UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAROLINA CARVALHO SEABRA

CURVAS DE CRESCIMENTO DE EMUS *(Dromaius novaehollandiae)*

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
SETEMBRO – 2017

CAROLINA CARVALHO SEABRA

CURVAS DE CRESCIMENTO DE EMUS *(Dromaius novaehollandiae)*

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal na área de Produção, reprodução e saúde animal.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Leonardo Siqueira Glória
CO-ORIENTADORA: Profª. Dra. Karoll Andrea Alfonso Torres Cordido

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
SETEMBRO – 2017

CURVAS DE CRESCIMENTO DE EMUS *(Dromaius novaehollandiae)*

CAROLINA CARVALHO SEABRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal na área de Produção, reprodução e saúde animal.

Aprovada em 01 de setembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Matheus Lima Corrêa Abreu (Doutor, Ciência Animal) - UENF

Prof. Norberto Silva Rocha (Doutor, Ciência Animal) - UENF

Prof. Raphael dos Santos Gomes (Doutor, Ciência Animal) – UENF

Prof. Leonardo Siqueira Glória (Doutor, Ciência Animal) – UENF
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por incentivar, apoiar e dar suporte na realização desse sonho. Em especial aos meus pais e avó (*in memorian*), que fizeram todo o possível para que eu não desistisse perante todos os contratempos. Vocês foram e são essenciais em minha vida!

Agradeço ao meu marido Pedro por me ouvir, aconselhar, e incentivar nos momentos em que pensei em desistir;

Ao meu professor e orientador Leonardo Siqueira Glória por estar sempre disposto a me ajudar, pela dedicação, pela boa vontade, confiança no desenvolvimento deste projeto e, principalmente, por ter acreditado e apostado em mim;

Ao coordenador do curso de Ciência Animal, prof. Ricardo, que me orientou e ajudou em todos os momentos;

Enfim, meu mais profundo agradecimento a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão do meu trabalho.

RESUMO

SEABRA, Carolina Carvalho. Zootecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Setembro de 2017. Curva de crescimento de emus *(Dromaius novaehollandiae).* Orientador: Prof. Dr. Leonardo Siqueira Glória.

A necessidade de inovações e atrativos para o setor comercial despertou o interesse em estudar animais diferenciados e com potencial de produção como os emus *(Dromaius novaehollandiae).* São aves exóticas, pertencentes ao grupo das ratitas (aves incapacitadas para o voo), gregárias, dóceis e de fácil adaptação climática. Características que contribuem para sua distribuição em diferentes continentes. A necessidade de estudar esses animais está presente na escassez de literatura e a constante comparação e adaptação de dados de outros animais como o avestruz, a ema e até mesmo o frango de corte. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos causados pelo uso de farelo de trigo e feno de alfafa sobre a curva de crescimento de emus. O experimento foi composto por dois tratamentos farelados que consistiram em rações com a inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa e outro sem esses ingredientes. Os tratamentos foram formulados com base nos ingredientes disponíveis e de fácil aquisição pela instituição e de maneira que atendessem as exigências nutricionais dos animais. As aves foram criadas em quatro piquetes (com cinco aves cada) com água e ração oferecidos à vontade. O peso assintótico, de ambos os tratamentos, não foi satisfatório se comparado com o valor de referência (presente na literatura). Sendo necessário um tempo maior de criação para a obtenção do peso assintótico ideal. O alto custo produtivo impossibilitou a continuidade do experimento. As análises das curvas de crescimento não apontaram diferença entre os tratamentos, sendo recomendado aquele com menor custo de produção.

Palavras-chave: Fibra bruta, Feno de Alfafa, Farelo de trigo e ganho de peso.

ABSTRACT

SEABRA, Carolina Carvalho. Animal Science. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. September**,** 2017. Emus Growth Curve (*Dromaius novaehollandiae*). Advisor: Prof. Dr. Leonardo Siqueira Glória.

The need for innovations and attractive to the commercial sector has aroused the interest in studying differentiated animals with potential production such as emus (*Dromaius novaehollandiae*). They are exotic birds, belonging to the group of ratites (birds incapacitated for flight), gregarious, docile and easy climate adaptation. Features that contribute to its distribution in different continents. The need to study these animals is present in the scarcity of literature and the constant comparison and adaptation of data from other animals such as ostrich, emu and even broiler. The objective of this work was to evaluate the effects caused by the use of wheat bran and alfalfa hay on the growth curve of emus. The experiment was composed of two treatments, consisting of rations with the inclusion of wheat bran and alfalfa hay and the other without these ingredients. The treatments were formulated based on the available ingredients and easily acquired by the institution and in a way that met the nutritional requirements of the animals. The birds were raised in four pickets (with five birds each) with water and feed offered at will. The asymptotic weight of both treatments was not satisfactory when compared to the reference value (present in the literature). Greater creation time is necessary to obtain the ideal asymptotic weight. The high production cost made it impossible to continue the experiment. The analysis of the growth curves showed no difference between treatments, being recommended the one with lower cost of production.

Keywords: Crude fiber, Alfalfa hay, Wheat bran and weight**.**

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 7

2. **OBJETIVO** 9

3. **REVISÃO DA LITERATURA** 9

3.1. **O EMU (*DROMAIUS NOVAEHOLLANDIAE*)** 9

3.1.1. Alimentação 10

3.2. **CURVA DE CRESCIMENTO**.....14

4. **MATERIAL E MÉTODOS**.....16

4.1. **ANÁLISES ESTATÍSTICAS** 18

5. **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 20

6. **CONCLUSÃO** 26

7. **REFERÊNCIAS DE LITERATURA** 27

1. INTRODUÇÃO

A criação de emus (*Dromaius novaehollandiae*) para fins comerciais é uma atividade oriunda da Oceania (mais precisamente da Austrália), a qual se expandiu ao longo dos demais continentes, principalmente na América do Sul. Com o passar dos anos, essa ave se tornou um pouco mais conhecida devido ao interesse em comercializar e estudar suas matérias- primas como: a carne vermelha de baixo teor de gordura, penas, couro, óleo e ovos. Entretanto, o consumo da carne e o conhecimento da espécie ainda são dificultados pela escassez de informações e literatura específica. A falta de conhecimento e informações relacionadas à carne quanto a seu valor nutricional, características sensoriais e formas de abate das aves, também dificultam a sua comercialização. Diversas informações encontradas estão relacionadas ao avestruz, ave similar somente fenotipicamente devido a um processo de convergência adaptativa entre ambientes com características semelhantes.

