



**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

**BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA ESTUDO  
DA ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS  
MORFOLÓGICAS EM PERDIZES**

**MARIA DAS DORES XAVIER DA SILVA**

**Rio Verde, GO**

**2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA ESTUDO DA  
ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EM  
PERDIZES**

**MARIA DAS DORES XAVIER DA SILVA**

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal  
Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito  
parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Zootecnia

Orientado: Prof. Dr. Francisco Ribeiro de Araujo Neto

**Rio Verde – GO  
Junho, 2019**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

S586a Silva, Maria das Dores Xavier da Silva  
Análise de componentes principais para estudo da  
associação entre características morfológicas em  
perdizes / Maria das Dores Xavier da Silva  
Silva;orientador Francisco Ribeiro de Araujo Neto  
Ribeiro. -- Rio Verde, 2019.  
28 p.

Monografia (Graduação em Zootecnia) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Análise multivariada. 2. rhynchotus rufescen.  
3. tinamideos. I. Ribeiro, Francisco Ribeiro de  
Araujo Neto, orient. II. Título.



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                                  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                           | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização           | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação            | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: |   |

Nome Completo do Autor: Maria das Dores Xavier da Silva

Matrícula: 2015102201840154

Título do Trabalho: Análise de Componentes Principais para Estudo da Associação Entre Características Morfológicas em Perdizes.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: O arquivo não será disponibilizado, os dados serão utilizados para elaboração artigo científico.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 23/11/2023

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde – GO, 02/08/2019

Local Data

Maria das Dores Xavier da Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

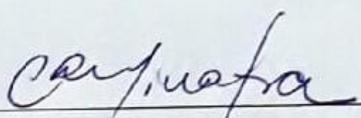
Caroline Ribeiro de Albuquerque

Assinatura do(a) orientador(a)

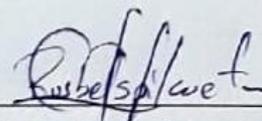
MARIA DAS DORES XAVIER DA SILVA

**ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA ESTUDO DA  
ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EM  
PERDIZES**

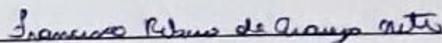
Trabalho de curso DEFENDIDO e APROVADO em 03 de julho de 2019, pela Banca examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr<sup>a</sup>. Cibele Silva Minafra  
IFGoiano – Rio Verde



Dr<sup>o</sup>. Rusbel Raul Aspilcueta Borquis  
UNESP-Jaboticabal



Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Francisco Ribeiro de Araujo Neto  
IFGoiano – Rio Verde

Rio Verde – GO  
Julho, 2019

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser tudo em minha vida, sempre me guiando pelos melhores caminhos, dando sabedoria e força em momentos de aflição, ao meu pai Jose Almeida Ferreira da Silva, minha mãe Delvani Xavier de Oliveira e aos meus irmãos por serem essenciais em minha vida.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus que sempre esteve comigo iluminando meus passos ao longo da minha jornada, e tornou possível a realização de mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais José Almeida Ferreira da Silva e Delvani Xavier de Oliveira, minha base, que sempre me apoiaram e nunca mediram esforços para me ajudar, pela oportunidade de poder estudar, dando total apoio para que eu possa alcançar todos meus objetivos, não tenho palavras para agradecer tamanho amor que possuem por mim mesmo sem eu merecer. Meus eternos agradecimentos.

Aos meus irmãos Wemerson Xavier da Silva, Angélica Xavier da Silva e Dayana Xavier da Silva, por me ensinarem que apesar de todas as circunstâncias sempre podemos contar uns com os outros, amo vocês.

Ao Instituto Federal Campus Rio Verde - GO por ter me recebido, porque sem todos os recursos que ele oferece não seria fácil.

Ao meu lado tive os professores e orientador Francisco Ribeiro de Araújo Neto, repletos de sabedoria e paciência e por isso agradeço a todos.

A todos os meus amigos eu deixo uma palavra de gratidão por todo apoio, com eles a caminhada se tornou mais agradável, e durante a trajetória criamos vínculos eternos, onde passamos a reconhecer quem realmente era mais chegado que um amigo, um irmão.

A todas as pessoas que interferiram positivamente ou negativamente nesta minha trajetória eu agradeço, porque de alguma forma influenciaram meu percurso.

## RESUMO

SILVA, Maria das Dores Xavier da. **Análise de componentes principais para estudo da associação entre características morfológicas em perdizes**. 2019. 18p Monografia (Curso Bacharelado em Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO, 2019

O trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as relações genéticas entre características morfométricas e comportamentais mensuradas em perdizes, empregando análise de componentes principais e agrupamento hierárquico. Foram consideradas para o estudo as seguintes características: comprimento do tarso, comprimento do bico, comprimento da asa, largura da cabeça, largura do bico, peso adulto, peso aos 90 dias e imobilidade tônica. Após a consistência dos dados, foi realizada estimação dos parâmetros genéticos e dos valores genéticos (EBV) para todas as características em estudo. Utilizando dos EBVs de todos os animais, foi realizada a análise de componentes principais com o objetivo de obter um menor número de variáveis ortogonais (independentes). Na etapa final, os componentes principais selecionados foram utilizados para o agrupamento dos animais em clusters. Obtendo quatro clusters que se apresentaram significantes, com exceção do comprimento de bico no cluster dois e comprimento de tarso no cluster três, em relação ao cluster um e quatro se apresentaram antagônicos entre si, cada cluster apresentou uma característica de maior peso dentro do grupo, sendo que o peso teve influência em todos os grupos.

Neste estudo, foi verificada a seleção de componentes principais, representando 82,65 % da variância original dos dados. Utilizando dos dois primeiros componentes principais, verificase a formação de 4 grupos. Aproximadamente 11.61, 58.29, 19.64 e 10.46% dos animais foram classificados nos Cluster 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Pelos resultados obtidos podemos concluir que a técnica de componentes principais foi eficiente para a redução da dimensionalidade, originando dois componentes interessantes para a utilização na técnica de agrupamento e; as características de crescimento apresentam maior importância na definição do agrupamento dos indivíduos, definindo sua importância como critério de seleção.

