiores em comparação com emus, mesmo assim, ambos são considerados herbívoros monogástricos, com capacidade para utilizar quantidades substanciais de forragem dietética. Em contraste com o trato digestivo de galinhas e perus, o avestruz e o emu não possuem papo para armazenar alimentos ingeridos (SCHEIDELER & SELL, 1997).

**Tabela 1.** Comparação do trato gastrointestinal de avestruzes, emus e frangos de corte.

	Avestruz		Emu		Frangos de corte	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
<b>Intestino delgado</b>	512	36	315	88.5	61	90
<b>Cecos</b>	94	7	12	3.3	5	7
<b>Intestino grosso</b>	800	57	29	8.2	2	3

Scheideler & Sell (1997).

A literatura envolvendo a nutrição de ratitas considerou as formulações de rações e programas de alimentação bem-sucedidos (avestruzes e emus), como um desafio especial para nutricionistas, já que são poucas as informações científicas dos requerimentos exigidos para estas aves. No entanto, programas de alimentação bem-sucedidos, foram desenvolvidos usando informações fisiológicas e históricas básicas disponíveis sobre avestruzes e emus, combinadas com o conhecimento sobre os requisitos nutricionais de aves e outras espécies (SCHEIDELER & SELL, 1997).

As diretrizes nutricionais para emus, segundo Scheideler & Sell (1997) (Tabela 2) diferem ligeiramente das de avestruzes, já que os emus são criados na maioria dos casos com a finalidade de aproveitar seu óleo, portanto suas dietas devem conter maior energia metabolizável e menores concentrações de fibras do que as dietas de avestruz. Outra característica para definir a formulação de rações de emus, é que precisam ter amplas reservas de energia corporal para o início da reprodução, visto que o consumo de alimento diminui e torna-se errático durante a reprodução e a gordura corporal é fonte importante de energia para manter este ciclo, além de ser importante a suplementação de Ca (acima de 1,5%) na dieta, sendo necessário apenas durante a estação de postura de ovos. As recomendações de proteínas e aminoácidos são semelhantes para emus e avestruzes, do mesmo modo que para minerais e vitaminas (SCHEIDELER & SELL, 1997).

**Tabela 2.** Requerimentos nutricionais de emus reprodutores.

	Inicial (Até 6 semanas)	Crescimento (6 a 36 semanas)	Finalizador (36 a 48 semanas)	Reprodutores (48 semanas até produção de ovos)	Reprodutores (Produção de ovos)
EM Kcal/Kg	2685	2640	2860	2530	2400
Proteína, %	22	20	17	16	20 a 22
Total aminoácidos sulfurados, %	0,86	0,78	0,65	0,60	0,75
Metionina, %	0,48	0,44	0,38	0,36	0,40
Lisina, %	1,10	0,94	0,78	0,75	1,00
Fibra bruta, %	6 a 8	6 a 8	6 a 7	6 a 7	7 a 8
Fibra detergente neutro, %	14 a 16	14 a 17	10 a 13	14 a 16	16 a 18
Cálcio, %	1,5	1,3	1,2	1,2	2,4 a 3,5
Fósforo disponível, %	0,75	0,65	0,60	0,60	0,60
Vitamina A IU/lb	7000	4000	4000	4000	4000
Vitamina D3, IU/lb	2000	1500	1500	1500	1500
Vitamina E, IU/lb	45	20	20	20	20
Vitamina B12, µg/lb	20	10	10	10	10
Colina, mg/lb	1000	1000	1000	1000	1000
Cobre, mg/lb	15	15	15	15	15
Zinco, mg/lb	50	50	50	50	50
Manganês, mg/lb	70	70	70	70	70
Iodo, mg/lb	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sódio, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fonte: Scheideler & Sell (1997).

## 2.4 Reprodução de Ratitas

As pesquisas com reprodução do emu tiveram início em 1970 na Austrália. Sua dinâmica e trabalho de investigação foi principalmente desenvolvida nos Estados Unidos, sendo uma indústria próspera neste país, na Austrália, Espanha, Canadá, Israel, Japão e Índia, e em desenvolvimento em outros países (Chile, Brasil, França) (MINNAAR & MINNAAR, 1992; HERMES, 1996; HANSEN, 2011).

A maturidade sexual do emu ocorre entre 18 meses a três anos de idade, e a vida produtiva é de aproximadamente 20 anos (HERMES, 1996), sendo o macho responsável pela incubação de ovos, o que pode explicar o seu acúmulo de gordura corporal antes da estação reprodutiva (HERMES, 1996; CAMARGO, 2004).

Embora os emus adultos sejam geralmente bastante dóceis, eles podem se tornar agressivos durante a época de reprodução. Entre os sinais de início de acasalamento, destaque-se em ambos os sexos a vocalização forte tal qual um barulho de tambor e a maior intensidade na coloração azul da pele do pescoço. Nos machos, as penas na frente do pescoço tornam-se eretas e realizam movimentos serpenteados frequentemente durante o cortejo de acasalamento. Quando o macho e a fêmea se identificam, os machos podem tentar seguir a fêmea e colocar suas cabeças sobre o dorso das mesmas, e se a fêmea aceitar o macho ela abaixa gradualmente

a cabeça, levantando a cauda e agachando-se na posição de acasalamento (SALES, 2007; PATODKAR et al., 2009.)

Em avestruzes a maturidade sexual ocorre entre dois e quatro anos de idade; fêmeas com dois a três anos e machos com três a quatro anos (KREIBICH & SOMMER, 1995). Nos primeiros anos após atingir a maturidade, a produção anual de ovos é progressiva até aproximadamente 8 a 12 anos e se mantém estável por 16 anos antes de iniciar um declínio lento, quando a ave está com idade aproximada de 28 anos. Contudo, algumas fêmeas podem produzir por mais de 40 anos (KREIBICH & SOMMER, 1995; HUCHZERMEYER, 2005).

A produção de ovos dos emus, assim como ocorre em outras ratitas é sazonal, ocorrendo preferencialmente durante o inverno. No hemisfério sul inicia lentamente em maio, com pico de produção ocorrendo no mês de julho e decaindo em outubro. As fêmeas em cativeiro colocam um ovo a cada três ou quatro dias, chegando a produzir mais de 20 ovos na estação (HERMES, 1996).

Os machos de emu no seu *habitat* silvestre são os responsáveis pela incubação dos ovos, um processo que leva entre 52 a 56 dias. Durante este período, eles não se alimentam ou bebem água, assim só devem se nutrir com suas reservas de gordura. Eles são também responsáveis pela criação dos filhotes até se tornarem independentes, o que acontece entre seis a nove meses de idade. São animais longevos, chegando até 40 anos de idade na vida natural (HUCHEZERMEYER, 2005; SALES, 2007).

As fêmeas de avestruz iniciam sua postura com dois anos, que ocorre apenas no fim da estação reprodutiva e é possível predizer se isso vai ocorrer pelo exame de ultrassom dos ovários, no qual se observa a presença de folículos (LAMBRECHTS et al., 2002). Na natureza, os avestruzes podem se reproduzir dependendo da disponibilidade de alimento após a ocorrência de chuvas diferente a outras ratitas. Essa característica pode ser utilizada para induzir a postura e produção de filhotes durante as estações mais adequadas para a criação, evitando que os picos de postura e de cria dos filhotes coincidam com épocas de chuvas. Mesmo algumas aves em cativeiro que são capazes de reproduzir o ano todo, é importante um período de descanso de pelo menos 3 meses para que o aparelho reprodutivo, de ambos os sexos, prepare-se para a próxima estação de postura (HUCHZERMEYER, 2005). Avestruzes de produção comercial mantêm a sazonalidade observada em aves selvagens (DEGEN et al., 1994).

A estação de postura do avestruz pode ser dividida em 1 a 3 ciclos reprodutivos de 40 a 50 dias, com produção de aproximadamente 12 ovos por ciclo. (HUCHZERMEYER, 2005). Nos EUA, essa média é de 30 a 40 ovos por ano. (HICKS-ALLDREDGE, 1998). Di Meo et al. (2003) observaram uma postura equivalente a 38,8 ovos por fêmea, com performance produtiva de 31,5%. Em um sistema de criação em colônia em Israel, Degen et al. (1994) obtiveram uma produção de 28,7 ovos por fêmea. A produção é muito variável em cativeiro, sendo que em uma estação de postura a fêmea pode produzir até 167 ovos consecutivamente. A média de produção por fêmea na África do Sul em 1996 foi de 55,5 ovos na estação (VAN SCHALKWYK et al., 1996). No Brasil, Carrer et al. (2004) observaram a postura de 38 ovos por fêmea/ano, durante a estação reprodutiva de junho a dezembro de 1998 no interior do estado de São Paulo.

Em condições de cativeiro, as emas apresentam ninhada com média de 28 ovos, maior que o reportado em vida livre, (25 ovos) de acordo com (NAVARRO & MARTELA, 2002). A ema é poligínica e poliândrica, ou seja, o macho copula com várias fêmeas e estas com vários machos, respectivamente, diferente de avestruzes e emus que formam casais. Os cuidados com a construção do ninho e a incubação dos ovos são realizados pelo macho, conforme já citado em emus e avestruzes. Apresentam atividade reprodutiva sazonal influenciada pelo fotoperíodo crescente, que varia de acordo com a latitude, como ocorre em *Gallus domesticus* (HICKS-ALLDREDGE, 1998).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Instalações e Emus Reprodutores

O experimento foi realizado no criatório científico de emas e emus do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro (UENF) (Figura 5), localizada no município de Campos dos Goytacazes-Rio de Janeiro. O município se localiza a 21°45'23" de Latitude Sul e 41°19'40" de Longitude Oeste e se encontra a 14 metros acima do nível do mar. O período do experimento foi entre março e outubro de 2016. As médias de temperatura ambiente mínima, média e máxima, umidade relativa (INMET, 2016) e horas de insolação (calculadas pela diferença entre o nascer e o pôr do sol para o local do experimento) (U.S. Naval Observatory, 2016) mensal do período experimental são apresentadas na Tabela 3. Dia



**Figura 5.** Área de reprodutores do criatório científico de emas e emus da UENF.

**Tabela 3.** Histórico do clima de Campos dos Goytacazes - RJ.

Mês	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
T° máxima (°C) média	33,9	33,4	29,3	26,4	28,3	29,1	29,1	28,5
T° média (°C) média	27,9	27,3	23,8	21,1	22,1	22,7	23,8	23,5
T° mínima (°C) média	24,1	23,2	19,8	17,5	18,3	18,3	19,8	20,9
Umidade relativa (%) média	72,4	70,1	73,5	76,1	72,3	70,1	68,5	76,1
Fotoperíodo média* (hh:mm)	12:32	11:51	11:12	10:46	10:42	11:03	11:39	12:19

Fonte: INMET (2016); \* U.S. Naval Observatory (2016).



estresse das aves pelo manejo de troca e ou rearranjo nos piquetes. A tabela 4 demonstra a distribuição dos grupos reprodutivos.

O grupo reprodutivo 1 foi formado por 13 aves de dois anos de idade alojadas em dois piquetes (A e I); o grupo reprodutivo 2 foi formado por cinco aves de quatro anos de idade que foram alojadas no piquete D e o grupo reprodutivo 3 foi formado por seis aves de sete anos de idade alojadas em dois piquetes (E e F).

**Tabela 4.** Distribuição dos emus em grupos reprodutivos.

Grupo	Idade (anos)	Piquete	Densidade (m <sup>2</sup> /ave)	Relação macho/fêmea	Peso médio (Kg)	
					Macho	Fêmea
1	2	A	55,78	5/6	38,15±3,36	36,40 ±2,53
		I	74,36	1/1	36,75	39,05
2	4	D	127,68	2/3	39,40±2,68	43,10±6,09
		E	52,51	2/2	34,80±0,28	39,02±2,58
3	7	F	107,90	1/1	37,150	36,10

Durante a observação do comportamento das aves de cada grupo no decorrer do período de adaptação no mês de fevereiro, foi observado que houve rejeição de algumas fêmeas dentro de alguns grupos, tornando necessário realizar a transferência dessa fêmea rejeitada para outro piquete do mesmo grupo reprodutivo. Dessa forma, uma fêmea do piquete A (grupo reprodutivo 1) foi transferida para o piquete I (grupo reprodutivo 1); e uma fêmea do piquete E (grupo reprodutivo 3) foi transferida para o piquete F (grupo reprodutivo 3).

### 3.3 Manejo dos Animais

As aves foram alimentadas diariamente com água e o mesmo tipo de ração para todos os grupos à vontade. A ração foi formulada de acordo com as exigências nutricionais para emus, descritas por Scheideler & Sell (1997). As dietas foram formuladas no programa Supercrak® (Tabela 5), e foram utilizados os valores nutricionais dos alimentos para aves preconizados por Rostagno et al. (2011), com exceção da energia metabolizável do milho, farelo de soja e farelo de trigo, que foram corrigidos para ratitas segundo Scheideler & Sell (1997). A ração foi fabricada na Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia (UAPZ) do Laboratório de Zootecnia (LZO) do CCTA/UENF.

### 3.4 Desempenho Reprodutivo

A avaliação do desempenho reprodutivo nos grupos foi realizada por meio da observação das seguintes variáveis:

- estação reprodutiva;
- duração da estação reprodutiva;
- produção média de ovos por ave alojada;
- produtividade de ovos (produção em porcentagem de ovos durante a duração da estação reprodutiva);
- fertilidade dos ovos produzidos.

**Tabela 5.** Ingredientes e composição nutricional da ração oferecida para os grupos de emus reprodutores.

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Milho 7,88%*	54,09
Farelo de soja 46%*	20,49
Farelo de trigo*	20
Fosfato bicálcico	2,78
Calcário	1,33
Sal comum	0,47
DL – Metionina	0,13
L – Lisina	0,07
Cloreto de colina	0,04
Premix emus	0,6
Total	100

<b>Nutrientes</b>	<b>Atendimento (%)</b>
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.658
Proteína bruta	17,06
Fibra bruta	4,05
Gordura	2,95
Lisina digestível	0,77
Metionina digestível	0,36
Cálcio	1,29
Fósforo disponível	0,65
Sódio	0,20

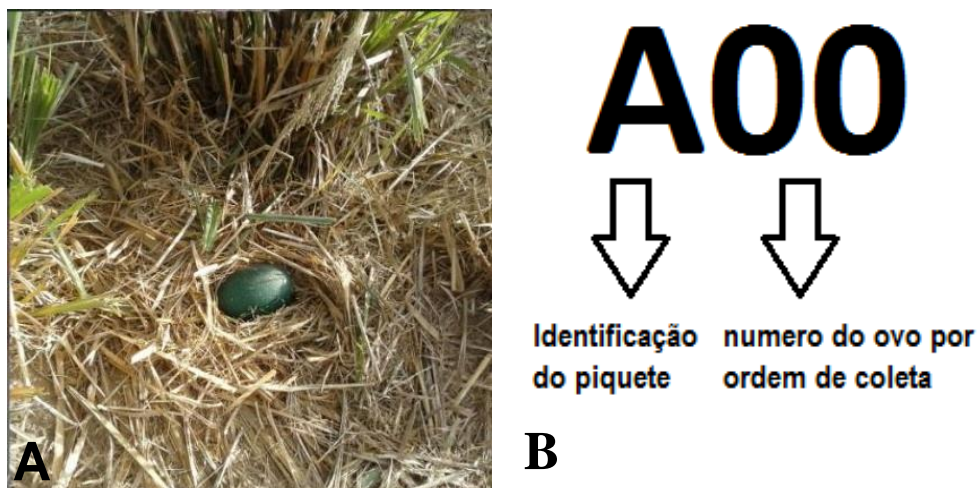
\*Valores de energia metabolizável do ingrediente corrigidos para ratitas segundo Scheideler & Sell (1997).

### **3.4.1 Determinação da estação reprodutiva**

A estação reprodutiva foi definida pelo início (data de postura do primeiro ovo) e final (data de postura do último ovo), além do tempo de duração da mesma, que foi constituída pelo total em dias entre o início e final da postura de ovos. Para obtenção dos dados foi realizado um monitoramento por meio de observação do comportamento das aves nos piquetes diariamente pela manhã, sendo identificados sinais tais como, receptividade das fêmeas, vocalização, maior intensidade da coloração azulada na pele do pescoço, aumento do volume das penas nos machos, construção de ninhos pelos machos até a observação da postura dos ovos, a partir da qual foi feito o registro de data de postura do primeiro e do último ovo, caracterizando dessa forma início e final da estação reprodutiva, respectivamente. Este monitoramento teve início em março e se manteve durante o período de produção de ovos até o final do mês de setembro de 2016, onde se observou o recesso da produção dos grupos.

### **3.4.2 Produção média e produtividade de ovos**

Diariamente às 7 horas, durante todo o período experimental, os piquetes e os ninhos foram inspecionados para determinação da produção, procurando ovos, já que, em algumas ocasiões as aves preferiam colocar seus ovos fora dos ninhos, em locais que elas mesmas camuflavam, cobrindo-os com capim. Todos os ovos coletados foram identificados (Figura 7), de acordo com o grupo reprodutivo, piquete e data de coleta.



**Figura 7.** A – Ovo disposto no ninho no momento da coleta; B - Identificação individual dos ovos.

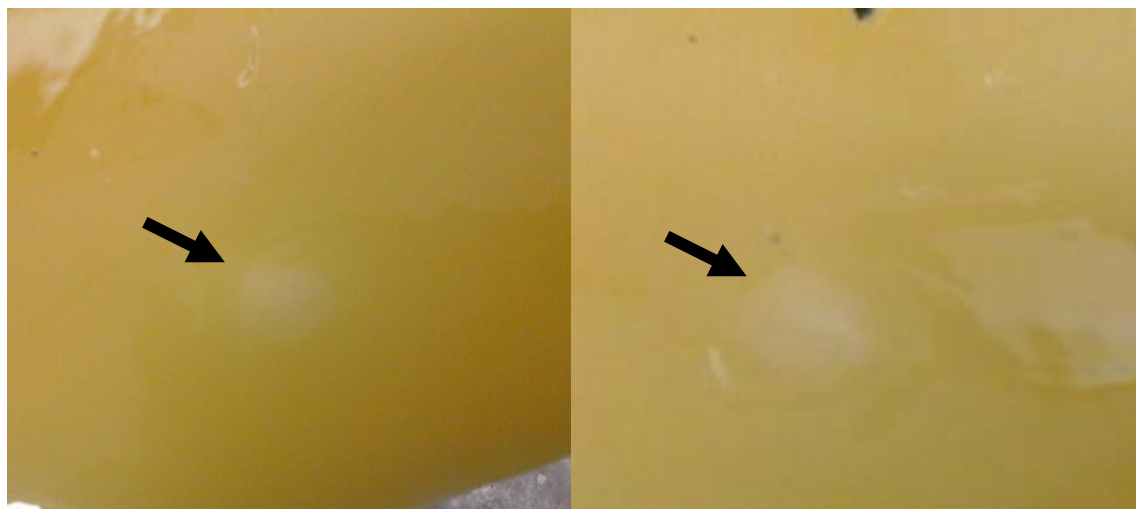
A produção média de ovos/fêmea alojada de cada grupo reprodutivo foi calculada dividindo o número total de ovos coletados de cada grupo pelo número total de fêmeas do respectivo grupo.