Diversos fatores podem influenciar direta e indiretamente na qualidade e no rendimento de carcaça. Fatores esses que abrangem desde o nascimento do animal, ambiente para criação, manejo, alimentação fornecida e condições de pré e pós-abate. Para o controle de crescimento e desenvolvimento animal foi utilizada a curva de crescimento como meio mais eficaz. Alguns subprodutos de emu já são conhecidos como patês, carpaccio, cortes nobres e o óleo, e muitas outras formas de aproveitamento desse animal estão em estudo. A alimentação pode influenciar diretamente no desenvolvimento dos músculos, posterior conversão em carne pelo processo de *rigor- mortis* e níveis bioquímicos dos nutrientes e componentes sanguíneos.

2. OBJETIVO

Avaliação de modelos de crescimento em emus e a influência da inclusão do farelo de trigo e feno de alfafa na dieta de emus.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O EMU (*Dromaius novaehollandiae*)

No planeta, existem diversos meios naturais muito semelhantes, os quais deram lugar a certo paralelismo entre as faunas que povoam cada um destes meios, sendo possível estabelecer uma equivalência ecológica entre animais que desempenham o mesmo papel em cada uma das regiões. Espécies semelhantes como o avestruz, ema e emu fazem parte do grupo das ratitas (aves que possuem a região do peito (esterno) grande, em forma de jangada e composta por placas cartilaginosas). Todas as três são enormes aves corredoras, incapacitadas para o voo e somente superficialmente semelhantes por pertencerem a ordens distintas. Essas semelhanças são resultado de um processo de convergência adaptativa. (FUENTE, F. R., 1987).

O emu pertence ao reino Animalia, ao filo Chordata, à classe Aves, à ordem Casuariiformes, à família Dromaiidae, ao gênero *Dromaius* e ao grupo Ratitas. Era encontrado em três diferentes espécies, das quais apenas uma ainda existe. As três espécies são: *Dromaius novahollandiae, Dromaius baudinianus* (extinta) e *Dromaius ater* (extinta)**.** (FUENTE, 1987).

A primeira aparição relatada dos emus foi em 1696, na Oceania. Podem atingir de 1,50 m a 1,90 m de altura, sendo o macho um pouco menor, principalmente durante o período de reprodução quando podem jejuar. Podem viver por cerca de 30 anos, produzir ovos por mais de 16 anos. (FOWLER, 1991). Além de geralmente apresentarem peso entre 57 e 68 kg. (JEFFEREY, 1996).

Possuem boa visão e audição, asas vestigiais, pés com três dedos, pescoço e pernas longas, e podem correr a velocidades de 48 km/h. Apresentam garras nos dedos dos pés que constituem seu principal atributo de defesa. (EASTMAN, 1969). A plumagem juvenil se desenvolve por volta dos três meses, é enegrecida finamente barrada com marrom e a adulta se forma por volta dos 12 meses e também se caracteriza pelo pescoço sem penas e com coloração azul, varia em cor de acordo

com a idade e fatores ambientais e funciona com isolante térmico e camuflagem natural. (MALONEY E DAWSON, 1995).

O sistema digestório dos emus se diferencia de outras ratitas, principalmente se comparado ao avestruz. O papo é inexistente no avestruz, fazendo com que o proventrículo seja grande e distensível, auxiliando a estocagem e mistura de água e alimentos volumosos com as secreções das glândulas proventriculares. Nas demais ratitas, a moela é bem menor por estar localizada caudalmente ao proventrículo, o que diminui a ingestão de partículas grandes de alimentos. (BEZUIDENHOUT E VAN ASWEGEN, 1990).

O intestino delgado nos emus, é a maior porção do intestino, enquanto nas emas e avestruzes o reto é a maior parte. As emas se assemelham mais aos avestruzes no que se refere à capacidade fermentativa do que os emus, por terem as mesmas proporções intestinais que os avestruzes. (SCHEIDELER ET AL., 1996).

Os emus possuem hábitos gregários (andam em grupos), porém, podem viajar tanto em pares quanto em grandes bandos. (DAVIES, 2002; EKESBO, 2011). As maiores concentrações de emus ocorrem em regiões de matas, bosques, florestas e reservas. E são menos comuns em bairros densamente povoados e áreas áridas com baixa precipitação. (MINNAAR E MINNAAR, 1992).

3.1.1. Alimentação

São aves herbívoras e/ ou granívoras que possuem hábitos alimentares muito simples como: forragens, variedade de plantas nativas e introduzidas, insetos, grãos, entre outras coisas. Pequenas pedras e outros corpos estranhos são engolidos para ajudar na moagem e digestão do material mais fibroso. (BRUCE, 1999). Bebem água com pouca frequência, mas ingerem grandes quantidades quando têm a oportunidade. (FUENTE, 1987).

Semelhante as outras ratitas, emus têm excepcionalmente baixas taxas de crescimento em relação a outras espécies de aves de capoeira domésticas, tais como frangos de corte. (SALES, 2006). Os emus possuem boa capacidade de digestão de fibras, o que contribui para o ganho de energia. No entanto, o sistema digestório dos

emus necessita de adaptações digestivas especiais para a fermentação da fibra. (O'MALLEY, 1995). Dependendo da estação, emus selvagens consomem arbustos de alta qualidade, gramíneas anuais e insetos. O habitat na selva depende da disponibilidade de comida e água do local e também com relação a abrigo. (QUIN, 1996).

Para animais em cativeiro, as dietas são formuladas com base nas exigências nutricionais adaptadas de frangos de corte de acordo com o NRC (1994) e representadas na tabela 1. A maioria das empresas desenvolvedoras de rações comerciais está produzindo rações iniciais, crescimento e reprodução em forma de pastilha ou pellet. Os limites para adição de diversas fontes de fibras ou outros nutrientes, como o feno de alfafa, podem ser recomendados pelo fabricante. O valor ideal de proteína na ração é de 16 a 22%. (JEFFEREY, 1996).