**Palavras-chaves:** *análise multivariada, Rhynchotus rufescen, tinamideos*

## ABSTRACT

SILVA, Maria das Dores Xavier da. **Principal component analysis for the study of the association between morphological traits in partridges**. 2019. 18p Monography (Graduation in Animal Science). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO, 2019

The work was carried out with the objective of studying the genetic relationships between morphometric and behavioral traits measured in partridges, using principal components analysis and hierarchical clustering. The following traits were considered for the study: tarsus length, beak length, wing length, head width, beak width, adult weight, weight at 90 days and tonic immobility. After data consistency, genetic parameters and breeding values (EBV) were estimated for all the characteristics under study. Using the EBVs of all animals, the principal components analysis will be performed to get a smaller number of orthogonal (independent) variables. In the final step, the selected principal components will be used to group the animals into clusters. Obtaining four clusters that were significant, with the exception of nozzle length in cluster two and tarsus length in cluster three, compared to cluster one and four were antagonistic to each other, each cluster had a higher weight characteristic within the group, and weight had influence in all groups. In this study, we verified the selection of principal components, representing 82.65% of the total variance. Using the first two principal components, the formation of 4 groups is verified. Approximately 11.61, 58.29, 19.64 and 10.46% of the animals were classified in Cluster 1, 2, 3 and 4, respectively. By the results obtained we can conclude that the technique of main components was efficient for the reduction of the dimensionality, originating two interesting components for the use in the technique of grouping and; the growth characteristics are more important in the definition of grouping of individuals, defining their importance as a selection criterion.

**Keywords:** *multivariate analysis, Rhynchotus rufescens, tinamid*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar da espécie <i>Rhynchotus rufescen</i> em habitat natural.....	02
Figura 2 - Distribuição geográfica da espécie <i>Rhynchotus rufescen</i> .....	03
Figura 3 - Resumo gráfico da composição dos componentes principais.....	05
Figura 4 - Organograma sintetizando as etapas a serem realizadas, para se analisar características morfológicas e comportamentais em perdizes.....	08
Figura 5 - Informações disponíveis pela análise de componentes principais.....	10
Figura 6 - Resultados da análise de agrupamento.....	12

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição do banco de dados utilizados nas análises de estimação de parâmetros e valores genéticos.....	07
Tabela 2. Teste de distância entre as médias do grupo e do arquivo total para características morfológicas e comportamentais em perdizes.....	13

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	02
A espécie <i>Rhynchotus rufescen</i> .....	02
Exploração comercial da espécie.....	04
Análise de componentes principais: aspectos teóricos e aplicação.....	05
MATERIAL E MÉTODOS.....	07
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

## INTRODUÇÃO

O principal fator que influencia os sistemas de produção animal, consiste no perfil do mercado consumidor. Inicialmente, havia uma preocupação apenas de regularizar o fornecimento de proteína animal e posteriormente criou-se a necessidade de aumentar a qualidade dos produtos oferecidos. Hoje, um nicho específico de mercado tem sido criado por indivíduos que desejam produtos saudáveis, que possam ser produzidos de forma sustentável. Dentro deste contexto existe a possibilidade de exploração de aves do grupo tinamídeo, mais especificamente a perdiz (*Rhynchotus rufescens*).

A perdiz demonstra apresentar características interessantes para a produção de carne, como níveis baixos de colesterol e alto rendimento de carcaça e peito (Moro et al., 2006), sendo que sua criação, desde que regulamentada pode se constituir em uma forma de conservação da espécie, seja ela em cativeiro ou sistema semi-extensivo. Entretanto, para a utilização de novas espécies em um sistema de produção, investigações são necessárias sobre sua biologia, para uma correta domesticação. Compreender como a associação genética entre características morfológicas e produtivas é vital para orientar um programa de melhoramento da espécie ou de conservação desta.

Diversa metodologia tem sido empregadas para os estudos das associações genéticas, sendo mais frequentemente utilizado como referência as estimativas de correlação genética. Entretanto, quando o número de características analisadas aumenta, mais complexo se torna interpretar os resultados, sendo útil a utilização de métodos multivariados, como o de componentes principais. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as relações genéticas entre características morfométricas e comportamentais mensuradas em perdizes, empregando análise de componentes principais e agrupamento hierárquico.

## REVISÃO DE LITERATURA

### A espécie *Rhynchotus rufescen*

*Rhynchotus rufescen* (do grego significa ave avermelhada) é popularmente conhecida como perdiz ou perdigão, sendo uma ave silvestre de aparência galinácea (CORNELL, 2019). Em relação a sua classificação zoológica; pertence ao reino animalia, filo chordata, classe aves, ordem tinamiformes, família tinamidae. A *Rhynchotus rufescen* é uma ave de interesse de exploração comercial, devido facilidade de adaptação e conversão alimentar, fornecendo carne de qualidade rica em proteína (MORO et al. 2006). A perdiz se apresenta como uma ave terrícola de pequeno porte, podendo chegar a quarenta e dois centímetros de comprimento, com uma pequena crista, dorso curto, pés com três dedos, coloração cinza sendo com plumagem avermelhada com amarelo-ferrugíneo e penas dorsais listradas (Figura 1), O peso pode variar conforme o sexo (fêmeas em geral se apresentam mais pesadas em relação aos machos), sendo que perdizes adultas podem alcançar de 750 a 1000 gramas (WEEKS, 1973).

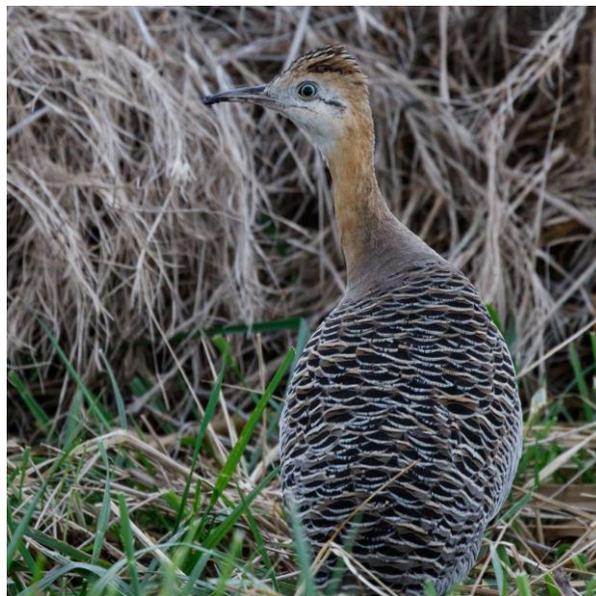


Figura 1. Exemplar da espécie *Rhynchotus rufescen* em habitat natural.