A produtividade (PO) foi calculada por meio da fórmula descrita por Van Schalkwyk et al., (1996), em que foi considerada a produção média de ovos/fêmea alojada de cada grupo reprodutivo dividido pela duração em dias da estação reprodutiva.

$$PO = \frac{\text{média de ovos por fêmea alojada}}{\text{duração da estação reprodutiva} \times 0,5} \times 100$$

### 3.4.3 Fertilidade dos ovos

Durante as avaliações para a caracterização dos ovos todas as gemas foram inspecionadas na região do disco germinativo para detecção de infertilidade na observação de blastodisco (infertilidade) ou fertilidade quando da presença do blastoderma. (Figura 8).



**Figura 8.** Observação do blastoderma (seta) para avaliação da fertilidade dos ovos de emu.



### **3.5 Análise Estatística**

As variáveis reprodutivas foram analisadas através de estatística descritiva devido à falta de repetições dos grupos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Desempenho Reprodutivo

#### 4.1.1 Estação reprodutiva

Os valores obtidos pela observação dos parâmetros dos grupos reprodutivos foram descritos para cada piquete e estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Descrição dos parâmetros reprodutivos de grupos de emus.

Grupo	Idade (anos)	Piquete	Estação reprodutiva			TO	OAA	PO (%)	FE (%)
			DI	DF	DE				
1	2	A	15/04	06/08	113	36	6	10,62	100
		I	20/05	16/07	57	15	15	52,63	100
2	4	D	19/05	29/09	133	77	25,67	38,60	94,20
3	7	E	20/05	10/08	82	34	17	41,46	100
		F	26/05	07/08	73	18	18	49,32	100

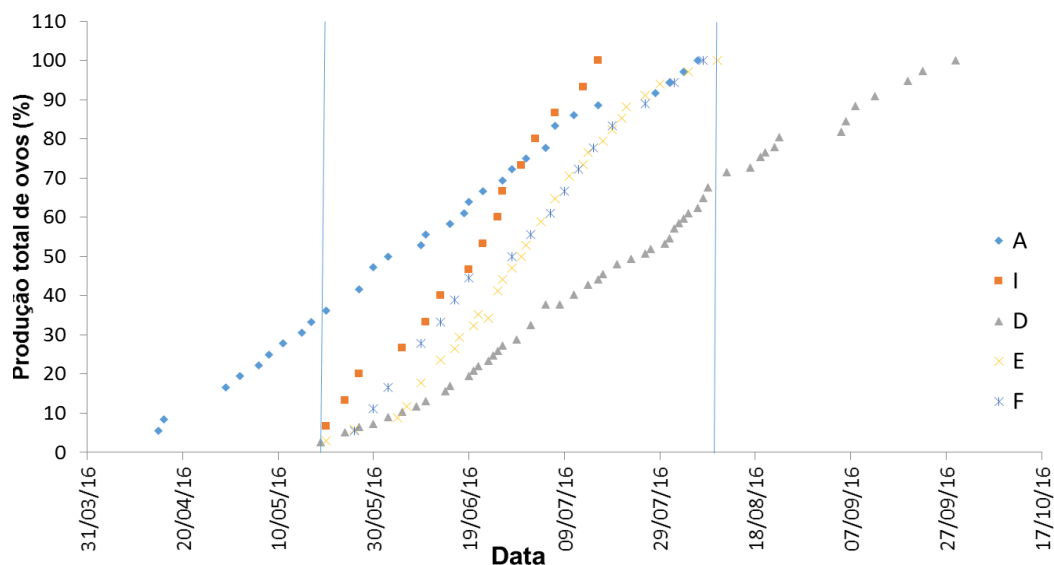
Data inicial (DI), data final (DF), duração em dias da estação reprodutiva (DE), total de ovos (TO), produção de ovos por ave alojada (OAA), produtividade de ovos (PO) e fertilidade dos ovos (FE).

A observação da estação reprodutiva, determinada pelo início e final de postura, apresentada na Tabela 6 revelou o seguinte comportamento entre os grupos reprodutivos:

O grupo 1 com dois anos de idade iniciou a produção em 15/04/16 e 20/05/16, e finalizou em 06/08/16 e 16/07/16, respectivamente para os piquetes A e I; o grupo 2 com 4 anos de idade iniciou a postura em 19/05/16, finalizando em 29/09/16 e o grupo 3 com 7 anos de idade iniciou a produção em 20/05/16 e 26/05/16, finalizando em 10/08/16 e 07/08/16, respectivamente para os piquetes E e F. A distribuição da produção total dos ovos está representada na Figura 9.

A maioria dos ovos (79,44 %) foi produzida entre os meses de junho e agosto de 2016 (Figura 9), concordando com o descrito por Sales (2007), que observou que emus em cativeiro na Austrália Ocidental, concentram maior produção de ovos nesse período.

Patodkar et al. (2009) relataram a ocorrência da estação reprodutiva entre os meses de abril, maio e junho em emus de vida livre na Austrália. Szczerbińska et al. (2014) observaram em um criatório em Szczecin na Polônia, que fêmeas de emus entre três e cinco anos de idade iniciaram a estação reprodutiva antes que as fêmeas entre 6 e 10 anos de idade. Em avestruzes criados no Brasil, foram descritas estações reprodutivas entre os meses de julho e outubro no estado de Paraná (ARAUJO, 2009) e junho e dezembro no estado de São Paulo (OLIVEIRA, 2006). Nesse mesmo país, (MOURA, 2010) observou em emas, criadas no estado de Piauí essa ocorrência entre julho e novembro e Chang et al., 2001, reportaram entre os meses de agosto e dezembro em Bariloche, Argentina.



**Figura 9.** Produção de ovos de emus (%) ao longo da estação reprodutiva e duração da estação em cada piquete A, I, D, E, e F. Reprodutores de 2 anos (A e I), reprodutores de 4 anos (D), reprodutores de 7 anos (E e F).

Comparar o tempo de duração da estação reprodutiva em emus com base em outras pesquisas desenvolvidas em outros países e ou regiões torna-se difícil, pois em emus, assim como em outras espécies de aves, a latitude consistente com o fotoperíodo, que faz com que, a fotorrefração dos dias curtos como, acontece no outono, aumente a secreção de gonadotrofinas em níveis que são suficientes para suportar a reprodução completa, influenciando o início da reprodução (BLACHE et al., 2001).

A duração da estação reprodutiva registrada pelo total em dias entre o início e final da postura de ovos se comportou da seguinte forma entre os grupos: grupo reprodutivo 1 com dois anos de idade registrou uma duração de no máximo 113 dias e no mínimo de 57 dias; grupo reprodutivo 2 com 4 anos de idade persistiu durante 133 dias em postura; grupo reprodutivo 3 com 7 anos de idade se manteve com um mínimo de 73 e máximo de 82 dias em produção nos piquetes E e F, respectivamente.

Os registros de duração da estação reprodutiva variam de acordo com a literatura consultada. Sales (2007) relatou média de 83,8 dias de duração observando uma população de emus em cativeiro na Austrália Ocidental. Em um grupo de fêmeas de emus de três até nove anos de idade criados em Pudukkottai na Índia a duração em seis estações reprodutivas, foi:  $75.2 \pm 10.81$ ,  $98.7 \pm 8.98$ ,  $88.6 \pm 10.47$ ,  $119.1 \pm 12.71$ ,  $109.7 \pm 14.85$  e  $97.6 \pm 11.02$  dias, respectivamente (SENTHILKUMAR et al., 2014). Szczerbińska et al. (2014) observaram que o período médio da duração da estação reprodutiva de um mesmo grupo de emus na Polônia estudado durante 10 anos foi de 168,2 dias.

A duração da estação reprodutiva é muito variável, já que está relacionada a fatores como: nutrição, condições de alojamento, hierarquia dos grupos e condições climáticas (temperatura, precipitação) (SZCZERBIŃSKA et al., 2014), podendo influenciar de forma direta na amplitude da estação. Além disto, este período pode não estar relacionado à produção de ovos, pois nem sempre um maior número de ovos produzidos leva a uma maior duração do número de dias da estação.

#### 4.1.2 Produção média de ovos por ave alojada

A produção de ovos por ave alojada é descrita na Tabela 6. Observou-se uma diferença entre todos os grupos reprodutivos e em todos os piquetes. A produção de ovos é dependente de vários fatores, que nem sempre são possíveis de controlar, mesmo entre aves da mesma idade, como genética da fêmea, alimentação ou posição hierárquica dentro do grupo reprodutivo (BLACHE et al., 2001).

O comportamento reprodutivo dos emus no quesito produção de ovos por ave alojada, observado nas diferentes idades somente pode ser comparado com a literatura, em relação ao grupo reprodutivo 1, que registrou sua primeira estação reprodutiva durante esse estudo, pois os autores consultados descreveram as suas observações em emus de mesmo grupo reprodutivo ao longo de sua vida reprodutiva e o presente estudo foi realizado entre grupos de diferentes idades, dentro de uma única estação reprodutiva. Na primeira estação reprodutiva (grupo 1) a produção média de ovos por fêmea alojada foi similar à reportada por Szczerbińska et al. (2014) em emus dessa idade e também em sua primeira estação reprodutiva (15,9 ovos/fêmea) em um criatório em Szczecin na Polônia. Esses mesmos autores, também observaram que essa espécie de ave, atinge o pico de produção até sua quarta estação reprodutiva (6 anos), diminuindo gradualmente após o pico, assim como ocorre no gênero *Gallus domesticus*. Senthilkumar et al., 2014 reportaram 12,8 ovos/fêmea em uma produção em Pudukkottai na Índia, descrevendo aumento de produção da primeira estação até o pico de produção na sexta estação, e depois redução gradual.

As observações de produção de ovos registradas no presente estudo, provavelmente sofreram influência das diferentes condições de alojamento, entre outros fatores tais como maior número de aves (machos e fêmeas) nos grupos distribuídas pelos piquetes, como ocorreu no grupo 1 no piquete A (cinco machos e seis fêmeas) e somente um macho e uma fêmea no piquete I. O alto número de aves alojadas no piquete A pode ter provocado problemas de hierarquia, acarretando estresse e prejudicando o início da produção de ovos.

Segundo Sales (2007), Patodkar et al. (2009), Senthilkumar et al. (2014) e Szczerbińska et al. (2014), fêmeas de emus podem começar a produção de ovos entre dois e três anos de idade. Por as fêmeas do grupo 1 encontrarem-se na sua primeira estação reprodutiva com dois anos de idade, não foi possível determinar, se todas as fêmeas deste grupo começaram a produção de ovos nesta estação.

É provável que, alguma das fêmeas do grupo 1, não tivesse produzido ovos na presente estação reprodutiva pela prematura idade em que se encontrava, podendo assim, ter sido uma das prováveis causas da baixa produção de ovos por fêmea quando comparada ao reportado em aves da mesma idade por outros autores.

O grupo 2 registrou uma média de produção de ovos por fêmea (25,67 ovos/fêmea) similar ao reportado em uma população de emus em cativeiro na Austrália Ocidental, que produziram 25,3 ovos (SALES, 2007), mas foi maior quando comparado ao reportado por Szczerbińska et al. (2014) na Polônia (20,2 ovos/fêmea) e Senthilkumar et al. (2014) na Índia (21,8 ovos/fêmea). E, menor quando comparado com a produção com emus em estado selvagem na Austrália observada por Patodkar et al. (2009) de 5 a 14 ovos/fêmea.

#### **4.1.3 Fertilidade**

A fertilidade dos ovos determinada pela observação da presença de blastoderma oscilou entre 94,20% a 100% dos ovos analisados. Esses resultados foram melhores comparados com a literatura em ovos de emus. Na Polônia Szczerbińska et al. (2003), registraram (93,9 a 88,2 %) em ovos produzidos por casais de emus criados em cativeiro, Sales (2007) reportou 92,9 % na Austrália Ocidental. Nagai et al. (2011) observaram 90 % no Japão e Jagotheesan et al. (2012) 81,82 a 80% na Índia. A taxa de fertilidade foi considerada maior quando comparado

com outras espécies de ratitas produzidas no Brasil, como o avestruz com registros de 91 a 69 % (OLIVEIRA et al., 2006) e a ema de 86,64 a 79,41% (MOURA, 2010).

A presente pesquisa não foi realizada com casais de emus e sim com grupos reprodutivos, que foram formados com relação macho/fêmea superior a um macho por fêmea na maioria dos grupos estudados. De modo que, uma fêmea pudesse ser coberta por mais de um macho, o que pode ter influenciado as altas taxas de fertilidade nos ovos produzidos. Além disso, a coleta de ovos foi realizada diariamente, evitando o acúmulo de ovos no ninho que impossibilitou o comportamento de choco dos machos, os quais tanto no seu *habitat* silvestre como em cativeiro, são os responsáveis pela incubação dos ovos (PATODKAR et al., 2009) dessa forma, sem chocar, os machos tinham maior disponibilidade para o acasalamento.

A menor fertilidade observada nos ovos produzidos pelo grupo 2 pode ter sido decorrente do maior peso dos machos em relação aos dos outros grupos e também a relação macho/fêmea (2/3) com número menor de machos em relação às fêmeas pode ter provocado disputas entre os dois machos dificultando o acasalamento.

## **5 CONCLUSÕES**

Os parâmetros reprodutivos de grupos de emus criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes evidenciaram a sazonalidade típica da estação reprodutiva dessa espécie criada no hemisfério sul, com a concentração da produção de ovos (79,44% da produção) entre os meses de junho a agosto.

A produtividade (ovos por fêmea alojada) não ultrapassou 25 ovos durante a estação reprodutiva de 82 até 133 dias.

A criação dos emus em grupos propiciou melhores taxas de fertilidade (100 %) na maioria dos ovos produzidos nas condições experimentais do presente trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AQUINO, J. S.; SILVA, J. A.; CALDAS, M. C. S.; MASCARENHAS, R. J. Avaliação centesimal e sensorial do macarrão massa fresca tipo espaguete elaborado com ovo desidratado de avestruz, Piauí, **Revista Ceres**, v. 55, n. 3, p.173-178, 2008.

ARAUJO, D. N. Estudo comportamental, reprodutivo e molecular de avestruz *Struthio camelus*. Tese Doutorado em Zootecnia – **Universidade Estadual de Maringá**, Paraná, 2009.

ASTURIAS, L.; GARITA, A., Estudio de factibilidad del establecimiento de una granja para la crianza y venta del avestruz (*Struthio camelus*) en Guatemala, Guácimo, **Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH)**. 91p, 2001.

BLACHE, R. T.; TALBOT, M. A.; BLACKBERRY, K. M.; WILLIAMS, G. B.; MARTIN AND P. J. SHARP. Photoperiodic control of the concentration of luteinizing hormone, prolactin and testosterone in the male emu (*Dromaius novaehollandiae*), a bird that breeds on short days. **Journal of Neuroendocrinology**, vol. 13, 2001.

BRASIL FC, FRANÇA TV, OLIVEIRA LSS, OLIVEIRA FC, JÓIA MA. 2012. Criação de emas, *Rhea americana* e emu, *Dromaius novaehollandiae*: novas alternativas para o desenvolvimento da pecuária do norte fluminense. **IV mostra de extensão IFF-UENF-UFF**, 2012.

CAMARGO, S.A. Comparación básica entre estrutiocultura y dromaicultura en un contexto productivo. **Sitio argentino de Producción Animal**, 2004.

CARBAJO, E. Una revisión sobre el emú, su producción y patología. **Mundo Ganadero**. p.70-77, 1998.

CARRER, C.C.; ELMÔR, R.A.; KORNFELD, M.E.; CARVALHO, M.C. **A criação do avestruz: guia completo de A a Z**. Pirassununga, SP: C.C Carrer, 2004.

CARRER, C.C; KORNFELD, M.E. Taxa de fertilidade e índice de perda de peso de ovos de avestruzes (*Struthio camelus*), sob incubação artificial. In: **Congresso Brasileiro de Estrutiocultura**, 2001, Campinas. Anais. Campinas: Associação de Criadores de Avestruzes do Brasil, 2001.

CERVI, R.C. Efeitos do armazenamento nos parâmetros físico-químicos e resistência à *Salmonella enteritidis* em ovos de emas (*Rhea americana*). Dissertação (Mestrado) – **Universidade Federal de Goiás**, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2014.

CHANG, E.R.; ROBLES, C.A.; OLAECHEA, F.V.; WILLEMS, P.M. Determinación de parámetros fisiológicos normales y principales problemas sanitarios de choiques criados em granjas. **Informe Técnico PICT 8-3568**, Bariloche, 2001.

DEGEN, A.A.; WEIL, S.; ROSENSTRAUCH, A.; KAM, M.; DAWSON, A. Seasonal plasma level of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio camelus*). **General and Comparative Endocrinology**, v.93, p.21-27, 1994.

DI MEO, C.; STANCO, G.; CUTRIGNELLI, M.I.; CASTALDO, S.; NIZZA A. Physical and chemical quality of ostrich eggs during the laying season. **British Poultry Science**, v.44, n.3, p.386-390, 2003.

ENCISO ZKP. Análisis y propuesta de un sistema para incubación de emús. **Universidad Tecnológica de la Mixteca**, 2003.

HANSEN, R.; Ostrich and emu profile. AgMCR, **Iowa State University**, 2011.

HERD, R.M.; DAWSON, T.J. Fiber digestion in the emu, *dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage. **Physiological Zoology**, v.57, n.1. p.70-84, 1984.

HERMES JC. Raising ratites: Ostriches, emu, and rheas. **A Pacific Northwest Extension Publication**, 1996.

HICKS-ALLDREDGE, K. Ratite Reproduction. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.14, n.3, p.437-453, 1998.

HUCHZERMEYER, F.W., **Doenças de avestruzes e outras ratitas**. Trad. Miriam Luz Giannoni, Adraina A Novais - Jaboticabal, Funep, 392 p., 2005.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2014. Acesso em: <http://http://www.inmet.gov.br/portal/>. 18 de julho. 2016.

JAGATHEESAN, P.N.R.; SENTHILKUMAR, P. AND REETHA, T.L. Hatching performance of emu (*Dromaius novaehollandiae*) eggs under different storage periods. **Indian Vet. J.**, v.89, n.12, p.103 – 104, 2012.

JOHNSON, D.C., **Exotic companion medicine handbook for veterinarians**, 1st ed. Washington D.C., USA. 1996.

KREIBICH, A.; SOMMER, M. **Ostrich Farm Management. Germany: TOE-Consult**, 1995. 223p.

LAMBRECHTS, H.; CLOETE, S.W.P.; SWART, D.; GREYLING J.P.C. Preliminary results on the use of diagnostic ultrasonography as a management tool to quantify egg production potential in breeding ostrich (*Struthio camelus australis*) females. **Tydskrif van die Suid-Afrikaanse Veterinere Vereniging**, v.73, n.2, p.48-52, 2002.

MACARI, M.; GONZALES, E.; MARTINS, P.C.; NÄÄS, I.A.; Manejo da incubação por Marcos Macari et al. 3. Ed 468 p.: il. Jaboticabal: **FACTA**, 2013.

MINEKI, M.; TANAHASHI, N.; SHIDARA, H. Physical and chemical properties of ostrich egg (*Struthio camelus domesticus*): comparison with white leghorn hen egg. **Journal of the**



**Japanese Society For Food Science And Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi**, v.6, p.266-271, 2003.

MINNAAR, P.; MINNAAR, M., **The emu Farmer's Handbook**. Induna Company. Groveton, Texas, USA, 1992.

