

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABIO HENRIQUE RIGOTI

**ESTIMATIVA PELO MÉTODO BAYESIANO DE HERDABILIDADE E
CORRELAÇÕES GENÉTICAS DE PESO VIVO EM DIFERENTES IDADES DE
AVESTRUZES (*Struthio camelus*) PARA ABATE**

CURITIBA
2008

FABIO HENRIQUE RIGOTI

**ESTIMATIVA PELO MÉTODO BAYESIANO DE HERDABILIDADE E
CORRELAÇÕES GENÉTICAS DE PESO VIVO EM DIFERENTES IDADES DE
AVESTRUZES (*Struthio camelus*) PARA ABATE**

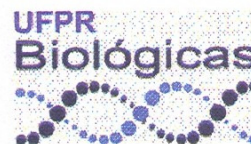
Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas com área de concentração em Genética do Departamento de Genética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Isabel Mateus de Almeida

CURITIBA
2008



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Genética



PARECER

Os abaixo-assinados, membros da Banca Examinadora da defesa de dissertação de Mestrado, a que se submeteu **FÁBIO HENRIQUE RIGOTI**, para fins de adquirir o título de Mestre em Ciências Biológicas na área de Genética da Universidade Federal do Paraná, no Programa de Pós-Graduação em Genética, são de parecer que se confira ao candidato o conceito "A".

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Genética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 25 de fevereiro de 2008.

Banca Examinadora:

Professora Doutora Marina Isabel Mateus de Almeida
Orientadora e Presidente

Professor Doutor Valter Joos van Onselen
Membro

Professor Doutor Edson Gonçalves de Oliveira
Membro

Visto:

Prof. Dr. Ricardo Lehtonen Rodrigues de Souza
Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Genética

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista a meus avós, Pedro Mendonça e Isolina Moraes Mendonça. Duas pessoas que sempre acreditaram em mim, e olha que até uns sete anos atrás, confesso que essa seria uma tarefa bem difícil... Eles são especiais, não só para mim, mas para o mundo, mesmo que este não tenha tal consciência. Eles encorajaram, ajudaram, estenderam as mãos, a todas as pessoas que deles precisaram. O mundo seria muito melhor se houvessem mais pessoas como meu avô, sua alegria, energia, vitalidade é de impressionar qualquer um. Meu avô é um grande músico e hoje aos 96 anos possui a sabedoria de alguém que viveu e deu a seus filhos e a seus netos condições para que seguissem seus caminhos com a mesma garra e inteligência que ele. Sinto muito orgulho quando falam que eu sou o neto mais parecido com ele e realmente me espelho nele, e acho que todos deveriam, assim o mundo seria bem melhor. A minha avó ainda é novinha, tem 85 anos, é a pessoa mais doce que existe, não consigo se quer imaginar ela fazendo mal a alguém. Criou seus filhos e netos com o coração do tamanho do universo. Lembro-me dos cafunés, do macarrão com frango assado que não existe igual, pois é, comida de vó é comida de vó. Uma pessoa que sempre está vendo o lado bom de tudo, que sempre te espera com um sorriso, não que ela não tenha problemas, mas ela simplesmente não os transmite a quem nada pode fazer. Hoje estou longe deles e isso me deixa muito triste, porque eu gostaria de estar lá sempre que eles precisassem. “Vô e vó espero que muita gente tenha a sorte de conviver com pessoas iluminadas como vocês. Vocês podem olhar para trás, refletindo o que fizeram de suas vidas, e com muita tranquilidade se orgulharem e dizerem que valeu a pena”.

AGRADECIMENTOS

É com grande orgulho e satisfação que escrevo essas palavras de agradecimento a meus pais, Augustinho Rigoti e Lucélia Mendonça Rigoti. Eles são os principais responsáveis por eu chegar aonde cheguei. Eles me mostraram o caminho que eles julgavam certo e sem nunca impor nada, confiaram em mim. Considero-me uma pessoa extremamente feliz não só pelo que vivo hoje, mas também pelo que vivi durante toda minha vida e foram eles que proporcionaram isso a mim. Sei a hora de estudar, de jogar bola, de ir ao cinema, de trabalhar, de namorar e de ficar com a família. Ensinaram-me a dosar, tendo flexibilidade na importância de cada fator em cada momento da minha vida. Talvez por isso eles tenham criado uma das pessoas mais felizes do mundo e por de trás de tudo que fazemos, está um único objetivo, ser feliz.

Meus professores, amigos, Edson Gonçalves de Oliveira e Marina Isabel Mateus de Almeida. Como diziam meus amigos da faculdade, foram meus pais ali dentro. Eu os conheço e trabalhamos juntos desde o segundo semestre de 2001, ano em que entrei na faculdade de Zootecnia. Será que deu certa a parceria? Aprendemos sobre tudo a confiar uns no outro. Por isso, por mais que eu estivesse atrasado com alguma coisa, eles sabiam que no final iria dar tudo certo, porque eu nunca os deixaria na mão e vice-versa, e eu daria o melhor de mim e eu sabia o mesmo deles, Eu quero aliar o meu trabalho ao trabalho deles, porque são pessoas e profissionais que simplesmente são raros. Um magnífico casal, fiéis soldados da guerra por um ensino gratuito e de qualidade.

Meus irmãos, ah meus irmãos, como me orgulho deles, pessoas inteligentíssimas e praticantes do bem. Eu agradeço muito por tudo que eles me ensinaram, eles também são grandes responsáveis por eu estar onde estou hoje. O Raphael, meu irmão mais velho, foi o que me ensinou a refletir e questionar, e o Caesar, irmão do meio, a hora certa de refletir, engolir, falar e questionar. Valeu irmãos.

Tive uma fiel e linda ajuda na coleta de dados de campo, minha namorada Ana Paula Dias da Silva. Que agradável se meus dias de estudo, pesquisa, trabalho, fosse sempre assim, ao lado da mulher que eu amo... pois é, tenho muito a agradecer-lá, pois se não fosse sua atenção e capricho ao me

ajudar, algumas informações valiosas não fariam parte desse trabalho. Mas isso é de menos perto do conforto que sinto no meu coração ao saber que tenho essa linda e divertida quase zootecnista ao meu lado. Sempre, sempre, ao meu lado, confio muito nela e no seu amor por mim. Obrigado por tudo, obrigado por existir!!! Gostaria de mostrar minha gratidão aos pais dela José Maria Ferreira da Silva e Avelina Dias da Silva que sempre deram força ao nosso namoro e aos nossos estudos, nos incentivando a irmos cada vez mais longe.

Não dá para esquecer dos meus amigos da faculdade, que ainda hoje fazem parte da minha vida. Teria sido muito difícil os 5 anos de Zootecnia se não fossem por eles. Tive muita sorte, um grupo muito bom que sabia à hora de fazer festas e a hora de estudar, à hora de uma boa conversa e a hora das gargalhadas. Se não fosse por esses anos inesquecíveis, talvez meu desempenho não tivesse sido como foi e eu não estaria aqui hoje. Valeu Galera!!!

Minha turma do mestrado, mais uma vez foi pura sorte, pessoas inteligentíssimas, determinadas e companheiras. Foram dois anos de muito estudo, pesquisa e reuniões, mas também teve muita festa, churrasco, confraternizações, chamem do que quiser, eu chamo de união. O pessoal me ajudou muito, se não fosse por isso, minha vida tinha complicado um pouco mais. Reuníamos-nos para estudar as disciplinas mais difíceis e deu certo, quando um não sabia, o outro sabia e assim por diante. Todos muito confiantes do que fizeram, do que fazem e do que vão fazer, por isso que o relacionamento foi tão legal. Obrigado!!!

Professor Elias Nunes Martins e seus alunos deram todo apoio necessário ao desenvolvimento da metodologia do projeto, com pleno domínio do assunto me orientaram introduzindo-me à inferência Bayesiana.

SUMÁRIO	PÁGINA
Lista de figuras	i
Lista de tabelas	iii
Resumo	iv
Abstract	v
1 Introdução	6
2 Objetivo geral	10
2.1 Objetivos específicos	10
3 Revisão bibliográfica	10
3.1 Características reprodutivas	10
3.2 Características produtivas	13
3.3 Origem genética dos avestruzes	18
3.4 Estimativa dos parâmetros genéticos	21
3.5 Avestruzes de zero a 120 dias de idade	23
3.5.1 Principais causas de mortalidade de avestruzes de zero a 120 dias	25
4 Materiais e métodos	29
4.1 Procedência dos dados	29
4.2 Biosegurança na fazenda	30
4.3 Manejo no setor de incubação	31
4.4 Manejo no setor de criação de pintinhos	33
4.5 Manejo no setor de crescimento e engorda	36
4.6 Manejo no setor reprodução	37
4.7 Características avaliadas	38
4.8 Avaliação estatística	38
5 Resultados e discussões	41
5.1 Análise descritiva do desempenho produtivo das aves	41
5.2 Efeitos fixos	46
5.2.1 Efeito do sexo sobre o desempenho de ganho de peso	46
5.2.2 Efeito do mês de nascimento sobre o desempenho de ganho de peso	47
5.3 Estimativa da herdabilidade e correlações genéticas	51
5.3.1 Peso ao nascer	51
5.3.2 Peso aos 100 dias de vida	53
5.3.3 Peso aos 200 dias de vida	55
5.3.4 Peso aos 365 dias de vida	56
6 Conclusões	57
7 Referências	58

LISTA DE FIGURAS	PÁGINA
FIGURA 1 – CARNE DE AVESTRUZ	06
FIGURA 2 – COURO DE AVESTRUZ	07
FIGURA 3 – PLUMAS DO AVESTRUZ MACHO	07
FIGURA 4 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE PRODUÇÃO DE OVOS E DE PINTINHOS E SOBRE A ECLODIBILIDADE.	11
FIGURA 5 – EFEITO DA IDADE DO MACHO SOBRE A FERTILIDADE, FERTILIDADE DE OVOS TOTAIS (PINF 1) E FERTILIDADE DE OVOS INCUBADOS (PINF 2) EXPRESSO COMO DESVIOS DE MACHOS COM 2 ANOS DE IDADE.	12
FIGURA 6 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE O PESO DO OVO E DO PINTINHO EXPRESSO COMO DESVIOS DE FÊMEAS COM 2 ANOS DE IDADE.	15
FIGURA 7 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE O PESO MÉDIO DE OVO (PMO) E DE PINTINHO AO NASCER (PMP) POR FÊMEA EXPRESSO COMO DESVIOS DE FÊMEAS COM 2 ANOS DE IDADE.	15
FIGURA 8 – VARIAÇÃO DO PESO DO OVO NO DECORRER DO CICLO DE POSTURA EXPRESSADO COMO DESVIOS DO PRIMEIRO OVO E PINTINHO DO CICLO.	16
FIGURA 9 – AFRICAN BLACK	19
FIGURA 10 – BLUE NECK	20
FIGURA 11 – RED NECK	20
FIGURA 12 – DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE <i>S. c. australis</i> , <i>S. c. camelus</i> , <i>S. c. molybdophanes</i> E <i>S. c. massaicus</i> E ENTRE RAÇAS DERIVADAS DAS SUBESPÉCIES.	21
FIGURA 13 – PINTINHO DE AVESTRUZ QUE VEIO A ÓBITO APRESENTANDO SINDROME DO FIGADO GORDO.	27
FIGURA 14 – PINTINHO DE AVESTRUZ QUE VEIO A ÓBITO POR INFECÇÃO INTESTINAL APRESENTANDO COLORAÇÃO NORMAL DE FÍGADO.	27
FIGURA 15 – PLUVIOSIDADE ACUMULADA POR MÊS NOS ANOS DE 2005 E 2006, REGISTRADA NO INSTITUTO DE PESQUISAS METEREOLÓGICA SITUADO EM BAURU/SP.	30

FIGURA 16 – ÁREA SUJA DO INCUBATÓRIO	32
FIGURA 17 – MÁQUINA DE INCUBAÇÃO	32
FIGURA 18 – SETOR DE INCUBAÇÃO	33
FIGURA 19 – ESTUFA	33
FIGURA 20 – PIQUETE DE PINTINHOS DE 0 A 30 DIAS DE VIDA	34
FIGURA 21 – PIQUETES DE PINTINHOS DE 30 A 75 DIAS DE VIDA	35
FIGURA 22 – PIQUETE DE AVESTRUZES DE 75 A 120 DIAS DE VIDA	35
FIGURA 23 – SETOR DE CRIAÇÃO DE PINTINHOS	36
FIGURA 24 – COMEDOUROS	36
FIGURA 25 – AVESTRUZES COM APROXIMADAMENTE 1 ANO DE VIDA	37
FIGURA 26 – SETOR DE REPRODUÇÃO	38
FIGURA 27 – PESO VIVO, EM QUILOS, AO NASCER, 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DE AVESTRUZES DE AMBOS OS SEXOS CRIADOS PARA CORTE.	43
FIGURA 28 – MORTALIDADE, EM PORCENTAGEM, DE AVESTRUZES DE ZERO A 120 DIAS DE ACORDO COM O MÊS DE NASCIMENTO.	45
FIGURA 29 – PESO VIVO, EM QUILOS, AO NASCER, 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DIFERENCIANDO MACHOS E FÊMEAS DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE.	47
FIGURA 30 – MÉDIAS E DESVIOS DE PESO EM QUILOS AO NASCER DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE RELATIVO AO CICLO REPRODUTIVO DE 2005.	48
FIGURA 31 – EFEITO DO MÊS DE NASCIMENTO SOBRE MÉDIA DE PESO AOS 100, 200 E 365 DIAS DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE RELATIVO AO CICLO REPRODUTIVO DO ANO DE 2005.	49

LISTA DE TABELAS**PÁGINA**

TABELA 1- ESTIMATIVA DO REQUERIMENTO PARA INGESTÃO DE MATÉRIA SECA (IMS), ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM), EXTRATO ETÉREO (EE) E PROTEÍNA BRUTA (PB) PARA AVESTRUZES ATÉ 120 DIAS CRIADOS PARA CORTE.	25
TABELA 2- CAUSAS DA MORTALIDADE DE 277 PINTINHOS DE AVESTRUZES DE ATÉ 10 SEMANAS DE IDADE.	28
TABELA 3- ANÁLISE DESCRITIVA DAS CARACTERÍSTICAS DE PESO VIVO EM QUILOS AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE.	42
TABELA 4- DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS CAUSAS DE MORTALIDADE DE AVESTRUZES DE 0 A 120 DIAS DE VIDA CRIADOS PARA CORTE.	44
TABELA 5- DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS CAUSAS DE MORTALIDADE DE AVESTRUZES DE 120 A 400 DIAS DE VIDA CRIADOS PARA CORTE.	44
TABELA 6- ANÁLISE DESCRITIVA DAS CARACTERÍSTICAS DE PESO VIVO EM QUILOS AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DIFERENCIANDO AVESTRUZES MACHOS E FÊMEAS CRIADOS PARA CORTE.	46
TABELA 7 – VARIÂNCIA GENÉTICA ADITIVA (σ^2A , HERDABILIDADE (h^2), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) AO NÍVEL DE 90% E INTERVALO DE CREDIBILIDADE (IC) AO NÍVEL DE 90% PARA PESO AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE.	53
TABELA 8 – VARIÂNCIA MATERNA GENÉTICA (σ^2MG), EFEITO MATERNO GENÉTICO (EMG), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) AO NÍVEL DE 90% E INTERVALO DE CREDIBILIDADE (IC) AO NÍVEL DE 90% PARA PESO AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE.	54
TABELA 9 – COVARIÂNCIA GENÉTICA (CovG), CORRELAÇÃO GENÉTICA (rG), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) AO NÍVEL DE 90% E INTERVALO DE CREDIBILIDADE (IC) AO NÍVEL DE 90% PARA PESO AO NASCER COM PESO AOS 100 E 365 DIAS DE IDADE, PESO AOS 100 COM PESO AOS 200 E 365 DIAS DE IDADE E PESO AOS 200 COM PESO AOS 365 DIAS DE IDADE.	54

RESUMO

A produção de avestruzes para abate vem se mostrando uma atividade bastante promissora no abastecimento do mercado de carnes, tendo em vista a demanda crescente pela população de alimentos saudáveis. O desempenho produtivo de uma população de avestruzes depende da genética e do ambiental no qual as aves foram criadas. A eficácia da seleção dos animais geneticamente superiores depende da fração da variação fenotípica que é devido à variação genética e das conseqüências genéticas que esta terá sobre outras características economicamente importantes. Como há pouca informação na literatura quanto aos componentes da variância e covariância de características produtivas do avestruz e tendo em vista que estas variam de acordo com a população, foi estimada a herdabilidade, efeito materno genético e correlação genética de peso vivo ao nascer, aos 100, 200 e 365 dias de idade de avestruzes criados para abate. Foi utilizado o método Bayesiano, usando algoritmo amostrador de Gibbs, disponível no programa MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models). As herdabilidades e efeito materno genético foram respectivamente 0,14 e 0,15, 0,10 e 0,074, 0,24 e 0,017 e 0,16 e 0,003. Notavelmente o efeito materno genético se tornou não significativo tendendo a zero no decorrer da vida do animal até a idade do abate. As correlações genéticas de peso ao nascer, peso aos 100 e 200 dias de vida com peso aos 365 dias de idade foram respectivamente 0,07, 0,73 e 0,74. Assim como aos 100, o peso vivo aos 200 dias de idade possui moderada a alta correlação genética com peso ao abate, no entanto, o segundo obteve maior herdabilidade, sendo esta a melhor idade precoce indicadora de potencial genético de peso vivo ao abate.