Fonte: Cornell (2019)

A perdiz apresenta como habitat pântanos, pastagens e áreas agrícolas no centro da América do Sul a leste dos Andes (Figura 2). Três subespécies são reconhecidas: a) *rufescens* do Peru, Bolívia, Paraguai, sudeste do Brasil e norte da Argentina; b) *catingae* do centro e nordeste do Brasil; c) *pallescens* do centro e norte da Argentina. Embora a pressão de caça e a perda de habitat devido à queimada tenham contribuído para o declínio da população, este tinamídeo ainda é geralmente abundante em sua ampla distribuição geográfica (CORNELL, 2019).



*Figura 2. Distribuição geográfica da espécie Rhynchotus rufescens.*

**Fonte: BirdLife (2019)**

A perdiz sofre alterações sazonais, que são eventos que ocorrem sempre em uma época do ano, sua postura ocorre entre setembro a março, atingido cerca de nove ovos. Após a eclosão, os filhotes ficam sob a guarda do pai (SICK, 1985). Uma ave cujo hábito alimentar não apresenta restrições, se alimentando através de raízes, tubérculos, frutas silvestres, pequenos insetos, em seu habitat natural. Ave de produção recebendo rações balanceadas conforme sua fase, com diferentes níveis energéticos, atendendo todas as exigências da mesma.

Uma característica comportamental que pode ser considerada um entrave na criação da perdiz à imobilidade tônica, onde o animal respondendo a uma situação de medo desencadeia um estado emocional resultante de mudanças comportamentais e fisiológicas ficando em estado imóvel temporariamente, aparenta estar em estado de morte fictícia, ocorre diminuição na frequência cardíaca comumente a morte do mesmo (MOBERG, 1985). Diversos fatores

são conhecidos por induzir a imobilidade tônica “medo” nas aves, como exposição ao novo ambiente no processo de domesticação, separação de indivíduos, presença de objetos desconhecidos, proximidade do ser humano, sendo considerado um componente importante de estresse (JONES *et al.*, 1988).

### **Exploração comercial da espécie**

A domesticação relacionada ao processo de adaptação ao cativeiro, onde através da combinação de adaptação de mudança genética incluindo as alterações decorrentes do ambiente sobre a mesma dando início as sucessivas gerações, o manejo ou eventos ambientais adversos que pode estar sujeita influencia o desenvolvimento de tratos biológicos específicos podendo beneficiar a adaptação (PRICE, 1984).

No processo de domesticação e seleção tem a capacidade de selecionar animais que possui menor problema com a imobilidade tônica, automaticamente tende a passar para suas progênes a capacidade de viver em grupo, deixando traços de seu instinto selvagem, com a reprodução do mesmo em cativeiro cria a facilidade de tolerar mudanças de ambiente, ressaltando a importância da domesticação por ser uma espécie silvestre necessitando de mais cautela no sistema de criação comercial (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A perdiz apresenta um ótimo potencial para exploração zootécnica que possibilitaria aumentar opções na avicultura brasileira, o mercado para comercialização de animais silvestres vem se desenvolvendo com o passar dos anos, torando-se uma alternativa para alimentação humana onde são utilizados como pratos sofisticados cada vez mais apreciados pelo consumidor, seus principais produtos sendo carne de alta qualidade e os ovos cada vez mais apreciados (MORO 1996).

Os valores médios dos componentes químicos da carne da perdiz são; umidade de 62,4% para a carne do corte perna-coxa e de 55,9% para o corte do peito (sem pele), com o valor dos lipídios de 1,6% e 5,6% para os respectivos cortes, para cinzas, 1,4 e 1,2%, proteína, 25,2 e 29,1%, colesterol 234mg e 70mg/100g.

Para obter sucesso na exploração da perdiz e maior desempenho no potencial genético dessa espécie, em escala comercial, é imprescindível um conhecimento mais amplo de sua biologia, dando importância em cada detalhe de comportamento. Em um processo de domesticação é necessário observar os comportamentos típicos da espécie em ambiente natural e adapta-los ao cativeiro, com mínimo de estresse possível.

## Análise de componentes principais: aspectos teóricos e aplicação

Grandes conjuntos de dados são cada vez mais difundidos nas diversas áreas do conhecimento humano. Para interpretar esses conjuntos de dados, são necessários métodos para reduzir drasticamente a sua dimensionalidade em uma maneira interpretável, de tal forma que a maioria das informações nos dados seja preservada. Muitas técnicas foram desenvolvidas para este fim, mas a análise de componentes principais (PCA) é uma das mais antigas e mais amplamente usadas (JOLLIFE & CADIMA, 2016).

A análise de componentes principais (PCA) consiste em técnica multivariada de transformação de um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais (PC). Todos os PC (Figura 3) consistem em uma combinação linear de todas as variáveis originais, ortogonais e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo da variação total contida nos dados (HAIR *et al.*, 2009; HONGYU, 2015).

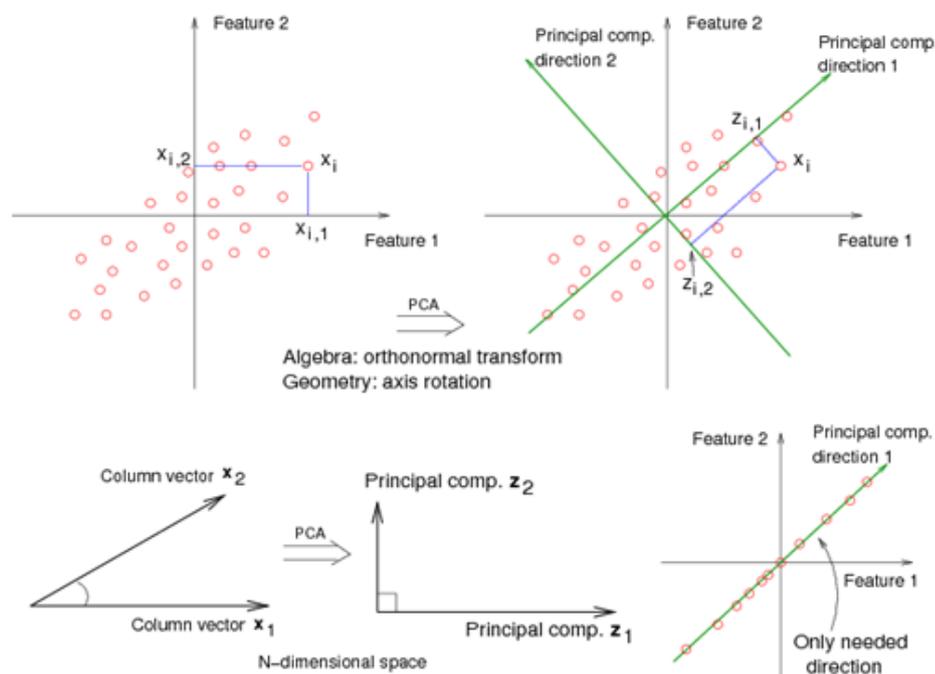


Figura 3. Resumo gráfico da composição dos componentes principais.