Tabela 1. Guia Nutricional para Emus.

	Inicial (até 6 semanas)	Crescimento (6 a 36 semanas)	Terminação (36 a 48 semanas)
Energia metabolizável (Valores de aves de capoeira) Kcal/kg	2685	2640	2860
Proteína, %	22	20	17
Total de aminoácidos de enxofre,%	0,86	0,78	0,65
Metionina, %	0,48	0,44	0,38
Lisina, %	1,10	0,94	0,78
Fibra bruta, %	6 a 8	6 a 8	6 a 7
Fibra em detergente neutro, %	14 a 16	14 a 17	10 a 13
Cálcio, %	1,5	1,3	1,2
Fósforo não fitato, %	0,75	0,65	0,60
Vitamina A_1, mg/kg	4,7	2,7	2,7
Vitamina D_3, µg/kg	111,1	83,3	83,3
Vitamina E, µg/kg	67,1	29,8	29,8
Vitamina B_{12}, µg/kg	44,4	22,2	22,2
Colina, mg/kg	2,2	2,2	2,2
Cobre, mg/kg	33,3	33,3	33,3
Zinco, mg/kg	111,1	111,1	111,1
Manganês, mg/kg	155,5	155,5	155,5
Iodo, mg/kg	1,1	1,1	1,1
Sódio, %	0,2	0,2	0,2

Fonte: Iowa State University, Ames, Iowa; January 1997.

Para cada fase de desenvolvimento as exigências se modificam para que supram as novas necessidades dos animais. Para a fase inicial (filhotes), os animais são alimentados com uma mistura de verduras picadas, ração comercial inicial e suplemento vitamínico/ mineral. Os alimentos verdes são usados apenas como atrativo para as aves, estimulando sua ida ao comedouro e consumo da ração, já que seus benefícios nutricionais são insignificantes se comparados aos da ração. O grão pode ser oferecido, porém não é necessário que seja na forma de dieta comercial processada. É indicado que os filhotes sejam alimentados duas vezes por dia durante cerca de uma hora. O teor de fibras geralmente varia entre 7 e 15%, mas alguns nutricionistas recomendam que o teor fique entre 5 e 10%. Da mesma forma, dietas com mais de 25% de proteína foram associadas a problemas de crescimento de jovens emus. Para a formulação de dietas para reprodutores, a adição de cálcio é imprescindível, podendo ser oferecido à vontade na forma de concha de ostra. O peso dos reprodutores é algo que requer atenção, pois se muito pesados tendem a não se reproduzir com a mesma eficiência como aqueles com pesos ideais. Alguns produtores optam pela alimentação *ad libitum* enquanto outros preferem controlar em três refeições diárias e, as vantagens de cada sistema estão relacionadas diretamente com a economia (tempo, mão de obra e quantidade de alimento fornecido) e a preferência pessoal. Sendo que animais com refeições controladas oferecem ao tratador maior interação com as aves, mais fácil detecção de doenças e controle individual de peso. (JEFFEREY, 1996). Os ingredientes diferenciais são o feno de alfafa e farelo de trigo como fonte de fibras que apresentam as seguintes composições bromatológicas (tabelas 2 e 3):

Tabela 2**.** Composição bromatológica da farinha, do feno e da silagem da forragem de alfafa.

Estádios de crescimento e/ou forma	Composição bromatológica %							
	MS	PB	FB	MM	EE	ENN	Ca	P
Farinha de folhas	90,1	21,7	20,1	17	2,4	38,8	1,44	0,2
Farinha integral	88,1	11,5	30,4	7,7	1	49,4	0,51	0,34
Feno na pré-floração	89,6	18,7	34,4	9,8	2,6	34,5	1,26	0,18
Feno ao princípio da floração	-	17	38,2	8,7	2,5	33,6	1,2	0,18
Feno à metade da floração	90,2	15,4	40,1	8,6	2,1	33,8	1,09	0,16
Silagem	24,6	20,4	20,9	12,6	8,9	37,2	-	-

Fonte: VALADARES FILHO, (2000).

Legenda: MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FB = fibra bruta, MM = matéria mineral, EE = extrato etéreo, ENN = extrato não nitrogenado, Ca = cálcio e P = fósforo.

Tabela 3. Composição bromatológica do farelo de trigo de acordo com diferentes autores. Valores expressos na matéria natural.

Referência	MS %	EB (kcal/kg)	PB %	FB %	EE %	Ca %	P %
ROSTAGNO (2011)	88,38	3914	15,62	9,5	3,5	0,14	0,97
NUNES (2011)	88,6	4020	15,51	10,22	2,51	-	-

Legenda: MS = matéria seca, EB = energia bruta, PB = proteína bruta, FB = fibra bruta, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio e P = fósforo.

3.2. CURVA DE CRESCIMENTO

Crescimento pode ser definido como sendo um aumento no tamanho corporal por unidade de tempo. (TOMPIC et al., 2011). Pode-se realizar dois tipos de comparação do crescimento de organismos: intraespecíficos (entre indivíduos da mesma espécie) e interespecíficos (entre indivíduos de espécies diferentes). Comparações intraespecíficas buscam discernir alguma variação no padrão de crescimento inerente que pode ser usado como um índice do estado nutricional do organismo em crescimento, ou seja, pode ser usado como um comparativo, entre animais da mesma espécie, que busca analisar desvios ocorridos no padrão nutricional da espécie. Enquanto que comparações interespecíficas, podem examinar o padrão inerente da curva de crescimento como parte da estratégia reprodutiva, onde padrões de crescimento são formados, pelo menos em parte, através de forças seletivas subjacentes à sua relevância para estudos ecológicos. (RICKLEFS, 1967).

Segundo Cilliers et al.,1995, a curva de crescimento é uma representação gráfica que apresenta pontos de aumento ou decréscimo de dados ao longo do tempo. São usadas em meio estatístico para determinar o tipo de padrão (linear e não – linear) de crescimento e otimizar o manejo e a eficiência da produção animal. Porém, para que o crescimento seja alcançado não pode haver situações limitativas como, por exemplo: limitação de alimentos (devem estar *ad libitum*), nutrientes oferecidos devem ser compatíveis com as exigências nutricionais de cada animal (principalmente energia), fatores ambientais como temperatura e doenças não devem restringir a ingestão do alimento, e etc. (KÖHN et al., 2007); (EMMANS E KYRIAZAKIS, 1999). Uma vez estabelecido um modelo estatístico, há a possibilidade de prever dados futuros. (CILLIERS et al., 1995).