MOURA, S. G. Dinâmica hormonal e reprodução de emas (*Rhea americana*) criadas em cativeiro. Tese Doutorado em Ciência Animal – **Universidade Federal do Piauí**, 2010.

NAGAI H.; MAK, S.S.; WENG, W.; NAKAYA, Y.; LADHER, R.; AND SHENG, G. Embryonic development of the emu, *Dromaius novaehollandiae*. **Developmental dynamics**, v.240, p.162–175, 2011.

OLIVEIRA, P. P. Fatores relacionados com produtividade de ovos de avestruzes *Struthio camelus*. Dissertação Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia – **Universidade Estadual Paulista** “Julio de Mesquita Filho”, 2006.

PATODKAR, V.R.; RAHANE, S.D.; SHEJAL, M.A.; BELHEKAR, D.R. Behavior of Emu bird (*Dromaius novaehollandiae*). **Veterinary World**, v.2, p.439-440, 2009.

ROSTAGNO H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA R. F.; LOPES D. C.; FERREIRA A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª edição. Ed: Rostagno H.S. UFV Departamento de Zootecnia, Vicosa-MG, 2011.

SALES, J., The emu (*Dromaius novaehollandiae*): a review of its biology and comercial products. **Avian and Poltry Biology Reviews**, Praga, v. 18, n. 1, p. 1-20, 2007.

SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L. **Nutrition Guidelines for Ostriches and Emus**. Iowa State University, Ames, Iowa, 1997. Online.

SZCZERBIŃSKA, D.; MAJEWSKA, D.; TARASEWICZ, Z.; ROMANISZYN, K.; SAMMEL, A.; BUCLAW, M. Emu (*Dromaius Novaehollandiae*) Laying Performance And Egg Quality During A Ten year Reproductive Performance Period. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.17, n.2, 2014

SZCZERBIŃSKA, D.; MAJEWSKA, D.; TARASEWICZ, Z.; DAŃCZAK, A.; LIGOCKI, M. Hatchability of emu (*Dromaius novaehollandiae*) eggs in relation to Incubation temperature. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.6, n.2, 2003.

SENTHILKUMAR, P.; JAGATHEESAN, R.P.N.; ANANDH, A.M.; RAJARAJAN, G.; LURTHUREETHA, G. Production Performances and Egg Characteristics of Emu (*Dromaius novaehollandiae*) Birds. **Indian J. Anim. Res**, Tamil Nadu, v. 48, n. 1, p. 78-82, 2014

TAKEUCHI, J.; NAGASHIMA, T., Chemical and physical characterization of *Dromaius novaehollandiae* (Emu) eggs, **Food Science Technol**, Tokyo, v. 16, n. 2, p. 149-156, 2010.

USDA. Egg-Grading manual. **United States Department of Agriculture**, v. 10, p. 77-86, 2009.

VAN SCHALKWYK, S.J.; CLOETE, S.W.P.; DE KOCK, J.A. Repeatability and phenotypic correlations for body weight and reproduction in commercial ostrich breeding pairs. **British Poultry Science**, v.37, n.5, p.953-962, 1996.

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE OVOS PRODUZIDOS POR EMUS (*Dromaius novaehollandiae*) EM DIFERENTES IDADES REPRODUTIVAS**

## RESUMO

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. Capítulo II. **Caracterização Físico-Química de Ovos Produzidos por Emus (*Dromaius novaehollandiae*) em Diferentes Idades Produtivas**. 2018. 38p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Idealizou-se caracterizar os constituintes físico-químicos de ovos de emu de duas idades produtivas. O experimento foi realizado no Criatório Científico de Emas e Emus da UENF. Foram utilizados um total de 19 emus reprodutores, nove machos e dez fêmeas. As aves foram separadas em piquetes pela idade, sendo formados dois grupos reprodutivos mantendo-se a relação de 1 fêmea por 1 macho: grupo 1 formado por aves de dois anos de idade e grupo 3 por aves de sete anos de idade. Foi fornecida água e ração à vontade. Todos os ovos produzidos foram coletados e conduzidos ao Laboratório de Zootecnia da UENF para análise. Nos ovos frescos foi realizada a caracterização físico-química dos componentes dos ovos, a ultraestrutura da casca foi determinada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foi avaliada a morfometria dos ovos íntegros pelas medidas de largura, comprimento, peso e índice de forma. As características físico-químicas dos componentes internos do ovo incluíram a unidade Haugh, o índice de gema, o peso absoluto, o peso relativo, o pH da gema e do albúmen e a cor da gema. As características físico-químicas da casca avaliadas foram: peso absoluto e relativo, espessura, área total, volume e matéria mineral. Por MEV foram descritas as camadas que formam a casca do ovo de emu e foi medida a espessura de cada uma delas. Para verificar os efeitos da idade dos reprodutores sobre as variáveis, os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (Versão 9.0), considerando-se como fator de covariância o piquete para alojamento dos reprodutores e a caracterização físico-química de ovos de emus foi influenciada pela idade dos grupos reprodutivos em função do envelhecimento. A morfometria dos ovos (largura, comprimento, peso e índice de forma) aumentou com a progressão da idade. Na caracterização física da gema e albúmen, somente foi influenciado pela idade o peso da gema que foi maior nos ovos produzidos em aves do grupo reprodutivo de idade mais avançada. O índice de gema revelou valores extremamente baixos, evidenciando alta fragilidade das membranas vitelinas. As gemas de ovos de emus apresentaram coloração extremamente pálida independente da idade. Peso, espessura, área total e volume da casca foram influenciados pela idade das aves e peso do ovo. O MEV evidenciou diferentes camadas da casca (cristalina, porosa, paliçada, supramamilar e mamilar) e a idade influenciou na espessura destas, as quais tiveram redução significativa com o avanço da idade, com a exceção da camada mamilar que se manteve igual. As espessuras relativas foram influenciadas pelas diferentes idades. As membranas de casca e a matéria mineral não foram influenciadas pela idade. Os valores de Unidade Haugh foram excelentes. A caracterização da casca pela MEV revelou duas novas camadas denominadas supramamilar e porosa. Além de poros não ramificados. As porcentagens das membranas da casca foram menores e os teores de matéria mineral foram maiores em comparação com cascas de ovos de galinhas e codornas.

**Palavras-chave:** Ratitas. Ultraestruturas da casca. Constituintes físico-químicos de ovos.

## ABSTRACT

QUINTERO, Juan Carlos Palomino. Chapter II. **Physical-chemical characterization of eggs produced by emus (*Dromaius novaehollandiae*) in different productive ages.** 2018. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

It was conceived to characterize the physicochemical constituents of emu eggs of two productive ages. The experiment was carried out in the Scientific Criminology of Emas and Emus of UENF. A total of 19 breeding, nine males and ten females were used. The birds were separated in pickets by age, being formed two reproductive groups maintaining the ratio of 1 female to 1 male: group 1 formed by birds of two years of age and group 3 by birds of seven years of age. Water and feed were provided at will. All the eggs produced were collected and taken to the Zootechnology Laboratory of the UENF for analysis. In the fresh eggs the physicochemical characterization of the egg components was performed, the shell ultrastructure was determined by scanning electron microscopy (SEM). The morphometry of intact eggs was evaluated by measurements of width, length, weight and shape index. The physico-chemical characteristics of the internal components of the egg included the unit Haugh, the yolk index, absolute weight, relative weight, pH of the yolk and albumen and the color of the yolk. The physical-chemical characteristics of the bark evaluated were: absolute and relative weight, thickness, total area, volume and mineral matter. By SEM the layers that form the shell of the emu egg were described and the thickness of each one was measured. In order to verify the effects of the age of the reproducers on the variables, the data were analyzed using the MIXED procedure of the SAS (Version 9.0), considering as a covariance factor the picket for lodging of the reproducers and the physical-chemical characterization of emus eggs was influenced by the age of the reproductive groups as a function of aging. Egg morphometry (width, length, weight and shape index) increased with age progression. In the physical characterization of the yolk and albumen, only the weight of the yolk that was higher in the eggs produced in birds of the older age group was influenced by age. The yolk index revealed extremely low values, evidencing high fragility of the vitelline membranes. The egg yolks emus showed extremely pale color regardless of age. Weight, thickness, total area and volume of the bark were influenced by the age of the birds and egg weight. The SEM showed different layers of the shell (crystalline, porous, palisade, supramamilar and mammillary) and the age influenced the thickness of these, which had a significant reduction with advancing age, with the exception of the nipple layer that remained the same. The relative thicknesses were influenced by the different ages. Shell membranes and mineral matter were not influenced by age. The Haugh Unit values were excellent. The characterization of the shell by SEM revealed two new layers called supramamilar and porous. In addition to unbranched pores. The percentages of the bark membranes were lower and the mineral matter contents were higher in comparison to eggshells of hens and quails.

**Keywords:** Ratitas. Extrusion of the shell. Physicochemical constituents of eggs.

# 1 INTRODUÇÃO

Além da importância para a reprodução, a oferta de ovos de ratitas vem se apresentando promissora, na utilização para o consumo *in natura*, industrial e em produtos nutracêuticos. Neste sentido, o conhecimento das características físico-químicas dos ovos dessa espécie, pode fornecer subsídios importantes na ampliação do aproveitamento desse produto em vários segmentos industriais (incubação e ou consumo).

Fatores tais como manejo inadequado do ovo na pós-postura, fatores genéticos, nutricionais e patologias do aparelho reprodutor, podem provocar entre tantas outros, alterações nas características físicas e químicas dos ovos. Essas características, influenciam tanto na incubação quanto no consumo, e, portanto, necessitam ser monitoradas por meio de medidas de qualidade comumente utilizadas na avaliação de ovos de galinha, tais como qualidade do albúmen (Unidade Haugh, porcentagem e pH) e gema (índice de gema, cor da gema, porcentagem e pH).

Em relação à casca dos ovos, essa característica física pode afetar de forma direta as trocas gasosas e as características químicas internas dos mesmos, interferindo tanto na incubação dos ovos, quanto na eclosão dos filhotes, assim como no que se refere ao consumo em relação à vida de prateleira deste produto. O monitoramento dessas características engloba medições do peso específico, espessura, avaliada mecanicamente pelo micrometro, e relação entre o peso da casca e o peso do ovo. Atualmente, a visualização mais profunda e apurada na casca, está sendo possível pela utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV), a qual em virtude do maior tamanho dos ovos de ratitas, tem propiciado a visualização de imagens mais expressivas das ultraestruturas que compõem a casca dos ovos e de suas camadas formadas pela deposição do carbonato de cálcio durante a sua formação.

Diante do exposto e considerando que as informações científicas sobre caracterização físico-química de ovos de ratitas ainda são escassas, sobretudo no que se refere a ovos de emus, e que frequentemente são utilizados dados estruturais de ovos de galinha, como modelo para descrever estes ovos, idealizou-se essa pesquisa que objetivou caracterizar a qualidade físico-química de ovos de emus (*Dromaius novaehollandiae*) criados em grupos reprodutivos com diferentes idades.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ovos de Ratitas

Segundo Mineki et al. (2003), o ovo de avestruz é considerado como mais uma alternativa para a alimentação humana. Na atualidade, a oferta de ovos de ratitas vem se apresentando promissora na utilização para o consumo *in natura*, industrial e em produtos nutracêuticos (CERVI, 2014). Ovos de avestruz inférteis já são utilizados em padarias, pastelarias e indústrias de alimentos (ASTÚRIAS & GARITA, 2001) em virtude, segundo Aquino et al. (2008), da semelhança no sabor e nas qualidades físico-químicas desses ovos com os ovos de galinha. Carrer et al. (2004) relataram a utilização de ovos inférteis de avestruz para o consumo *in-natura* e para a indústria de alimentos e Aquino et al. (2008) realizaram pesquisas com ovo desidratado de avestruz, observando que este produto pode ser adicionado na formulação de massas frescas, oferecendo ao consumidor um produto de maior valor nutricional e com a mesma aceitação da massa fresca feita com ovos de galinha. Takeuchi & Nagashima (2010) testaram a utilização de ovos de emus *in-natura*, na elaboração de bolos, e concluíram que os ovos de galinha podem ser substituídos por ovos de emu na fabricação desse alimento sem comprometer a qualidade dos mesmos.

Ovos de emus possuem coloração verde escura (JOHNSON, 1996; HUCHZERMEYER, 2005), apresentam peso, comprimento e largura aproximadamente semelhantes ao de emas. A morfologia e número de ovos por estação para emu, avestruz e emas estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características de ovos de ratitas criadas em cativeiro.

	Emu*	Avestruz**	Ema***
Peso (g)	500-700	1000-2000	400-700
Comprimento (mm)	130	180	150
Largura (mm)	95	150	120
Ovos por estação	20	40-100	28

Fonte: \* Huchzermeyer, (2005); \*\* Carrer et al. (2004); \*\*\* Di Campos, (2005).

A composição nutricional de ovos de avestruz é bastante similar à de ovos de galinhas (Tabela 2). Segundo Huchzermeyer (2005), existem diferenças na composição de ácidos graxos insaturados entre ovos de avestruzes selvagens e de criações comerciais, o que poderia explicar as baixas taxas de eclodibilidade na incubação artificial, uma vez que os embriões e filhotes dependem destes nutrientes para seu desenvolvimento e sobrevivência após o nascimento.

A porcentagem de proteína total do albúmen de ovos de avestruz, varia durante a estação de postura, aumentando e atingindo seu máximo valor no fim (SUPERCHI et al., 2002; CARNEIRO, 2005). O ovo de avestruz apresenta maior proporção de casca quando comparado ao ovo de outras espécies de aves (SALES et al., 1996). Em casos de aumento da porcentagem da casca, há a diminuição das proporções de gema e albúmen (DI MEO et al., 2003). A casca é

basicamente formada por carbonato de cálcio e corresponde aproximadamente a 20% do peso do ovo (CHRISTENSEN et al., 1996).

**Tabela 2.** Composição nutricional de ovos de avestruz e galinha.

<b>Nutriente</b>	<b>Avestruz</b>	<b>Galinha</b>
Umidade %	75,32±1,01	74,7
	<b>Em base seca</b>	
Proteína %	47±1,2	47,4
Gordura %	44,3±1,8	45,4
Cálcio %	0,243±0,01	0,233
Fósforo %	0,795±0,07	0,810
Vitamina A (IU/g)	16,29±8,1	20,5
Vitamina E (IU/Kg)	15,31±10,25	39,95
Ácido fólico (ppm)	1,51±0,4	1,18
Ácido pantotênico (ppm)	28,45±6,9	55,3
Riboflavina (ppm)	9,12±1,6	12,6
Tiamina (ppm)	5,02±1,1	3,55
Magnésio (ppm)	540,0±55	490,0
Manganês (ppm)	8,9±2,9	15,8
Selênio (ppm)	1,53±0,7	0,60
Zinco (ppm)	51,6±6,5	59,2
Iodo (ppm)	3,3±0,51	2,8
Ferro (ppm)	110,9±7,6	90,0
Cobre (ppm)	1,5±1,1	2,45

Fonte: Huchzermeyer, (2005).

A gema corresponde a 27% do peso total de ovos de avestruzes. (CHRISTENSEN et al., 1996). Nutricionalmente, a gema fornece 75% das calorias e quase toda gordura, além de ferro, vitamina A, tiamina e também cálcio. (SALES et al., 1996). A gema acumula 30% de gordura, que tende a aumentar com o avanço da estação de postura, e é utilizada como primeira fonte de energia pelo embrião e também possui vários componentes essenciais para o desenvolvimento deste. Os carboidratos pouco contribuem energeticamente com o desenvolvimento embrionário nos primeiros dias (SUPERCHI et al., 2002).

### **2.1.1 Casca de ovos de ratitas**

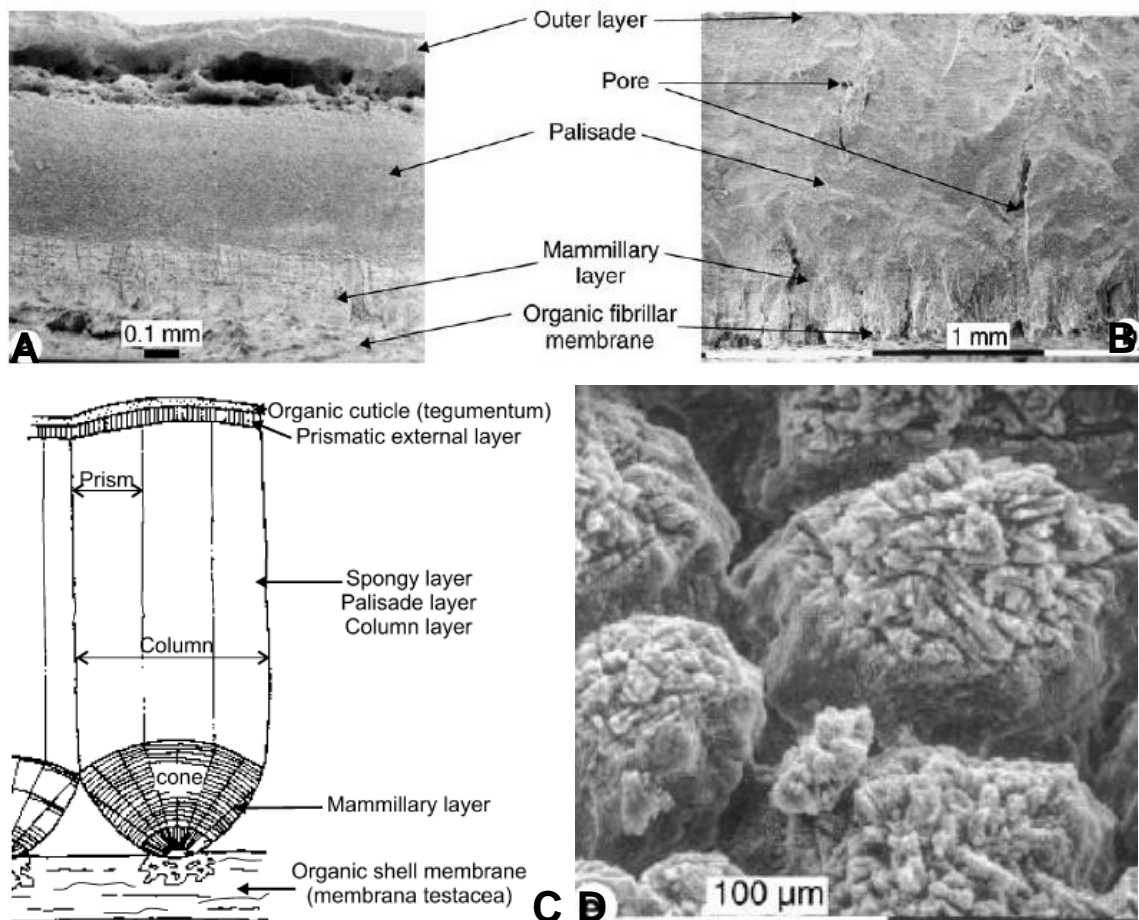
A casca dos ovos, além de ser uma barreira mecânica, contribui com funções biológicas para o desenvolvimento do embrião, tais como a troca gasosa e a reserva de cálcio. As características físicas e funcionais dos ovos de ratitas assim como em outras espécies aviárias, variam com o genótipo, idade da fêmea, período da estação reprodutiva, condições e tempo de estocagem, nutrientes contidos nos ovos, condição nutricional e sanitária dos reprodutores. Essas características se correlacionam, interferindo no índice de perda de peso do ovo, morte embrionária e, portanto, na eclodibilidade (SAHAN et al. 2003). Qualquer anormalidade na interação destas variáveis pode alterar a função biológica do ovo, como, por exemplo, as trocas gasosas que são influenciadas pelo peso do ovo, espessura e porosidade da casca (HASSAN et al., 2005), assim como a perda de massa durante a incubação de ovos de avestruz pode ser



correlacionada positivamente com a porosidade da casca (GAMBA et al., 2012) e negativamente com o período de incubação (PEEBLES & MCDANIEL, 2004), comprometendo o desenvolvimento embrionário e a qualidade do neonato. Informações sobre a casca de ovos de emus são escassas, dificultando um melhor entendimento da função dessa estrutura, nestes mecanismos já citados.