Fonte: PennState (2019)

Como verificado na figura 3, a PCA consiste basicamente em uma técnica matemática, com grande fundamentação na álgebra e na geometria, o que muitas vezes faz com que os estatísticos não considerem como técnica estatística. Por outro lado, figuram, quase sempre,

em congressos nacionais e revistas especializadas, que tratam de assuntos sobre estatística (VICINI, 2005). Embora o PCA, seja uma ferramenta de análise de dados descritiva amplamente utilizada e adaptativa, ele também possui várias adaptações próprias que o tornam útil para uma ampla variedade de situações e tipos de dados em várias disciplinas. Adaptações de PCA têm sido propostas, entre outras, para dados binários, ordinais, composicionais, discretos, simbólicos ou dados com estrutura especial, como séries temporais ou conjuntos de dados com matrizes de covariância comuns. Abordagens relacionadas à PCA também desempenharam um importante papel direto em outros métodos estatísticos, como a regressão linear e até o agrupamento simultâneo de indivíduos e variáveis (JOLLIFE & CADIMA, 2016).

Na área de produção animal, esta versatilidade do PCA tem possibilitado uma ampla aplicação a diferentes bancos de dados, com diversos objetivos. (Mariano *et al.* 2012) empregaram a PCA para formar grupos homogêneos de artigos científicos, a serem considerados em uma meta-análise, para a obtenção de equações de predição de valores energéticos de alimentos. (Moura *et al.* 2010) buscaram caracterizar os sistemas de produção de leite bovino no Cariri da Paraíba, utilizando PCA associado a métodos de agrupamento. (Paiva *et al.* 2010) empregaram o método para avaliar a possibilidade de descarte de variáveis de produção em aves de postura, visando eliminar características redundantes e de difícil mensuração em programas de melhoramento genético. (Huquet *et al.* 2012) utilizaram a técnica na definição do grande ambiental a ser analisados em modelos de normas de reação em bovinos. Em estudos de seleção genômica e de associação ampla (GWAS) os componentes principais tem sido aplicados desde em processos de regressão para redução da dimensionalidade no número de marcadores (DU *et al.*, 2018) e também como forma de estudar efeitos pleiotrópicos dos alelos entre diferentes características (XIANG *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2018).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido utilizando somente informações geradas através dos bancos de dados disponíveis sobre perdizes, não sendo necessária a aprovação do comitê de ética animal do IF Goiano. As análises foram geradas em computadores disponíveis na instituição. Para o presente estudo, foram utilizadas informações de 690 perdizes pertencentes a quatro gerações, nascidas nas estações reprodutivas de 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009 e 2009-2010, criadas no Setor de Animais Silvestres da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Jaboticabal UNESP.

Foram consideradas para o estudo as seguintes características: comprimento do tarso (CT), comprimento do bico (CB), comprimento da asa (CA), largura da cabeça (LC), largura do bico (LB), peso adulto (PA), peso aos 90 dias (P90) e imobilidade tônica (IT), sendo as características morfológicas mensuradas com a utilização de paquímetro digital e as pesagens e a característica de imobilidade tônica obtidas com o uso de balança de precisão e cronômetro digital, respectivamente. Para a montagem do arquivo de dados e formação dos grupos de aves, foi levado em consideração a época de nascimento e geração, ocorrendo a eliminação de informações incompletas e outliers.

Tabela 1 – Descrição do banco de dados utilizados nas análises de estimação de parâmetros e valores genéticos.

<b>Características</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Comprimento do tarso (mm)	544	49,849	5,517	34,370	63,500
Comprimento do bico (mm)	539	38,671	2,972	29,200	48,330
Comprimento da asa (mm)	437	148,640	7,291	125,890	172,000
Peso adulto(g)	439	723,011	99,681	496,000	1046,000
Largura do bico (mm)	542	10,297	0,792	8,180	12,470
Largura da cabeça (mm)	541	26,062	1,368	22,180	30,340
Imobilidade tônica(s)	651	306,551	301,523	13,000	1625,00
Peso aos 90 dias(g)	662	537,660	132,734	196,000	878,000

comprimento do tarso (CT), comprimento do bico (CB), comprimento da asa (CA), peso adulto (PA), largura do bico (LB) largura da cabeça (LC), imobilidade tônica (IT) e peso aos 90 dias (P90)

Após a consistência dos dados, foi realizada estimação dos parâmetros genéticos e dos valores genéticos (EBV) para todas as características em estudo. Utilizando dos EBVs de todos os animais, posteriormente realizada a análise de componentes principais com o objetivo de obter um menor número de variáveis ortogonais (independentes). Na etapa final, os componentes principais selecionados foram utilizados para o agrupamento dos animais em clusters. Um resumo das etapas da realização da análise encontra-se representado na Figura 4.

