



**CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DO
ECÓTIPO BERGANÊS VIA MORFOMETRIA
GEOMÉTRICA**

MARINA RIBEIRO ARAÚJO SANTOS

2019



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DO
ECÓTIPO BERGANÊS VIA MORFOMETRIA
GEOMÉTRICA**

Autora: Marina Ribeiro Araújo Santos
Orientador: Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2019

MARINA RIBEIRO ARAÚJO SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DO
ECÓTIPO BERGANÊS VIA MORFOMETRIA
GEOMÉTRICA**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro

Co-orientadores: Prof. Dr Carlos Henrique Mendes Malhado

Prof^a Dr^a Eva Clicia de Jesus Almeida

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2019

Ficha Catalográfica Preparada pela Biblioteca da UESB, Campus de Itapetinga

636.31 Santos, Marina Ribeiro Araújo.
S236c Caracterização racial e produtiva do ecótipo berganês via morfometria geométrica. / Marina Ribeiro Araújo Santos. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2019.
47fl.

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro e coorientação de Prof. D. Sc. Carlos Henrique Mendes Malhado e Prof^a. D. Sc. Eva Clicia de Jesus Almeida.

1. Ovinos - Morfologia. 2. Berganês – Ovinos - Raças locais. 3. Berganês – Ovinos – Variabilidade fenotípica. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Carneiro, Paulo Luiz Souza. III. Malhado, Carlos Henrique Mendes. IV. Almeida, Eva Clicia de Jesus. V. Título.

CDD(21): 636.31

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ovinos - Morfologia
2. Berganês – Ovinos - Raças locais
3. Berganês – Ovinos – Variabilidade fenotípica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

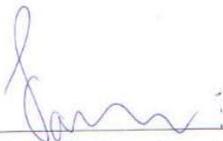
Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Caracterização racial e produtiva do ecótipo Berganês via morfometria geométrica".

Autor (a): Marina Ribeiro Araújo Santos
Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro
Co-orientador (a): Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes
Profª. Drª. Eva Clícia de Jesus Almeida

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro – UESB
Orientador



Profª. Drª. Lorena Andrade Nunes - FTC



Prof. Dr. Antônio Alcyrone Oliveira de Sousa Júnior - IFBAIANO

Data de realização: 01 de fevereiro de 2019.

"Dizem que antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa de se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano."

Osho

*A Deus, por sua presença divina durante
todos os momentos de minha vida.*

*A meus pais, Manoel e Eliane,
a meu irmão, Filipe, a minha vó Zilma.*

*A tradução do amor,
Meu bem mais precioso!*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

“Sem dúvidas, agradecer é a mais bonita das preces, é a virtude das almas nobres, daquelas que inundam seu ser de Deus e da vida, e que entendem que nada sem Ele podem, que nada sozinhos alcançam, que nenhum sonho realizam. Como chegar ao fim dessa jornada sem expressar meu eterno agradecimento? Todas as linhas aqui escritas não valeriam de nada, todo o esforço empenhado e todas as lutas travadas não fariam sentido. Isso tudo porque não chegamos a lugar algum sozinhos, isso tudo porque somos seres humanos em constante evolução, mas nunca, nunca sozinhos. Cada caminho é único, cada dor é sentida individualmente, mas, se partilhada, os tropeços se transformam em pontes, as pedras, em escadas e os sonhos mais próximos de serem vividos.”

A Deus por sua presença em todos os momentos da minha vida. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desanimar com todas as dificuldades. E principalmente por ter me dado uma família tão especial. Muito obrigada!

Aos meus pais Eliane e Manoel, meu irmão Filipe, minha vó Zilma, pelo apoio, orações, companheirismo e por todo AMOR de vocês, meu BEM mais precioso.

A meu namorado Breno por todo seu amor, paciência e companheirismo. Te amo.

Aos meus familiares por todo carinho, apoio e incentivo que deram nos meus estudos. Amo vocês. Gratidão!