ABSTRACT

The slaughter ostrich production has shown to be very promising in the meat market, since the population has a crescent demand of healthy food. The productive performance of a commercial ostrich population depends on their genetics and environment that they have been bred. The efficiency of selection of genetically superior ostriches depends on the fraction of the phenotypic variance that is due to the genetic variance as well as the genetic consequences on other economically important traits. Considering that there is lack of information in the literature of the variance and covariance components for ostrich productive traits and that it varies from each population, the heritability, maternal genetic effect and genetic correlation were estimated for life weight of day old chick, 100, 200 and 365 days old slaughter ostriches. The Bayesian method, using Gibbs algorithm sampling, available at the MTGSM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models) program, was used to estimate the genetic parameters. The heritability and genetic maternal effect were respectively 0.14 and 0.15, 0.10 and 0.074, 0.24 and 0.017 and 0.16 and 0.003. Notably the genetic maternal effect came out to be less significant tending to zero during the ostriches life. The genetic correlation of life weight of day old chick, 100 and 200 days old ostriches with weight of 365 days old ostriches were respectively 0.07, 0.73 and 0.74. Moderate to high genetic correlation was estimated for life weight of 100 and 200 days old ostriches with life weight at slaughter, although selection should be done for the second trait, considering that it has the highest heritability.

1 INTRODUÇÃO

A estruturacultura (criação comercial de avestruz) já é centenária no exterior, porém no Brasil os avestruzes são criados há aproximadamente 12 anos. A cadeia produtiva vem mostrando um crescimento e desenvolvimento tecnológico bastante significativo. Os principais produtos hoje comercializados na indústria do avestruz são carne, couro e plumas.

Devido à crescente preocupação da população humana com uma alimentação mais saudável, a carne de avestruz desponta, de forma promissora, no mercado interno de carne vermelha (Figura 1), bem como produto de exportação. Atualmente seu alto preço a torna acessível apenas a uma pequena parcela da população brasileira. No entanto, com o aumento da oferta e redução dos custos de produção das aves, gradativamente esse percentual deve se ampliar, tornando-a competitiva com outras carnes de mesmo tipo.

FIGURA 1 – CARNE DE AVESTRUZ



O couro do avestruz é um dos mais valorizados mundialmente devido a sua maciez, resistência e aspecto (Figura 2). A exploração de couro no Brasil ainda é bastante limitada devido à falta de tecnologia apropriada para a industrialização do produto.

FIGURA 2 – COURO DE AVESTRUZ



A produção de plumas tem um mercado amplo, tendo em vista que o maior comprador de plumas é o Brasil, para utilização no carnaval. No entanto, para uma concreta exploração das plumas, os produtores deverão adaptar seu manejo e fazer seleção de genótipos específicos para o propósito. As plumas com maior valor de mercado são as brancas das extremidades das asas dos machos seguidas pelas pretas encontradas no restante do corpo do macho (Figura 3).

FIGURA 3 – PLUMAS DO AVESTRUZ MACHO



As últimas décadas têm sido um marco no avanço do melhoramento genético na produção animal, particularmente na avicultura (destaque para frango de corte), bovinocultura de leite e suinocultura. A produção de avestruzes não se encaixa neste perfil. Ainda há pouca informação quanto à influência do ambiente e da genética sobre a variação das características de interesse comercial (CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002). Portanto, de acordo com BUNTER e CLOETE (2004), a estimação dos parâmetros genéticos para as características de importância econômica é um pré-requisito para um efetivo programa de melhoramento genético da espécie.

O valor econômico de um animal resulta do número de características que influem de forma desejável no seu desempenho. Assim sendo, a seleção para uma determinada característica é importante não somente pelos reflexos na sua expressão, como, também, no de outras que são associadas a ela em maior ou menor grau (PEREIRA, 2001). A consequência da correlação genética, é que, se duas características economicamente importantes mostram uma correlação altamente positiva, a ênfase da seleção em apenas uma delas, acarretará em melhoria de ambas, permitindo, desse modo, uma redução no número de características a serem selecionadas. Se as características não mostram nenhuma correlação, a seleção de uma não afetará a outra; e se estão negativamente correlacionadas, a seleção para a melhoria de uma causará redução da outra, sendo vantajoso, ou não, dependendo das características avaliadas (PEREIRA, 2001).

O estudo da correlação genética entre diferentes idades para uma determinada característica, fornece suporte no mercado de fornecimento de animais para abate. Quanto antes for percebido o potencial genético de um animal para as características inseridas no programa, mais cedo será decidido o seu destino, abate ou reprodução. Por isso, saber como estas características se correlacionam geneticamente em diferentes idades, auxiliaria na seleção precoce de animais para a reprodução.

Métodos estatísticos apropriados permitem estimar o quanto da variação fenotípica é devido às diferenças genéticas entre os indivíduos e o quanto é devido às diferenças de natureza ambiente (PEREIRA, 2001). Entre os componentes da variância hereditária o mais importante é aquele devido aos efeitos aditivos dos genes. A relação desta com a variância total ou fenotípica é chamada herdabilidade

no sentido restrito. Quando no numerador são incluídas as variâncias aditivas, dominância e epistasia, em relação à variância fenotípica, tem-se a herdabilidade no sentido amplo (PEREIRA, 2001). A herdabilidade é de suma importância para um programa de melhoramento genético animal. É ela que indica a magnitude esperada da resposta à seleção de uma determinada característica.

Para a estimativa de parâmetros genéticos é fundamental conhecer a genealogia da população em questão. Em estruturas reprodutivas onde não se conhecem as relações de parentesco, fica inviável tal estimativa. O manejo reprodutivo adotado na avicultura brasileira consiste em alojar casais ou trios (1 macho e 2 fêmeas) possibilitando o controle genealógico adequado. O Brasil poderá ser um dos maiores fornecedores de material genético, uma vez que terá condições de indicar os animais geneticamente superiores através de um programa de melhoramento genético para avestruzes. Poderá se tornar mais competitivo no mercado mundial quanto aos produtos do avestruz, reduzindo seu custo de produção graças ao aumento da produtividade e melhorando a qualidade de seus produtos.

O plantel Brasileiro de avestruzes se caracteriza por ser altamente heterogêneo. Do ponto de vista do melhoramento genético este fator é favorável, pois a variabilidade é a base de qualquer programa de melhoramento genético. Entretanto, do ponto de vista produtivo, isto implica em perdas econômicas. Tais perdas se devem ao fato de que o manejo das aves é feito em lotes até pouco antes da maturação sexual. Sendo heterogêneos, estes lotes contêm animais com requerimentos de espaço físico e nutricional bastante distintos, pois suas curvas de crescimento são muito diferenciadas. Há também uma grande variabilidade nas características do ovo. Isto implica em perdas no processo de incubação, pois os ovos têm um requerimento diferenciado de umidade, temperatura e tempo para um bom desenvolvimento do pintinho, de acordo com suas características de casca e peso. Com a implantação de um programa de melhoramento genético, esta variabilidade tenderia a diminuir com o processo de seleção.

Foram poucas as informações encontradas na literatura a respeito de parâmetros genéticos em avestruzes ou Ratitas em geral, enfatizando a importância dessas estimativas.

2 OBJETIVO GERAL

Estimar parâmetros genéticos de características de importância econômica em avestruzes criados para abate.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Estimar a herdabilidade, correlações genéticas e efeito materno genético de peso vivo em diferentes idades de avestruzes criados para abate.
- 2) Avaliar os efeitos ambientais detectáveis que atuam sobre a variabilidade destas características.
- 3) Obter medidas descritivas do peso vivo ao nascimento até o abate e da mortalidade dos avestruzes.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Embora peso vivo a diferentes idades seja o principal foco desta pesquisa, para agregar mais informações científicas nesta revisão foram, também, consideradas características reprodutivas, tais como número de ovos por fêmea, fertilidade, eclodibilidade e número de pintinhos por fêmea, e outras características produtivas tais como peso e tamanho do ovo. Tendo em vista que a estrutocultura é relativamente nova, foram considerados também aspectos de manejo e mortalidade de avestruzes de 0 a 120 dias de vida. Esta fase foi escolhida por ser uma das fases críticas de produção comercial de avestruzes.

3.1 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS

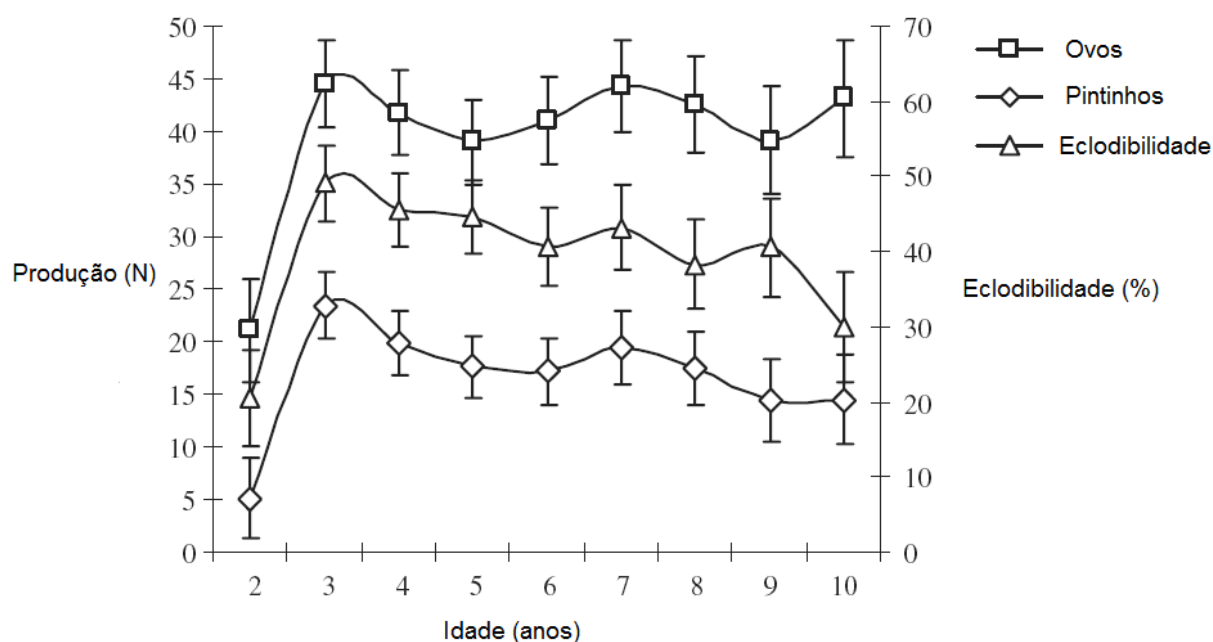
O desempenho reprodutivo tanto de machos quanto de fêmeas varia significativamente quando comparadas as médias de diferentes populações e médias individuais dentro de uma mesma população, resultando em elevados coeficientes de variação (CV) e grandes amplitudes (DEEMING, 1995 e 1996; SCHALKWYK, CLOETE e KOCK, 1996; MORE, 1996; DEEMING e AR, 1999;

BUNTER e GRASER, 2000; RIZZI et al., 2002; CLOETE et al., 2004;). Em geral, a herdabilidade das características reprodutivas é baixa a moderada, indicando grande influência de ambiente sobre a variação fenotípica (BUNTER e GRASER, 2000; CLOETE et al., 2004; CLOETE et al., 2006;).

Os fatores ambientais, ou efeitos sistemáticos, que influenciam o desempenho dos avestruzes, devem ser levados em consideração no desenvolvimento do modelo para estimativa dos parâmetros genéticos em todos os grupos de características (BUNTER e CLOETE, 2004).

CLOETE et al. (2006) estimaram o efeito da idade da fêmea sobre a produção de ovos e pintinhos e sobre a eclodibilidade (Figura 4). O número de ovos produzidos aumentou ($P < 0.05$) em fêmeas de 2 para as de 3 anos. Nas idades posteriores a produção de ovos se manteve estabilizada sem diferença significativa. A eclodibilidade e conseqüente produção de pintinhos também aumentaram significativamente em fêmeas de 2 para as de 3 anos, no entanto, um declínio gradual foi observado nas idades subseqüentes. BUNTER e GRASER (2000) sugerem que a eclodibilidade é inicialmente limitada pela variação da fertilidade do ovo. Entretanto, resultados de eclodibilidade de ovos férteis, indicam que fatores maternos também são importantes para esta característica.

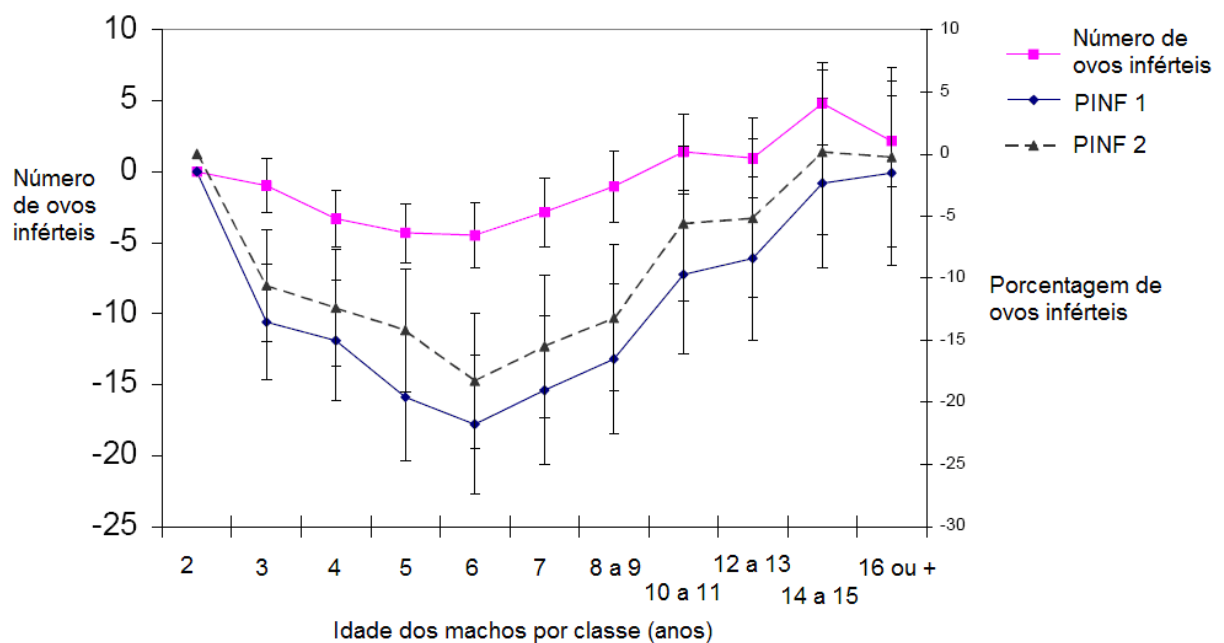
FIGURA 4 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE PRODUÇÃO DE OVOS E DE PINTINHOS E SOBRE A ECLODIBILIDADE.



Fonte adaptada: CLOETE et al. (2006)

BUNTER e GRASER (2000) mostraram que a idade do macho tem efeito predominantemente sobre a fertilidade, porém também tem efeito sobre a quantidade de ovos no ciclo de postura. A infertilidade foi significativamente menor para machos entre 3 a 9 anos de idade, atingindo o pico de melhor desempenho no intervalo de 4 a 6 anos de idade (Figura 5).

FIGURA 5 – EFEITO DA IDADE DO MACHO SOBRE A FERTILIDADE, FERTILIDADE DE OVOS TOTAIS (PINF 1) E FERTILIDADE DE OVOS INCUBADOS (PINF 2) EXPRESSO COMO DESVIOS DE MACHOS COM 2 ANOS DE IDADE.



Fonte adaptada: BUNTER E GRASER (2000)

Os mesmos autores detectaram efeito significativo da duração da estação reprodutiva em relação ao período de postura e conseqüentemente no número de ovos por fêmea e no de pintinhos por fêmea. A porcentagem de ovos incubados que estavam inférteis diminuiu com o aumento da duração da estação reprodutiva, indicando que a eficiência de fertilização aumenta no decorrer da estação reprodutiva. Não foi detectada influência sobre número total de ovos inférteis, média de peso de ovo e de pintinho nem sobre a porcentagem de eclodibilidade de ovos férteis.

3.2 CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS

As características relacionadas ao ovo e ao pintinho, como peso e tamanho do ovo e peso do pintinho, apresentam coeficientes de variação (CV) variando de 10 a 15% (CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002), mostrando uma variação significativamente menor do que a das características reprodutivas, que atingem valores em torno de 50 a 80% (CLOETE et al., 2004).

Embora o peso dos pintinhos possua CV relativamente baixo, a mortalidade é bastante variada, sendo que há relatos na literatura de mortalidade de 0 a 100% em avestruzes de zero a 90 dias de vida (CLOETE et al., 2001; CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002; MORE, 1996;).

IPEK e SAHAN (2002) encontraram em avestruzes efeito significativo do peso do ovo sobre a eclodibilidade de ovos férteis, o total de ovos produzidos no ciclo de postura e a morte embrionária precoce, intermediária e tardia. Estes autores diferenciaram ovos leves, ovos médios e pesados e compararam seus respectivos desempenhos. Em todos esses casos os ovos de peso intermediário obtiveram os melhores resultados. O efeito do peso do ovo também se mostrou significativo ($P < 0.01$) sobre o peso do pintinho, sendo o peso do pintinho maior quanto maior o peso do ovo. WILSON (1991) também encontrou melhores resultados com ovos de peso intermediários avaliando desempenho, de perus, patos e codornas. No entanto, HASSAN et al. (2005), avaliando a eclodibilidade de ovos de avestruzes, encontrou maior taxa de eclodibilidade para ovos mais leves do que para os intermediários.