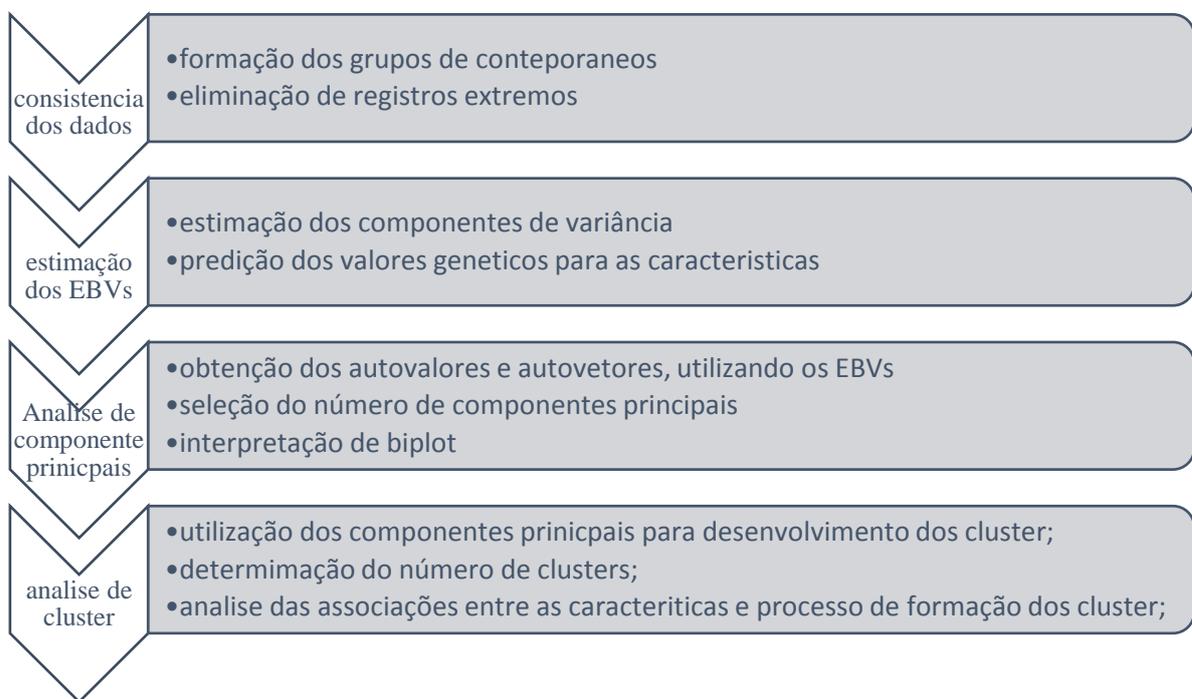


Figura 4. Organograma sintetizando as etapas a serem realizadas, para se analisar características morfológicas e comportamentais em perdizes.

Posteriormente a consistência dos dados, foi utilizado um modelo de múltiplas características para a estimação dos componentes de (co) variância e valores genéticos (EBV). Considerados os efeitos fixos de classe de época de nascimento/geração e sexo, e os efeitos aditivos diretos e residuais. Foi empregado o programa REMLF90 (MISZTAL, 2019), que utiliza para a estimação dos componentes de variância o método de máxima verossimilhança restrita. Em notação matricial, o modelo completo utilizado para análise pode ser representado por:

$$y = X\beta + Za + \varepsilon$$

em que,  $y$ ,  $\beta$ ,  $a$  e  $\varepsilon$  são os vetores de observações, dos efeitos fixos, valores genéticos aditivos diretos e efeitos residuais, respectivamente;  $X$  e  $Z$  as matrizes de incidência que associam  $\beta$  e  $a$  às observações. As seguintes pressuposições foram definidas:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ and } V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G \otimes A & 0 \\ 0 & R \otimes I \end{bmatrix}$$

onde  $G$  é a matriz de (co)variância genética aditiva entre as características,  $A$  é a matriz de parentesco,  $R$  é a matriz de (co)variância residual entre características e  $I$  é uma matriz de identidade.

Para a realização das análises de componentes principais e o agrupamento Hierárquico, foi utilizado o pacote FactoMiner (LÊ *et al.*, 2008), disponível para o programa R. Para a realização do agrupamento foi utilizada a distancia euclidiana e o método de Ward. A distância euclidiana é a medida de distância mais frequentemente empregada quando todas as variáveis são quantitativas (SEIDEL *et al.*, 2008) e o método de Ward consiste em um procedimento de agrupamento hierárquico no qual a medida de similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos feita sobre todas as variáveis (HAIR *et al.*, 2009). Como as variáveis empregadas são de origem quantitativa, a média de um grupo para essa variável foi calculada e comparada à média geral, utilizando da estatística proposta por (Lebart *et al.* 1997):

$$\mu = \frac{\bar{x}_q - \bar{x}}{\sqrt{\frac{s^2}{n_q} \left( \frac{N - n_q}{N - 1} \right)}}$$

Onde  $n_q$  denota o número de indivíduos para o grupo  $q$ ,  $N$  p número total de indivíduos e  $s$  o desvio padrão para todos os indivíduos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro ponto dentro de uma análise de componentes principais é a determinação de dimensões a serem utilizadas. Em geral diversos métodos têm sido propostos, mas o mais frequentemente utilizado é o critério de Kaiser (Figura 5), que considerar as dimensões com autovalores superiores a um. Neste estudo, verificamos a seleção de duas dimensões, que representam 82,65 % da variância original dos dados.