Sua aplicabilidade, por exemplo, é relacionada aos fatores produtivos do emu como controlar o período de abate, evitando que seja tardio, monitorar sua baixa eficiência quanto ao crescimento e planejar o custo alto de alimentação. Esses fatores acabam estimulando a utilização da curva de crescimento como estratégia valiosa para criar seletivamente emus que crescem rapidamente e têm alto ganho de peso, ou seja, melhorando a eficiência produtiva.

O processo de crescimento dessas aves tem sido modelado matematicamente, e equações que descrevem esse crescimento foram desenvolvidas ao longo do tempo

e, de acordo com cada caso experimental. Diversas equações e modelos (curvas) existem, podendo ser interpretados biologicamente se adequando a cada caso, sendo ele individualmente, em grupos ou entre espécies. Os parâmetros comparativos para análise da curva são crescimento e maturidade. Esses parâmetros conferem as velocidades de crescimento, tamanho máximo do corpo e taxas de maturação que estão disponíveis. (GOONEWARDENE et al., 2003). As constantes de velocidade das equações, são ferramentas poderosas para fazer as comparações interespecíficas de crescimento. A principal razão pela qual o ajuste de curvas foi raramente empregado no passado é a sua relativa dificuldade para o não matemático. (RICKLEFS, 1967).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de criação de Emas e Emus do laboratório de zootecnia localizado no campus da UENF (LZO). Foram utilizados vinte emus *(Dromaius novehollandiae)*, com peso médio de 17 kg, e com idades entre 7 e 8 meses, provenientes de criadouro próprio. O experimento teve duração de dois meses. Foram utilizadas 10 aves por tratamento, sendo dois tratamentos.

Os tratamentos consistiram na formulação de dietas, através do software SuperCrac, obedecendo as exigências nutricionais e período de desenvolvimento de cada piquete (Tabela 1 - Guia nutricional para Emus. Fonte: Iowa State University, Ames, Iowa; January 1997). As rações foram produzidas na fábrica de rações da UENF, localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia (UAPZ) do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da UENF em Campos dos Goytacazes - RJ.

O primeiro tratamento foi formulado com a inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa, enquanto o segundo tratamento não apresentou a inclusão desses ingredientes. O uso de feno de alfafa e farelo de trigo se deu pela escassez de ingredientes fibrosos para a formulação das dietas. Sendo utilizados aqueles que estavam disponíveis e que possuíam a possibilidade de aquisição para posteriores rações. Cada tratamento teve duas dietas de acordo com as necessidades nutricionais dos animais nas fases estudadas.

T1 - Dieta com inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa.

- Crescimento - Para emus de 1,5 a 9 meses de idade. Contém 8% de fibra bruta (Tabela 4);
- Terminação - Para emus de 9 a 12 meses de idade. Contém 7% de fibra bruta (Tabela 4).

T2 – Dieta sem inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa.

- Crescimento - Para emus de 1,5 a 9 meses de idade. Contém 3% de fibra bruta (Tabela 5);

- Terminação - Para emus de 9 a 12 meses de idade. Contém 3% de fibra bruta (Tabela 5).

Tabela 4: **T1** - Ração com inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa.

Alimentos (kg)	**Fases de criação**	
	Crescimento	**Terminação**
Milho Grão	38,65	47,71
Soja Farelo 46%	26,20	18,44
Alfafa Feno	16,85	14,00
Trigo Farelo	12,90	12,90
Fosfato Bicálcico	2,85	2,64
Calcário	1,00	0,85
Premix Produmix	0,50	0,50
Sal comum	0,46	0,46
DL- Metionina	0,36	0,25
L-lisina	0,18	0,20
Cloreto de colina	0,05	0,05
Óleo De Soja	0,00	2,00
Total:	100,00	100,00

Tabela 5: **T2** - Ração sem inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa.

Alimentos (kg)	**Fases de criação**	
	Crescimento	**Terminação**
Milho Grão	61,65	69,85
Soja Farelo 46%	32,67	25,08
Fosfato Bicálcico	2,95	2,70
Calcário	1,50	1,20
Premix Produmix	0,50	0,50
Sal Comum	0,46	0,46
DL- Metionina	0,22	0,15
Cloreto De Colina	0,05	0,05
Total:	100,00	100,00

Cada ave foi identificada com o uso de brincos e tornozeleiras e pesada para o início do experimento. A ração e água foram disponibilizadas *ad libitum* e de acordo com cada tratamento. Para acompanhamento do ganho de peso, foi obtida uma estimativa de consumo semanal proveniente da pesagem de cada saco de ração, subtração das sobras contidas em cada cocho, divisão pela quantidade de animais de cada piquete e pesagem dos mesmos semanalmente.

O manejo consistiu em limpeza diária das instalações, bebedouros e comedouros. Os aspersores foram ligados em dias quentes para proporcionar maior conforto térmico. Para a pesagem, os animais foram contidos e direcionados para uma caixa de dimensões pertinentes para evitar qualquer tipo de lesão. Foi feito o uso de uma balança elétrica de capacidade de até 250 kg.

4.1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram ajustados modelos não - lineares para avaliação do crescimento dos animais nas diferentes rações. A estrutura geral dos modelos de crescimento foi $Y_t = \mu_{Y_t} + e_t$, para $Y_t \sim Normal(\mu_{Y_t}, \sigma^2_{Y_t})$, ou seja, foi assumida distribuição normal para variável Y_t com funções de média e variância, μ_{Y_t} e $\sigma^2_{Y_t}$, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6**.** Modelos não- lineares de crescimento utilizado no estudo.