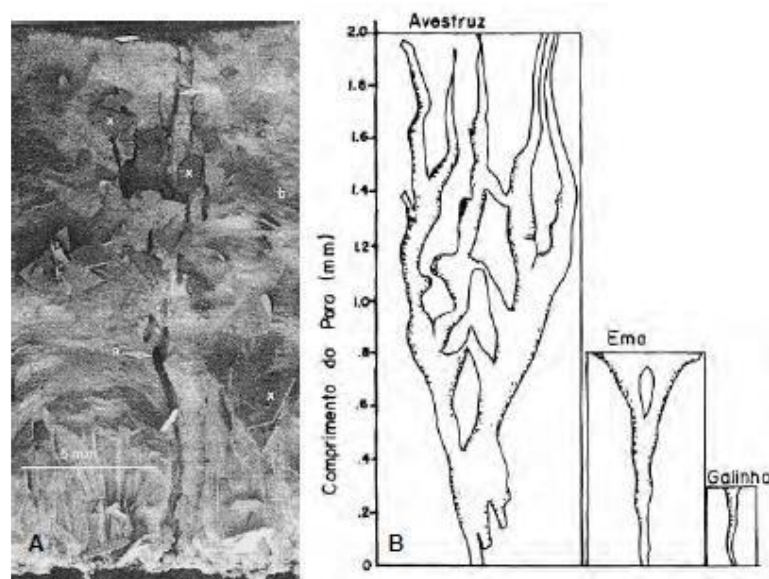
A estrutura da casca de ovos de galinha tem sido descrita por Hincke et al. (2012), Barbosa et al. (2012) e Macari et al. (2013), que descreveram cutícula, ultraestruturas da casca compostas de camadas cristalina, paliçada e mamilar além das membranas interna e externa. Similaridades estruturais entre cascas de ovos de galinha e de ovos de avestruz têm sido evidenciadas por Christensen et al. (1996). Os autores não evidenciaram a camada cristalina, porém, além das camadas paliçada e mamilar, descreveram uma camada que denominaram de cônica, além de cutícula com rachaduras, poros ramificados e membranas.

Em cascas de ovos de emus Dauphin et al. (2006) (Figura 1 – A e 1 - B) evidenciaram a camada cristalina subdividida em duas: a primeira parte com deposição vertical de cristais de carbonato de cálcio e a segunda com alto conteúdo de matéria orgânica, seguida pela camada paliçada e a camada mamilar que está formada por unidades verticais que nascem desde os mamilos (Figura 1 – C), estrutura na qual se encontram os núcleos mamilares (Figura 1 – D), pontos de ancoragem das membranas da casca e de início da deposição do carbonato de cálcio. Em ovos de avestruz estes mesmos autores não evidenciaram a cutícula.



**Figura 1.** A – Imagem por MEV da casca de ovo de emu (setas sinalizando as diferentes camadas); B - imagem por MEV da casca de ovos de avestruz (setas sinalizando as diferentes camadas e poros); C – Esquema da ultraestrutura de ovos de emu. D – Imagem por MEV da camada mamilar de ovos de emu.

Os poros dos ovos de avestruzes e outras ratitas são ramificados (Figura 2) (CHRISTENSEN et al., 1996). Iniciam a ramificação na superfície interna da casca na camada mamilar, e continuam se ramificando até a superfície externa da casca do ovo na camada cristalina, onde se abrem em uma depressão. (SALES et al., 1996; CHRISTENSEN et al., 1996). A distribuição dos poros varia de acordo com a região do ovo, e igualmente como ocorre em outras espécies de aves, são mais numerosos na extremidade da câmara de ar e equador. A porosidade da casca é medida em  $\text{cm}^2$  e sua média para ovos de avestruzes é  $10,02 \text{ poros/cm}^2$ . (CHRISTENSEN et al., 1996).



**Figura 2.** A – Foto do poro do ovo de avestruz com suas ramificações por microscopia Eletrônica de Varredura; B – Esquema dos poros do ovo de avestruz, ema e galinha. (CHRISTENSEN et al., 1996).

Santos et al. (2007) no trabalho de pesquisa com ovos de avestruz, observaram que a deformidade da casca de ovos férteis afetou a viabilidade do embrião, e as alterações no formato do ovo quando associado às alterações de porosidade da casca, influenciaram na perda de água durante o processo de incubação. Os índices de eclodibilidade registrados por estes autores revelaram incubabilidade 50% menor em ovos de avestruz com baixa porosidade na casca, em comparação com os de alta porosidade, e no embriodiagnóstico os embriões de avestruz oriundos de ovos cujas características da casca comprometiam troca de gases, (baixa porosidade) apresentaram sinais de sufocamento.

Emara (2008) pesquisando a quantidade de poros em cascas de ovos de reprodutoras mais velhas (*Gallus domesticus*) observou maior número de poros e menor resistência à quebra nesses ovos quando comparado com ovos produzidos por reprodutoras mais jovens, Segundo Peebles & Brake (1985), todas essas características estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento e à mortalidade embrionária.

Em relação ao formato, os ovos de avestruz trincados e deformados apresentaram índices de eclodibilidade menores, mortalidade embrionária e contaminação maiores que os ovos normais (SANTOS et al., 2007).

## 2.2 Características Físico-químicas que Implicam na Qualidade Interna e Externa de Ovos

Como produto final, os produtores de ovos de galinha, relacionam qualidade do ovo principalmente em relação a peso, espessura da casca e alguns defeitos (como sujidades externas, cascas rachadas ou trincadas e manchas de sangue). Já os consumidores relacionam qualidade principalmente com características sensoriais como a cor da gema e da casca apesar de este julgamento ser empírico (ROSSI & POMPEI, 1995).

Entretanto, para a indústria, a qualidade está baseada na facilidade de retirar a casca e na facilidade de separação da gema e clara, além das propriedades funcionais e cor da gema, principalmente quando os ovos são encaminhados para confeitarias, padarias e indústrias de alimentos (POMBO, 2008). De acordo com Sgabieri (1996), estabeleceu que a qualidade de um alimento deve ser definida pela sua composição, suas propriedades nutricionais e funcionais.

A clara ou albúmen deve ser límpida, transparente, consistente, densa e alta, com pequena porção mais fluida. Estes aspectos caracterizam muito bem os ovos frescos. Com o decorrer do tempo, vai ocorrendo contínua decomposição do albúmen denso, aumentando a porção fluida que consiste em perda de altura, se espalhando com facilidade e alterando, inclusive, o seu grau de acidez (MACARI et al., 2013), o que pode provocar maior probabilidade de perda de nutrientes ou deterioração.

Uma medida de qualidade interna que é muito utilizada para avaliar a qualidade de ovos por sua fácil aplicação e correlação com a aparência do ovo é a Unidade Haugh (UH). (EISEN et al., 1962). Desta forma, um valor alto para Unidades Haugh está associado a um ovo de boa qualidade e ótimo tempo de armazenamento, assim como a redução nesses valores pode sinalizar armazenamento em altas temperaturas ou por longos períodos (BERARDINELLI et al., 2003).

Pletí et al. (2008) reportaram em ovos de avestruz valores de 110 na UH, após três dias de armazenamento em câmara fria, e Cervi (2014) reportou em ovos de emas valores de UH de 75,2, após 7 dias de armazenamento em câmara fria, evidenciando uma alta qualidade dos ovos nestas duas espécies. Os mesmos autores citados anteriormente observaram tanto em ovos de emas como em avestruzes um declínio dos valores de UH, com a progressão do armazenamento dos ovos.

Na porcentagem de gema e albúmen em relação ao peso total dos ovos, Takeuchi & Nagashima (2010) descreveram que em ovos produzidos por emus a proporção entre os componentes (albúmen/gema) foi 1:1, diferente ao descrito em outras espécies de ratitas como o avestruz, que calculando a relação (albúmen/gema) com os dados reportados por Christensen et al., (1996) dita relação é de 2:1, evidenciando que a porcentagem de albúmen em avestruzes duplica a porcentagem de gema.

A porcentagem de albúmen em ovos produzidos por emus foi descrita por Sales (2007) (29 a 47%), por Szczerbińska et al. (2014) (47,74%) e por Majewska et al. (2008) (44,11%). Em outras espécies de ratitas, Christensen et al. (1996) descreveram 53,9% e Szczerbińska et al. (2003) 58,8%; Cervi (2014) citou 59,5% em ovos de emas. Em relação à porcentagem de gema em ovos produzidos por emus foi descrito por Sales (2007) (41%), por Szczerbińska et al. (2014) (38,1%), e por Majewska et al. (2008) (41,94%). Em outras espécies de ratitas, Christensen et al. (1996) descreveram 26,7%, e Szczerbińska et al. (2003) 21,7%; Cervi (2014) citou 31,8% em ovos de emas.

O pH de ovos produzidos por avestruz com três dias de armazenamento em câmara fria, foi 8,9 e 6,2 para albúmen e gema, respectivamente (PLETI, 2008) e em ovos de emas armazenados por 7 dias em câmara fria foi 8,56 e 6,34 para albúmen e gema, respectivamente. Esses mesmos autores, observaram tanto em ovos de emas como em avestruzes, elevação do pH com a progressão do armazenamento dos ovos, Silversides & Scott (2001) concluíram na

sua pesquisa em ovos de galinhas, em quatro idades diferentes (25, 31, 45 e 59 semanas) e quatro tempos de estocagem (1, 3, 5 e 10 dias) que o pH dos ovos aumentou com o tempo de estocagem, mas não foi influenciado pela progressão de idade das aves.

Os critérios comumente utilizados para se avaliar a qualidade da casca baseiam-se nas medições do peso específico, espessura, resistência e relação entre o peso da casca e o peso do ovo (ORBAND & ROLAND SR, 1990).

O valor médio da espessura da casca pode ser obtido da mesma forma que em ovos de galinha, ou seja, amostras a partir da região equatorial do ovo ou ainda da média das regiões equatorial, e extremidades, sendo a extremidade oposta à câmara de ar mais espessa, (SALES et al., 1996; DI MEO et al., 2003), assim como ocorre em ovos de galinha. A média da espessura da casca em outras espécies de ratitas como em ovos de avestruzes foi de 2,00mm (SALES et al., 1996), 1,92mm (BROWN et al., 1996), 1,94mm (SAHAN et al., 2003) e 2,20mm (DI MEO et al., 2003). Gonzalez et al. (1999) em ovos de avestruz, definiram três classes de ovos de acordo com espessura: baixa (<1,7 mm), intermediária (>1,7 e ≤1,9 mm) e alta (>1,9 mm).

O uso de microscopia eletrônica de varredura (MEV) fornece informações relevantes sobre a ultraestrutura da composição da casca, e segundo Emara (2008), estas informações obtidas pelo MEV evidenciam o conceito de que as propriedades mecânicas da casca não deveriam ser definidas apenas pelas análises citadas anteriormente (peso específico, espessura, resistência e relação entre o peso da casca e o peso do ovo), o autor destacou que a microscopia eletrônica pode auxiliar na compreensão dos efeitos da qualidade da casca em diferentes situações como idade da matriz e rendimento de incubação, pois o MEV visualiza cada camada da casca de forma exata e minuciosa, propiciando uma acurácia na percepção de problemas que podem não ser detectados através dos métodos comumente utilizados na avaliação da qualidade da casca.

### **2.3 Incubação de Ovos de Ratitas**

Para efeito de incubação, os constituintes dos ovos de um modo geral, a casca com seus anexos (cutícula, membranas), albúmen e a gema assumem importantes funções que permitem ao embrião desenvolver-se de maneira adequada, com pouca possibilidade de sobrevida se ocorrerem alterações degenerativas ou deformatórias nestes constituintes. Essas alterações podem ocorrer, entre vários fatores, por manejo inadequado do ovo na pós-postura ou ainda devido a fatores nutricionais e patologias do aparelho reprodutor. É possível correlacionar as alterações observadas nas características físico-químicas externa e interna dos ovos aos problemas que as originaram e, assim, corrigir rapidamente os possíveis erros com o objetivo de minimizar as perdas durante a incubação (MACARI et al., 2013).

Para incubação artificial tanto em emus como em avestruzes os ovos devem ser recolhidos o mais rapidamente possível, a fim de reduzir as chances de contaminação proveniente dos ninhos. A permanência do ovo no piquete, durante a noite, provoca seu resfriamento, condensação do orvalho na superfície da casca e possível carreamento de agentes contaminantes para seu interior. Ovos de emu coletados pela manhã, que tinham passado a noite no piquete, tiveram 22,9% de contaminação, enquanto que nos ovos recolhidos durante à tarde a contaminação foi de 16,6% (VAN SCHALKWYK et al., 1999).

A temperatura de estocagem de ovos para incubação tanto de emus como avestruz, deve estar abaixo do zero fisiológico do desenvolvimento embrionário. A estocagem pré-incubação, por dois a nove dias, permite a maturação dos ovos, que consiste na eliminação de CO<sub>2</sub>, fluidificação e aumento do pH do albúmen, importantes ocorrências para um desenvolvimento embrionário adequado. O albúmen mais fluido facilita o movimento dos nutrientes para o blastoderma e auxilia na difusão de gases. A ausência de estocagem também pode comprometer a qualidade da ave recém-nascida, a taxa de eclosão ou a duração da incubação, pois não

possibilita o estabelecimento do gradiente do pH necessário à embriogênese e pode diminuir a aquisição de nutrientes e oxigênio pelo embrião antes do desenvolvimento dos anexos embrionários (BOLETI et al., 2003).

O armazenamento dos ovos de emus durante pelo menos três dias antes da incubação é um manejo que pode ser utilizado quando se deseja aumentar a carga de ovos para iniciar a incubação, sincronizando assim os nascimentos, a formação de lotes de filhotes e facilitando o manejo pós-eclosão. Há que se considerar que a perda de calor necessária antes do armazenamento vai ocorrer lentamente, em virtude do tamanho do ovo e por esse motivo o resfriamento pode ser demorado. Realizar esse procedimento em câmara fria com temperatura recomendada para ovos de emus, entre 15 a 20°C e 75 a 80% de umidade relativa durante no máximo nove dias. Ocorrendo a necessidade de um período maior de armazenamento, aconselha-se submeter os ovos a uma temperatura menor, entre 14°C a 15°C, no entanto, nessas condições pode ocorrer aumento da taxa de mortalidade embrionária. Após o armazenamento, realiza-se o pré-aquecimento dos ovos na sala de incubação à temperatura ambiente durante 12 horas, para evitar a ocorrência de choque térmico que causaria morte embrionária (HUCHZERMAYER, 2005).

A duração da incubação dos ovos de avestruzes é, em média, de 42 dias, variando de acordo com sua temperatura e estágio inicial de desenvolvimento do embrião (CARNEIRO, 2005). Os ovos, depois de reaquecidos a 25°C, são levados à incubadora com temperatura variando entre 36° a 36,9°C. Temperaturas mais baixas, como 35 a 35,5°C, aumentam o tempo da incubação para 44 a 47 dias, enquanto temperatura de 36°C relaciona-se com nascimentos com 41 a 42 dias (DEEMING et al., 1993). A temperatura necessária para incubar ovos de avestruzes é menor que em outras espécies, que varia de 37,5 a 37,8°C. Durante a segunda metade da incubação, o embrião aumenta seu metabolismo, produzindo calor adicional, que pode superaquecer a incubadora (DEEMING et al., 1993; HUCHZERMAYER, 2005).

A temperatura de incubação e seu intervalo ideal para ovos de emu foi determinada por medições diretas nos machos em choco. Nos EUA a temperatura usada artificialmente está entre 36,1°C a 36,4°C, para nascimentos entre 50 a 52 dias; na Nova Zelândia e Austrália entre 35,5°C a 35,8°C, com nascimentos entre 51 a 56 dias. O desenvolvimento embrionário é mais rápido em temperaturas elevadas obtendo nascimentos entre 47 a 48 dias. Com estas variações foi estabelecido que a faixa de temperatura adequada de incubação para ovos de emu é de 35,5°C a 36,9°C. A umidade relativa ideal requerida na incubação artificial é baixa comparada com ovos de galinha e oscila entre 20 a 35% (MINNAAR& MINNAAR, 1992). Ao contrário do que ocorre na incubação de ovos de galinhas, a incubadora e o nascedouro funcionam com as mesmas condições de temperatura e umidade.

De acordo com Huchzermeyer (2005), os ovos de emu devem ser incubados durante 48 a 51 dias com umidade relativa de 30 a 35%. A umidade relativa baixa na incubadora permite que o ovo perca aproximadamente 13% e 17% da sua massa por evaporação. Esta perda de peso é necessária para permitir que a câmara de ar atinja o tamanho correto. Insuficiente perda de peso provoca o nascimento de filhotes edematosos. Se os ovos tiverem perda de peso maior que a esperada, o filhote será incapaz de se mover dentro do ovo, dificultando a posição correta para o nascimento. Para controlar adequadamente esta variável os ovos devem ser pesados no início, durante o primeiro terço da incubação e durante a transferência. (HUCHZERMAYER, 2005).

O ângulo de rotação de 45° que é utilizado para viragem na incubação artificial de ovos de galináceos, não é apropriado para essa espécie. São obtidos melhores resultados adaptando-se bandejas de rotações de modo que girem 180° alternando a direção, pelo menos duas vezes ao dia, aumentando assim o número e viabilidade de nascimentos e reduzindo a ocorrência de filhotes com posição inversa no interior dos ovos (MINNAAR& MINNAAR, 1992).

A realização da ovoscopia com fins de determinar a transferência para o nascedouro é realizada a partir da quinta semana ou preferencialmente quando o feto realiza a bicagem

interna, que é a perfuração das membranas internas para o acesso à câmara de ar (CA). Nessa fase, observa-se a sombra do filhote que ocupa todo ovo, exceto a CA, onde é possível visualizar o filhote movendo o bico contra as membranas ou a membrana já perfurada. Nos dias 43 e 44, quando os fetos estão mortos, observa-se a mesma imagem da ovoscopia anterior, sem alteração no tamanho e forma da CA (DEEMING et al., 1993). Porém, a coloração escura da casca dos ovos de emu dificulta a visualização dessa ocorrência. Por esse motivo, recomenda-se garantir que a transferência seja realizada 48 dias após o início da incubação. O processo de eclosão pode durar 24 horas após bicagem da casca.