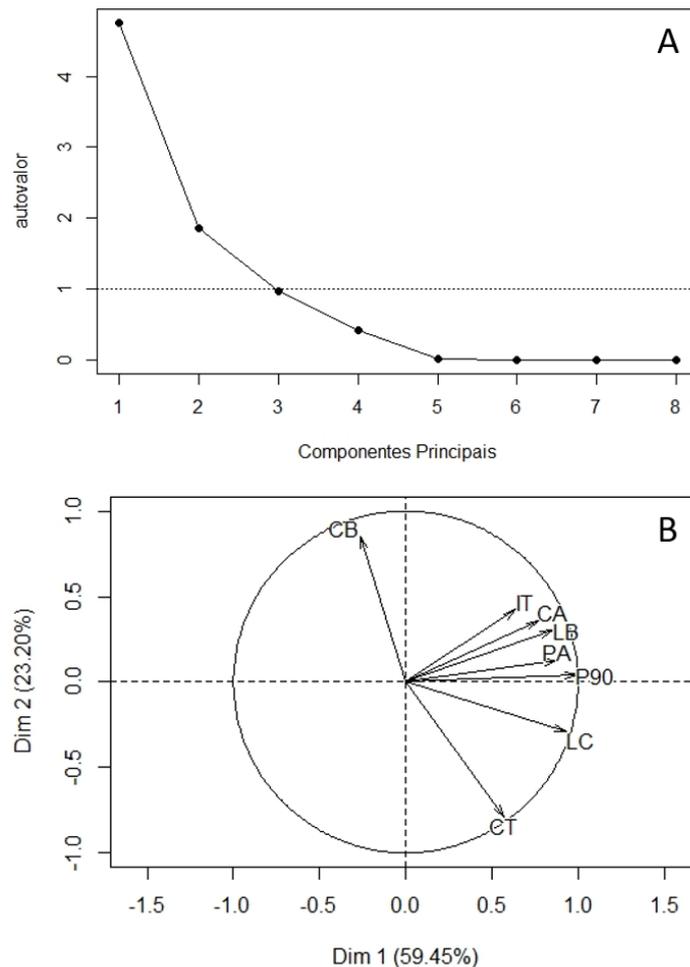


Figura 5. Informações disponíveis pela análise de componentes principais: A) autovalores obtidos na análise de componentes principais, utilizando valores genéticos de perdizes; B) Biplot das relações entre as características e os dois primeiros componentes principais (comprimento do tarso (CT), comprimento do bico (CB), comprimento da asa (CA), largura da cabeça (LC), largura do bico (LB), peso adulto (PA), peso aos 90 dias (P90) e imobilidade tônica (IT))

As relações entre as variáveis originais e as duas dimensões utilizadas pela seleção do critério de Kaiser, podem ser verificadas na Figura 5. Verifica-se que apenas CB apresenta uma associação negativa com PC1 (-0,27), enquanto para o PC2 as características CT e LC se apresentaram antagônicas (correlações de -0,79 e -0,29, respectivamente), sendo que as demais variáveis apresentaram estimativas de correlações entre 0,57 e 0,99 para PC1 e 0,04 e 0,85 para PC2. Para o primeiro componente o contraste estabelecido se baseia basicamente na diferença entre CB e as demais características, e para o segundo o contraste evidente ocorre entre as características CB e CT.

Utilizando dos dois primeiros componentes principais, verifica-se a formação de 4 grupos (Figura 6), em que se pode verificar a dominância do PC1 sobre este agrupamento, pois verifica-se de forma clara a formação ao longo deste componente. Foi verificado que 11.61, 58.29, 19.64 e 10.46% dos animais foram classificados nos Cluster 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Com relação a associação entre as características estudadas e a formação dos cluster (Figura 5), esta variou de 0.107 (comprimento de bico) à 0.844 (Peso aos 90 dias), sendo que todas as estimativas foram significativas (p-valor <0.00001).

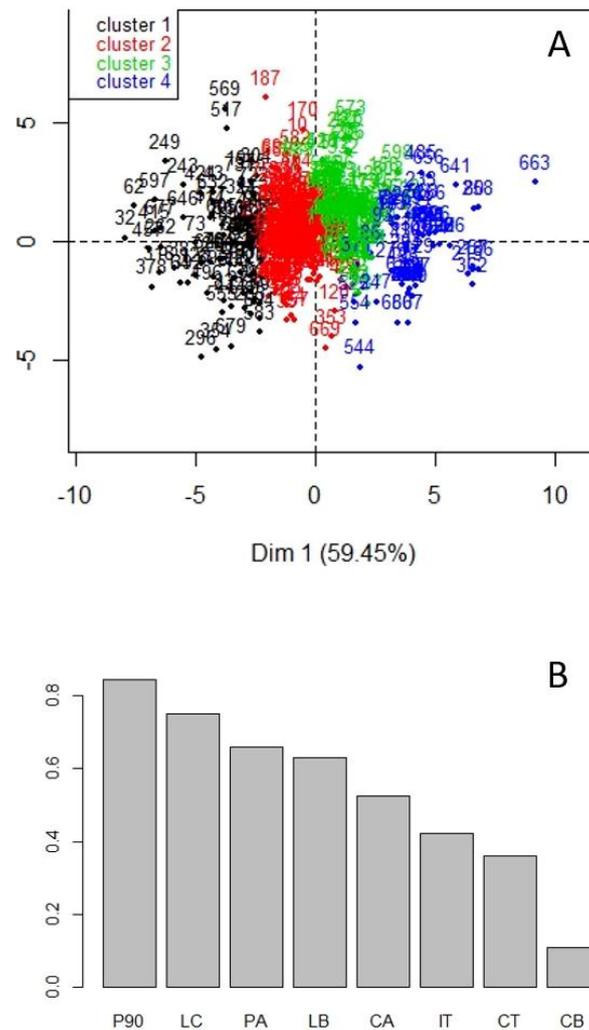


Figura 6. Resultados da análise de agrupamento: A) Biplot apresentando a formação dos grupos, utilizando a técnica de cluster hierárquica utilizando informações de perdizes; B) Associação entre as características estudadas e a formação dos cluster utilizando as informações de perdizes (comprimento do tarso (CT), comprimento do bico (CB), comprimento da asa (CA), largura da cabeça (LC), largura do bico (LB), peso adulto (PA), peso aos 90 dias (P90) e imobilidade tônica (IT).

Ao se avaliar a comparação das médias de grupos em relação à média geral (Tabela 2), verifica-se significância de todas as estimativas com exceção e CB no cluster3 e CT no cluster4. Verifica-se que o cluster2 apresenta a menor diferença em relação a média, sendo os cluster1 e 4 opostos. A menor contribuição das características CB e CT a formação dos cluster também é verificada pela análise individual dos clusters.

Tabela 2. Teste de distância entre as médias do grupo e do arquivo total (entre parênteses o p-valor das estimativas), para características morfológicas e comportamentais em perdizes.

**	Cluster1		Cluster2		Cluster3		Cluster4	
	teste	p-valor	teste	p-valor	Teste	p-valor	teste	p-valor
CA	-15.83	1.92e-56	-2.76	5.83e-03	5.91	3.51e-09	13.34	1.264e-40
CB	3.67	2.42e-04	-	-	2.41	1.60e-02	-8.64	5.535e-18
CT	-7.85	4.07e-15	-3.50	4.70e-04	-	-	15.73	8.710e-56
IT	-11.05	2.10e-28	-8.25	1.56e-16	<b>13.35</b>	1.17e-40	7.53	4.966e-14
LB	-16.67	2.06e-62	-4.12	3.86e-05	6.98	2.88e-12	15.01	5.776e-51
LC	-14.75	3.22e-49	-7.49	6.68e-14	6.15	7.60e-10	19.52	7.194e-85
P90	<b>-17.11</b>	1.18e-65	-8.01	1.11e-15	9.61	7.21e-22	<b>18.35</b>	3.454e-75
PA	-13.60	3.86e-42	<b>-9.91</b>	3.90e-23	11.62	3.19e-31	15.11	1.361e-51