Modelos	Equação
Brody (1945)	$\mu_{Y_t} = a - bexp(-kt)$
Gompertz (Winsor, 1932)	$\mu_{Y_t} = a\exp\{-b[exp(-kt)]\}$
Logístico (Pear e Reed, 1923)	$\mu_{Y_t} = a/\{1 + b[\exp(-kt)]\}$
Von Bertalanffy (1957)	$\mu_{Y_t} = a\{1 - b[\exp(-kt)]\}^3$
Michaelis-Menten Generalizado (López et al., 2000)	$\mu_{Y_t} = (bK^n + at^n)/(K^n + t^n)$

Para todos os modelos apresentados, o parâmetro a representa o peso do animal, o parâmetro k a taxa de maturidade, ou velocidade de crescimento e o b é

um parâmetro de escala. Para equação de Generalized Michaelis-Menten, o parâmetro K representa o tempo (dias) no qual é atingida metade do peso adulto; e o n é um parâmetro de escala, adimensional. Todos os modelos foram ajustados com as funções *gnls* (ausência de efeito aleatório) e *nlme* (presença de efeito aleatório) do pacote *nlme* do software R.

A suposição convencional de homocedasticidade foi desafiada com uso da opção *weights= varPower* nas funções *gnls* e *nlme*. Foram feitas tentativas para corrigir a heterogeneidade de variância ao longo do tempo na estimativa do parâmetro não-linear. (MATIS E HARTLEY, 1971; BARD, 1974; ROCHA, et al. 2015). Assim, a variância foi modelada como sendo homogênea ($\sigma^2_{Y_t} = \sigma^2$) ou escalonada ($\sigma^2_{Y_t} = \sigma^2(\mu_{Y_t})^{2\psi}$). A informação do critério de Akaike corrigido (SUGIURA, 1978) foi calculada para cada modelo ajustado. Posteriormente, foram calculados os critérios de verossimilhança para estabelecer um quadro de seleção do melhor modelo. (BURNHAM E ANDERSON, 2004).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 7 são apresentados os valores estimados de Akaike corrigido (AICc), a diferença entre o menor valor de AICc estimado e do próprio modelo (Delta), o valor da probabilidade de verossimilhança (w) e a razão de evidência. Sendo selecionado o modelo que apresentar o valor de razão de evidência igual a 1. O modelo escolhido para avaliação do crescimento dos animais nas diferentes rações foi a combinação do modelo de López et al., (2000) com efeito aleatório no parâmetro “a”, em conjunto da variância escalonada e levando em consideração as medidas sendo repetidas na mesma unidade experimental em diferentes tempos.

Tabela 7. Valor do critério de informação de Akaike e funções derivadas.

Modelo	**AICc**	**Delta**	**w**	**ER**
1	340.22	93.25	0.00	10^{20}
2	324.72	77.75	0.00	10^{16}
5	340.09	93.12	0.00	10^{20}
6	324.56	77.59	0.00	10^{16}
8	325.45	78.48	0.00	10^{17}
9	339.96	92.99	0.00	10^{20}
10	324.40	77.43	0.00	10^{16}
12	325.33	78.35	0.00	10^{17}
13	340.14	93.16	0.00	10^{20}
14	324.62	77.64	0.00	10^{16}
16	325.50	78.53	0.00	10^{17}
17	334.83	87.86	0.00	10^{19}
18	321.56	74.58	0.00	10^{16}
19	286.27	39.29	0.00	10^{8}
20	320.13	73.15	0.00	10^{15}
21	289.84	42.87	0.00	10^{9}
22	289.32	42.35	0.00	10^{9}
23	290.03	43.05	0.00	10^{9}
24	283.62	36.65	0.00	10^{7}
25	285.86	38.89	0.00	10^{8}
26	246.97	0.00	1.00	1.0

Legenda: Modelo 1- Brody ; Modelo 2- Brody + efeito de tratamento; Modelo 3- Brody + efeito de tratamento+ correlação entre medidas; Modelo 4- Brody + efeito de tratamento+ variância escalonada; Modelo 5- Gompertz; Modelo 6- Gompertz + efeito de tratamento; Modelo 7- Gompertz + efeito de tratamento+ correlação entre medidas; Modelo 8- Gompertz + efeito de tratamento+ variância escalonada; Modelo 9- Logístico; Modelo 10- Logístico + efeito de tratamento; Modelo 11- Logístico + efeito de tratamento+ correlação entre medidas; Modelo 12- Logístico + efeito de tratamento+ variância escalonada; Modelo 13- Von Bertalanffy; Modelo 14- Von Bertalanffy + efeito de tratamento; Modelo 15- Von Bertalanffy + efeito de tratamento+ correlação entre medidas; Modelo 16- Von Bertalanffy + efeito de tratamento+ variância escalonada; Modelo 17- López; Modelo 18- López + efeito de tratamento; Modelo 19- López + efeito de tratamento+ correlação entre medidas; Modelo 20- López + efeito de tratamento+ variância escalonada; Modelo 21- Brody+ efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”; Modelo 22- Logístico+ efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”; Modelo 23- Von Bertalanffy+ efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”; Modelo 24- López + efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”; Modelo 25- López + efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”+ variância escalonada; Modelo 26- López + efeito de tratamento+ efeito aleatório no parâmetro “a”+ variância escalonada+ correlação entre medidas.

Na tabela 8 são apresentadas as estimativas médias e os intervalos de confiança (95%) dos parâmetros do modelo escolhido com uso dos critérios já apresentados. Pode-se observar que não foi encontrada diferença estatística entre os parâmetros ajustados, pois os intervalos de confiança se justapõem.

Tabela 8. Média e intervalo de confiança (95%) dos parâmetros estimados do modelo escolhido.

Parâmetros do Modelo	Intervalo Inferior	Média	Intervalor Superior
a-tratamento 1	18,73	19,58	20,44
a-tratamento 2	19,40	20,31	21,23
b-tratamento 1	17,27	17,92	18,58
b-tratamento 2	16,98	17,78	18,58
K-tratamento 1	208,27	215,02	221,77
K-tratamento 2	202,00	210,70	219,39
n-tratamento 1	2,54	44,36	86,18
n-tratamento 2	6,65	23,48	40,32

Legenda: a = peso do animal (kg), b = parâmetro de escala, K = tempo (dias) no qual é atingida metade do peso adulto e n = parâmetro de escala adimensional.

Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os parâmetros ajustados para cada um dos tratamentos (tabela 8). Ao analisar os perfis de crescimento, pode observar que o ganho de peso dos indivíduos do tratamento 1 ocorreu de forma expressiva a partir dos 210 dias, enquanto que, no tratamento 2, os indivíduos tiveram um crescimento maior próximo aos 190 dias. (Figuras 1 e 2). Entretanto, os indivíduos do tratamento 1 atingiram seu peso assintótico mais precocemente, próximo aos 230 dias e os indivíduos do tratamento 2 próximo aos 270 dias.

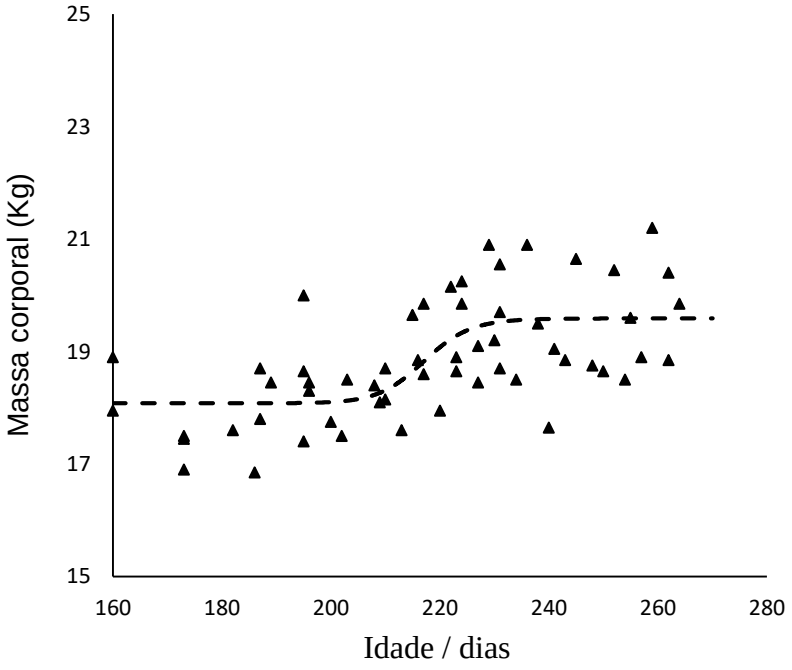
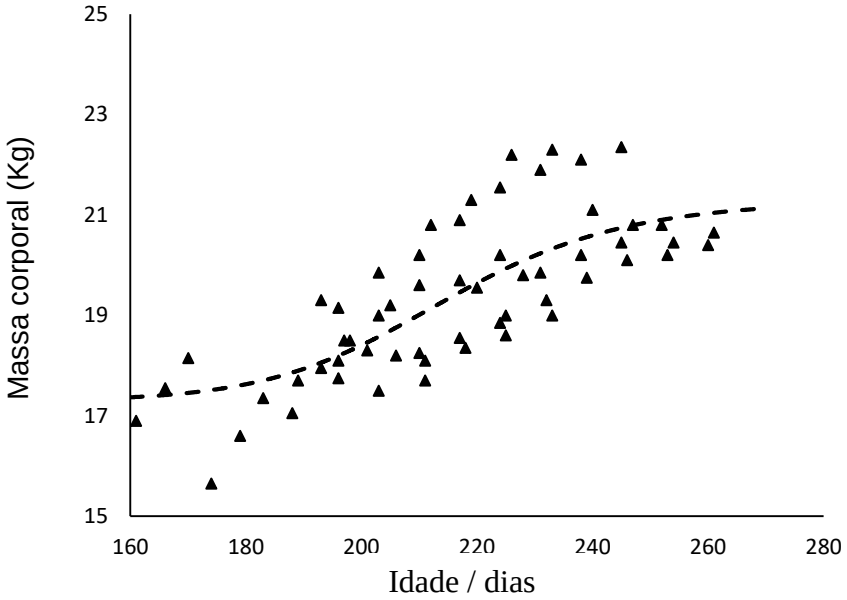


Figura 1. Curva de crescimento das aves do tratamento 1.



. Figura 2. Curva de crescimento das aves do tratamento 2.

Estudos que utilizam ajustes de curvas de crescimento para ratitas vêm sendo conduzidos ao longo dos anos. (GOONEWARDENE et. al 2003, Ramos et. al. 2013, Navarro et. al 2004). Especificamente em emus, GOONEWARDENE et. al (2003), em estudo das características de crescimento desses animais, observaram pesos

assintóticos de 49.5kg. Este valor foi muito superior aos encontrados neste estudo, mas, a idade estimada para que os animais consigam esta massa corporal é de 722 dias. De acordo com os mesmos autores o peso ideal de abate deste animal é de aproximadamente 40kg. Outra diferença para este estudo é um maior teor de energia na dieta dos animais (aproximadamente 33%).

Depois de selecionado o modelo, calculou-se a taxa de crescimento absoluta (TCA), obtida a partir da primeira derivada do modelo ajustado, em relação ao tempo. A TCA é, na realidade, o ganho de peso obtido por unidade de tempo e, como, nesse caso, o tempo está em dia, representa o ganho de peso médio diário, estimado ao longo da trajetória de crescimento, ou seja, a taxa média de crescimento dos animais dentro da população. (Figura 3 e 4). Os pontos de inflexão para os dois tratamentos são 214,8 e 209,9 dias, respectivamente, para os tratamentos 1 e 2 apresentando uma acentuada queda de massa corporal a partir desta idade. Os pesos dos animais nos pontos de inflexão foram 18,73 e 18,99 kg. Sendo assim, estes seriam os pesos e os momentos ideais com uso dessas dietas para o abate dos animais. Como já mencionado, Goonewardene et. al (2003), relataram que o peso ideal de abate desses animais seria de aproximadamente 40kg. De acordo com (FRAPPLE, PAUL E HAGAN, RUTH (1992), para atingir esse peso seria necessário produzir estes animais até atingirem 70 semanas (490 dias). Portanto, se utilizados esses mesmos tratamentos até os animais atingirem o peso aproximado de 40kg, o custo da carne desses animais seria muito elevado, o que provavelmente impossibilitaria o sistema de produção dos mesmos.