O ganho de peso dos avestruzes se torna menos variado à medida que aumenta a idade na qual são feitas as pesagens. O período pós-nascimento até aproximadamente 3 meses de idade é o que apresenta maior variabilidade fenotípica para peso vivo (BUNTER e CLOETE, 2004; BUNTER e GRASER, 2000).

O peso do ovo e peso do pintinho, quando avaliadas as médias por fêmea, apresentam alta herdabilidade, como pode ser observado nas estimativas de CLOETE et al. (2004) e CLOETE et al. (2006). A variação das estimativas da herdabilidade para estas características foi de 0,71 a 0,74. No entanto, ao avaliar isoladamente o peso do ovo e peso do pintinho, a herdabilidade se torna muito menor. Os resultados de BUNTER e GRASER (2000) apresentaram estimativas de baixa a moderada herdabilidade para peso de ovo e peso de pintinho, que foi

confirmada por BUNTER e CLOETE (2004) que estimaram a herdabilidade para estas características em $0,19 \pm 0,04$ e $0,16 \pm 0,05$, respectivamente.

CLOETE et al. (2001) mostraram que o peso dos pintinhos influencia significativamente sua morte. Os autores observaram que pintinhos com peso ao nascer inferior a 762,5g tinham maior risco de morte antes de atingir 28 dias de vida. Do mesmo modo, pintinhos que eclodiram de ovos com perda de água maior do que 18% até os 35 dias de incubação tinham maior risco de morte antes dos 28 dias de vida. Foi observada mortalidade de 80% dos pintinhos com peso médio de 1050g aos 28 dias de vida. A curva de viabilidade dos pintinhos aumentou rapidamente quando os pesos a esta idade eram iguais ou maiores do que 1950g.

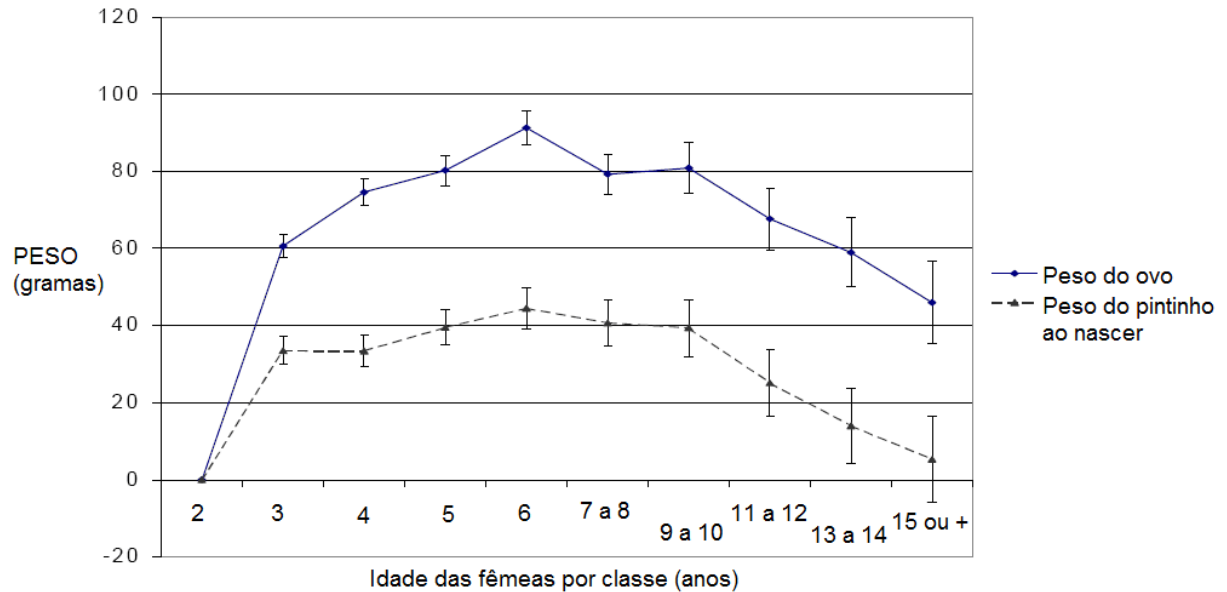
ZOCCARATO et al. (2004) avaliando a correlação de peso do ovo com peso ao nascer, peso aos 7, 14, 28 e 56 dias de vida em pintinhos de avestruzes, afirmam que a correlação fenotípica entre peso do ovo e peso do pintinho ao nascer é alta (0,84) e que com o avanço da idade do pintinho esta correlação vai decrescendo.

NARUSHIN, ROMANOV e BOGATYR (2002), trabalhando com galinhas, encontraram resultado similar aos trabalhos desenvolvidos com avestruzes, em relação a peso de ovo e peso de pintinho. Avaliando a correlação fenotípica entre parâmetros de ovo (densidade, peso e área de superfície) e peso de pintinhos, estes autores verificaram que a única variável que possui correlação alta com peso de pintinho é o peso do ovo. No entanto, KOERHUIS e MCKAY (1996), pesquisando parâmetros genéticos de características do ovo em relação ao peso vivo de frangos de corte jovens, obtiveram resultado diferente das pesquisas com avestruzes, encontraram uma correlação genética alta (0,63) entre peso de ovo e peso de animais jovens.

BUNTER e CLOETE (2004) mostraram a significância da idade da fêmea sobre o peso do ovo e do pintinho (Figura 6). Os maiores pesos de ovos e de pintinhos ao nascer foram obtidos de fêmeas com mais de dois anos e menos de 11anos. O pico de peso do ovo e de pintinho foi atingido em fêmeas de 6 anos de idade, com um posterior declínio gradativo. O efeito da idade da fêmea não teve significância para pesos posteriores no decorrer da vida dos pintinhos até atingirem a idade de abate. BUNTER e GRASER (2000) apresentaram o efeito da idade da fêmea sobre o a média de peso de ovo e pintinho por fêmea (Figura 7). Neste caso o

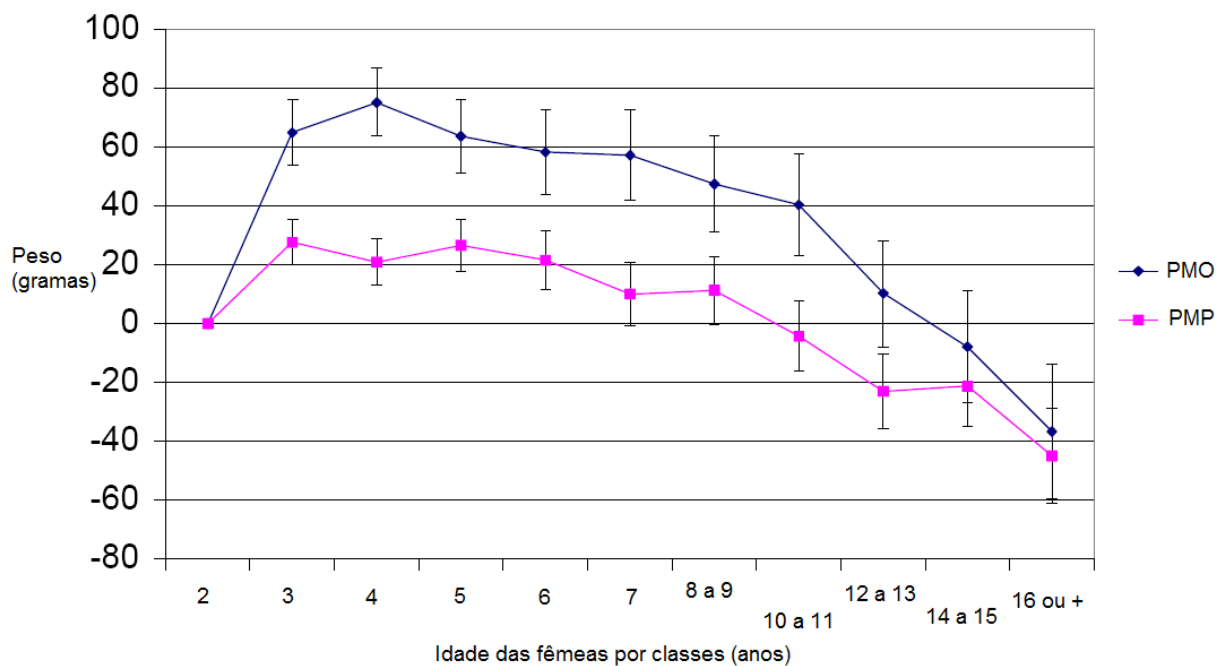
pico de produção tanto para ovos quanto para pintinhos ocorreu em fêmeas de 3 a 5 anos de idade.

FIGURA 6 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE O PESO DO OVO E DO PINTINHO EXPRESSO COMO DESVIOS DE FÊMEAS COM 2 ANOS DE IDADE.



Fonte adaptada: BUNTER E GRASER (2000)

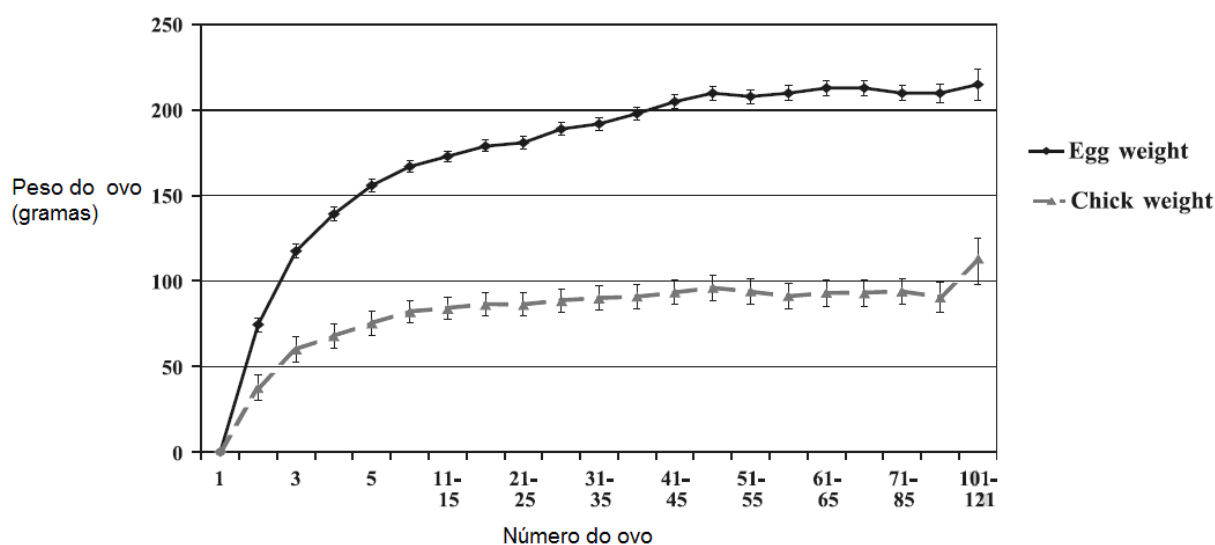
FIGURA 7 – EFEITO DA IDADE DA FÊMEA SOBRE O PESO MÉDIO DE OVO (PMO) E DE PINTINHO AO NASCER (PMP) POR FÊMEA EXPRESSO COMO DESVIOS DE FÊMEAS COM 2 ANOS DE IDADE.



Fonte adaptada: BUNTER E GRASER (2000)

A posição seqüencial que o ovo ocupa dentro do ciclo de postura também tem efeito significativo sobre o peso do ovo e do pintinho (Figura 8). O maior aumento no peso de ambos ficou evidente nos primeiros 5 ovos. Embora o peso do ovo continuasse a aumentar no decorrer do ciclo de postura, as curvas para peso de ovo e peso de pintinho divergiram entre si. O peso de pintinho se manteve relativamente constante após aproximadamente o 10º ovo do ciclo (BUNTER e CLOETE, 2004).

FIGURA 8 – VARIAÇÃO DO PESO DO OVO NO DECORRER DO CICLO DE POSTURA EXPRESSADO COMO DESVIOS DO PRIMEIRO OVO E PINTINHO DO CICLO.



Fonte: BUNTER e CLOETE (2004)

A correlação genética entre peso de ovo e peso de pintinho com pesos a idades mais avançadas não é significativa. BUNTER e GRASER (2000) concluem que o peso de animais com idade inferior a 6 meses é um mau indicador do potencial de crescimento para idades mais avançadas. Estes resultados indicam que a seleção por peso de ovo ou de pintinho não terá grande impacto por causas genéticas sobre peso ao abate e que poderá ser dado ênfase em sua seleção caso este esteja associado a outras características como, por exemplo, a eclodibilidade.

Na África do Sul os avestruzes vêm sendo abatidos com aproximadamente 14 meses de vida. A média de peso das aves nesta idade é de 110 kg, com CV de aproximadamente 12% (CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002). As curvas de crescimento das aves, tanto para o período de pintinho que ocorre entre zero a 3 (três) meses de idade, como de jovem para abate que ocorre entre 3 a 14 meses,

foram descritas por CILLIERS et al. (1995) e SABBIONNI et al. (1999). BUNTER e CLOETE (2004) avaliaram uma população experimental de avestruzes da África do Sul. Dentre várias características, foram avaliados o peso vivo aos 3, 6 e 10 meses e peso ao abate. As médias e as medianas para todas estas características foram bastante próximas, indicando uma distribuição normal dos dados.

Com a exceção de peso aos 3 meses de idade, uma herdabilidade moderada foi detectada para o peso nas idades de 6, 10 e aproximadamente 14 meses (BUNTER E GARSER, 2000). Os valores de herdabilidade obtidos para estas características foram respectivamente, $0,02 \pm 0,06$, $0,21 \pm 0,10$, $0,11 \pm 0,15$ e $0,17 \pm 0,11$, utilizando o método de máxima verossimilhança restrita. Estes autores afirmam que a seleção dos progenitores poderá ser usada efetivamente para melhorar o futuro desempenho de ganho de peso dos avestruzes da população em questão. A ausência de variação aditiva para peso aos 3 meses implica que as diferenças nos potenciais genéticos são fracamente expressados nesta idade, provavelmente devido ao grande impacto que o ambiente tem sobre o desenvolvimento do pintinho, assim como, os efeitos de ordem materna que ainda são detectados com relativa significância nesta característica.

Os efeitos do ano de postura, que incluem variação climática e mudanças estratégicas de manejo, do mês da postura, da interação entre eles e da idade da ave no momento da pesagem (as aves são pesadas em lotes, com variação na idade individual), mostram-se significativos nas diferenças dos dados produtivos. Estes efeitos são mais evidentes em pesagens de aves aos 3 e 6 meses de vida, e são gradativamente atenuados aos 10 e 14 meses (BUNTER e CLOETE, 2004).

BUNTER e CLOETE (2004) encontraram efeito significativo do efeito da dieta dos reprodutores e matrizes sobre o peso dos ovos e pintinhos, mas não sobre pesos aos 3, 6, 10 e 14 meses. Outras pesquisas que avaliam os efeitos de diferentes dietas sobre o desempenho das aves também mostram sua significância (DAVIS et al., 1998; LAMBRECHTS, CLOETE e DAVIS, 1998 e BRAND, BRAND e BROWN, 2003).

Outro efeito avaliado que não teve significância no desempenho do crescimento das aves foi o sexo (BUNTER e CLOETE, 2004). Resultados de outros autores que comparam peso vivo ou de carcaça entre sexos (CILLIERS et al., 1995; SALES e OLIVER-LYONS, 1996) também não encontraram efeito significativo de

sexo no crescimento ou características de carcaça em avestruzes jovens. Os autores concluem que a separação por sexo no manejo de engorda não é necessária em avestruzes, pois, além dos motivos citados acima, a idade à maturidade sexual é muito posterior à idade de abate.

3.3 ORIGEM GENÉTICA DOS AVESTRUZES

São três as raças produzidas comercialmente, o African Black, Blue Neck e Red Neck. A principal delas produzida no mundo com fins comerciais é o African Black. Esta raça foi formada a partir de três subespécies (*australis*, *camelus* e *syriacus*). O *Struthio camelus australis* é encontrado no sul da África, apresenta o pescoço cinza-azulado e a cabeça possui penugem, já o *Struthio camelus camelus*, é encontrado no norte da África, são mais altos, com patas mais largas, apresenta o pescoço avermelhado, plumagem ondulada e de maior densidade, e na cabeça, uma região nua. O *Struthio camelus syriacus* foi extinto entre 1940 e 1970 e era encontrado no oriente médio. A raça African Black (Figura 9) foi criada com o objetivo de se obter um animal de porte menor, mas que produzisse uma grande quantidade de plumas de boa qualidade, que tivesse uma grande área de pele e que fosse dócil.