## 3 MATERIAL E METODOS

Localização, instalações, aves, dietas e formação dos grupos reprodutivos utilizados no presente experimento foram descritos no Capítulo I itens “3.1 Instalações e emus reprodutores”, 3.2 “Formação de grupos reprodutivos” e “3.3 Manejo dos animais”. No item 3.2 ressalta-se, que para o estudo das características físico-químicas dos ovos dos emus foram utilizados somente dois grupos reprodutivos: o grupo 1 composto de emus com 2 anos de idade, que iniciaram sua primeira estação reprodutiva e o grupo 3 composto de emus com 7 anos de idade. (Capítulo I, Tabela 4)

### 3.1 Coleta dos Ovos

Diariamente às 7 horas os ninhos em cada piquete foram inspecionados em procura dos ovos. Todos os ovos encontrados foram coletados e identificados, registrando o respectivo grupo reprodutivo, piquete e data de coleta. Os ovos foram conduzidos logo após a coleta ao LZO/CCTA/UENF para posterior avaliação das características físico-químicas.

### 3.2 Caracterização Físico-química

#### 3.2.1 Análise morfométrica dos ovos

As variáveis morfométricas avaliadas foram as seguintes: largura, comprimento, índice de forma e peso dos ovos.

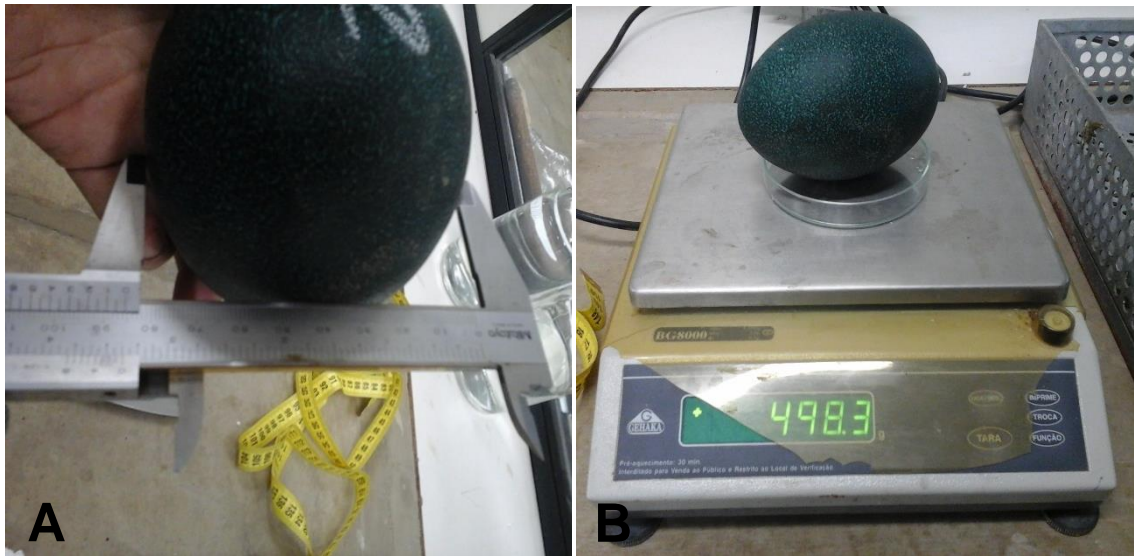
#### 3.2.2 Índice de forma

O índice de forma (IF) descrito por Sales et al. (1996) em ovos de emus foi utilizado como determinação da relação entre as medidas de comprimento do eixo maior e menor dos ovos. Dessa forma, foi estabelecido quais ovos se apresentaram esféricos ou elipsoides. Antes da quebra foram aferidas com auxílio de paquímetro manual com precisão de 0,01 mm (Figura 3 – A) as medidas de comprimento (mm) do eixo menor, por meio do comprimento do equador, e do eixo maior, por meio da medida do distanciamento entre os dois polos dos ovos e, assim, calculado o índice de forma (IF):

$$IF = \frac{\text{comprimento do eixo menor}}{\text{comprimento do eixo maior}} \times 100$$

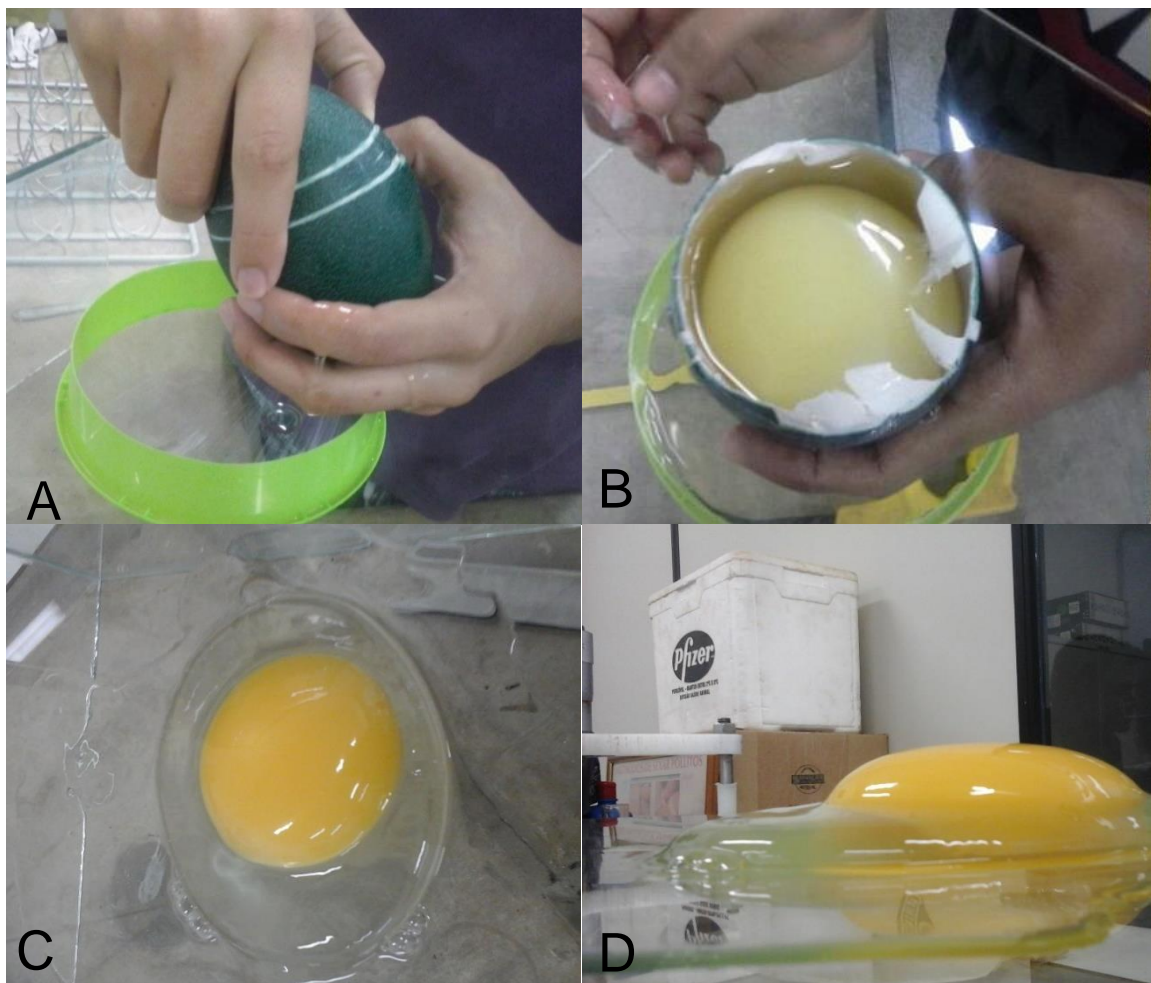
#### 3.2.3 Peso dos ovos

O peso dos ovos (g) foi aferido em balança digital com precisão de 0,01 g (Figura 3– B).



**Figura 3.** Análise morfométrica de ovos de emu. A – Medição da largura auxiliada com paquímetro manual; B – Pesagem dos ovos em balança digital.

Depois de serem avaliadas as variáveis morfométricas, os ovos foram quebrados em uma bancada com superfície de vidro para a caracterização físico-química (Figura 4).



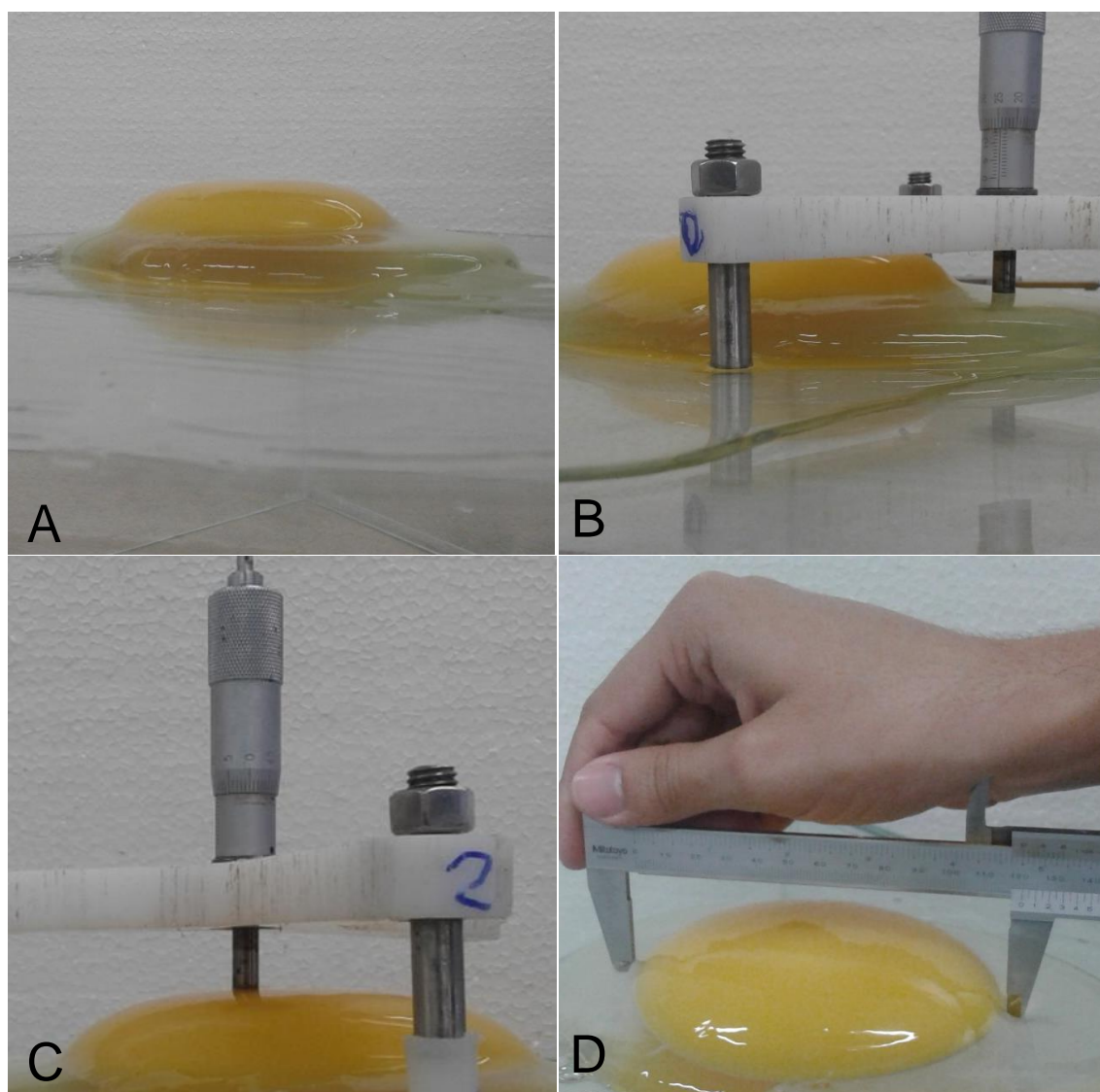
**Figura 4.** A – Ovo serrado com auxílio de um arco de serra manual; B – Ovo após rompimento das membranas da casca; C, D – Ovo despejado em bancada de vidro.



O procedimento de quebra dos ovos para observação e medição do conteúdo interno, foi realizado de forma diferente do que ocorre em ovos de galinha, que são geralmente quebrados na altura da calota maior. Nos ovos de emu, foi realizado um corte com auxílio de um arco de serra manual em toda a circunferência do equador do ovo (Figura 4-A), preservando as membranas da casca as quais não foram rompidas pelo arco no momento do corte e depois foram cuidadosamente rasgadas para em seguida o conteúdo interno dos ovos ser despejado na bancada de vidro, evitando que fossem formadas pontas de casca expostas que poderiam comprometer a integridade do albúmen denso e principalmente provocar o rompimento da membrana da gema (Figura 4- B, C e D).

### 3.2.4 Qualidade físico-química da gema e albúmen

Com o conteúdo interno dos ovos expostos na bancada de vidro (Figura 5 – A) foram avaliadas as características físico-químicas internas.



**Figura 5.** A, -Ovo na bancada de vidro; B -medição da altura do albúmen C –medição do diâmetro da gema; D – medição da altura da gema.

- Unidade Haugh: o peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g, e com o auxílio de um micrometro tripé, foi realizada a medida da altura do albúmen denso (mm) (Figura 5– B) na inserção da gema margeando as chalazas e calculada a unidade Haugh (EISEN et al., 1962) através da formula:

$$UH=100\log(H + 7,57 - 1,7w^{0,37})$$

Onde H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

- Índice de gema: o índice de gema foi calculado através da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura. A gema e o albúmen foram cuidadosamente separados e a altura da gema (mm) foi medida com o auxílio de um micrometro tripé, e o diâmetro (mm) com um paquímetro manual tomando como referência a inserção das chalazas, (Figura 5– D) e o índice determinado pela equação:

$$IG= \frac{\text{Diâmetro da gema (mm)}}{\text{altura da gema (mm)}}$$

- Percentagem dos componentes do ovo: após a quebra dos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g, e as cascas lavadas para retirar os resquícios de albúmen e, secas em temperatura ambiente por 24 horas, para posterior obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi calculado pela equação:

$$\text{Peso do albumen} = \text{peso do ovo (g)} - (\text{peso da gema} + \text{peso da casca})$$

Posteriormente foram calculadas as porcentagens dos componentes do ovo (albúmen e gema) que foram estabelecidas em relação ao peso total do ovo.

- Pigmentação da gema: foi avaliada por meio do leque colorimétrico da Roche (Figura 6), cuja intensidade de pigmentação varia do amarelo claro ao laranja em uma escala de 1 a 15, sendo 1 referente ao amarelo mais claro e 15 ao laranja mais intenso.



**Figura 6.** Pigmentação da gema avaliada por meio do leque colorimétrico da Roche.

- pH da gema e do albúmen: amostras de aproximadamente 30 ml de gema e de albúmen foram coletadas separadamente e distribuídas em tubos de 50 ml, logo após coleta foi

medido o pH, com auxílio de um medidor de pH digital de Bancada, para Soluções Aquosas Mpa-210.

### 3.2.5 Caracterização da casca

A caracterização física da casca se considerou a medida de espessura avaliada por micrometro e por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Antes das avaliações, as cascas foram lavadas na superfície interna com água corrente até retirar totalmente o albúmen e posteriormente foram secas por 24 horas à temperatura ambiente.

- Espessura da casca avaliada pelo micrometro: foi realizada a partir da leitura da espessura (mm) de dois fragmentos da zona equatorial da casca com micrômetro digital de pressão Mytutoyo® obtendo-se a média entre esses valores (Figura 7).



**Figura 7.** Espessura da casca aferida utilizando-se um micrômetro digital de pressão.

- Porcentagem da casca: as cascas foram pesadas (g) em balança digital e calculada a porcentagem de casca (%) pela relação do peso da casca (g) e o peso total do ovo (g).
- Área total da superfície da casca do ovo (ATC): foi estimada a partir da equação (SAHAN et al., 2003):

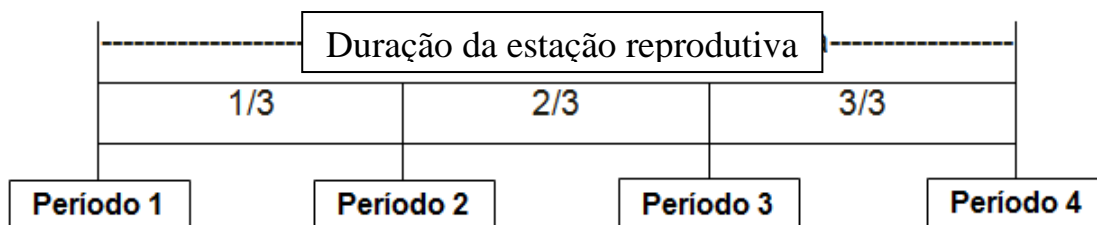
$$ATC (cm^2) = 4,835 \times W^{0,662}$$

- Volume da casca (VC): foi estimada pela equação descrita por Christensen et al., (1996):  
$$VC (cm^3) = ATC (cm^2) \times \text{espessura da casca (cm)}$$

### 3.2.6 Espessura da casca avaliada por MEV

Para análise por MEV, foram coletadas 24 amostras de casca por grupo, sendo que a seleção de amostras de casca excepcionalmente para essa avaliação foi realizada de forma diferente à que ocorreu nas outras análises da casca. Para essa coleta, foi necessário dividir a

duração da estação reprodutiva em quatro períodos de coleta, da seguinte forma: período 1 (início da produção), período 2 (primeiro terço da produção), período 3 (segundo terço da produção) e período 4 (final da produção) (Figura 8). De modo que, coletando-se 6 amostras de casca de cada um desses períodos, foi possível obter amostras de casca representativas ao longo da estação produtiva de cada grupo.



**Figura 8.** Esquema da divisão da amplitude da estação reprodutiva em períodos para coleta de amostras das cascas analisadas por MEV.

Fragmentos de aproximadamente 12 cm<sup>2</sup> da região equatorial, das cascas juntamente com suas membranas, foram identificados, desidratados em estufa a 105° por 2 horas e armazenados em sacolas plásticas durante 3 meses. (Figura 9). Após esse período, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Biologia Celular e Tecidual (LBCT) do Centro de Biociências e Biotecnologia (CBB) da UENF, onde foram processadas para posterior observação pelo MEV da marca e modelo Hitachi TM 3000, em modo BSE COMPO, com aceleração de 5 KV e distância de trabalho de 4,8 mm.



**Figura 9.** Amostra de casca de ovo para análise por MEV.

Com auxílio de uma pinça os fragmentos armazenados foram subdivididos em três partes de aproximadamente 0,5 cm<sup>2</sup>, os quais foram acomodados em posição vertical em *stubs* de alumínio com auxílio de fitas de carbono dupla face. Os fragmentos já posicionados nos *stubs* foram metalizados com uma camada de ouro depositada no vácuo, aumentando assim a capacidade da amostra para gerar mais elétrons secundários. As imagens das camadas da casca do ovo e membranas da casca foram registradas em aumento de 200x. O comprimento de cada

camada foi mensurado em dois pontos com o auxílio do software *Image J*®, e foi calculada a média.