\*\* comprimento do tarso (CT), comprimento do bico (CB), comprimento da asa (CA), largura da cabeça (LC), largura do bico (LB), peso adulto (PA), peso aos 90 dias (P90) e imobilidade tônica (IT)

Independente do objetivo em se utilizar o método de componentes principais (PC), um ponto de grande importância é a determinação do número de PCs a serem considerados, principalmente levando em consideração que um dos principais motivos em se utilizar é a redução de dimensionalidade (HONGYU *et al.*, 2015). Em geral, estudos desta natureza em aves tem determinado um número de componentes superior ao descrito neste estudo. Dahloun *et al.* (2016) buscando caracterizar fenotipicamente galinhas indígenas na Argélia utilizando de mesma técnica descrevem a utilização de três componentes principais, que representavam 71.57% e 73.17 para machos e fêmeas, respectivamente. Yamaki *et al.* (2009), em estudo de características de produção de matrizes de corte, selecionaram o número de componentes tendo como indicador um valor limite de 0.7 (JOLLIFFE, 1973), mantendo em torno de cinco PCs e 77.19% da variância.

A princípio, comparando os resultados dos estudos com outras características em aves, poderia se atribuir este menor número ao fato deste trabalho utilizar valores genéticos, entretanto na literatura foram verificados estudos com valores genéticos que apresentaram a seleção de um maior número de CP que o descrito no estudo, conseguindo inclusive uma menor variância explicada (VENTURINI *et al.*, 2013;). Em bovinos da raça Gir e Nelore (MUNIZ *et al.*, 2014; MUNIZ *et al.*, 2014b), também tem se verificado a necessidade de um número maior de componentes que o descrito neste estudo, para obterem valores superiores de variância explicada significativa.

Independente dos critérios considerados, Rencher (2002), Fraga et al. (2016) e Traldi et al. (2018) estabelecem que para um aumento da qualidade de agrupamento utilizando PC, é recomendável que os dois primeiros componentes expliquem pelo menos 70% da variância total, fato este verificado nos resultados do estudo.

O emprego de técnicas multivariadas para averiguar a distância de linhagens ou identificação de grupos dentro de uma população tem sido utilizado em múltiplas espécies. Ajayi et al. (2012) aplicaram componentes principais e análise discriminante em características morfométricas em galinhas exóticas e indígenas. Almeida et al. (2013) empregou análise multivariada e características de carcaça para estabelecer uma distância entre galinhas naturalizadas da linhagem Peloco e linhagens de frango caipira. Características físicas de ovos foram utilizadas em análise multivariada para comparar galinhas nativas e linhagens de postura (ALMEIDA *et al.*, 2019). Em todos os estudos, assim como os resultados verificaram a eficiência de métodos multivariados na definição de grupos com potencial genético distinto.

Como verificado pelos resultados as características de peso (P90 e PA) apresentam grande importância verificada pela correlação com o PC1 e por sua ponderação na definição dos agrupamentos (Figura 2 e Tabela2). Assim, o potencial da espécie para produção de carne foi verificado pelos resultados, indicando a possibilidade de maiores ganhos genéticos para estas características. A utilização deste como critério de seleção pode ser corroborada em vista do interesse pelas características de carcaça e da qualidade da carne na espécie (MORO et al., 2006; QUEIROZ *et al.*, 2013; NUNES *et al.*, 2016; CORREIA *et al.*, 2018). Apesar da importância da imobilidade tônica na espécie (HATA *et al.*, 2018) verificamos que esta característica possui pouca contribuição para a distinção entre os animais avaliados.

## **CONCLUSÃO**

Pelos resultados obtidos podemos concluir a técnica de componentes principais foi eficiente para a redução da dimensionalidade, originando dois componentes interessantes para a utilização na técnica de agrupamento. As características ponderais apresentam maior importância na definição do agrupamento dos indivíduos, definindo sua importância como critério de seleção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E.C.J., CARNEIRO P.L., WENCESLAU A.A., FARIAS FILHO R.V., MALHADO C.H.M. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48, p.1517-1523. 2013.

ALMEIDA E.C.J., CARNEIRO P.L.S., NUNES L.A., PEREIRA A.H.R., FARIAS FILHO R.V., MALHADO C.H.M., BITTENCOURT T.C.B.S.C. Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas à linhagem de posturas. **Archivos de Zootecnia**, 68, p.82-87. 2019.

AYAYI O.O., ADELEKE M.A., SANMI M.T., YAKUBU A., PETERS S.O., IMUMORIN I.G., OZOJE M.O., IKEOBI C.O.N., ADEBAMBO O.A. Application of principal component and discriminant analyses to morpho-structural indices of indigenous and exotic chickens raised under intensive management system. **Tropical Animal Health and Production**, 44, p.1247-1254. 2012.

BIRDLIFE. **Red-winged Tinamou (*Rhynchotus rufescens*)**. Disponível em:< <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/red-winged-tinamou-rhynchotus-rufescens/distribution> >. Acesso em: janeiro de 2019.

CORNELL. **Red-winged Tinamou**. Disponível em:< <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species/rewtin1/overview> >. Acesso em: janeiro de 2019.

CORREIA L.E.C.S., PARANZINI C.S., AGUIAR E.F., SILVA K.M., PEREIRA K.H.N.P., SOUZA F.F., VEIGA N., SILVA J.A.V. Evaluation of growth traits in captive red-winged tinamou (*Rhynchotus rufescens*) raised in different production environments. **Journal of Animal & Plant Science**, 37, p.6008-6018. 2018.

DAHLOUM L., MOULA N., HALBOUCHE M., MIGNON-GRASTEAU S. Phenotypic characterization of the indigenous chickens (*Gallus gallus*) in the northwest of Algeria. **Arch. Anim. Breed**, v.50, p.79-90. 2016.

DAWKINS, M. S. *Animal Suffering*. New York: The Science of Animal Welfare, Chapman and Hall, 1980.

DU C., WEI J., WANG S., JIA Z. Genomic selection using principal component regression. **Heredity**, 121, p.12-23. 2018.

FRAGA A.B., SILVA F.L., HONGYU K., SANTOS D.D.S., MURPHY T.W., LOPES F.B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein X Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, 48: 533-538. 2016.