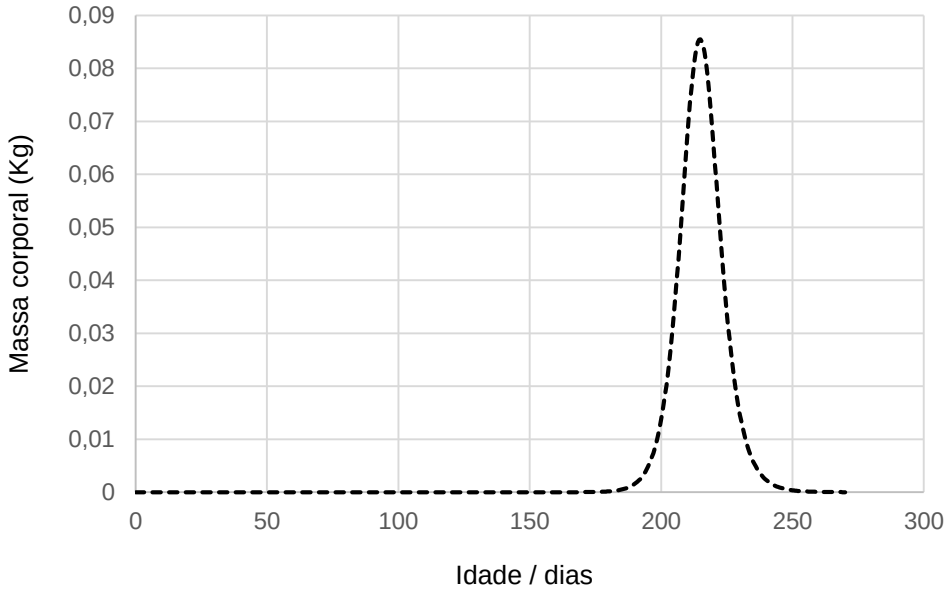


Figura 3. Taxa de crescimento absoluto das aves do tratamento 1.

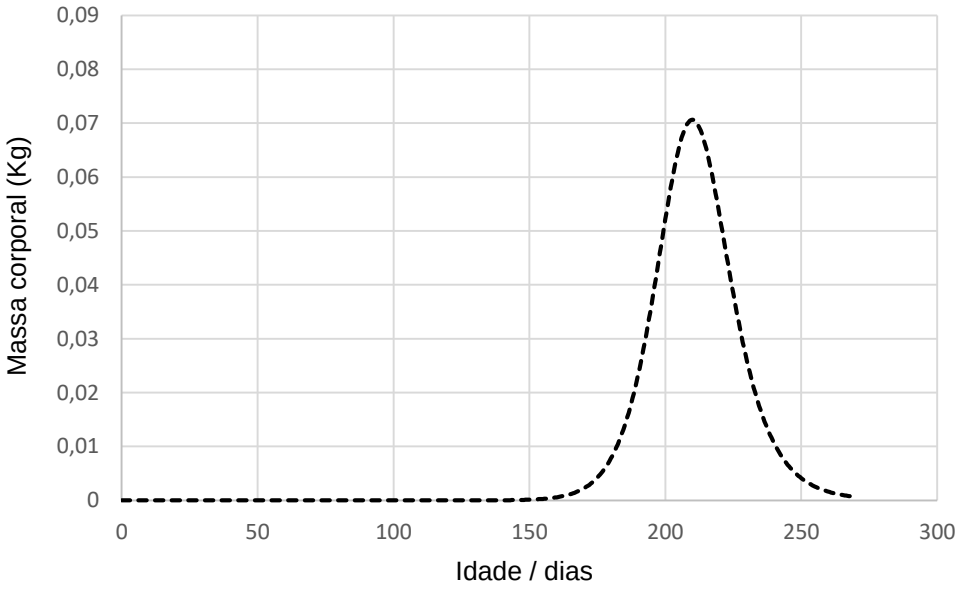


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto das aves do tratamento 2.

6. CONCLUSÃO

O modelo Michaelis-Menten Generalizado apresenta maior verossimilhança para descrição do crescimento dos emus.

A dieta com inclusão de farelo de trigo e feno de alfafa não difere da dieta padrão utilizada na produção de emus. Sendo recomendado o uso de uma ração nutricionalmente balanceada e de menor custo produtivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARD. Y., 1974. **Nonlinear parameter estimation**. Academic Press, Inc., New York.

BEZUIDENHOUT, A.J. e VAN ASWEGEN, G., 1990. **A ligth microscopic and immunocytochemical study of the gastro – intestinal tract of the ostrich (*Struthio camelus L.)***. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 57, 37 – 48.

BRODY, S. **Bioenergetics and Growth. Rheinhold Publishing**. New York. 1945.

BRUCE, MD (1999). "**Emu Comum (*novaehollandiae novaehollandiae*)**". Em del Hoyo, J .; Elliott, A .; Sargatal, J. Manual dos Pássaros da Vivo Mundial

BULTOT, D. et al. **Performances and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet**. In: Rencontre Des Recherches Sur Ruminants, 2002, Paris. Proceedings... Paris, 2002. p. 271.

BURNHAM, K.P., Anderson, D.R., 2004. **Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection**. Sociological Methods e Research 33, 261-304.

CILLIERS, S. C., J. J. DU PREEZ, J. S. MARITZ, e J. P. HAYES. 1995.

CODDINGTON, C. E COCKBURN, A. (1995**) The mating system of free living emus**. Aust. J. Zool., 43, 365 – 372.

DAVIES, S.J.J.F. (2002). **Ratites e Tinamous.**

EASTMAN, MAXINE (1969). **A vida do emu**. Editora Angus & Robertson, Austrália

EKESBO, I. (2011). **Farm Animal Behaviour: Características para a Avaliação da Saúde e Bem-Estar** . CABI. pp*. 174-190.*

EMMANS, G. C., e I. KYRIAZAKIS. 1999. **Growth and body composition**.

FOWLER M.E., 1991. **Comparative clinical anatomy of ratites**. Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 22, 204 – 227.

FRAPPLE, PAUL e HAGAN, RUTH (1992) "**Taking the emu to market**," Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 4: Vol.33 : No. 3 , Article 2.Available at: http://researchlibrary.agric.wa.gov.au/journal_agriculture4/vol33/iss3/2

FREITAS, A.R. **Curvas de Crescimento na produção animal**. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 786-795, 2005.