FIGURA 9 - AFRICAN BLACK

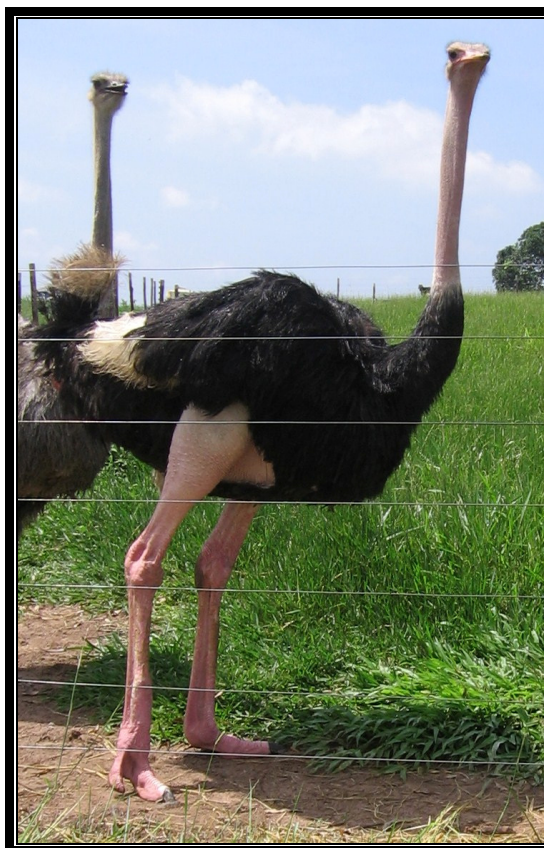


O Blue Neck (Figura 10), avestruz que apresenta a pele azul, é uma raça comercial originado a partir das subespécies *S. camelus molybdophanes* e *S. camelus australis*. O *S. camelus molybdophanes* é encontrado na Somália, Etiópia e Quênia (extremo leste do continente africano). São menores que os encontrados no sul da África, possuem uma região nua e córnea na cabeça e o pescoço e as pernas apresentam coloração cinza-azulada. A raça comercial Red Neck (Figura 11), avestruz que apresenta a pele vermelha, foi criada a partir das subespécies *S. camelus camelus*, *S. camelus syriacus* e *S. camelus massaicus*, são mais agressivos e de grande porte.

FIGURA 10 - BLUE NECK

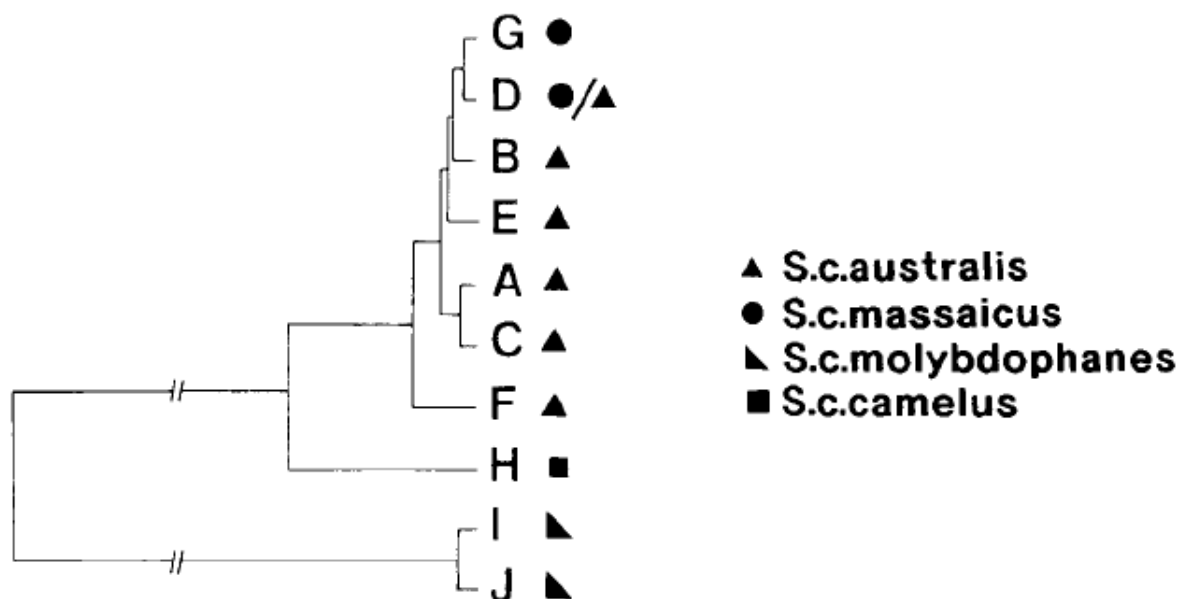


FIGURA 11 - RED NECK



FREITAG e ROBINSON (1993) calcularam a distância genética entre as quatro subespécies e raças dentro delas com técnica molecular utilizando enzimas de restrição. Os autores notaram que a *S. c. molybdophanes* é a que apresenta maior distância genética entre eles (Figura 12). Não chegaram a uma conclusão do porque da grande distância entre a *massaicus* e *molybdophanes*, sendo que as duas subespécies são vizinhos na porção leste do continente africano sem haver uma barreira geográfica perceptível que possa ser responsável por esta diferenciação. Dificuldades no cruzamento entre *S. c. molybdophanes* e *S. c. massaicus*, já haviam sido relatadas anteriormente (BROWN et al. 1982, LEWIS e POMEROY 1989).

FIGURA 12- DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE *S. c. australis*, *S. c. camelus*, *S. c. molybdophanes* E *S. c. massaicus* E ENTRE RAÇAS DERIVADAS DAS SUBESPÉCIES.



Fonte: FREITAG e ROBINSON (1993)

3.4 ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS

As pesquisas desenvolvidas com estimativa dos componentes da variância em avestruzes encontradas na literatura ainda são escassas, podendo-se citar os trabalhos de BUNTER e GRASER (2000); BUNTER e CLOETE (2004); CLOETE et al. (2004); CLOETE et al. (2006). Em todas estas pesquisas a metodologia de análise foi basicamente a mesma. Foram desenvolvidos modelos matemáticos contendo efeitos fixo e aleatórios e a estimativa desses efeitos foi obtida através do programa ASREML (GILMOUR, THOMPSON e CULLIS, 1995) e do software SAS (SAS Institute) respectivamente. Os efeitos fixos são todos os fatores ambientais detectáveis que atuam sobre um grupo de animais, enquanto que, os efeitos aleatórios são todos os efeitos genéticos e não genéticos que tem resposta diferente em cada indivíduo. A significância dos efeitos fixos foi atribuída quando $P < 0,05$. Cloete et al (2006) não utilizaram o software SAS, e sim o programa ASREML para estimar a significância dos efeitos fixos e posteriormente para análise de componentes da (co)variância em cada característica para análise unicaracter. A análise multicaracter consiste em avaliação de um grupo de características

simultaneamente, enquanto que na unicaracter, as características são avaliadas isoladamente.

A adequação do método ao modelo considerado é um fato relevante na escolha do método de estimação. Outros fatores, como as propriedades dos estimadores e tamanho amostral, também devem ser considerados, cabendo ao pesquisador avaliar tais situações (WINTER, 2005). Outra forma de análise estatística com possibilidade de aplicação na estimativa dos componentes da variância que vem sendo desenvolvida no melhoramento genético animal, é a Inferência Bayesiana (WINTER, 2005; MEDEIROS, 2005).

Com a utilização de técnicas de simulação relativamente simples mas extremamente poderosas, que puderam ser implementadas graças ao avanço nas capacidades computacionais, procedimentos Bayesianos se tornaram mais acessíveis e têm sido empregados em áreas como genética de populações, evolução molecular, mapeamento genético, genética quantitativa e melhoramento genético animal (WINTER, 2005).

WINTER (2005) e MEDEIROS (2005) obtiveram estimativa de parâmetros genéticos em modelos complexos em codornas para corte e em javalis criados em cativeiro, respectivamente. Os autores analisaram os dados através da metodologia Bayesiana utilizando amostrador de Gibbs.

A estimativa de parâmetros genéticos em avestruzes comerciais fica dificultada quando os reprodutores são alojados apenas em casais, pois são necessários dados de irmãos completos e de meio irmãos para uma avaliação mais precisa. A troca de casais é possível sem perdas econômicas significativas (BUNTER, 2002; CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002) e permite a estruturação para obtenção de dados de meio irmãos e irmãos completos, no entanto esta prática é pouco utilizada entre os produtores. Os trios também permitem a obtenção de meio irmãos, porém é difícil fazer a diferenciação dos ovos de cada fêmea.

Para solucionar esse problema de estrutura reprodutiva que dificulta a avaliação genética das populações de avestruzes, ESSA e CLOETE (2004) desenvolveram uma pesquisa para diferenciação de ovos de fêmeas alojadas juntas com um macho, baseada no peso do ovo. A alta repetibilidade de peso do ovo entre as fêmeas permite que seus ovos sejam diferenciados pela curva de peso do ovo ao

longo da estação reprodutiva. O problema é que esta técnica só funciona para fêmeas cujas médias de peso de ovo sejam significativamente diferentes.

3.5 AVESTRUZES DE 0 A 120 DIAS DE IDADE

Em todos os relatos, na bibliografia encontrada, a fase crítica da criação de avestruzes se encontra na criação de pintinhos de aproximadamente 0 a 120 dias de idade, fase em que ocorre o maior índice de mortalidade, que comumente ultrapassa os 30%. Por isso a importância de abordagem do tema. Uma das principais causas de mortalidade de pintinhos e, em muitos casos, a principal de todas, é a ocorrência de problemas de pernas, como artrite, tendinite, malformação óssea e/ou rotações ósseas. Estes problemas parecem estar menos relacionados com causas genéticas e mais com ambientais (BUNTER e GRASER, 2000), tais como a qualidade microbiológica do ovo, o manejo de incubação, manejo nutricional e instalações de filhotes, transporte, etc.

A demanda nutricional de avestruzes em fase de reprodução é aumentada, uma vez que, em média, de dois em dois dias a fêmea põe um ovo com peso médio de 1500g. COOPER et al. (2004) afirmaram, a respeito da nutrição de reprodutores, que a maioria dos problemas relacionados à saúde e desempenho, como fertilidade, eclodibilidade, mortalidade de filhotes, ganho de peso e deformidades em animais nas primeiras 3 semanas de vida, estão relacionados ao manejo alimentar dos reprodutores.

Na fase de incubação, o correto manejo de estocagem dos ovos, temperatura de incubação, umidade relativa, posição do ovo e frequência de viragem do mesmo é fundamental para um bom desenvolvimento do embrião e, conseqüentemente, do pintinho após o nascimento. HORBANCZUK (2000) aponta os seguintes dados a respeito de incubação de ovos de avestruzes: no período de estocagem a temperatura pode variar de 12 a 18°C por um período de, no máximo, 7 dias; a temperatura de incubação deve se manter constante a 36,4°C, a umidade relativa deve ser de 30% e os ovos devem ser alojados na posição vertical com viragem a cada hora. Os melhores resultados para eclodibilidade foram encontrados com ovos pesando entre 1800g e 1200g e com espessura da casca entre 2,1mm e 1,1mm.

AGANGA et al. (2003) sugerem que em condições de criação artificial, deve ser utilizado um pintinho mais velho para ensinar os mais novos a se alimentarem, pois em condições naturais os pintinhos aprendem a comer imitando seus pais. Os pintinhos dependem de seu saco vitelínico pelos primeiros 10 a 14 dias de vida. No entanto, neste período já devem estar fazendo ingestão de ração para que, ao final da absorção do conteúdo do saco vitelínico, possam manter seu crescimento e desenvolvimento. Uma das grandes complicações no manejo de filhotes é proporcionar condições para que haja completa e rápida absorção do saco vitelínico. A incompleta absorção do saco vitelínico causa infecção e morte do animal, sendo um problema significativo encontrado nos primeiros 15 dias de vida dos avestruzes. COOPER (2004) afirmou que a necessidade de água após o nascimento é mais importante do que a de ração, uma vez que o pintinho se alimenta do saco vitelínico por sete a 10 dias, e que o fornecimento da ração deve ser feito dois a três dias após o nascimento para garantir que o animal encontre água e que ocorra melhor absorção da gema, evitando sua retenção.

Proporcionar boas condições nutricionais exerce grande importância para um bom desenvolvimento dos pintinhos. Estimar o requerimento de proteína bruta, energia, vitaminas e minerais se torna essencial para a diminuição das taxas de mortalidade e é tão importante quanto o melhoramento genético para assegurar a melhoria da produção comercial. A determinação de alguns requerimentos nutricionais, realizada por CILLIERS et al. (1995), está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - ESTIMATIVA DO REQUERIMENTO PARA INGESTÃO DE MATÉRIA SECA (IMS), ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM), EXTRATO ETÉREO (EE) E PROTEÍNA BRUTA (PB) PARA AVESTRUZES ATÉ 120 DIAS CRIADOS PARA CORTE.

Idade (dias)	PV (kg)	IMS (g/dia)	EM (MJ/kg MSI)	EE (MJ/kg MSI)	PB (g/kg MSI)
30	4	220	15,2	14,7	239
60	11	440	17,5	15,6	272
90	19,5	680	15,3	13,6	224
120	28,5	820	14,9	13,3	207

Fonte: CILLIERS et al. (1995), adaptada.

É importante o acompanhamento de ingestão de alimento, consumo de água e ganho de peso, para possibilitar os cálculos de conversão alimentar e para obter dados do desempenho do plantel. A estimativa da capacidade de ingestão, conversão alimentar, consumo de água e ganho de peso foram feitas por MUSA et al. (2005).

Um fator que influencia a sobrevivência, saúde e desempenho de filhotes é a densidade populacional. CORNETTO et al. (2003) avaliaram o desempenho de pintinhos de 21 a 98 dias de vida em 3 diferentes densidades populacionais. A menor densidade (11,2m²/ave) obteve o melhor resultado. A homogeneidade de lotes é outro aspecto fundamental para evitar que os animais menores retardem cada vez mais seu crescimento e tenham o seu estado de saúde comprometido tornando-se mais suscetíveis a fatores microbiológicos ou de ambiência que podem resultar em óbito. A morte de animais pequenos em lotes heterogêneos pode também ser conseqüente de acidentes como atropelamento por outra ave maior ou por esmagamento em caso de frio.

3.5.1 PRINCIPAIS CAUSAS DE MORTALIDADE DE AVESTRUZES DE 0 A 120 DIAS.

A impactação estomacal foi estudada e descrita por AGANGA et al. (2003), que relatam que a impactação pode ocorrer de forma aguda ou crônica. A aguda se caracteriza por uma morte rápida devido a grande dilatação e não funcionalidade do proventrículo após ingestão de materiais grosseiros tais como areia, sujeira, pasto de baixa digestibilidade e objetos. A crônica é caracterizada por uma obstrução parcial do proventrículo que permite a passagem de parte do alimento ingerido. Estas aves têm redução do ganho de peso, ficam desanimadas e apresentam ingestão excessiva de materiais não digestíveis. Fatores ligados à natureza da ração que podem causar impactação são a ingestão excessiva de fibra, de sementes duras e pasto seco; o consumo excessivo de ração de alta qualidade quando os pintinhos ainda não possuem boa capacidade de digestão; a mudança brusca de rações com níveis muito diferentes de fibra. Um fator ligado aos animais é a baixa habilidade que pintinhos têm para digerir fibra por causa da pequena quantidade de bactérias celulolíticas em seu ceco e cólon. Pintinhos com restrição alimentar por

longos períodos ingerem, se encontrarem, objetos como galhos, plástico, arame, cordas. Outros fatores que levam à impactação estão relacionados com a estrutura de criação de pintinhos. Quando utilizado piso de areia ou terra os pintinhos podem fazer ingestão excessiva quando esta estiver solta (não compactada) ou molhada. Este comportamento é causado por deficiência nutricional ou estresse causado por algum distúrbio em seu ambiente. A impactação, quando diagnosticada precocemente, pode ser tratada com um lubrificante, tal como óleo vegetal, para fazer lavagem do proventrículo. Em casos muito grave, quando o óleo não é eficiente em desobstruir a passagem de alimento e o animal tem alto valor comercial, pode ser feita intervenção cirúrgica.

A síndrome do fígado amarelo (síndrome do fígado gordo) vem sendo relatada em todo o mundo. Esta síndrome se caracteriza pela coloração amarela do fígado (Figura 13) e é decorrente da disfunção do fígado em função do acúmulo de gordura em seus hepatócitos. Foi encontrada pouca informação que explique fisiologicamente esta disfunção. No entanto, quando ocorre este problema, há um grande aumento da mortalidade de filhotes antes das primeiras 3 semanas de vida. A coloração amarelada da pele pode ser observada nos animais vivos. Em animais saudáveis a coloração abdominal por entre as plumas deve ser azul clara e o fígado deve ser vermelho escuro (Figura 14).



FIGURA 13 - PINTINHO DE AVESTRUZ QUE VEIO A ÓBITO APRESENTANDO SÍNDROME DO FÍGADO GORDO



FIGURA 14 - PINTINHO DE AVESTRUZ QUE VEIO A ÓBITO POR INFECÇÃO INTESTINAL APRESENTANDO COLORAÇÃO NORMAL DE FÍGADO.

Uma explicação para a síndrome do fígado amarelo é a reduzida eficiência do fígado em mobilizar as gorduras, possivelmente devido a toxinas fúngicas, toxinas lipossolúveis de inseticidas, pesticidas, herbicidas e/ou resíduos de drogas encontrados na ração. As gorduras ficam alojadas em grande quantidade nos hepatócitos e nos espaços intracelulares, causando disfunção do órgão e sua coloração amarela. Em maio de 2004, houve um surto de aflatoxicose em suínos, causado por contaminação fúngica (*Aspergillus flavus*) do milho fornecido aos animais. O quadro clínico observado foi avaliado por ZLOTOWSKI et al. (2004), este quadro se caracterizou, em animais jovens, por apatia, anorexia e refugagem, assim como nos dos avestruzes nas primeiras três semanas de vida. Os principais achados de necropsia incluíam icterícia generalizada, fígado amarelo-alaranjado, edema de parede da vesícula biliar e presença de líquido amarelado nas cavidades abdominal e pericárdica.

Um trabalho desenvolvido por SQUIRE e MORE (1998), mostra a significância da rotação tíbio-társica e distúrbios gastrointestinais na mortalidade de filhotes até 10 semanas de vida (Tabela 2). O autor fez levantamento das causas de mortalidade de filhotes coletando dados de 31 fazendas no leste da Austrália.