HAIR JUNIOR JF; WILLIAM B; BABIN B; ANDERSON RE, TATHAM RL. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 P.

HATA M.E., CAETANO S.L., BOLELI I.C., QUEIROZ S.A. Genetic and environmental effects on tonic immobility duration of red-winged tinamou applying survival analysis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 20, p.287-296. 2018.

HONGYU K., SANDANIELO V.L.M., OLIVEIRA JUNIOR G.J. Análise de componentes principais: resumos teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, 5:1. 2015.

HUQUET B, LECLE H, DUCROCQ V. Modelling and estimation of genotype by environment interactions for production traits in French dairy cattle. **Genetics Selection and Evolution**, 44, 35. 2012.

JONES, R. B., BEUVING, G.; BLOKHUIS, H. J. Tonic immobility and the heterophil/lymphocyte responses of the domestic fowl to corticosterone infusion. *Physiology and Behaviour*, v. 42, n. 3, p. 249–253, 1988.

JOLLIFE I.T., CADIMA J. Principal component analysis: a review and recent developments. **Philosophical Transactions Royal Society A**, 374: 20150202. 2016.

LÊ S, JOSSE J, HUSSON F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v.25, p.1-18. 2008.

LEBART L, MORINEAU A, PIRON M. **Statistique Exploratoire Multidimensionnelle**. Dunod: Paris. 1997. 456 p.

MARIANO F.C.M.Q, LIMA R.R., RODRIGUES P.B., ALVARENGA R.R., NASCIMENTO, G.A.J. Equações de predição de valores energéticos de alimentos obtidas utilizando meta-análise e componentes principais. **Ciência Rural**, 42, 1634-1640. 2012.

MOBER, G.P. (1985) Biological response to stress: Key to assessment of animal well-being In: Moberg, G.P. (ed) *Animal Stress*. American Physiological Society, Bethesda, Maryland.

MORO, M.E.G. **Desempenho e características de carcaça de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação na fase de crescimento**. 1996 – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MORO M.E.G., ARIKI J., SOUZA P.A., SOUZA H.B.A., MORAES V.M.B., VARGAS F.C. Rendimento de carcaça e composição química da carne da perdiz nativa (*Rhynchotus rufescens*). **Ciência Rural**, 36, p.258-262. 2006.

MOURA JFP, PIMENTA FILHO EC, GONZAGA NETO S, MENEZES MPC, LEITE SVF, GUILHERMINO MM. Caracterização dos sistemas de produção de leite bovino no Cariri paraibana. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.293-298. 2010.

MUNIZ N.F.M., FERRAZ FILHO P.B., SILVA L.O.C., BELLO A.B.S., SOUZA J.C. Divergência genética entre touros da raça Gir. **Ciência Animal Brasileira**, 15, p.145-151. 2014.

MUNIZ C.A.S.D., QUEIROZ S.A., MASCIOLI A.S., ZADRA L.E.F. Análise de componentes principais para características de crescimento em bovinos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, 35, p.1569-1576. 2014.

NUNES J.C., CARVALHO M.M., SUGUI J.K., QUEIROZ F.A., SANTANA A.E., HATA M.E., AIURA A.L.O., OLIVEIRA J.A., QUEIROZ S.A. Effect of litter substrates on the

performance, carcass traits, and environmental comfort of red-winged tinamou. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 18, p.41-50.2016.

PAIVA A.L.C., TEIXEIRA R.B., YAMAKI M., MENEZES G.R.O., LEITE C.D.S., TORRES R.A. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 285-28. 2010.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. STAT508: **Applied Data Mining and Statistical Learning**. Disponível em:< <https://newonlinecourses.science.psu.edu/stat508/lesson/6/6.3>>. Acesso em: fevereiro de 2019.

PRICE, E. O. Behaviour aspects of animal domestication. The Quarterly Review of Biology, New York, 1984.

QUEIROZ F.A., CARVALHO M.M., SUGUI J.K., NUNES J., FELIPE L., SANTOS E.C., TONHATI H., BOIAGO M.M., HATA M.E., THOLON P., QUEIROZ S.A. Meat and carcass traits of the red-winged tinamou (*Rhynchotus rufescens*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, 15, p.113-118. 2013.

OLIVEIRA, A. F. M.; QUIRINO, C. R.; MIRANDA, C. R. R.; FONSECA, F. A. O processo de domesticação no comportamento dos animais de produção. PUBVET, Londrina, 2011.

RENCHEA A.C. **Methods of multivariate analysis**. John Wiley & Sons, New York. 2002.

SEIDEL, E. J.; MOREIRA JÚNIOR, F. de J.; ANSUI, A. P.; NOAL, M. R.; Comparação entre o método Ward e o método K-médias no agrupamento de produtores de leite. **Ciência e Natureza**, v.30, p.7-15, 2008.

YAMAKI M., MENEZES G.R.O., PAIVA A.L.C., BARBOSA L., SILVA R.F., TEIXEIRA R.B., TORRES R.A., LOPES P.S. Estudo de características de produção de matrizes de corte por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61, p.227-231. 2009.

TRALDI, A.B., SILVA F.L., HONGYU K., SARTORIO S.D., MENTEN J.F.M. Características dos componentes de ovos da linhagem Ross de idades diferentes via análise multivariada. **Revista de Ciências Agrárias**, 41, p.557-566. 2018.

VENTURINI G.C., SAVEGNAGO R.P., NUNES B.N., LEDUR M.C., SCHMIDT G.S., EL FARO L., MUNARI D.P. Genetic parameters and principal component analysis for egg production from White Leghorn hens. **Poultry Science**, 92, p. 2283-2289. 2013.

VICINI L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM. 2005. 215 p.

XIANG R., MACLEOD I.M., BOLORMAA S., GODDARD M.E. Genome-wide comparative analyses of correlated and uncorrelated phenotypes identify major pleiotropic variants in dairy cattle. **Scientific Reports**, 7, 9248. 2017.

ZHANG W., GAO X., SHI X., ZHU B., WANG Z., GAO H., XU L., ZHANG L., LI J., CHEN Y. PCA-Based Multiple-Trait GWAS Analysis: A Powerful Model for Exploring Pleiotropy. **Animals**, 8, 239. 2018.

WEEKS, S.E. The behavior of the red-winged tinamou, *Rhynchotus rufescens*. Zoologica, New York, 1973.