### **3.2.7 Porcentagem de matéria mineral da casca do ovo**

Foi avaliada a porcentagem de matéria mineral da casca do ovo com base na matéria seca. A partir dos mesmos ovos coletados para a análise pelo MEV, foram retirados fragmentos de casca, da região equatorial dos ovos até completarem o peso de 10 g. e posteriormente foram armazenados em sacos plásticos à temperatura ambiente por 10 meses e após esse período encaminhados para o laboratório de bromatologia do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens (DNAP) do Instituto de Zootecnia (IZ)/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) onde foram submetidos à análise química de acordo com os métodos oficiais de análise da “Association of Official Agricultural Chemists” (AOAC international, 1995) para determinação de: matéria seca (MS) (metodologia 930.15) e cinzas totais (metodologia 942.05).

### **3.3 Análise Estatística**

Para verificar os efeitos da idade dos reprodutores (1 grau de liberdade) sobre as variáveis de caracterização físico-química dos ovos de emu, durante o período de postura, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento MIXED do SAS (Versão 9.0). O piquete para alojamento dos reprodutores foi considerado um fator de covariância. Devido às diferenças significativas dos efeitos das idades sobre as variáveis avaliadas, os dados foram submetidos a contrastes ortogonais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variáveis Morfométricas

As variáveis morfométricas dos ovos de emus dos diferentes grupos reprodutivos estão descritas na tabela 3.

**Tabela 3.** Medias das variáveis da morfometria de ovos de emu entre os diferentes grupos de idade.

Grupo	Idade	n	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Peso (g)	Índice de forma (%)
1	2	49	83,06±0,39b	118,14±0,64b	517,28±7,40b	70,33±0,21a
3	7	51	85,88±0,36a	126,25±0,42a	587,93±6,05a	68,05±0,32b
<b>Valor de P</b>			<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,007

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si. (Significância 0,05)  $P \leq 0,05$ .

#### 4.1.1 Largura e comprimento

A idade reprodutiva dos grupos influenciou as medidas morfométricas de largura e comprimento de modo que os ovos produzidos pelo grupo de menor idade reprodutiva (Grupo 1) foram os que apresentaram menor largura e comprimento.

As médias de largura e comprimento neste trabalho foram menores ao reportado na literatura em ovos de um grupo de emus em cativeiro na Austrália Ocidental, que apresentaram largura de 130 mm e comprimento de 90 mm (SALES, 2007). E, em ovos de emas criadas em cativeiro no estado de Goiás Brasil de 176,8 e 89,4 mm, respectivamente (DI CAMPOS et al., 2005).

#### 4.1.2 Peso dos Ovos

A idade reprodutiva dos grupos influenciou o peso dos ovos de modo que os ovos mais leves foram produzidos pelo grupo mais jovem e os mais pesados pelo grupo de idade mais avançada. Este resultado foi semelhante ao reportado por Senthilkumar et al. (2014) e Szczerbińska et al. (2003), que observaram que o peso dos ovos em emus foi maior após a primeira estação reprodutiva. O mesmo ocorre em galinhas, onde quanto maior a idade da matriz, maior é o peso do ovo (ROCHA, 2007; SANTOS et al., 2011).

O peso dos ovos produzidos pelos grupos reprodutivos (Tabela 3) foi similar ao de uma população em cativeiro de emus na Austrália Ocidental que oscilou entre 450 a 637 g. (SALES, 2007). Dzialowski & Sotherland (2004) observaram em um grupo de fêmeas de emus no Texas (Estados Unidos) entre 3 e 7 anos, pesos dos ovos com média de 586,78. Senthilkumar et al. (2014) reportaram em ovos de emus média de peso menores (488,98 g) e Szczerbińska et al. (2003) maiores (561,7 g) em emus de dois anos de idade. Esses mesmos autores, em aves de sete anos de idade, observaram médias de peso maiores em torno de (593 g a 594,8 g).

Comparado com os dados de outras ratitas, Di Campos et al. (2005) encontraram média de 608,93 g em ovos de emas no estado de Goiás, Brasil.

#### 4.1.3 Índice de forma (IF)

A idade reprodutiva dos grupos influenciou esse índice de modo que o maior IF foi observado nos ovos mais leves e que foram produzidos pelo grupo reprodutivo mais jovem. O menor IF foi determinado nos ovos mais pesados e que foram produzidos pelo grupo de idade mais avançada. Os valores do índice de forma se comportaram dentro do informado por Senthilkumar et al. (2014) obtidos de uma população de fêmeas com idade entre três e nove anos de idade, e foram maiores, ao relatado por Sales (2007), em uma população em cativeiro de emus na Austrália Ocidental.

Segundo Altunta & Sekeroglu (2008), a força de quebra em ovos de galinha foi altamente dependente do índice de forma, sendo necessária uma maior força para quebrar a casca dos ovos que apresentaram valores maiores desse índice. Comparando o IF dos ovos deste trabalho com outras espécies de ratitas, Oliveira (2006), reportou IF maior em ovos de avestruz e Di Campos et al. (2005) relataram IF menor em ovos de ema.

## 4.2 Caracterização Físico-química de Gema e Albúmen

As características físico-químicas dos ovos de emus entre os grupos reprodutivos de diferentes idades foram descritas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Características físico-químicas de ovos de emu entre os grupos reprodutivos de diferentes idades.

Grupo	Idade	n	Unidade Haugh	Índice de Gema	Peso da Gema (g)	% Albúmen	% Gema	Cor da gema	pH Gema	pH Albúmen
1	2	32	74±4,3a	0,25±0,0a	191±4b	47,5±0,3a	38,7±0,3b	2,48±0,1a	6,56±0,0a	7,82±0,05a
3	7	23	83±4,5a	0,20±0,0b	250±5a	48,4±0,4a	40,1±0,5a	2,34±0,0a	6,54±0,0a	7,92±0,04a
<b>Valor de P</b>			0,0628	<0,0001	<0,0001	0,1541	0,0285	0,2926	0,7496	0,0512

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si. (Significância 0,05) P≤0,05.

#### 4.2.1 Unidade Haugh

A idade não influenciou os valores de UH dos ovos de emu. Em galinhas, os valores da UH pioram com a idade (WILLIAMS, 1992; CARVALHO et al., 2007; RAMOS et al., 2007), entre outros fatores porque produzem ovos sem pausa até o descarte. Porém, a UH pode melhorar após a muda forçada que se constitui em um período de descanso do aparelho reprodutor. Em emus, o período de descanso natural do aparelho reprodutor ocorre entre 8 a 9 meses, entre as estações reprodutivas. Esse intervalo de parada de produção, entre outros fatores, que ocorreram neste estudo, pode ter influenciado na manutenção dos altos valores de UH, tanto nos ovos produzidos por emus mais jovens como nos mais velhos, indicando que o período de descanso natural em emus, manteve de forma satisfatória os valores da UH, já que de acordo com a classificação de ovos de galinha (USDA, 2009) quando o valor de UH é maior do que 72 a qualidade do ovo é considerada excelente. Esses resultados foram similares ao

observado por Cervi (2014) em ovos de emas (75) e inferiores quando comparado com o observado por Pleti et al. (2008) em ovos de avestruz (110). Não foram encontrados na literatura relatos de valores de UH em ovos de emus.

#### **4.2.2 Peso e índice de gema**

Em relação ao peso da gema, a idade dos emus influenciou esta variável, de forma que o menor peso foi observado nos ovos produzidos pelas aves do grupo 1 que estavam iniciando sua fase reprodutiva. Santos (2007) observou um aumento de 15,29% no peso da gema de ovos de matrizes pesadas mais velhas, quando comparado com aves mais jovens. Dzialowski & Sotherland (2004) reportaram que um grupo de fêmeas de emus entre 3 e 7 anos de idade, produziu ovos com peso médio da gema de 237 g, maior que o reportado neste trabalho. O peso da gema em ovos de outras ratitas tais como avestruz varia em torno de 330,9 g e 179,5 g em ovos de emas (SZCZERBIŃSKA et al., 2014).

A idade influenciou o IG dos ovos de emus. O grupo 1 com aves mais jovens e em sua primeira fase reprodutiva apresentou ovos com maior valor enquanto o grupo de aves mais velhas demonstrou o menor valor. O índice de gema reportado em ovos de emus em cativeiro, foi de 0,37 (AL OBAIDI & SHAHRAZAD, 2015), em ovos de emus de 3 e 9 anos de idade apresentou valores de 0,28 a 0,33 (SENTHILKUMAR et al., 2014), em emus de 5 anos de idade valores de 0,26 (SZCZERBIŃSKA et al., 2014), em ovos produzidos por emus em estado de cativeiro foi de 0,17 (SALES, 2007).

Em ovos frescos de galinha Ordonéz (2005) relatou que IG abaixo de 0,25 indica alta fragilidade da gema. No presente estudo, considerando que em todos os grupos essa variável apresentou valores baixos, quando comparado com ovos de galinha, foi possível correlacionar esses valores à alta fragilidade observada na membrana da gema que provocou rompimento frequente desse constituinte, durante a sua manipulação na análise para a caracterização dos ovos.

#### **4.2.3 Porcentagem do albúmen e gema**

A idade não influenciou as médias da porcentagem de albúmen. Similar ao descrito por Majewska et al. (2008), que não encontraram diferença entre a porcentagem de albúmen em um grupo de emus em três diferentes idades (5, 6 e 7 anos) e contrário ao descrito em ovos de galinhas onde o aumento da idade influenciou, diminuindo a porcentagem de albúmen dos ovos (CARVALHO et al., 2007; ROCHA, 2007).

A porcentagem de albúmen reportada neste trabalho foi similar à descrita em emus por Sales (2007) (29 a 47%) e Szczerbińska et al. (2014) (47,74%) e foi maior quando comparada à reportada por Majewska et al. (2008) (44,11%). Foi menor quando comparado com ovos de galinhas e de outras espécies de ratitas, como avestruz, descrito por Christensen et al. (1996) (53,9%) e Szczerbińska et al. (2003) (58,8%). Cervi (2014) descreveu em emas 59,5%, e Carvalho et al. (2007) descreveram 64,83 % em galinhas.

A idade influenciou as médias da porcentagem de gema de ovos de emus. Da mesma forma ao descrito em ovos de galinhas em que o aumento da idade influencia, aumentando a porcentagem de gema do ovo (CARVALHO et al., 2007; ROCHA, 2007). Contrário ao reportado por Majewska et al. (2008), que não encontraram diferença entre as porcentagens de gema em um grupo de emus com três diferentes idades (5, 6 e 7 anos). Os valores da porcentagem de gema se comportaram dentro do informado por Szczerbińska et al. (2014) (38,1%), por Sales (2007) (41%) e por Majewska et al. (2008) (41,94%). Porém, foram maiores (26,7%) quando comparado com outras espécies de ratitas, tais como avestruz, descrito por



Christensen et al. (1996) e por Szczerbińska et al. (2014) (21,7%) emas (31,8%) e galinhas (26,10 %), Cervi (2014) (ROCHA et al., 2009), respectivamente. Essa alta proporção de gema em relação ao peso do ovo, foi observada por Takeuchi & Nagashima (2010), que descreveram que em ovos de emus a proporção de albúmen e gema é de 1:1. Assim, possivelmente este seja um dos fatores que implicaram na alta fragilidade de rompimento dessa estrutura conforme observado neste estudo.

#### **4.2.4 Cor da gema**

A idade reprodutiva não influenciou a cor da gema dos ovos produzidos. Concordando com os resultados reportados por Majewska et al. (2008), que não observaram diferença na cor da gema em ovos produzidos por emus de três diferentes idades (5, 6 e 7 anos). Esses autores produziram os emus fornecendo dietas com cevada, milho (15%), aveia, farelo de soja e farelo de trigo sem adição de pigmentantes e utilizando a escala Roche observaram valores baixos (4,81) de intensidade de pigmentação da gema, porém maiores que os encontrados no presente estudo onde apesar dos emus receberem dieta com 54,08% de milho e serem criados com livre acesso à pastagem produziram ovos com gemas extremamente pálidas (2,41), pois de acordo com Lesson & Summers 1997, ovos com coloração de gema entre 7 a 8 pontos na escala Roche são classificados como tipo A. E, considerando ainda que, ovos produzidos por aves criadas em sistemas alternativos podem apresentar gemas mais pigmentadas, em virtude do acesso a piquetes dotados de forragens verde e outros vegetais ricos em carotenoides (Rizzi e Marangon, 2012) esperava-se produção de ovos com gemas mais pigmentadas. No entanto, não foi possível elucidar os motivos dessa ocorrência.

#### **4.2.5 pH da gema e albúmen**

A idade não influenciou as médias do pH da gema e albúmen de ovos de emus. O pH da gema foi, mais alcalino do que o reportado em gemas produzidas por emas, avestruz e galinhas que oscilam na faixa de 6,34 (CERVI, 2014), 6,20 (AQUINO et al., 2008) e 6 (ORDONÉZ,2005), respectivamente. E, o pH do albúmen mais ácido do que o reportado em albúmen produzido por emas e avestruz que oscilam na faixa de 8,56 (CERVI, 2014) e 8,05 (AQUINO et al., 2008), respectivamente, mas foi similar ao pH do albúmen de ovos de galinha de 7,8 (ORDONÉZ,2005). Portanto, concordando pelo reportado por Silversides & Scott (2001), que concluíram na sua pesquisa que, em ovos de galinhas, em quatro idades e quatro tempos de estocagem, o pH dos ovos é influenciado pela estocagem dos mesmos e não pela idade das aves.

### **4.3 Caracterização da casca**

As características físico-químicas da casca de ovos de emu entre os grupos reprodutivos de diferentes idades estão apresentadas na Tabela 5.

#### **4.3.1 Peso da casca**

O peso da casca não foi influenciado pela idade reprodutiva das aves (Tabela 5). Este padrão de comportamento corrobora com o observado em ovos de galinhas como o reportado por Santos et al. (2007), que em um estudo com galinhas marrons não observaram diferenças no peso da casca entre aves jovens e velhas. Em galinhas, ocorre menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área, sendo que independente da progressão da idade a quantidade de

cálcio mobilizada para a formação da casca é a mesma (SANTOS et al., 2007). Majewska et al. (2003) relataram o peso da casca de ovos de emus na primeira estação reprodutiva (dois anos de idade) com média de 57,4 g. Em casca de ovos de avestruz, Christensen et al. (1996) observaram peso de 245 g.

**Tabela 5.** Características físico-químicas da casca de ovos de emu entre os grupos reprodutivos de diferentes idades.

Grupo	Idade	n	WC (g)	ESC (mm)	PC (%)	ATC (cm <sup>2</sup> )	VC (cm <sup>3</sup> )
1	2	48	68,67±0,87a	1,156±0,008a	13,30±0,12a	302,28±2,86a	34,96±0,38a
3	7	50	69,07±0,75a	1,063±0,008b	11,72±0,09b	329,87±2,17b	35,08±0,35a
<b>Valor de P</b>			0,1399	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4068

Peso da casca (WC), espessura da casca (ESC), porcentagem da casca (PC), área total da casca (ATC) e volume da casca (VC). Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si. (Significância 0,05) P≤0,05.

#### 4.3.2 Espessura da casca

A espessura da casca avaliada pelo micrometro foi influenciada pela idade dos emus. O grupo reprodutivo mais velho produziu ovos com menor espessura (Tabela 5), em decorrência da maior idade das aves, pois produziram ovos mais pesados e, portanto, com menor espessura como ocorre em galinhas que à medida que envelhecem, o peso do ovo aumenta e o peso da casca não aumenta na mesma proporção (BARBOSA et al., 2012), visto que, independente da progressão da idade a quantidade de cálcio mobilizada para a formação da casca é a mesma inferindo em uma menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área da casca (BRAKE, 1996). Senthilkumar et al. (2014), estudando um mesmo grupo de fêmeas de emu durante sete estações reprodutivas consecutivas não encontraram diferenças na espessura da casca, assim como Majewska et al. (2008), pesquisando a espessura da casca de ovos de emus não observaram diferença em três diferentes idades (5, 6 e 7 anos) estudadas.

Os resultados do presente trabalho, foram condizentes com a espessura da casca de ovos de emus reportado por Majewska et al. (2008) na faixa de 1,17 mm e Senthilkumar et al. (2014) de 1,07 a 1,16 mm, e foram maiores quando comparado ao reportado por Sales (2007) (0,45 a 1,10 mm); e menores ao reportado por Szczerbińska et al. (2014) na faixa de 1,22mm.

A espessura de cascas de ovos de emus na presente pesquisa foi diferente ao reportado em outras espécies de ratitas, em virtude da diferença de tamanho dos ovos. Foi menor ao valor descrito em avestruzes por (PLETI, 2008) (1,95 mm), (SZCZERBIŃSKA et al., 2014) (2,13mm) e (GAMBA et al., 2012) (1,77mm). Da mesma forma foi menor comparado com a espessura da casca de ovos de emas 1,22 mm (CERVI, 2014), e maior comparado com o descrito por Di Campos et al. (2005) de 0,85mm.

#### 4.3.3 Porcentagem da casca

A porcentagem de casca foi influenciada pela idade dos diferentes grupos reprodutivos. O grupo 1 que estava em início da fase reprodutiva apresentou ovos com maior valor. (Tabela 5). Esse resultado foi dependente do peso do ovo dos emus, evidenciando que ovos mais leves produzidos pelos emus mais jovens, apresentaram maior porcentagem de casca e os mais pesados produzidos pelos emus mais velhos, menor porcentagem. Isto também ocorre em ovos

de galinhas conforme reportado por Ferreira (2008) que, em um estudo com ovos de galinhas marrons observou diferença na porcentagem da casca quando comparou ovos do mesmo lote de galinhas com 35 semanas (15,35%) e 70 semanas (12,85%) de idade.

Majewska et al. (2008), observaram que a porcentagem da casca de ovos de emus, não foi influenciada pelas três diferentes idades (5, 6 e 7 anos) estudadas, assim como também, não encontraram diferenças em relação ao peso dos ovos. As médias da porcentagem da casca (%) de ovos de emus foi similar ao reportado na mesma espécie, por Sales (2007) (13 a 18 %) e Majewska et al. (2008) (13,96%). A porcentagem da casca de ovos de emus foi menor do que o reportado em outras espécies de ratitas, tais como o reportado em cascas de ovos de avestruz por Christensen et al. (1996) (16,48 %) e em cascas de ovos de emas por Cervi (2014) (15,1%).

#### **4.3.4 Área total da casca**

A idade dos grupos reprodutivos influenciou a área total da casca (cm<sup>2</sup>) dos ovos de emu. O grupo 3 apresentou os ovos com maior valor, seguido pelo grupo 1 que teve o menor valor (Tabela 5). O padrão de diferença desta variável foi o mesmo do observado no peso do ovo (Tabela 3), já que esta variável está correlacionada com o mesmo, mostrando que esta variável foi influenciada da mesma forma que o tamanho do ovo, ou seja, pela idade das aves.

As medidas da área total da casca (cm<sup>2</sup>) de ovos de emus foram similares ao descrito na mesma espécie, por Sales (2007) (337 cm<sup>2</sup>). Não se realizou comparações entre outras espécies já que esta variável é influenciada diretamente pelo tamanho dos ovos.