TABELA 2- CAUSAS DA MORTALIDADE DE 277 PINTINHOS DE AVESTRUZES DE ATÉ 10 SEMANAS DE IDADE.

Causas de morte	Idade em semanas							
			< 3		3-7		8-10	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Problemas de aprumos	99	35,7	0	0	52	43	47	90,4
Distúrbios gastrointestinal	93	33,6	56	53,8	35	28,9	2	3,9
Distúrbios respiratórios	11	4	8	7,7	3	2,5	0	0
Defeitos observados na eclosão	22	7,9	22	21,2	0	0	0	0
Acidentes casuais	6	2,2	5	4,8	0	0	1	1,9
Outras	7	2,5	4	3,9	3	2,5	0	0
Não determinadas	39	14,1	9	8,7	28	23,1	2	3,8

Fonte: SQUIRE e MORE (1998), adaptada

A análise mineral do soro e de ossos de animais com rotação tíbio-társica e animais normais foi realizada por BEZUIDENHOUT et al. (1994), foram analisados 20

pintinhos com rotação tíbio-társica e 8 pintinhos normais que estavam em estado fisiológico e condições ambientais parecidas. Nos pintinhos com rotação tíbio-társica os níveis de zinco no soro eram significativamente maiores e os níveis de cálcio e fósforo ósseos significativamente menores quando comparados com os do grupo de animais sem a rotação tibio-társica. De acordo com os autores, isto indica uma menor mineralização óssea dos animais afetados. Segundo HUCHZERMEYER (2002), a rotação tibio-társica não tem relação com o sexo dos pintinhos mas existe prevalência na perna direita, o que está de acordo com resultados obtidos SQUIRE (1998). Os problemas de aprumo nesta idade normalmente ocorrem por deficiência nutricional mineral associada ao rápido ganho de peso, causando problemas articulares e torção óssea.

A paralisia gástrica é uma das principais causas de mortalidade, este distúrbio é fracamente entendido, portanto ainda causando grandes prejuízos econômicos na criação de pintinhos de avestruzes devido à interrupção de crescimento e perda de peso (HUCHZERMEYER, 2002). A prevalência seria em pintinhos de duas a seis semanas de vida e a consequência seria a morte após mobilização das reservas corporais. Possíveis causas seriam infecções bacterianas ou fúngicas no proventrículo. Os pintinhos sob condições ambientais desfavoráveis são mais susceptíveis a infecções, portanto também à paralisia gástrica. Segundo COOPER (2004) esta síndrome geralmente ocorre em pintinhos com menos de três semanas de idade.

HUCHZERMEYER (2002) sugere que as enterites são uma das principais causas de mortalidade em pintinhos criados em piso de cimento. O problema está ligado diretamente à incapacidade de os pintinhos estabelecerem um equilíbrio da flora intestinal e também pelo inadequado uso de antibióticos para tratamento de doenças, o que prejudica o estabelecimento de bactérias favoráveis ao trato digestório. As enterites são raras em pintinhos criados no pasto, exceto quando se inicia o fornecimento de pasto de forma brusca, o que favorece principalmente a ocorrência de clostridiose. O manejo que este mesmo autor sugere para combater enterites seria a alternância dia sim dia não de antibiótico e probiótico e a forma preventiva seria de fornecimento de iogurte após o nascimento, seguido de fornecimento de probiótico na água de bebida

4 MATERIAIS E MÉTODOS

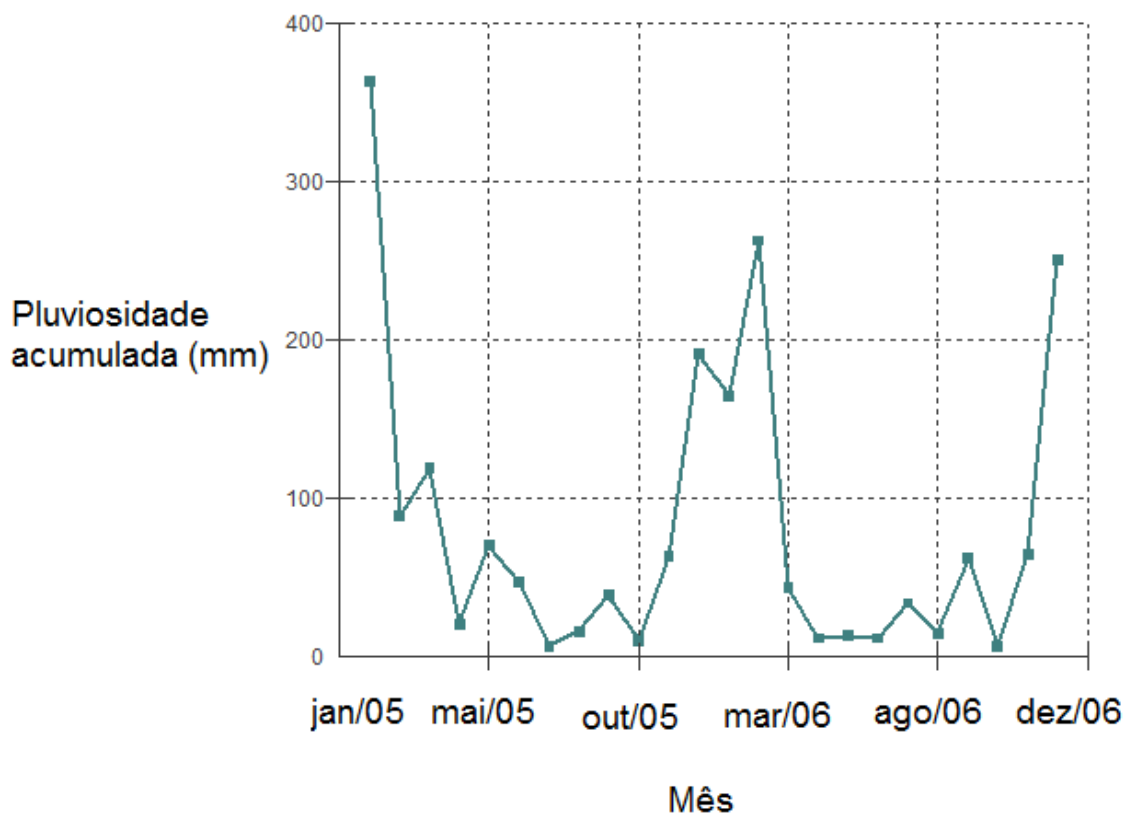
4.1 PROCEDÊNCIA DOS DADOS

Os dados de desempenho das aves foram cedidos pela empresa Veredas dos Avestruzes. Esta empresa atua no mercado do avestruz desde setembro de 1996, quando fez importação de reprodutores e matrizes da Namíbia. Durante muitos anos a empresa se dedicou à produção de aves destinadas ao mercado de reprodutores e matrizes. No entanto, nos últimos anos este mercado vem se reduzindo, fazendo com que a empresa iniciasse a preparação para o mercado de aves destinadas ao abate. A Veredas dos Avestruzes fez parceria com a empresa Avestro, a qual atua no abate, processamento, industrialização e comercialização dos produtos.

A Veredas dos Avestruzes está localizada na cidade de Corumbataí, interior de São Paulo, em uma área de 110 hectares, totalmente voltada para a criação de avestruzes. A cidade está na faixa de clima tropical, onde o inverno é seco e o verão úmido, condição que se verifica na Figura 15 que mostra a pluviosidade na cidade de Bauru/SP nos anos de 2005 e 2006. Bauru está localizada na mesma faixa climática, mesmo planalto e está aproximadamente a 150 km de Corumbataí.

A empresa é estruturada para atuar em todas as fases de criação, possuindo setor de reprodução, incubação, criação de filhotes e de crescimento e engorda. Seu plantel é de 450 animais em reprodução, alojados em casais ou trios e gerando aproximadamente 4000 aves por estação reprodutiva. A base genética da população provém da raça comercial African Black. Uma aprimorada escrituração zootécnica foi iniciada no ciclo reprodutivo de 2005, com coleta de peso vivo em quatro idades ao longo da vida das aves. Os nascimentos das aves ocorreram de agosto de 2005 a março de 2006.

FIGURA 15 - PLUVIOSIDADE ACUMULADA POR MÊS NOS ANOS DE 2005 E 2006, REGISTRADA NO INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICA SITUADO EM BAURU/SP.



4.2 BIOSEGURANÇA NA FAZENDA

A Fazenda Veredas dos Avestruzes se enquadra dentro da legislação estabelecida pelo Ministério da Agricultura para criação de avestruzes com fins comerciais. Os diferentes setores ocupam um espaço físico distante um dos outros, medida esta necessária devido ao alto potencial de contaminação das aves jovens e do incubatório pelas aves adultas.

Para que esta separação física dos setores não perca seu propósito, cada setor possui seus próprios funcionários. O responsável geral tem a responsabilidade de ligar as informações de todos os setores, pois muitas vezes os problemas de um setor serão solucionados com medidas em outro. Esta pessoa tem acesso periodicamente a todos os setores, portanto sua circulação deve ser feita

obrigatoriamente no sentido incubatório, criação de filhotes e animais de crescimento e engorda. A circulação no setor de reprodução é realizada esporadicamente, proporcionando maior tranquilidade aos animais que se acostumam apenas com seus tratadores. Esta circulação é sempre feita do setor mais susceptível a doenças para o menos susceptível, lógica esta que é respeitada também dentro de cada setor. Os veículos, dentro da propriedade, sempre que possível, circulam por vias principais, evitando excessiva proximidade dos setores. Estas medidas são respeitadas na medida do possível, uma vez que podem impedir que uma determinada tarefa seja realizada.

Os funcionários utilizam uniformes limpos e de mesma cor todos os dias, assegurando adequadas condições de higiene e permitindo que os animais os reconheçam facilmente.

4.3 MANEJO NO SETOR DE INCUBAÇÃO

O setor de incubação exige rigorosas medidas de biosegurança. Não há setores em um raio de 50 metros e sua proximidade é restrita aos funcionários que atuam nele. Os ovos são coletados diariamente, de manhã e de tarde, e levados para o incubatório, que é separado em área suja e limpa.

A área suja (Figura 16) consiste no local de recepção dos ovos, onde são higienizados e marcados ou descartados. Após a higienização o ovo passa para a área limpa, sendo armazenado na sala de estocagem. Os funcionários que atuam na área suja fazendo a higienização não têm contato com a área limpa. A sala de estocagem possui temperatura controlada, impedindo o desenvolvimento dos embriões.

FIGURA 16 - ÁREA SUJA DO INCUBATÓRIO



Semanalmente os ovos que vêm sendo estocados são levados para a incubação (Figura 17), possibilitando sincronização dos nascimentos. O período de incubação gira em torno de 42 dias; aos 40 dias os ovos são transferidos para o nascedouro, evitando a perda de animais nascidos precocemente. Dois a três dias após o nascimento os pintinhos são transferidos do setor de incubação (Figura 18) para o setor de criação de pintinhos.

FIGURA 17 - MÁQUINA DE INCUBAÇÃO



FIGURA 18 - SETOR DE INCUBAÇÃO



4.4 MANEJO NO SETOR DE CRIAÇÃO DE PINTINHOS

O setor de criação de pintinhos aloja animais de 1 a 120 dias de vida. O setor possui 5 funcionárias. A empresa acredita que “nesta fase as mulheres têm melhor desempenho por serem mais atenciosas e delicadas, qualidades essenciais tendo em vista a fragilidade desses animais”.

O setor é composto por três estufas. A estufa possui o piso de cimento, é circundada por mureta de alvenaria de 40cm, da mureta até a cobertura, que é de lona, há uma tela para evitar fuga de pintinhos e entrada de animais que possam prejudicar o desempenho das aves e possui cortinas em todas as faces que se abrem e fecham verticalmente (Figura 19).

FIGURA 19 - ESTUFA



No primeiro mês de vida as aves têm acesso a uma área noturna, coberta e aquecida, e uma diurna com área de sol e área coberta (Figura 20). Ambas são lavadas e higienizadas diariamente. Tanto a área diurna quanto a noturna possui piso de cimento. É fornecido concentrado e alfafa (ou couve) picada quatro vezes ao dia. Água é fornecida fresca e à vontade o dia todo. Assim como os bebedouros, os comedouros são de coloração verde ou branca, cores que chamam a atenção dos pintinhos.

FIGURA 20 - PIQUETE DE PINTINHOS DE 0 A 30 DIAS DE VIDA



A segunda estufa é construída da mesma forma que a primeira, no entanto a área diurna é composta por pastagem (Figura 21). As aves permanecem nesta estufa por 45 dias. O arraçamento diário é realizado da mesma forma, dividido em quatro vezes, porém nesta fase as aves têm acesso à pastagem e não receberão mais pasto picado.

FIGURA 21 - PIQUETES DE PINTINHOS DE 30 A 75 DIAS DE VIDA



A terceira estufa, estruturada da mesma forma que as outras, aloja aves de mais de dois meses e meio de idade. Estas aves têm ampla área de pastagem (Figura 22) e a estufa é utilizada apenas em caso de muito frio e/ou muita chuva. As aves permanecem com possibilidade de proteção da estufa até os quatro meses de idade, quando são encaminhadas do setor de criação de pintinhos (Figura 23) para o setor de crescimento e engorda.

FIGURA 22 - PIQUETE DE AVESTRUZES DE 75 A 120 DIAS DE VIDA



FIGURA 23 - SETOR DE CRIAÇÃO DE PINTINHOS



4.5 MANEJO NO SETOR DE CRESCIMENTO E ENGORDA

O setor de crescimento e engorda aloja aves aproximadamente dos quatro aos 12 meses de vida (Figura 25). Os piquetes são construídos de forma a não haver material cortante em seu lado interior. Comedouros e bebedouros são instalados ao lado de fora sem que o animal tenha dificuldade em captar alimento e água (Figura 24). Os piquetes são providos de árvores que proporcionaram conforto térmico em caso de muito sol, chuva e ventos.

FIGURA 24 - COMEDOUROS



A rotação de piquetes com período suficiente para recuperação dos mesmos é uma prática fundamental, pois nesta fase as aves devastam os piquetes. Dos 6 aos

10 meses de idade as aves fazem ingestão diária de 1,5 a 2,2 kg de concentrado. O fornecimento de concentrado é diminuído após o décimo mês com aumento da área de pastagem.

FIGURA 25 - AVESTRUZES COM APROXIMADAMENTE 1 ANO DE VIDA



4.6 MANEJO NO SETOR DE REPRODUÇÃO

Os piquetes são posicionados um ao lado do outro (Figura 26). Esta proximidade gera tentativa de brigas através da cerca, um comportamento indesejável e economicamente negativo. Os piquetes neste setor são construídos sem materiais cortantes nem obstáculos no seu interior. Existe um corredor de 3 metros que separam os piquetes para evitar que as aves se agridam e facilitar a coleta dos ovos.

A postura das aves é sincronizada adotando um manejo de encerramento de postura que consiste em interrupção do arraçoamento por dois a três dias seguido por fornecimento de 0,500 kg/ave de concentrado ao invés de 1,5 kg/ave que é normalmente fornecido. Esse manejo foi utilizado para interromper a postura do ciclo de 2004 no mês de março e, após três meses de recuperação das aves, o arraçoamento foi elevado bruscamente para aproximadamente 2,5 kg/ave. Isto estimulou o desenvolvimento testicular e ovariano, dando início ao ciclo de 2005, que foi interrompido em março de 2006 da mesma forma.

FIGURA 26 - SETOR DE REPRODUÇÃO



4.7 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Os dados de genealogia e de desempenho das aves fornecidos pela empresa Veredas dos Avestruzes são correspondentes ao ciclo reprodutivo que se iniciou em agosto de 2005 e se encerrou em março de 2006. Os registros consistem de dados de peso ao nascer, três, seis, e 12 meses de idade, além de a mortalidade e suas respectivas causas em aves de zero a 120 e 120 a 400 dias de idade.

4.8 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Foi realizado o teste de t para comparação de duas amostras independentes e análise de variância para mais de duas características com posterior teste de Tukey para realizar o contraste das médias para estimar a significância dos efeitos ambientais sexo e data de nascimento sobre o desempenho das aves e para fazer a análise descritiva do desempenho geral das aves. Ambas as análises foram feitas com o programa estatístico BioEstat 4,0.

Uma vez que os lotes eram compostos por aves de idades variadas foi utilizado um fator de correção para as características de peso vivo em uma determinada idade em função do ganho de peso diário. O ajuste foi feito obtendo-se

primeiro o ganho de peso diário no período [(peso final-peso inicial)/n° dias] que foi multiplicado pelo número de dias que faltaram ou que passaram da idade da pesagem. Este valor foi então somado ou diminuído ao seu peso na data da pesagem. A correção pode ser simplificada pela seguinte fórmula:

$$PC = P + (IPE - I) \times GPD$$

Onde:

PC: peso corrigido

P: peso do animal

IPE: idade pré estabelecida

I: idade do animal no dia da pesagem

GPD: ganho de peso diário [(peso final-peso inicial)/n° dias]

Os pesos foram ajustados para peso aos 100, 200 e 365 dias de vida.

Os grupos contemporâneos foram formados pela verificação da significância ($p < 0,05$) dos efeitos fixos, ou seja, os efeitos que atuam sobre um grupo de animais, com a mesma caracterização genética, que os classificou como criados sob mesmas condições ambientais. Foi testado o efeito do sexo sobre o peso vivo das aves nas quatro idades, através do teste de t para duas amostras independentes. Os grupos contemporâneos foram formados a partir do mês de nascimento, desta forma foram amenizados efeitos da temperatura e índices pluviométricos, variação da qualidade nutricional da ração em função da sazonalidade, contaminação acumulativa residual dos recintos, desgaste fisiológico das matrizes e eventuais mudanças de manejo não aleatório que não foram registradas. Foi testado o efeito do sexo e do mês de nascimento.