FUENTE, F. R. **A Fauna, vida e costumes dos animais selvagens**. Salvat, Editora do Brasil Ltda. RJ, 1987.

GOONEWARDENE, L. A., WANG, Z., OKINE, E., ZUIDHOF, M. J., DUNK, E., e ONDERKA. D.(2003). **Comparative Growth Characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*)**. J. Appl. Poult. Res. 12:27–31.

Growth curves of ostriches (*Struthio camelus*) from Oudtshoorn in South Africa. Anim. Sci. 61:161–164.

JEFFEREY, JOAN S. (1996). **Emu production**. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System.

KOHN, F., A. R. SHARIFI, e H. SIMIANER. 2007. **Modeling the growth of the Goettingen minipig**. J. Anim. Sci. 85:84–92.

LÓPEZS, S.; FRANCE, J., GERRITS, W. J. J.; DHANOA, M. S., HUMPHRIES, D. J.; DIJKSTRA, J. **A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth.** J. Anim. Sci. v. 78, p.1816–1828, 2000.

MALONEY, SK; DAWSON, TJ (1995). **"A carga de calor da radiação solar em um grande pássaro, diurnally ativo, o emu (*Dromaius novaehollandiae*)"**. *Journal of Biology.*

MATIS, J.H. e HARTLEY, H.O. **Stochastic compartmental analysis: model and least squares estimation from time series data**. Biometrics v. 27, p. 77–102, 1971.

MINNAAR P. e MINNAAR M., 1992. **The meu farmer´s handbook**. Induna Company, Groveton, Texas, USA, pp. 178

NAVARRO, J. L., et al. **"Growth curves of farmed Greater Rheas (Rhea americana albescens) from central Argentina."** Archiv fur Geflugelkunde 69.2 (2005): 90-93.

NRC. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. Natl. Acad.

NUNES, R. V. et al. (2011). **Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de sub-produto de trigo para pintos de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2011.

NUTRITION GUIDELINES FOR OSTRICHES AND EMUS – Iowa State University, Ames, Iowa; January 1997.

O'MALLEY, P.J. (1995). **Nutrition of ratites: Comparison of emu and ostrich requirements**. In: Rowe, J.B. and Nolan, J.V. (eds.), Recent Advances in Animal nutrition in Australia, pp. 53 –61. University of New England, Armidale. Pages 181–197 in A Quantitative Biology of the Pig. I. Kyriazakis, ed. CAB Int., Wallingford, UK.

PEARL, R. e REED, L. J. **On the mathematical theory of population growth**. Metron, v.3, p.6-19, 1923.

QUIN, B.R. (1996). **Diet and habitat of emus Dromaius novaehollandiae in the Grampian Ranges, Southwestern Victoria**. Emu, 96, 114 – 122.

RICKLEFS, R. E. (1967). **A Graphical method of fitting equations to growth curves.** Department of Biology, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania 19104. Accepted for publication January 23, 1967.

ROCHA, N.S., VIEIRA, R.A.M., ABREU, M.L.C., ARAUJO, R.P., GLÓRIA, L.S., TAMY, W.P., CAMISA NOVA, C.H.P., FERNANDES, A.M., 2015. **Traditional and biphasic nonlinear models to describe the growth of goat kids of specialized dairy breeds**. Small Ruminant Research 123, 35-46. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.002

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

SALES, J. (2006). **Digestive physiology and nutrition of ratites**. Avian Poult. Biol. Rev., 17, 41– 55.

SANTOS, E. R. **Caracterização do processo de rigor mortis, da maciez dos músculos gastrocneminus internus e fibularis longus e efeito da radiação gama na vida comercial da carne de avestruz (*Struthio camelus*)**. Niterói, 2006.

SCHEIDELER S. E., MANDIGO R. e ANGEL C. R., 1996. **Organ end gastro – intestinal size, and liver and boné mineral accretion in adult male rheas**. In: Deeming D. C. Ed. Proceedings International Conference Improving our Understanding of Ratites in a Farming Environment Manchester, UK, 129 – 130.

SILLENCE, M.N. **Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock**. The veterinary journal, v.167, p.242-257, 2004.

SKADHAUGE E, DAWSON T.J., PR_S. JONES R. E WARUI C. N., 1996. **The role of the kidney and the gut in osmoregulation**. In: Deeming D. C. Ed. Preceedings

International Conference Improving our Understanding of Ratites in a Farming Environment, Manchester, UK, 115 – 122.

SUGIURA, N., 1978. **Further analysis of the data by Akaike's Information Criterion and the finite corrections**. Communications in Statistics, Theory and Methods A7, 13-26.

SWART D., MACKIE R. I e HAYES J.P., 1993. **Fermentative digestion in the ostrich (Struthio camelus var. domesticus), a large avian species that utilizes celulose**. South African Journal of Animal Science, 23, 127 – 135.

TARLADGIS, B. G., WATTS, B. M., YOUNATHAN, M. S. e DUGAN, L. J. **A distillation method of the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods**. Journal of the American Oil Chemistis Society, v. 37, p .44 – 48, 1960.

TOMPIĆ, T., J. DOBŠA, S. LEGEN, N. TOMPIĆ, e H. MEDIĆ. 2011.**Modeling the growth pattern of in-season and off-season Ross 308 broiler breeder flocks**. Poult. Sci. 90:2879–2887.

VALADARES FILHO, SEBASTIÃO DE CAMPOS**. Nutrição, Avaliação de Alimentos e Tabelas de Composição de Alimentos para Bovinos**. XXXVII Reunião Anual da SBZ, 37, Viçosa, 2000, Anais... Viçosa: 2000. P. Washington, DC.

VON BERTALANFFY, L. **Quantitative laws in metabolism and growth**. The Quarterly Review of Biology, v. 32, n.3, p. 217-231, 1957.

WILSON, M.F. (1989). **Gut retention times of experimental pseudoseeds by emus**. Biotropica, 21, 210 – 213.

WINSOR, C.P. **The Gompertz curve as a growth curve**. Proceedings of National Academy of Sciences, v.18, n.1, p.1-8. 1932.