#### **4.3.5 Volume da casca**

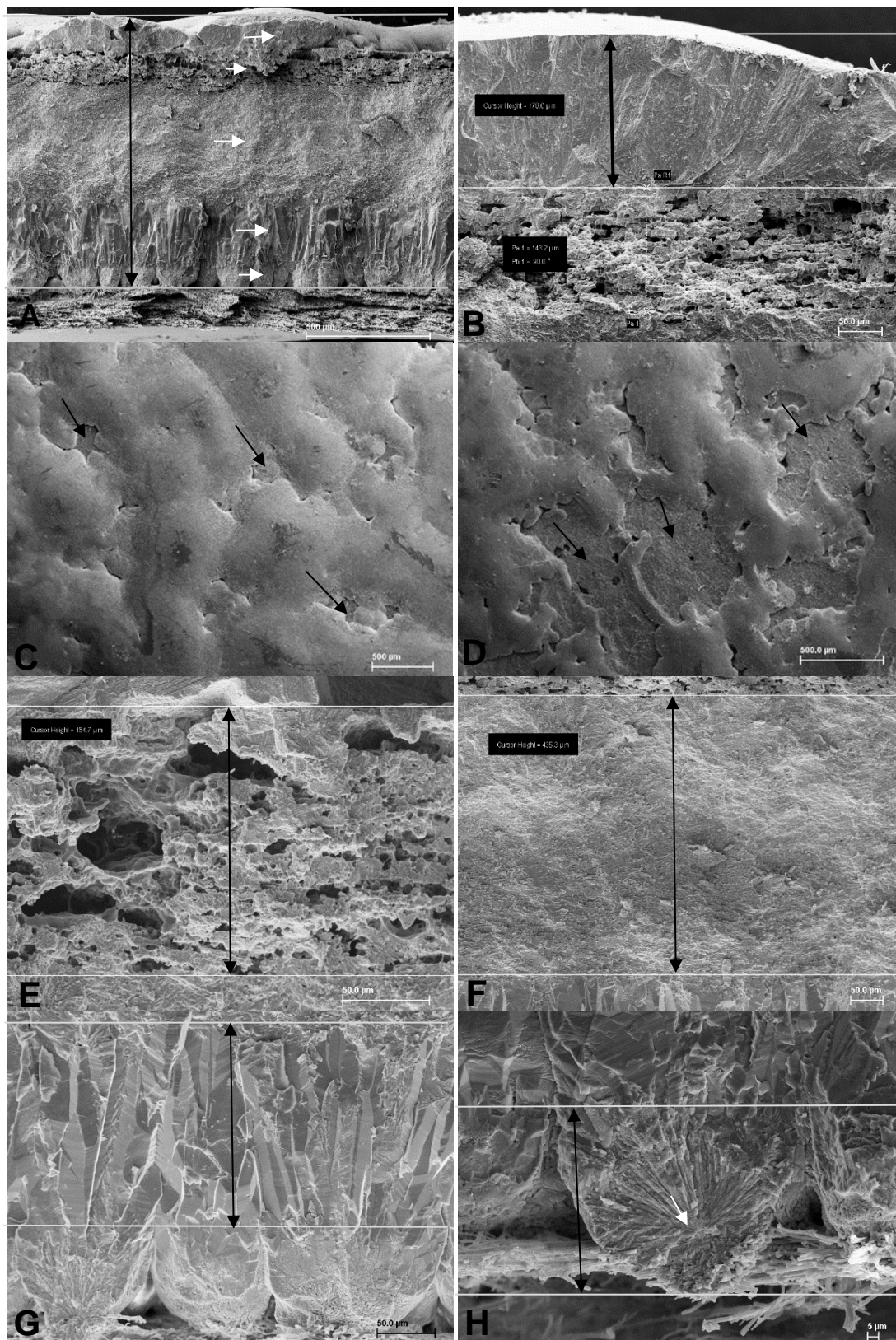
O volume da casca não foi influenciado pela idade dos emus, da mesma forma que o tamanho do ovo e peso da casca pela idade das aves.

As medidas do volume da casca (cm<sup>3</sup>) de ovos de emus foram similares ao descrito por Sales (2007) (37,07 cm<sup>3</sup>). Não se realizou comparação entre outras espécies pelo mesmo motivo supracitado no item anterior.

#### **4.3.6 Avaliação da casca pela microscopia eletrônica de varredura**

Na avaliação da ultraestrutura da casca de ovos de emu, pela microscopia eletrônica de varredura (MEV), foram estabelecidas as camadas da casca (Figura 10-A), identificadas pelas diferentes formas de deposição dos cristais de carbonato de cálcio, de acordo com a descrição realizada em cascas de ovos de avestruz por Christensen et al. (1996), emu e avestruz por Dauphin et al. (2006) e de galinhas (BARBOSA et al., 2012; HINCKE et al., 2012).

No presente estudo, foram definidas, pela visualização da casca pelo MEV um maior número de camadas em relação ao reportado por Dauphin et al. (2006) em cascas de ovos de emus, que descreveram a camada cristalina em cascas de ovos de emus subdividida em duas: uma com deposição vertical de cristais de carbonato de cálcio e a outra com alto conteúdo de matéria orgânica.



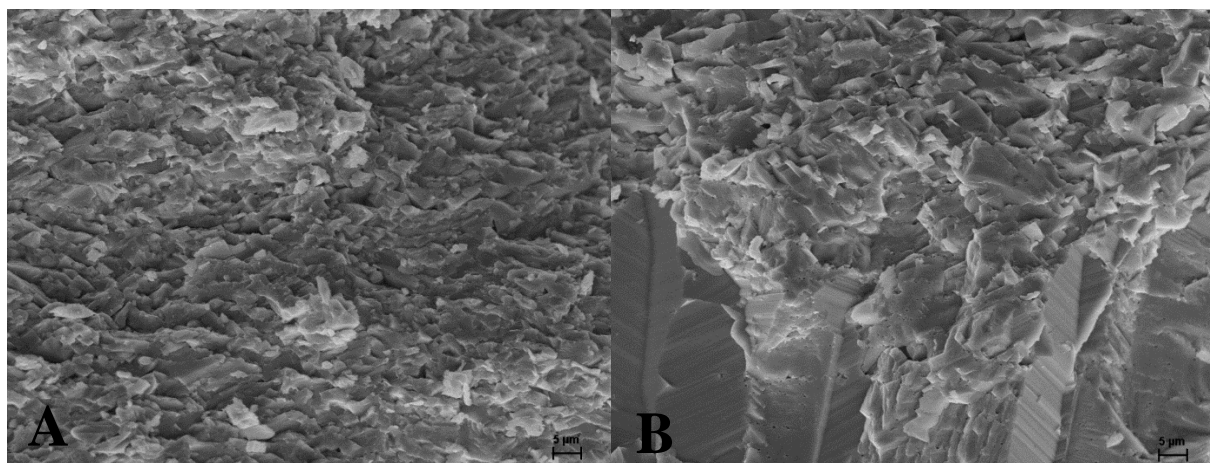
**Figura 10.** Ultraestruturas da casca de ovos de emu (*Dromaius novaehollandiae*) por MEV. A – Espessura total da casca do ovo (seta preta) e diferentes camadas (setas brancas), B – Camada cristalina (seta); C – Camada cristalina; C e D– Superfície externa da camada cristalina, setas indicando áreas sem deposição; E – Camada porosa (seta); F – Camada paliçada; G – Camada supramamilar; H –camada mamilar (seta preta), e ponto inicial da calcificação do ovo (seta branca).

Assim como, camada paliçada; camada mamilar, formada por unidades verticais que nascem desde os mamilos, estrutura na qual os autores evidenciaram os núcleos mamilares, pontos de ancoragem das membranas da casca e de início da deposição do carbonato de cálcio. Portanto, tomando por base a camada cristalina na superfície da casca foram observadas cinco camadas na casca dos ovos de emus (Figura 10-A), denominadas de camada cristalina, porosa, paliçada, supramamilar e mamilar. Em cascas de ovos de galinha, a literatura (BARBOSA et al., 2012; HINCKE et al., 2012; MACARI et al., 2013), descreveu as camadas cristalina, paliçada e mamilar. A camada cônica não tem sido reportada em cascas de ovos dessa espécie, porém é citada em casca de ovos de avestruz (CHRISTENSEN et al., 1996).

A camada cristalina (Figura 10-B) foi depositada de forma incompleta e irregular na superfície da casca dos ovos de emus (Figura 10-C e 10-D), diferente ao reportado em ovos de galinha (BARBOSA et al., 2012), em que é depositada de forma regular em toda a superfície da casca. Além disto, foi observado que o padrão de deposição desta foi diferente entre os ovos, evidenciada pelas pequenas áreas com deposição incompleta na Figura 10-C e áreas mais extensas sem deposição na Figura 10-D.

A camada porosa (Figura 10-E) em cascas de ovos de emu, anteriormente não era descrita individualmente, mas sim junto com a cristalina conforme Dauphin et al. (2006). No presente estudo, a visualização pelo MEV, permitiu evidenciar uma grande diferença na estrutura dessa camada em relação a deposição dos cristais de carbonato de cálcio, e a alta concentração de material orgânico, resultando em uma camada altamente porosa, possibilitando assim, descrevê-la como mais uma camada da casca nessa espécie.

A camada paliçada (Figura 10-F) foi delimitada na parte superior pela camada porosa e na inferior pela camada supramamilar, sendo identificada como a de maior espessura das cinco descritas neste trabalho. Foi possível observar um arranjo de cristais amorfos de carbonato de cálcio com porosidade entre eles (Figura 11-A), além disto, na proximidade à camada supramamilar estes arranjos dos cristais de cálcio, tornam-se mais densos e aumenta o número dos espaços entre os cristais de cálcio (Figura 11-B).



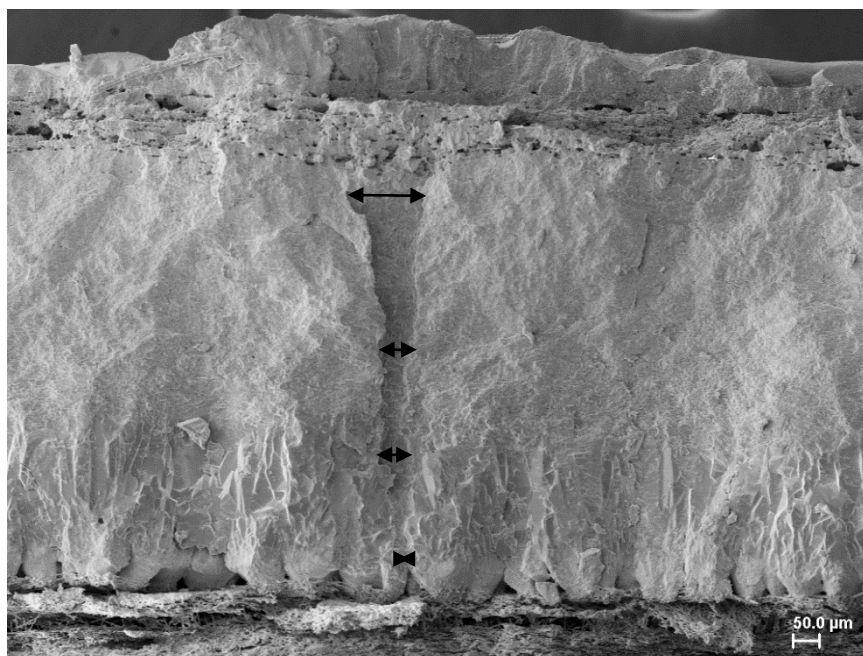
**Figura 11.** Camada paliçada; A- cristais amorfos de carbonado de cálcio com porosidade; B- limite com a camada supramamilar.

A camada mamilar foi descrita como uma só camada em casca de ovos de emus por Dauphin et al. (2006). No presente estudo, essa camada foi desmembrada em duas: camada supramamilar (Figura 10-G) e mamilar (Figura 10-H) e descritas separadamente com diferentes denominações conforme supracitado, em virtude da grande diferença estrutural entre elas. Essa separação foi realizada com base na ocorrência de uma deposição altamente compacta dos

cristais de cálcio, pressupondo uma aparência altamente dura (Figura 10-G) na camada superior e por isto denominada supramamilar.

Não foi possível observar cutícula na casca dos ovos de emu do presente trabalho. A análise da casca foi realizada três meses após a postura dos mesmos. Sabe-se que a cutícula tem sobrevida curta, dependendo da espécie podendo servir de alimento para bactérias que povoam a casca de ovos em galinhas (RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2013). No entanto, a possibilidade de que essa estrutura tenha desaparecido durante o período de estocagem das cascas não foi avaliada na presente pesquisa. Dauphin et al. (2006) também não encontraram a cutícula em casca de ovos de emus e de avestruz. Entretanto, Christensen et al. (1996) reportaram presença de cutícula com rachaduras envolvendo a superfície da casca de ovos de avestruz.

Os poros foram visualizados, assim como anteriormente descritos por Dauphin et al. (2006). Na Figura 12 apresenta-se uma estrutura caracterizada pela falta de deposição mineral, que atravessa grande parte da espessura da casca, a qual se define como poro.



**Figura 12.** Poro na casca de emu (*Dromaius novaehollandiae*) por MEV (setas indicando a largura do poro).

Os poros observados neste trabalho apresentaram forma cônica, com a abertura mais afunilada na camada mamilar e a abertura de maior diâmetro fusionada à camada porosa. Na camada cristalina e na superfície externa da casca não foi observada a continuidade dessas estruturas. Não foi possível observar a presença de ramificação dos poros das cascas dos ovos dos emus, muito embora a literatura relate ramificações em casca de ovos de avestruz. (CHRISTENSEN et al., 1996). Essa ocorrência ainda precisa ser mais bem pesquisada, por meio da microscopia eletrônica de varredura, objetivando certificação de ausência das ramificações nos poros em cascas de ovos dessa espécie de ave.

#### **4.3.7 Avaliação da espessura das camadas da casca pelo MEV**

Os valores absolutos e porcentagem relativa da espessura das diferentes camadas da ultraestrutura da casca avaliados pela MEV estão descritos na tabela 6.

**Tabela 6.** Comparação das médias da espessura em valores absolutos e porcentagem relativa da espessura total da casca, das ultraestruturas da casca de ovos de emu, avaliado pela microscopia eletrônica de varredura entre os diferentes grupos reprodutivos.

Variável	Grupo		Valor de <i>P</i>
	1	3	
	<b>Valores absolutos (µm)</b>		
<b>Espessura total da Casca</b>	1101±70a	1017±138b	<0,0001
<b>Camada cristalina</b>	137±12a	138±23a	0,7386
<b>Camada porosa</b>	159±20a	143±16a	0,0983
<b>Camada paliçada</b>	477±42a	433±41b	0,0079
<b>Camada supramamilar</b>	222±31a	185±22b	<0,0001
<b>Camada mamilar</b>	101±20a	109±8,99b	0,0432
<b>Membranas</b>	140±26a	127±17b	0,0048
	<b>Valores relativos (%)</b>		
<b>Camada cristalina</b>	12,67±2,40a	13,68±2,33a	0,1296
<b>Camada porosa</b>	14,11±2,11a	14,84±1,24a	0,0527
<b>Camada paliçada</b>	42,99±2,67a	43,28±2,80a	0,2228
<b>Camada supramamilar</b>	19,97±2,77a	17,71±2,05b	0,0262
<b>Camada mamilar</b>	9,22±1,78b	10,54±0,89a	0,0005
<b>Membranas</b>	11,52±2,16a	10,97±1,17a	0,6064

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si. (Significância 0,05)  $P \leq 0,05$ .

A idade dos grupos reprodutivos influenciou a espessura total da casca (µm) dos ovos de emu. Demonstrando o mesmo comportamento da espessura da casca observada pelo micrometro (Tabela 9). Os valores absolutos de espessura foram similares ao reportado por Dauphin et al. (2006), que descreveram valores de 1,0 (mm) aproximadamente em cascas de ovos de emu.

A idade dos emus não influenciou a espessura das camadas cristalina e mamilar. Ao contrário do descrito por Barbosa et al. (2012), que observaram em cascas de ovos de galinhas de 33 e 63 semanas de idade, aumento na espessura da camada cristalina (de 12,85 para 18,16 µm) e redução da espessura da camada mamilar (de 121,14 para 111,09µm), com a progressão da idade das aves.

A idade dos grupos reprodutivos influenciou a espessura das camadas paliçada supramamilar e mamilar. Sendo que estas camadas, descritas no presente estudo, evidenciaram que, a deposição do carbonato de cálcio nesses trechos da casca foi mais acentuada em cascas produzidas por emus mais jovens, portanto estas camadas são influenciadas pela idade da mesma forma do que a espessura total da casca.

Não foi possível comparar os resultados de espessura obtidos nas diferentes camadas da ultraestrutura da casca com outros autores em ovos de emus, já que, no presente trabalho, as camadas da casca foram descritas e denominadas de forma diferente ao relatado na literatura.

Em relação às membranas, a idade dos grupos reprodutivos influenciou a espessura dessas estruturas da casca. O grupo 1 representado pelos emus mais jovens, produziu ovos com membrana de maior espessura (Tabela 6) da mesma forma que reportado em cascas de ovos de galinhas por Barbosa et al. (2012) por meio do MEV. Os resultados de espessura das membranas acompanharam os resultados de espessura da casca a qual foi mais espessa nos ovos produzidos por emus mais jovens. A média da espessura das membranas da casca foi maior que a média reportada por Dauphin et al. (2006) (70  $\mu\text{m}$ ) em ovos de emu por MEV.

#### 4.3.8 Valores Relativos das camadas da casca em relação à espessura total da casca avaliados pelo MEV

Os valores relativos das diferentes camadas da ultraestrutura da casca em relação à espessura total da casca avaliados pelo MEV estão descritos na tabela 6.

A idade dos emus influenciou os valores relativos apenas das camadas supramamilar e mamilar e com a progressão da idade ocorreu redução da espessura relativa da camada supramamilar e aumento dessa espessura na camada mamilar concordando com os resultados observados por Barbosa et al. (2012) em ovos de galinhas.

Não foi encontrada diferença na porcentagem das membranas da casca entre os diferentes grupos reprodutivos (Tabela 6), discordando ao reportado por Barbosa et al. (2012) em matrizes pesadas que descreve que a porcentagem das membranas da casca em relação à espessura total da casca diminuiu com a progressão da idade.

A porcentagem das membranas da casca de ovos de emus em relação à espessura total da casca oscilou entre 11% e 10%. Similar ao reportado em ovos de avestruz (10,52%) da espessura total da casca. (CHRISTENSEN et al., 1996). Em ovos de galinha a membrana representa 16 a 12% da espessura total da casca (BARBOSA et al., 2012) e ovos de codornas japonesas 21% (LEMOS et al., 2012).

#### 4.3.9 Porcentagem de matéria seca e mineral da casca

Os resultados da porcentagem de matéria seca e mineral da casca de ovos de emus estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Comparação das médias da porcentagem de matéria seca e matéria mineral na casca de ovos de emu, entre diferentes grupos reprodutivos.

Variável	n	Grupo		Valor P
		1	3	
<b>Matéria seca</b>	24	99,14 $\pm$ 0,12a	99,04 $\pm$ 0,11a	0,0508
<b>Matéria mineral</b>	24	95,45 $\pm$ 0,40a	95,43 $\pm$ 0,38a	0,4924

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si. Significância 0,05.

A idade dos grupos reprodutivos não influenciou a porcentagem da matéria seca e matéria mineral da casca de ovos de emus. Não foi possível encontrar literatura descrevendo os teores de matéria seca observados em cascas de ovos de emus e outras ratitas.