A estimativa da herdabilidade, efeito materno genético e correlações genéticas está ancorada às estimativas dos componentes de (co)variância que foram obtidas pelo método Bayesiano, usando algoritmo amostrador de Gibbs, disponível no programa MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models).

Para a estimativa dos componentes da (co)variância o seguinte modelo foi desenvolvido:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X1} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X2} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{Xi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{Z1} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{Z2} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{Zi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{W1} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{W2} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{Wi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_i \end{bmatrix}$$

Onde:

y_1, y_2, \dots, y_i são os vetores de observações das i características;

X_1, X_2, \dots, X_i são as matrizes de incidência dos efeitos fixos nos vetores y ;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$ são os vetores dos efeitos fixos;

Z_1, Z_2, \dots, Z_i são as matrizes de incidência dos valores genéticos nos vetores y ;

a_1, a_2, \dots, a_i são os vetores dos efeitos aleatórios dos valores genéticos;

W_1, W_2, \dots, W_i são as matrizes de incidência dos efeitos de ambiente materno-genético nos vetores y ;

p_1, p_2, \dots, p_i são os vetores dos efeitos de ambiente materno-genético;

e_1, e_2, \dots, e_i são os vetores dos erros aleatórios.

Este modelo pode ser simplificado em:

$$Y_{ij} = \mu + f_i + G_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é o dado produtivo do animal j no ambiente i ;

μ é a média da população;

f_i é o efeito fixo i ;

G_{ij} é o efeito genético do animal j no ambiente i ;

e_{ij} é o efeito ambiental aleatório do animal j no ambiente i .

A média e o efeito fixo são característicos da população, portanto as fontes que causam variação nas observações são oriundas de variação genética e de ambiente aleatório.

O teste de Heidelberg and Welch foi utilizado para verificar a convergência dos dados. Este teste se encontra no programa CODA que é rodado no pacote estatístico programa R 2.2.1. O teste avalia a estacionaridade dos desvios em torno

da média dos resultados obtidos pelo algoritmo amostrador de Gibbs. O tamanho da cadeia gerada foi em função da convergência, caso não a tivessem atingido, as análises eram retomadas de onde elas pararam.

Depois de atingida a convergência dos dados, foi gerado o gráfico que continha a função de densidade e probabilidade do componente da (co)variância, foi feita a análise da mesma, calculando a classe modal e posteriormente a mediana dentro dessa classe. Esta medida de tendência central foi utilizada em função de as curvas apresentarem padrão não-normal e uma única classe modal.

O intervalo de credibilidade calculado continha a região de alta densidade ao nível de 90%, inclusive, este foi o intervalo considerado mais adequado às distribuições.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DO DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES

A análise descritiva se mostrou bastante similar às encontradas por outros autores (CLOETE, BUNTER e SCHALKWYK, 2002). O coeficiente de variação (CV) de peso ao nascer foi de 12,78%. O peso aos 100 dias foi o que apresentou maior variabilidade fenotípica, com CV igual a 16,87%, que foi desfavorável para a produção, uma vez que, os animais possuíam requerimento nutricional e de espaço físico diferentes. Assim como nos outros artigos revisados (BUNTER e CLOETE, 2004; BUNTER e GRASER, 2000), após os 100 dias de idade, a variabilidade fenotípica de peso vivo foi decaindo gradativamente, sendo encontrado neste trabalho CV de peso aos 200 e 365 dias 14,26 e 14,14% respectivamente. Nas quatro características a mediana e a média foram bastante próximas (Tabela 3), sugerindo distribuição normal das variáveis.

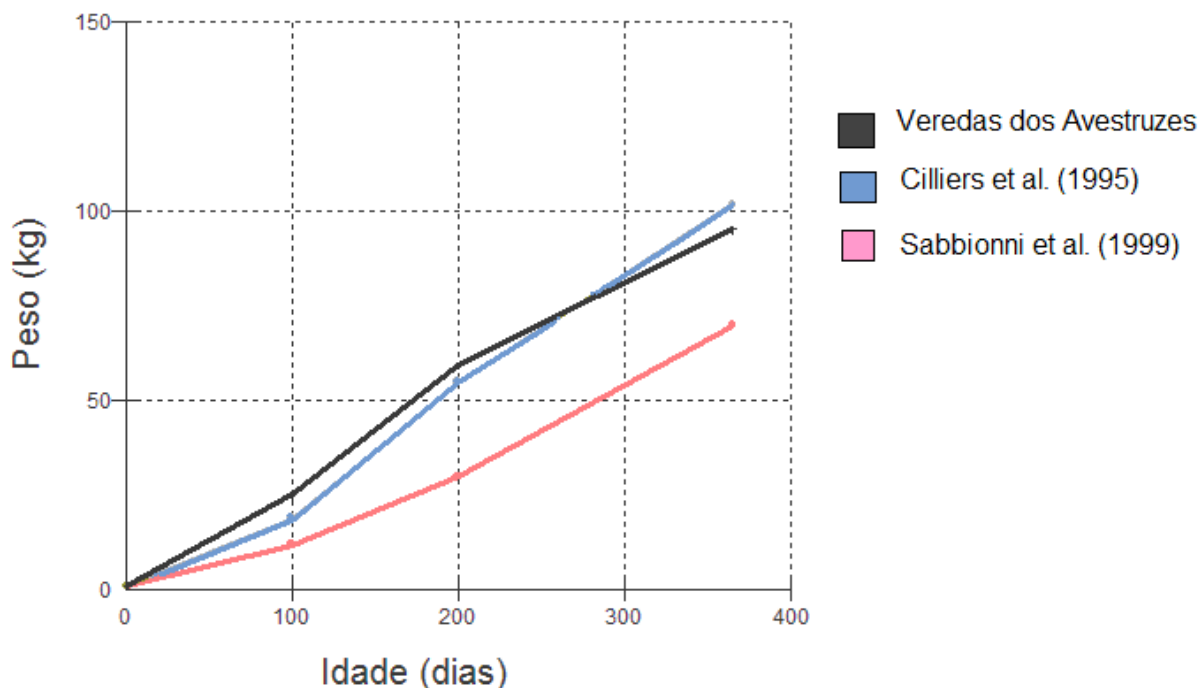
TABELA 3- MEDIDAS DESCRITIVAS DAS CARACTERÍSTICAS DE PESO VIVO EM QUILOS AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE.

	P1	P100	P200	P365
Tamanho da amostra	1422	1300	419	671
Mínimo	0,505	11,904	37,229	54,437
Máximo	1,2	40,62	84,584	141,87
Amplitude Total	0,695	28,716	47,355	87,433
Mediana	0,87	25,203	59,43	95,271
Média Aritmética	0,8708	25,3108	59,9983	95,7811
Variância (σ^2)	0,0124	18,2302	73,2326	183,4309
Desvio Padrão (σ)	0,1113	4,2697	8,5576	13,5437
Coeficiente de Variação	12,78%	16,87%	14,26%	14,14%

O ganho de peso do primeiro aos 200 dias de idade foi superior na “Veredas dos Avestruzes” ao observado na Itália (SABBIONNI et al., 1999) e na África do Sul (CILLIERS et al., 1995). No entanto, desta idade até os 365 dias de vida o desempenho dos avestruzes da África do Sul ultrapassaram os da “Veredas dos Avestruzes”, que continuaram superiores aos da Itália (Figura 27). Isto pode indicar que a tecnologia de produção de pintinhos foi bastante eficiente na “Veredas dos Avestruzes”, havendo, no entanto, necessidade de melhora da tecnologia de engorda das aves.

A população de avestruzes em questão mostrou bom desempenho produtivo quando comparados com outras populações que já produzem avestruzes com fins comerciais há mais de 100 anos. Isto mostra o tamanho do investimento que vem sendo empregado neste segmento da cadeia produtiva do avestruz.

FIGURA 27 - PESO VIVO, EM QUILOS, AO NASCER, 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DE AVESTRUZES DE AMBOS OS SEXOS CRIADOS PARA CORTE.



A mortalidade dos avestruzes de 0 a 120 dias de vida foi de 24,5%, sendo a desnutrição por falta de interesse na ração, problemas de aprumos com necessidade de sacrifício e impactação intestinal, as principais causas de mortalidade nesta fase (Tabela 4).

A importância dos problemas de aprumos foi registrada por SQUIRE (1998), indicando que na fase de 0 a 120 dias os avestruzes necessitam de maior atenção para os fatores causadores deste problema. A suplementação mineral associada ao controle de ganho de peso pode contribuir para minimizar este problema, porém atenção deve ser dada também ao ambiente em que as aves estão alojadas, que deve ser livre de qualquer obstáculo que possa causar lesões ósseas ou articulares.

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS CAUSAS DE MORTALIDADE DE AVESTRUZES DE 0 A 120 DIAS DE VIDA CRIADOS PARA CORTE.

	Quantidade	Percentual sobre óbitos
Desnutrição	152	26,3
Problemas de aprumos	112	19,4
Impactação estomacal	101	17,5
Infecção intestinal	62	10,7
Ataque por cães	35	6,1
Desconhecido	34	5,9
Estresse	32	5,5
Prolapso de cloaca	20	3,5
Contaminação do saco vitelínico	13	2,3
Acidentes	7	1,2
Torção intestinal	6	1
Exposição de umbigo	3	0,5

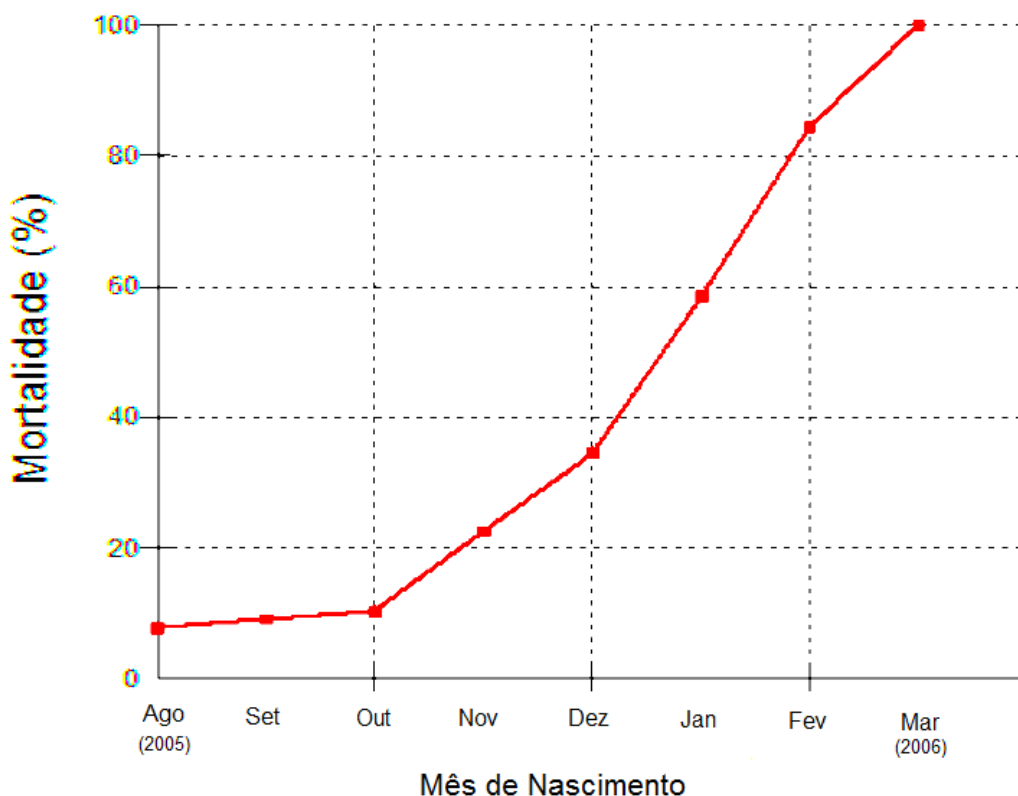
A mortalidade dos avestruzes de 120 a 400 dias de vida foi de 5,9%, sendo as principais causas da mortalidade a impactação estomacal e os acidentes (Tabela 5). Assim como na fase anterior, os acidentes mais freqüentes foram choque contra a cerca, tombos em alta velocidade ou pisoteio, resultando em fratura de pernas ou pescoço, obrigando ao sacrifício do animal.

TABELA 5- DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA ABSOLUTA E RELATIVA DAS CAUSAS DE MORTALIDADE DE AVESTRUZES DE 120 A 400 DIAS DE VIDA CRIADOS PARA CORTE.

	Quantidade	Percentual sobre óbitos
Impactação estomacal	38	36,5
Acidentes	28	26,9
Desconhecido	20	19,2
Torção intestinal	6	5,8
Problemas de aprumos	5	4,8
Infecção intestinal	3	2,9
Prolapso de cloaca	2	1,9
Ataque de cães	1	1
Pescoço torto	1	1

A mortalidade média dos avestruzes de zero a 120 dias de idade foi inferior aos resultados comumente relatados na literatura, com índices acima de 30% (BUNTER E GRASER, 2000). Quando avaliada mensalmente (Figura 28), observou-se que a mortalidade aumentou drasticamente com a aproximação da estação das chuvas (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), quando nos meses iniciais esta se manteve entre cinco e 10%. Assim como a estação das chuvas, a contaminação residual acumulativa e o desgaste fisiológico dos reprodutores, coincidem com o final do ciclo de postura, sendo esses, um somatório de fatores que contribuem no aumento da mortalidade das aves. Embora não tenha sido possível a avaliação quantitativa da influência genética na variação da viabilidade de pintinhos até 120 dias de idade, há fortes evidências de que a seleção de reprodutores e matrizes por número de pintinhos vivos até os 120 dias de idade não será eficiente, pois a variação da mortalidade se mostrou fortemente influenciada por fatores ambientais.

FIGURA 28 - MORTALIDADE, EM PORCENTAGEM, DE AVESTRUZES DE ZERO A 120 DIAS DE ACORDO COM O MÊS DE NASCIMENTO.



Mesmo com grande investimento em estrutura física para pintinhos de avestruzes, a mortalidade é um fator limitante na estruturacultura e merece atenção dos profissionais da área. A mortalidade parece estar mais relacionada a fatores ambientais do que genéticos, portanto, estudos em incubação, nutrição de pintinhos e bem estar dos mesmos é fundamental para melhora dos índices produtivo no setor de criação de avestruzes de 0 a 120 dias de vida.

5.2 EFEITOS FIXOS

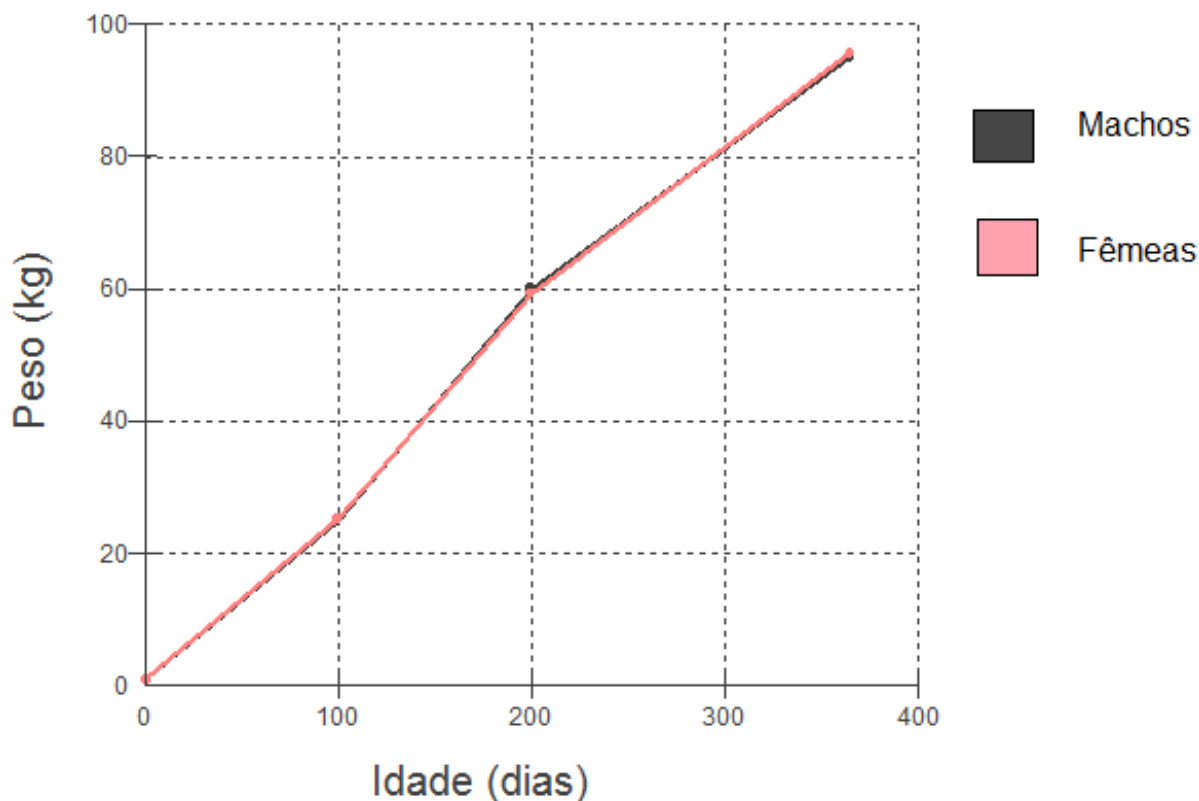
5.2.1 EFEITO DO SEXO SOBRE O PESO VIVO DOS AVESTRUZES

O desempenho de ganho de peso de machos e fêmeas foi igual ($p > 0,05$) nas idades avaliadas (Tabela 6 e Figura 29). Este resultado está de acordo com a literatura (CILLIERS et al., 1995; SALES e OLIVER-LYONS, 1996; BUNTER e CLOETE, 2004;). BUNTER e CLOETE (2004) sugerem que a equivalência das curvas até a idade do abate é devida à idade jovem das aves consideradas, longe da idade média de amadurecimento sexual. Portanto o sexo não foi considerado para formação de novos grupos contemporâneos.

TABELA 6- ANÁLISE DESCRITIVA DAS CARACTERÍSTICAS DE PESO VIVO EM QUILOS AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DIFERENCIANDO AVESTRUZES MACHOS E FÊMEAS CRIADOS PARA CORTE.

	P1		P100		P200		P365	
Sexo	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
N	682	740	651	649	216	203	347	324
Mínimo	0,579	0,505	11,765	14,063	37,649	37,229	55,208	54,495
Máximo	1,175	1,2	40,62	37,868	82,379	84,584	141,11	141,87
Amplitude	0,596	0,695	28,855	23,805	44,73	47,355	85,899	87,375
Mediana	0,867	0,873	25	25,269	60,024	59,255	95,063	95,691
Média	0,8688	0,8727	25,268	25,382	60,338	59,637	94,968	96,657
σ^2	0,0122	0,0126	17,633	18,793	67,447	79,499	171,62	194,86
σ	0,1105	0,1121	4,1991	4,3351	8,2126	8,9162	13,1	13,959
CV	12,72%	12,84%	16,62%	17,08%	13,61%	14,95%	13,79%	14,44%

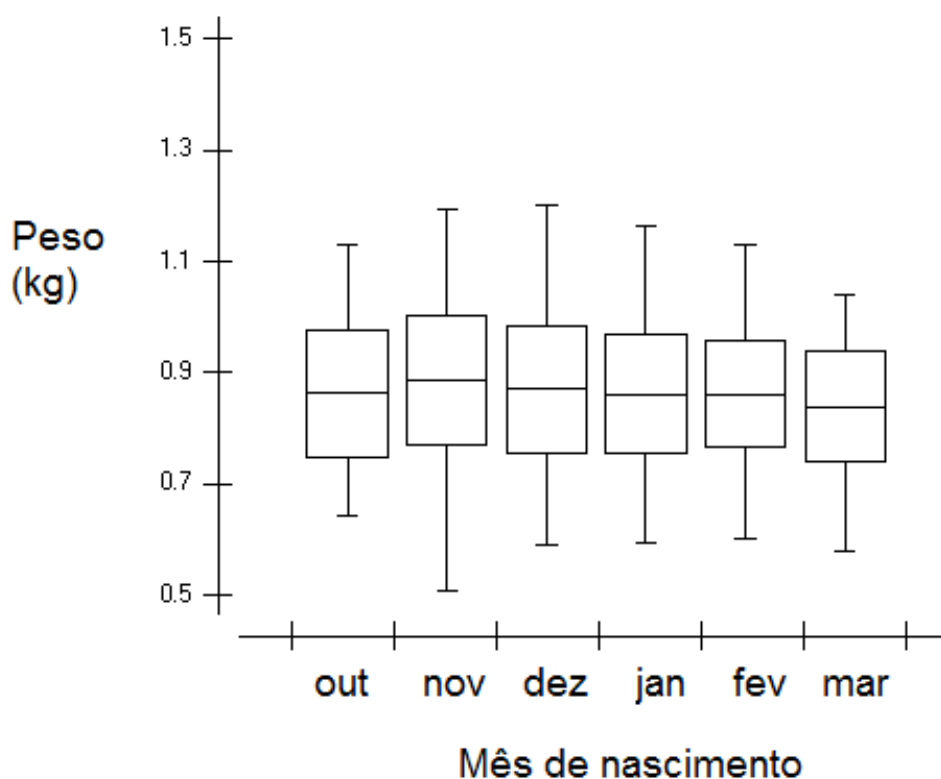
FIGURA 29 - PESO VIVO, EM QUILOS, AO NASCER, 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE, DE MACHOS E DE FÊMEAS DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE.



5.2.2 EFEITO DO MÊS DE NASCIMENTO SOBRE O PESO VIVO DOS AVESTRUZES.

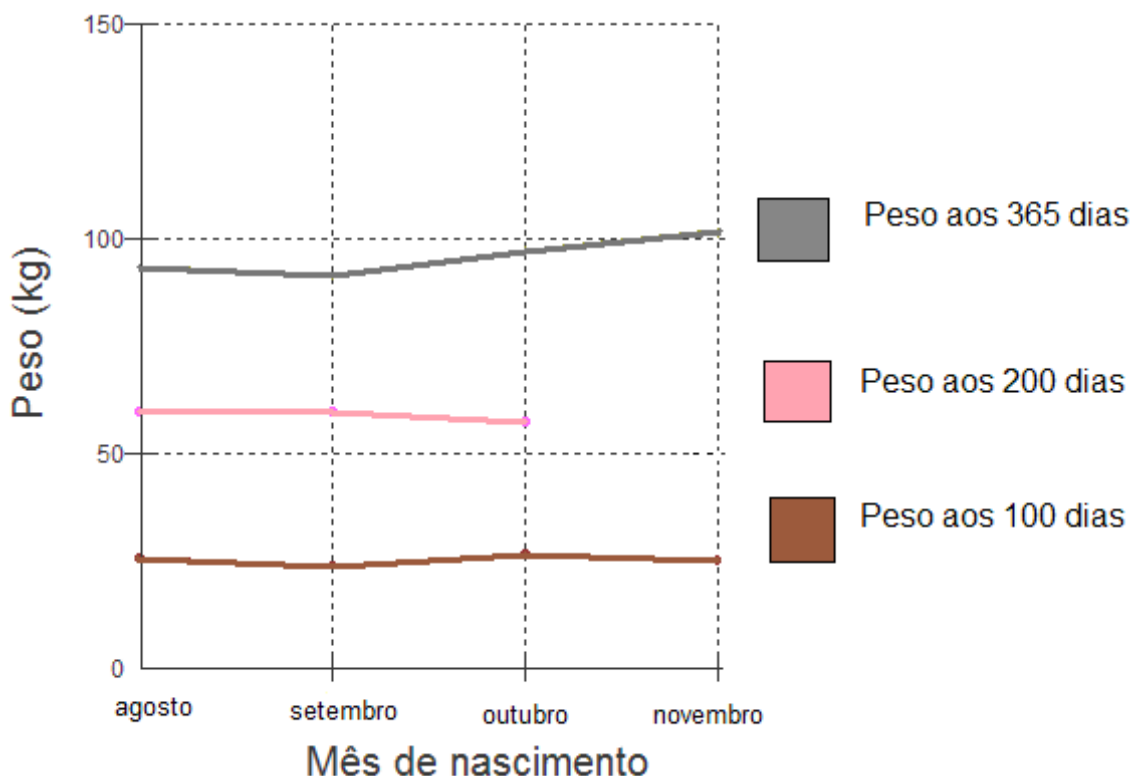
Esperava-se que o peso das aves sofresse declínio do mês de outubro em direção a março, devido ao desgaste fisiológico e de reservas energéticas que a ave sofre no decorrer do ciclo reprodutivo, resultando na diminuição do peso dos ovos e do pintinho que deles irão eclodir. Não há registro de peso de nascimento no mês de agosto e setembro, no entanto, exceto para os registros no mês de outubro, pode ser observado um leve declínio (Figura 30). Possivelmente devido aos dados do mês de outubro não representarem suficientemente bem a população. Este declínio ocorre não somente pelo desgaste fisiológico das matrizes, mas também pelo aumento da pluviosidade que causa estresse durante e por um período após as chuvas. Em dias chuvosos as aves em reprodução permaneceram a maioria do tempo sentadas sem se alimentarem e provavelmente não atingindo seu requerimento nutricional para formar um ovo de qualidade.

FIGURA 30 - MÉDIAS E DESVIOS DE PESO EM QUILOS AO NASCER DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE RELATIVO AO CICLO REPRODUTIVO DE 2005.



Foi encontrada significância ($p < 0,05$) no contraste de médias apenas entre os meses de novembro e março, no entanto, havia forte tendência de diferenciação do mês de novembro com janeiro e fevereiro ($0,1 > p > 0,05$). Portanto, foram formados dois grupos contemporâneos, o dos animais que nasceram no mês de outubro, novembro e dezembro e janeiro, fevereiro e março. Esses grupos amenizaram não apenas efeitos climáticos, mas também, possíveis mudanças de manejo não registradas. Outros autores (BUNTER e GRASER, 2000; BUNTER e CLOETE, 2004), também encontraram significância ($p < 0,05$) de mês de nascimento sobre peso ao nascer.

FIGURA 31 - EFEITO DO MÊS DE NASCIMENTO SOBRE MÉDIA DE PESO AOS 100, 200 E 365 DIAS DE AVESTRUZES CRIADOS PARA CORTE RELATIVO AO CICLO REPRODUTIVO DO ANO DE 2005.



O peso aos 100 dias, que possui registros de nascimentos nos meses de agosto a novembro, não foi influenciado ($p>0,05$) pela variação do mês de nascimento (Figura 31). Isto ocorreu provavelmente pela proteção que as aves receberam contra os fatores climáticos, fazendo com que o desempenho de ganho de peso das aves de zero a 100 dias de idade se mantivesse estável ao longo do ciclo reprodutivo. Embora não tenha sido detectada diferença entre as médias, foram estabelecidos dois grupos contemporâneos, o de aves que nasceram no mês de agosto e setembro e de outubro e novembro. Dessa forma, o efeito de fatores ambientais não aleatórios que não foram registrados foi amenizado. Ou seja, as aves mantiveram a mesma produção, porém, sob condições ambientais diferentes em função da adequação do manejo para reduzir os efeitos da sazonalidade.

O peso médio aos 200 dias também não foi influenciado ($p>0,05$) pelo mês de nascimento devido a variação sazonal (Figura 31). Embora não houvesse representatividade numérica de aves nascidas no mês de novembro cujo peso aos

200 dias de vida foi registrado, a tendência seria de manter o desempenho das aves estável. Isto deve ocorrer devido à tendência observada na Figura 31 e pelo equilíbrio entre os fatores climáticos ao qual as aves são expostas nesta idade. Aves nascidas no mês de agosto passaram o período de aproximadamente 120 a 180 a campo expostas a estação chuvosa, porém submetidas a temperaturas mais adequadas. Em contrapartida, aves que nasceram no mês de novembro estiveram expostas, na mesma fase, a temperaturas inferiores se aproximando do inverno, porém com níveis menores de pluviosidade. Sugere-se que nesta fase tanto a chuva quanto o frio atingiram os animais com a mesma magnitude.

O peso aos 365 dias foi influenciado ($p < 0,05$) pela variação do mês de nascimento (Figura 31), provavelmente em função de que nascimentos no mês de agosto deram origem a aves que foram terminadas no inverno. Enquanto que os animais que nasceram no mês de novembro, foram terminados na primavera, quando o ambiente está bastante adequado ao desenvolvimento do avestruz.

O trabalho desenvolvido por BUNTER e GRASER (2000) encontrou efeito significativo de mês de nascimento para todas as idades avaliadas (peso ao nascer, peso aos 3, 6, 10 e 14 meses), com declínio de sua significância do nascimento até o abate. Possivelmente, na “Veredas dos Avestruzes” o manejo e estrutura de produção das aves até em torno dos 6 meses de idade esteja mais adequado, contornando os efeitos deletérios do clima.

A utilização do mês de nascimento como critério de separação de grupos contemporâneos foi eficiente não somente para correção da temperatura e pluviosidade aos quais os animais estiveram submetidos em seu desenvolvimento, como também para variação de oferta de pastagem, eventual variação da qualidade da ração ofertada ou por questões financeiras das quais não se tem informação e variação causada por estresse de obras nos diversos setores. A similaridade do desempenho de machos e fêmeas é de suma importância no manejo alimentar dos avestruzes destinados a engorda, não havendo necessidade de arraçamento diferenciado por sexo.

5.3 ESTIMATIVA DA HERDABILIDADE E CORRELAÇÕES GENÉTICAS

5.3.1 PESO AO NASCER

Poderá ser dada ênfase na seleção de peso ao nascer, com baixa a moderada resposta esperada, caso esta característica implique em significativa melhoria zootécnica, como por exemplo, viabilidade de pintinhos ou eclodibilidade (Tabela 7). Resultado similar foi encontrado por BUNTER e CLOETE (2004) que estimaram a herdabilidade de peso ao nascer em $0,16 \pm 0,05$.

O peso ao nascer é fortemente relacionado com o processo de incubação, porque a gema continuará sendo absorvida até os primeiros 14 dias de vida. O animal que provém de um ovo com características mais adequadas às condições de incubação nasce com peso relativo da gema mais adequado ao desenvolvimento corporal, isto não quer dizer que estes animais são os mais pesados. A gema representa cerca de 1/3 do peso ao nascer do avestruz, indicando que avestruzes que estiveram sob condições de alta umidade relativa ao peso de seu ovo nascerão pesados, não em função do desenvolvimento corporal e sim de uma gema excessivamente grande.

Devido à baixa correlação genética não seria coerente a seleção de peso ao nascer com intuito de aumentar a média de peso aos 100 ou 365 dias de vida (Tabela 9) respectivamente. Não foi possível avaliar a correlação de peso ao nascer com peso aos 200 dias de vida em função do reduzido número de informações pareadas desta característica. No entanto, BUNTER e GRASER (2000) estimaram uma correlação próxima a zero entre peso ao nascer e aos 180 dias e confirmaram o fraco efeito genético que o peso ao nascer tem sobre o peso a idades posteriores, inclusive, que quanto mais afastada é a idade de pesagem em relação ao peso de nascimento, mais fraca é a correlação genética. Isto indica que os pares de genes responsáveis pelo desenvolvimento corporal do pintinho na fase embrionária são, provavelmente, em grande parte diferentes dos pares responsáveis pelo ganho de peso a idades posteriores até os 365 dias de vida do avestruz.

O peso ao nascer também está sob influência de muitos fatores relacionados às condições ambientais às quais a mãe estava sujeita, que alteram as condições físicas, químicas e microbiológicas do ovo, que por sua vez terá forte influência

sobre o peso ao nascer (BUNTER e GRASER, 2000). Tais fatores podem estar relacionados à qualidade nutricional, qualidade microbiológica da ração, impactação parcial do estômago e/ou estresse de difícil quantificação causado por diversas razões (brigas, máquinas, balões, aviões, acidentes, chuva, posicionamento do piquete dentro do setor reprodutivo, pessoas e cães). Estes efeitos aumentam a variação causada pelo ambiente e conseqüentemente a fenotípica, com isso, há uma queda da herdabilidade.

Esta variação decorrente dos fatores ambientais relacionados aos progenitores e ao processo de incubação faz com que a correlação entre os irmãos seja diminuída. Ao contrário, os efeitos maternos genéticos são os fatores maternos que causam maior proximidade dos irmãos. Portanto não considerar efeito materno genético acarretaria na superestimação da variância genética. O efeito materno genético estimado para peso ao nascer foi considerável (Tabela 8). ZOCCARATO et al., (2004) sugerem que o efeito materno, ou efeito do peso do ovo, é temporário, afetando principalmente o peso ao nascer, e diminuindo gradativamente à medida que a idade do avestruz aumenta. O efeito ainda poderá ser detectado em peso aos 100 dias (BUNTER e GRASER, 2000), no entanto, deverá ser desprezível para peso aos 200 e 365 dias. Os resultados obtidos de efeito materno seguiram esse padrão, no qual o efeito foi melhor detectado em peso ao nascer, decrescendo nas idades posteriores, sendo que é reduzido pela metade de peso ao nascer para peso aos 100 dias e praticamente desprezível para peso aos 200 e 365 dias de vida.

TABELA 7 – VARIÂNCIA GENÉTICA ADITIVA (σ^2A , HERDABILIDADE (h^2), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) PARA 90% DE PESO AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE.

CARACTERÍSTICA	N	σ^2A	h^2	RAD
P1	1423	0,0017	0,14	0,030 – 0,72
P100	1301	1,74	0,10	0,037 – 0,21
P200	420	17,35	0,24	0,070 – 0,47
P365	672	28,43	0,16	0,065 – 0,27

Embora a região de alta densidade seja um intervalo bastante amplo tanto para as herdabilidades (Tabela 7) quanto para o efeito materno genético (Tabela 8)

e as correlações genéticas (Tabela 9), este se encontra dentro de uma função de densidade e probabilidade. A convergência foi atingida para todos os componentes de (co)variância segundo os critérios do teste de Heidelberger and Welch.

TABELA 8 – VARIÂNCIA MATERNA GENÉTICA (σ^2 MG), EFEITO MATERNO GENÉTICO (EMG), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) PARA 90% DE PESO AO NASCER E CORRIGIDO PARA 100, 200 E 365 DIAS DE IDADE.