Em relação aos teores de matéria mineral os resultados foram similares (95% a 96%) ao reportado em cascas de ovos de avestruz (FENG et al., 2001). E, maiores aos encontrados em



cascas de ovos de galinhas (84% a 89%) (JARDIM FILHO, 2005), 81% a 85% (NUNES et al., 2006), 89,63% a 94,96% (FERREIRA et al., 2008) e em cascas de ovos de codornas 82,81% a 89,63% (BASAGLIA et al., 2015).

A diferença nos teores de matéria mineral observados na casca de ovos de emu quando comparados com cascas de ovos de galinha e codorna, como descrito anteriormente, pode ser explicada pela menor porcentagem das membranas em relação ao total da casca, que em ovos de emus de acordo com a presente pesquisa representou 11,52 e 10,97%, em ovos de galinha 16 a 12% (BARBOSA et al., 2012) e em ovos de codornas japonesas 21% (LEMOS et al., 2012). De acordo com Macari et al. (2013), as membranas são o principal componente da matéria orgânica da casca do ovo, portanto com base na porcentagem de membrana, as cascas dos ovos de emus da presente pesquisa continham maiores proporções de matéria mineral em comparação à casca produzida por ovos de galinha (BARBOSA et al., 2012) e de codorna (LEMOS et al., 2012).

## 5 CONCLUSÕES

A caracterização físico-química de ovos de emus foi influenciada pela idade dos grupos reprodutivos, se comportando em sua maioria de forma similar como ocorre em ovos de outras espécies de aves em função do envelhecimento.

Os períodos de descanso entre as estações reprodutivas evidenciaram manutenção favorável dos valores de Unidade Haugh nos ovos produzidos por essas aves, assim como ocorre após a muda forçada em galinhas comerciais.

A membrana vitelina apresentou rompimento frequente durante o manuseio dos ovos independente da idade dos emus, evidenciando a alta fragilidade da mesma acompanhando os baixos valores de índice de gema, os quais estão associados à alta fragilidade desse constituinte, tal como ocorre em ovos de galinha.

A pigmentação da gema revelou coloração extremamente pálida conforme descrito em ovos dessa espécie e em comparação aos ovos de outras espécies de aves, que são produzidas com acesso ao pasto e recebendo dietas a base de milho. Os motivos dessa ocorrência não foram elucidados.

A caracterização da casca pela Microscopia Eletrônica de Varredura revelou diferenças estruturais na deposição dos cristais de cálcio, revelando duas novas camadas na ultraestrutura da casca de ovos de emu, as quais foram denominadas supramamilar e porosa.

As membranas de casca evidenciaram percentual menor em relação à espessura total da casca em comparação ao descrito em outras espécies (galinhas e codornas).

A caracterização físico-química dos teores de matéria seca da casca dos ovos não foi possível de comparar, pois a literatura ainda não descreveu esses teores em cascas de ovos de emus e de outras ratitas. Os teores de matéria mineral foram maiores aos reportados na literatura em cascas de ovos de galinhas e codornas criadas em sistemas convencionais.

Poros não ramificados foram observados na casca dos ovos dos emus, no entanto, como eles se ramificam profundamente em casca de ovos de outras ratitas são necessários maiores estudos objetivando certificação de ausência dessas ramificações em cascas de ovos dessa espécie de ave.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AL-OBAIDI, F. A.; AL-SHADEEDI, S.M.J. Comparison study of egg morphology, component and chemical composition of ostrich, emu and native chickens. **J. Genet. Environ. Resour. Conserv**, v.3, n.2, p.132-137, 2015.

ALTUNTAS, E.; SEKEROGLU, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. **Journal of Food Engineering**, v.85, p.606–612, 2008.

AQUINO, J. S.; SILVA, J. A.; CALDAS, M. C. S.; MASCARENHAS, R. J. Avaliação centesimal e sensorial do macarrão massa fresca tipo espaguete elaborado com ovo desidratado de avestruz, Piauí, **Revista Ceres**, v. 55, n. 3, p.173-178, 2008.

BARBOSA, V.M.; BAIAO, N.C.; MENDES, P.M.M.; ROCHA, J.S.R.; POMPEU, M.A.; LARA, L.J.C.; MARTINS, N.R.S.; NELSON, D.L.; MIRANDA, D.J.A.; CUNHA, C.E.; CARDOSO, D.M.; CARDEAL, P.C. Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. v. 64, n. 4, p.1036-1044, 2012.

BASAGLIA, R. A.; SANTOS, T. C.; MURAKAMI, A. E.; FIGUEROA, C. D. N.; KANEKO, I. N. Peso e matéria mineral de casca, vitelo e embrião de Codorna japonesa ao longo da incubação. In: **24 ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**. 2015.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.

BOLETI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (ed.) **Manejo da incubação**. Campinas: FACTA, p.394-434, 2003.

BRAKE, J.T. Optimización del almacenaje de huevos fértiles. **Avic. Prof.**, v.14, p.26-31, 1996.

CARNEIRO, B. Fatores críticos na incubação de ovos de avestruzes e criação de filhotes. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTRUTIOCULTURA, 2005, Santos. Anais...Santos: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p.143-165, 2005.

CARRER, C.C.; ELMÔR, R.A.; KORNFELD, M.E.; CARVALHO, M.C. **A criação do avestruz: guia completo de A a Z**. Pirassununga, SP: C.C Carrer, 2004.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; DE DEUS, H.A.S.B. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007.

CERVI, R.C. Efeitos do armazenamento nos parâmetros físico-químicos e resistência à *Salmonella enteritidis* em ovos de emas (*Rhea americana*). Dissertação (Mestrado) – **Universidade Federal de Goiás**, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2014.

CHRISTENSEN, V.L.; DAVIS, G.S.C.; LUDORE, L.A. Eggshell conductance and other functional qualities of ostrich eggs. **Poultry Science**, v.75, p.1404-1410, 1996.

DAUPHIN, Y.; CUIF, J.; SALOME, M.; SUSINI, J.; WILLIAMS, C.T. Microstructure and chemical composition of giant avian eggshells. **Anal Bional Chem.** v. 386, p. 1761-1771, 2006.

DEEMING, D.C.; AYRES, L.; AYRES, F.J. Observations on the first commercial production of ostrich (*Struthio camelus*) eggs in the UK: incubation. **Veterinary Record**, v. 132, p.602-607, 1993.

DI CAMPOS, M. S., CARVALHO, I. D., FILHO, A. C. B., et al. Estimativa de correlações 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, 2005.

DI MEO, C.; STANCO, G.; CUTRIGNELLI, M.I.; CASTALDO, S.; NIZZA A. Physical and chemical quality of ostrich eggs during the laying season. **British Poultry Science**, v.44, n.3, p.386-390, 2003.

DZIALOWSKI, E. M.; SOTHERLAND P. R. Maternal effects of egg size on emu *Dromaius novaehollandiae* egg composition and hatchling phenotype. **Journal of Experimental Biology, Cambridge**, v.207, p.597-606, 2004.

EISEN, E. j.; BOHREN, B. B.; MCKEAN, H. E. The unit as a measure of egg albumen quality. **Poultry Science**, v.41, p.1461-1468, 1962.

EMARA, O.K.A. Use of scanning electron microscopy techniques for predicting variations in eggshell quality of chickens. Dissertação (Mestrado), **Department of Poultry Production, Faculty of Agriculture, Ain Shams, Alabassya**, 2008.

ENCISO ZKP. Análisis y propuesta de un sistema para incubación de emúes. **Universidad Tecnológica de la Mixteca**, 2003.

FENG, Q.L.; ZHU, X.; LI, H.D.; KIM, T.N. Crystal orientation regulation in ostrich eggshells. **Journal of Cristal Growth**, v.233, n.3, p548-554, 2001.

FERREIRA, K. F. Alterações da casca e conteúdo interno de ovos de consumo em função da idade de galinhas leves. (Dissertação MESTRADO) Mestrado em Ciências Veterinárias – **Universidade Federal de Uberlândia**, 2008.

GAMBA, J. P.; SABINO, N. S. N.; NETO, M. G., et al. Características morfológicas da casca do ovo de avestruz; **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Araçatuba, v.32, n. 1, p. 96-98, 2012.

GONZALEZ, A., SATTERLEE, D. G., MHARER, F., et al. Factors affecting ostrich egg hatchability. **Poultry Science**, Louisiana, v. 78, n.9, p. 1257-1262, 1999.

HASSAN, S. M.; SIAM, A. A.; MADY, M. E.; et al. Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. **Poultry Science**, Texas, v. 84, n.12, p. 1908-1912, 2005.

HINCKE, M.T.; NYS, Y.; GAUTRON, J.; MANN, K.; RODRIGUEZ- NAVARRO, A.B. The eggshell: Structure, composition and mineralization. **Front. Biosci.** Special Edition on Biomineralization, v. 17, p. 1266–1280, 2012.

HUCHZERMEYER, F.W., **Doenças de avestruzes e outras ratitas.** Trad. Miriam Luz Giannoni, Adraina A Novais - Jaboticabal, Funep, 392 p., 2005.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia,** 2014. Acesso em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. 18 de julho. 2016.

JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N.S.M.; CUNHA, W.C.P.C., JÚNIOR, O.N. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Science,** v.27, n.1, p35-41, 2005.

JOHNSON, D.C., **Exotic companion medicine handbook for veterinarians,** 1st ed. Washington D.C., USA. 1996.

LEMONS, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; FERNANDEZ, I.B.; MELO, I.A.; SOUZA, D.S. Peso, percentual e espessura de casca de ovos de codornas japonesas na faixa etária de 6 a 18 semanas. **Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.,** Curitiba, v. 10, n. 2, p. 183-188, 2012.

MACARI, M.; GONZALES, E.; MARTINS, P.C.; NÄÄS, I.A.; Manejo da incubação por Marcos Macari et al. 3. Ed 468 p.: il. Jaboticabal: **FACTA,** 2013.

MAJEWSKA, D.; SZCZERBIŃSKA, D.; TARASEWICZ, Z.; DAŃCZAK, A.; ROMANISZYN, K. Assessment of hatching rate of emu (*Dromaius novaehollandiae*) in the first year of egg laying. **Acta Sci. Pol. Zootech,** v.2, n. 2, p.57-63, 2003.

MAJEWSKA, D.; SZCZERBISKA, D.; TARASEWICZ, Z.; LIGOCKI, M.; DACZAK, A.; NEDZUSIAK, S.L.; SAMMEL, A. Age-related changes in the quality of Emu (*Dromaius novaehollandiae*) eggs. **Arch. Geflügelk,** v.72, n.4, p.168–173, 2008.

MINNAR, P.; MINNAAR, M., **The emu farmer´s handbook.** Induna Company. Groveton, Texas, USA, 1992.

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

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; SCHERER, C.; CAMPESTRINI, E.; ROCHA, L. D.; NUNES, C. G. V.; COSTA F. G. P. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **R. Bras. Zootec.,** v.35, n.5, p.2007-2012, 2006.

OLIVEIRA, P. P. Fatores relacionados com produtividade de ovos de avestruzes *Struthio camelus*. (Dissertação MESTRADO) Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia – **Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”**, 2006.

ORBAN, J.I.; ROLAND, S.R. Correlation of eggshell quality with tibia status and other production parameters in commercial leghorns at ovoposition and 10-hour postoviposition. **Poult. Sci**, v.69, p.2068-2073, 1990.

ORDÓÑEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. In: TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL. **Anais...**Porto Alegre: Artmed, p. 269-279, 2005.

PEEBLES, E.D.; BRAKE, J. Relationship of eggshell porosity to stage of embryonic development in broiler breeders. **Poultry Science**, v.64, p.2388-2391, 1985.

PEEBLES E.D. & MCDANIEL C.D. A practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. Office of Agricultural Communications. **Mississippi State University**, Bull. 1139, Apr. 2004.

PLETI, A. K.; LIMA, J. J.; CANDIDO, L. M. B. Qualidade interna do ovo de avestruz após estocagem em temperatura ambiente e Refrigerada. Paraná, **Ciência Rural**, online, 2008.

PLETI, A.K. Caracterização química e vida de prateleira do ovo de avestruz. Curitiba, 64 f, Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba. 2008.

POMBO, C. R., Influência do Tratamento Térmico e da Temperatura de Armazenamento nas Características Funcionais e Qualidade Interna de Ovos Inteiros. Niterói, 73 f. Tese 2008. (Doutorado em Medicina Veterinária - Área de Concentração em Ciência, Higiene e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade Medicina Veterinária, **Universidade Federal Fluminense**, Niterói. 2008.

RAMOS, K.C.B.T.; CAMARGO, A.M., OLIVEIRA, E.C.D.; CEDRO, T.M.M.; MORENZ, M.J.F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Rev. de Ci. Vida. Seropédica**, v. 30 n. 2 37-46, 2007.

RIZZI, C.; MARANGON, A. Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens. **Poultry Science**, Champaign, v.91, p. 2330-2340, 2012.

ROCHA, J.S.R. Efeitos da idade da matriz e do tamanho do ovo sobre os pesos dos componentes dos ovos, do pinto, do saco vitelino, a uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate do frango de corte. Dissertação Mestrado em Zootecnia – **Universidade Federal de Minas Gerais**, 2007.

ROCHA, T. C.; GOMEZ, P. C.; DONZELE, J. L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1726-1731, 2009.

RODRIGUES-NAVARRO, A.B.; DOMINGUEZ-GASCA, N.; MUNOZ, A.; ORTEGA-HUERTAS, M. Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and eggfreshness. **Poultry Science**, v.92, p. 3026-3035, 2013.

ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, v.74, p152-160, 1995.

ROSTAGNO H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA R. F.; LOPES D. C.; FERREIRA A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3ª edição. Ed: Rostagno H.S. UFV Departamento de Zootecnia, Vicosa-MG, 2011.

SAHAN, U.; ALTAN, O.; IPEK, A., et al. Effect of some egg characteristics on the mass loss and hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. **British Poultry Science.** v. 44, n. 3, p. 380-385, 2003.

SALES, J., The emu (*Dromaius novaehollandiae*): a review of its biology and commercial products. **Avian and Poltry Biology Reviews**, Praga, v. 18, n. 1, p. 1-20, 2007.

SALES, J.; POGGENPOEL, D.G.; CILLERS, S.C. Comparative physical and nutritive characteristics of ostrich eggs. **World's Poultry Science Journal**, v.52, p.45-52, 1996.

SANTOS, F. R.; PEREIRA, L. C. M.; MINAFRA, C. S. Qualidade e composição nutricional de ovos convencionais e caipiras comercializados em Rio Verde Goiás. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 35, p. 182, 2011.

SANTOS, J.R.G.; FORNARI, C.M.; TEO. M.A.; Influência da casca do ovo sobre índices de produtividade de um incubatório industrial. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.524-527, 2007.

SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L. **Nutrition Guidelines for Ostriches and Emus.** Iowa State University, Ames, Iowa, 1997.

SENTHILKUMAR, P.; JAGATHEESAN, R.P.N.; ANANDH, A.M.; RAJARAJAN,G.; LURTHUREETHA, G. Production Performances and Egg Characteristics of Emu (*Dromaius novaehollandiae*) Birds. **Indian J. Anim**, Tamil Nadu, v. 48, n. 1, p. 78-82, 2014

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Protéicos: propriedades – degradações – modificações.** São Paulo: Livraria Varela, 517p, cap.1, p. 123-137. 1996.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, London, v. 73, p. 50-55, 1994.

SUPERCHI, P.; SUSSI, C.; SABBIONI, A.; BERETTI, V. Italian ostrich eggs: physical characteristics and chemical composition. **Annali della Facolta de Medicina Veterinaria di Parma**, v.12, p.155-162, 2002.

SZCZERBIŃSKA, D.; MAJEWSKA, D.; TARASEWICZ, Z.; ROMANISZYN, K.; SAMMEL, A.; BUCLAW, M. Emu (*Dromaius Novaehollandiae*) Laying Performance And Egg Quality During A Ten year Reproductive Performance Period. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.17, n.2, 2014

SZCZERBIŃSKA, D.; MAJEWSKA, D.; TARASEWICZ, Z.; DAŃCZAK, A.; LIGOCKI, M. Hatchability of emu (*Dromaius novaehollandiae*) eggs in relation to Incubation temperature. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.6, n.2, 2003.

TAKEUCHI, J.; NAGASHIMA, T., Chemical and physical characterization of *Dromaius novaehollandiae* (Emu) eggs, **Food Science Technol**, Tokyo, v. 16, n. 2, p. 149-156, 2010.

USDA. Egg-Grading manual. **United States Department of Agriculture**, v. 10, p. 77-86, 2009.

VAN SCHALKWYK, S.J.; BRAND, Z.; CLOETE, S.W.P.; BROWN, C.R. Effects of time collection and pre-incubation treatment on blastoderm development and embryonic mortality in ostrich embryos. **South African Journal of Animal Science**, v.29, n.3, p.154-163, 1999.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v. 48,1992.



## CONCLUSÕES GERAIS

Os parâmetros reprodutivos de grupos de emus criados em cativeiro em Campos dos Goytacazes evidenciaram a sazonalidade típica da estação reprodutiva dessa espécie criada no hemisfério sul, com a concentração da produção de ovos (79,44% da produção) entre os meses de junho a agosto.

A produtividade (ovos por fêmea alojada) não ultrapassou 25 ovos durante a estação reprodutiva de 82 até 133 dias.

A criação dos emus em grupos propiciou melhores taxas de fertilidade (100 %) na maioria dos ovos produzidos nas condições experimentais do presente trabalho.

A caracterização físico-química de ovos de emus foi influenciada pela idade dos grupos reprodutivos, se comportando em sua maioria de forma similar como ocorre em ovos de outras espécies de aves em função do envelhecimento.

Os períodos de descanso entre as estações reprodutivas evidenciaram manutenção favorável dos valores de Unidade Haugh nos ovos produzidos por essas aves, assim como ocorre após a muda forçada em galinhas comerciais.

A membrana vitelina apresentou rompimento frequente durante o manuseio dos ovos independente da idade dos emus, evidenciando a alta fragilidade da mesma acompanhando os baixos valores de índice de gema, os quais estão associados à alta fragilidade desse constituinte, tal como ocorre em ovos de galinha.

A pigmentação da gema revelou coloração extremamente pálida conforme descrito em ovos dessa espécie e em comparação aos ovos de outras espécies de aves, que são produzidas com acesso ao pasto e recebendo dietas a base de milho. Os motivos dessa ocorrência não foram elucidados.

A caracterização da casca pela Microscopia Eletrônica de Varredura revelou diferenças estruturais na deposição dos cristais de cálcio, revelando duas novas camadas na ultraestrutura da casca de ovos de emu, as quais foram denominadas supramamilar e porosa.

As membranas de casca evidenciaram percentual menor em relação à espessura total da casca em comparação ao descrito em outras espécies (galinhas e codornas).

A caracterização físico-química dos teores de matéria seca da casca dos ovos não foi possível de comparar, pois a literatura ainda não descreveu esses teores em cascas de ovos de emus e de outras ratitas. Os teores de matéria mineral foram maiores aos reportados na literatura em cascas de ovos de galinhas e codornas criadas em sistemas convencionais.

Poros não ramificados foram observados na casca dos ovos dos emus, mas, como eles se ramificam profundamente em casca de ovos de outras ratitas são necessários maiores estudos objetivando certificação de ausência dessas ramificações em cascas de ovos dessa espécie de ave.