CARACTERÍSTICA	N	σ^2 MG	EMG	RAD
P1	1423	0,0018	0,150	0,033 – 0,44
P100	1301	1,34	0,074	0,026 – 0,13
P200	420	1,23	0,017	0,003 – 0,088
P365	672	0,55	0,003	0,0004 – 0,015

TABELA 9 – COVARIÂNCIA GENÉTICA (CovG), CORRELAÇÃO GENÉTICA (rG), REGIÃO DE ALTA DENSIDADE (RAD) PARA 90% DE PESO AO NASCER COM PESO AOS 100 E 365 DIAS DE IDADE, PESO AOS 100 COM PESO AOS 200 E 365 DIAS DE IDADE E PESO AOS 200 COM PESO AOS 365 DIAS DE IDADE.

CARACTERÍSTICAS PAREADAS	N pares	CovG	rG	RAD
P1 - P100	414	0,026	0,13	(-0,10) – 0,36
P1 - P365	115	0,0157	0,07	(-0,27) – 0,29
P100 - P200	419	9,1151	0,80	0,66 – 0,94
P100 - P365	668	4,98	0,51	0,21 – 0,80
P200 - P365	356	11,8704	0,45	0,16 – 0,72

5.3.2 PESO AOS 100 DIAS DE VIDA

A atuação aleatória do ambiente inadequado ao qual os avestruzes estão submetidos na fase de criação de pintinhos, provoca um grande aumento da variabilidade de peso aos 100 dias. Em consequência disto a herdabilidade desta

característica é baixa (Tabela 7), ou seja, é ineficaz a detecção dos animais geneticamente superiores através da medida direta que é a pesagem. Portanto esta característica terá fraca resposta à seleção nestas condições ambientais. Com a diminuição do efeito deletério aleatório do ambiente sobre a produção, ou seja, com o aprimoramento da tecnologia de produção de pintinhos de avestruzes e trabalhando com aves adaptadas a estas condições, será possível usar a observação fenotípica para a detecção dos genótipos superiores nesta idade. Este resultado é semelhante do resultado obtido por BUNTER e GRASER (2000) que estimaram herdabilidade de peso aos 90 dias em 0,02. Embora ambas as herdabilidades sejam baixas, a estimada neste trabalho foi maior. Possivelmente, a diferença se deve ao fato de as condições ambientais proporcionadas aos avestruzes de zero a 100 dias de vida, embora ruins, ser mais adequada na população avaliada neste trabalho do que a de BUNTER e GRASER (2000), permitindo que o animal expresse com mais vigor, embora ainda baixo, seu potencial genético de peso vivo aos 100 dias de vida.

Até os 100 dias de vida os animais permanecem em alta densidade, ausência dos pais (quando na natureza estes ainda estão sob cuidados maternos e paternos), em lotes com elevado número de animais, se alimentando em condições ambientais bastante diferenciadas daquelas as quais sua espécie se adaptou no processo evolutivo. Essas condições de criação de pintinhos de avestruzes de um a 100 dias de vida são necessárias do ponto de vista de produção em larga escala e nessas condições climáticas, porém inadequadas do ponto de vista de requerimento ambiental, no que diz respeito a nutrição, cuidado materno e paterno, umidade relativa do ar e densidade populacional. Embora o avestruz seja tido pelo Ministério da Agricultura como animal doméstico, este ainda possui fortes traços de animal selvagem, o que dificulta a reprodução e produção comercial.

A seleção dos genótipos superiores nesta idade será eficaz para melhoria indireta de peso aos 200 dias e 365 dias de idade (Tabela 9). Isto significa que os genes responsáveis pelo desenvolvimento corporal nestas duas idades ou estão bastante próximos e localizados no mesmo cromossomo ou que alguns deles atuam pleiotropicamente. Como as idades aos 100 e 200 dias de vida são mais próximas, é esperado que os genes que atuam sobre ambas sejam mais parecidos do que os que atuam sobre peso aos 100 e 365 dias de vida. Espera-se que a correlação

genética diminua à medida que se afasta, tanto para menos quanto para mais, da idade em que foi feita a pesagem, tendo vista que a fisiologia dos animais amadurece gradativamente no decorrer de sua vida, como por exemplo, a capacidade do avestruz de digerir fibra vegetal com o desenvolvimento do cego e do colon. O trabalho encontrado na literatura (BUNTER e CLOETE, 2004) consideraram a variância genética aditiva desprezível para peso aos três meses de idade, portanto não estimaram a correlação genética desta característica com outras para comparação de resultados.

Embora o efeito materno genético tenha diminuído de peso ao nascer para peso aos 100 dias pela metade, não se pode descartar que para peso aos 100 dias ainda foi detectado efeito considerável sobre variação total (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com a literatura levantada neste trabalho que encontrou relativa significância do efeito materno ainda nesta idade (BUNTER, 2002; BUNTER e CLOETE, 2004).

5.3.3 PESO AOS 200 DIAS DE VIDA

A herdabilidade estimada para peso aos 200 dias foi moderada possibilitando uma razoável resposta à seleção (Tabela 2). Além do adequado ambiente ao qual as aves estão submetidas nesta fase em relação à anterior, a herdabilidade é mais alta, também porque o efeito materno vem diminuindo à medida que a idade distancia do nascimento. O efeito materno genético é praticamente desprezível nesta para o peso vivo nesta idade (Tabela 3). Os trabalhos encontrados na literatura (BUNTER, 2002; BUNTER e CLOETE, 2004) também estimaram quase nulo o efeito materno genético sobre o peso em torno de 200 dias de vida.

A partir dos 100 dias de vida o avestruz inicia o processo de transição do setor de criação de pintinhos para o de engorda, onde o espaço é amplo, a oferta de pasto é muito maior, o animal encontra sombreamento e proteção da chuva satisfazendo a sua vontade. Nesta fase as aves ainda são dóceis tanto com o ser humano quanto com as outras aves do lote, ou seja, fase a qual, as aves dispõem de um ambiente mais favorável ao desenvolvimento devido ao bem estar que ele proporciona. Esta situação é possível, pois nesta faixa etária os avestruzes já estão

bem mais resistentes às diversas condições de temperatura e pluviosidade, já se alimentam com bastante vigor e superaram a ausência dos pais.

A correlação genética de peso aos 200 com peso aos 365 dias de vida foi moderada (Tabela 4) e resultará em significativa melhora de uma característica em função da seleção da outra. Se esperaria uma correlação genética mais alta em função da proximidade fisiológica. BUNTER e CLOETE (2004), encontraram correlação genética entre estas características de 0,9. Isto realça a importância e significância da correlação genética entre esse par de característica.

5.3.4 PESO AOS 365 DIAS DE VIDA

Houve uma queda da herdabilidade de peso aos 200 dias para peso aos 365 dias (Tabela 2). BUNTER e GRASER (2000) encontraram queda de 0,21 para 0,17 nas herdabilidades de peso aos 180 dias e peso ao abate respectivamente. Estes autores também relatam a diminuição qualitativa do alimento fornecido aos avestruzes a partir dos seis meses de vida até o abate. Dos 100 dias de vida até o abate a herdabilidade deveria aumentar com o declínio do efeito materno. No entanto as condições de ambiente das aves dos 200 até os 365 dias de vida foram desfavoráveis ao seu desenvolvimento. A partir dos seis meses de idade se iniciou a restrição alimentar das aves devido a uma piora exponencial da conversão alimentar. O produtor fornecia a ração com aumento gradativo e tendo como resposta um notável desenvolvimento corporal das aves. No entanto após o sexto mês de vida vinha a insatisfação do produtor devido ao alto custo da ração balanceada, por isso, ele cortava gradativamente a ração substituindo, por exemplo, pelo milho grão. Este processo se deu de forma não balanceada, sem saber se o requerimento nutricional do animal estava sendo atingido. Com isso, a detecção dos animais geneticamente superiores para peso aos 365 dias vida fica dificultada com a diminuição da herdabilidade. Ou seja, a adaptação ao manejo de engorda pode ter aumentado o efeito do ambiente aleatório e conseqüentemente diminuído o efeito relativo da variação causada por efeitos genéticos aditivos sobre a variação fenotípica.

A seleção dos avestruzes para a reprodução na idade de abate não é a medida mais aconselhável, uma vez que, animais destinados à reprodução devem

ter manejo diferenciado dos destinados ao abate. As matrizes e reprodutores devem preferencialmente, ser leves e não ter excessivo acúmulo de gordura. Aves leves têm menor necessidade energética de manutenção, tem menor chance de desenvolver artrite e tendinite e são mais fáceis de manejar. Aves excessivamente gordas em reprodução tem diminuição do libido, uma vez que, os hormônios sexuais são lipofílicos tornando-se retidos no tecido adiposo, pré dispondo a ave a uma diminuição no seu desempenho reprodutivo. Embora peso aos 100 dias possua a mais alta correlação genética com peso ao abate, nesta idade a detecção dos animais geneticamente superiores fica dificultada em função da forte influência que o ambiente exerce sobre esta característica. Portanto, aos 200 dias de vida deverá ocorrer a seleção das aves destinadas à reprodução onde será fornecida alimentação rigorosamente balanceada e controle de acúmulo adiposo através da análise da condição corporal da ave.

6 CONCLUSÕES

Há possibilidade de progresso genético na população em questão para atingir o peso ao abate precocemente. O efeito materno genético é temporário e de maior relevância para o peso vivo ao nascimento. Não deve ser feita seleção com base no peso ao nascer para melhoria genética de pesos posteriores. Os reprodutores devem ser indicados com base no peso aos 200 dias de idade. É necessário estimar os componentes de (co)variância para características reprodutivas, de couro e de carcaça, para um programa completo de melhoramento genético de avestruzes.

7 REFERÊNCIAS

AGANGA, A. A.; AGANGA, A. O.; OMPHILE, U. J. Ostrich feeding and nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.2(2), p.60-67, 2003.

BRAND, Z.; BRAND, T. S.; BROWN, C. R. The effect of energy and protein levels on production in breeding female ostriches. **Poultry Science**, Champaign, US, v. 44, p. 598-606, 2003.

BROWN, L. H.; URBAN, E. K.; K. NEWMAN. **The birds of Africa**, v.1. Academic Press, London. 1982.

BUNTER, K. L. **The Genetic Analysis of Reproduction and Production Traits Recorded for Farmed Ostriches (Struthio camelus)**. PhD dissertation, University of New England, 2002.

BUNTER, K. L.; CLOETE, S. W. P. Genetic parameters for egg, chick and live weight traits recorded in farmed ostriches (Struthio camelus). **Livestock Production Science**, Amsterdam, NL, v. 91(1-2), p. 9-22, 2004.

BUNTER, K. L.; GRASER, H. U. Genetic Evaluation for Australian Ostriches. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Publication N^o 00/153, 2000.

CILLIERS S. C.; PREEZ J.J. D.; MARITZ, J. S.; HAYES, J. P. Growth curves of ostriches (Struthio calemus) from Oudtshoorn in South Africa. **Animal Science**, Penicuik, GB, v. 61(1), p. 161-164, 1995.

CLOETE, S. W. P.; BUNTER, K. L.; BRAND, Z.; LAMBRECHTS, H. (Co)variances for reproduction, egg weight and chick weight in ostriches. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, South Africa, v.34 (supplement 2), 2004.

CLOETE, S. W. P.; BUNTER, K. L.; LAMBRECHTS, H.; BRAND, Z.; SWART, D.; GREYLING, J. P. C. Variance components for live weight, body measurements and

reproductive traits of pair-mated ostrich females. **British Poultry Science**, London, GB, v. 47(2), p. 147-158, 2006.

CLOETE, S. W. P.; BUNTER, K. L.; SCHALKWYK, S. J. V. **Progress towards a scientific breeding strategy for ostriches**. Montpellier, France: Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 19-23, 2002.

CLOETE, S. W. P.; LAMBRECHTS, H.; PUNT, K.; BRAND, Z. Factors related to high levels of chick mortality from hatching to 90 days of age in an intensive rearing system. **Journal of the South African Veterinary Association**, Pretoria, South Africa, v. 72(4), p. 197-202, 2001.

COOPER, R. G.; HORBANCZUK, J. O. Ostrich nutrition: a review from a Zimbabwean perspective. **Rev. sci. Off int. Epiz.** v.23(3), p.1033-1042, 2004.

COOPER, R. G.; MAHROSE, K. M.; HORBANCZUK, J. O.; ERLWANGER, K. H. Nutrition of ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*) breeder birds. **Egyptian Poultry Science Journal**. v.24(3), p.675-685, 2004.

CORNETTO, T.; ANGEL, R.; ESTEVEZ, I. Influence of stocking density and dietary energy on ostrich (*Struthio camelus*) performance. **International Journal of Poultry Science**. 2(2): 102-106. 2003.

DAVIS, H. J.; LAMBRECHTS, H.; GANZEVOORT, B.; CLOETE, S. W. P.; KING, P. R.; DAVIS W. R.; BLUM, R.; MIENIE, L. J. **The influence of L-carnitine magnesium supplement on egg production and fertility of adult breeding ostriches**. Proceedings of the 2nd International Ratite Congress, Oudtshoorn, South Africa, p. 68-71, 1998.

DEEMING, D. C. Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. **British Poultry Science**, Champaign, US, v. 36(1), p. 51-65, 1995.

DEEMING, D. C. Production, fertility and hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs on a farm in the United Kingdom. **Animal Science**, Penicuik, GB, v. 63(2), p. 329-336, 1996.

DEEMING, D. C.; AR, A. **Factors affecting the success of commercial incubation**. The ostrich biology, production and health. University of Manchester, UK, p. 159-190, 1999.

ESSA, F.; CLOETE, S. W. P. Differentiation between females of ostrich breeding trios based on egg weights. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, South Africa, v.34 (supplement 2), 2004.

GILMOUR, A. R.; THOMPSON, R.; CULLIS, B. R. Average Information REML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in Linear mixed models. **Biometrics** 51, v.930, p.1440-1450, 1995.

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

HORBANCZUK, J. O. Improving the technology of artificial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs with reference to biological aspects. **Prace I Materiay Zootechniczne Specjalny**. v.10, p.1-90, 2000.

IPEK, A.; SAHAN, U. The effects of egg weight on the hatching characteristics of ostrich eggs. **Turk Veterinerlik ve Hayvanlık Dergisi**, v. 26(4), p. 723-728, 2002.

KOERHUIS, A. N. P.; MCKAY, J. C. Restricted maximum likelihood estimation of genetic parameters for egg production traits in relation to juvenile body weight in broiler chickens. **Livestock Production Science**, Amsterdam, NL, v.46, p.117-127, 1996.

KOERHUIS, A. N. P.; MCKAY, J. C.; HILL, W. G.; THOMPSON, R. A genetic analysis of egg quality traits and their maternal influence on offspring-parental regressions of juvenile body weight performance in broiler chickens. **Livestock Production Science**, Amsterdam, NL, v.49, p.203-215, 1997.

LAMBRECHTS, H.; CLOETE, S. W. P.; DAVIS, H. J. **The influence of L-carnitine magnesium supplement on egg production and fertility of adult breeding ostriches**. Proceedings of the 2nd International Ratite Congress, Oudtshoorn, South Africa, p. 170-172, 1998.

LEWIS, A.; POMEROY, D. **A bird atlas of Kenya**. Rotterdam. 1989.

MEDEIROS, B. R. **Parâmetros genéticos de características de desempenho e de carcaça de javalis (*Sus scrofa sp*) criados em cativeiro, obtidos por inferência Bayesiana**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética, 2005.

MORE S. J. The performance of farmed ostrich hens in Eastern Australia. **Preventive Veterinary Medicine**, v.29, p.107-120, 1996.

MUSA, H. H.; SULEIMAN, A. H.; LANYASUNYA, T. P.; OLOWOFESO, O.; MEKKI, D. M. Feeding practices, growth rate and management of ostrich chicks in Sudan. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.4(3), p.154-157, 2005.

NARUSHIN, V. G.; ROMANOV, M. N.; BOGATYR, V. P. Relationship between pre-incubation egg parameters and chick weight after hatching in layer breeds. **Biosystems Engineering**, v.83(3), p.373-381, 2002.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG. 2001.

RIZZI, R.; ERBA, M.; GIULIANI, M. G.; CEROLINI, S.; CERUTTI, F. Variability of ostrich egg production on a farm in Northern Italy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11(3), p.332-337, 2002.

SABBIONI, A.; SUPERCHI, P.; BONOMI, A.; SUMMER, A.; BOIDI, G. **Growth curves of intensively reared ostriches (*Struthio calemus*) in Northern Italy**. Annali della Facolta di Medicina Veterinária, Università di Parma, v.19, p.105-111, 1999.

SALES, J.; OLIVER-LYONS, B. Ostrich meat: a review. **Food Australia**, v. 48(11), p.504-511, 1996.

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

SQUIRE, B.T.; MORE, S. J. Factors on farms in eastern Australia associated with the development of tibiotarsal rotation in ostrich chicks. **Australian Veterinary Journal**. v.76(2), p.110-117, 1998.

WILSON, H. R. **Effects of egg size on hatchability, chick size and posthatching growth**. Avian Incubation, p. 279-283, 1990.

WILSON, H. R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. **World's Poultry Science Journal**, v.47(1), p.5-20, 1991.

WINTER, E. M. W. **Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de codornas para corte (*Coturnix sp.*)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética, 2005.

ZLOTOWSKI, P.; CORRÊA, A. M. R.; ROZZA, D. B.; DRIEMEIER, D.; MALLMANN, C. A.; MIGLIAVACCA, F. A. Surto de aflotoxicose em suínos no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesq. Vet. Brás.** Rio de Janeiro, BR, v.24 n.4, 2004.

ZOCCARATO, I.; GUO KAIJUN; PICCO, G. Effect of egg weight on ostrich (*Struthio camelus*) chick weight and growth. **Italian Journal of Animal Science**, v.3(1), p.7-17, 2004.