Ao meu professor orientador Paulo Luiz Souza Carneiro pela sua disponibilidade e incentivo essenciais para a realização deste trabalho. Obrigada por todo conhecimento compartilhado, foi fundamental para meu desenvolvimento científico e profissional. Muito obrigada!

A professora Lorena pela disponibilidade em ajudar, pelos conhecimentos transmitidos e por seus conselhos em todas as instâncias dessa pesquisa. Muito obrigada!

A minha coorientadora Eva por toda sua ajuda. Pelo seu conhecimento, por contribuir para a realização deste trabalho, pelas leituras críticas, apoio na escrita e sugestões. Obrigada!

Ao meu coorientador Carlos Malhado pelo conhecimento repassado durante suas aulas.

Aos colegas do grupo de estudo em Melhoramento Genético Animal (GEMA), Andréa, Joanderson, Johnny, Thales, André, Marcos e Werverton, pela oportunidade de convivência, pelo aprendizado e apoio.

Aos amigos de verdade (são poucos, mas são valiosos) que sempre estiveram do meu lado, mesmo que distantes fisicamente. Muito obrigada!

A João Bandeira e aos produtores rurais do município de Dormentes-PE, pela colaboração fundamental na execução das coletas deste trabalho e por nos receber tão bem em suas propriedades. Muito obrigada!

A seu Sebastião por disponibilizar seus animais para realização deste trabalho e por sua atenção e cuidados no dia da coleta. Obrigada!

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, pelos conhecimentos compartilhados e por estarem contribuindo com a minha formação.

As secretárias da Pós de Itapetinga e Jequié, Raquel, Roberta e Renata.

A EMBRAPA pela disponibilidade de seus animais para compor meu banco de dados desse trabalho de pesquisa.

À CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro através de Bolsa de Estudo.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

BIOGRAFIA

MARINA RIBEIRO ARAÚJO SANTOS, filha de Manoel Pereira Santos Neto e Eliane Ribeiro de Araújo Santos, nasceu em 22 de Setembro de 1991, em Ipiaú – Bahia. Em 2012 iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Itapetinga-Ba, finalizando-o em 2016. Em 2017.1 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, desenvolvendo pesquisa com Genética e Melhoramento Animal.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I – REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.2.1 Ovinocultura no Nordeste.....	3
1.2.2 Conservação das raças locais.....	4
1.2.3 Conceito de raça e sua importância.....	5
1.2.4 Ecótipo Berganês.....	6
1.2.5 Uso da Morfometria em estudos da caracterização racial e produtiva.....	8
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
II – OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
III – MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Dados para caracterização racial do ecótipo Berganês.....	16
3.2 Dados para caracterização de conformação corporal do ecótipo Berganês.....	17
3.3 Preparo e análises dos dados.....	17
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Caracterização racial do ecótipo Berganês: comparação com raças de origem.....	20
4.2 Caracterização racial da população do ecótipo Berganês.....	26
4.3 Caracterização de conformação corporal do ecótipo Berganês.....	33

V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
VI – CONCLUSÃO	42
VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Rebanho de ecótipos Berganês.....	7
Figura 2. Reprodutor do ecótipo Berganês.....	8
Figura 3. Marcos (pontos preenchidos) e semimarcos (pontos vazados) anatômicos na orelha (Figura 3A) e região frontal da cabeça (Figura 3B) de ovelha do ecótipo Berganês.....	16
Figura 4. Marcos (pontos preenchidos) e semimarcos (pontos vazados) anatômicos na vista lateral do corpo de ovelha do ecótipo Berganês.....	17
Figura 5. Dispersão gráfica e <i>wireframe</i> da forma da orelha dos rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais (PC1 e PC2).....	22
Figura 6. Dispersão gráfica e <i>wireframe</i> da forma da frontal da cabeça dos rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais.....	24
Figura 7. <i>Boxplot</i> representando a variação no tamanho do centroide para a orelha (Figura 7A) e frontal da cabeça (Figura 7B) dos rebanhos Berganês, Bergamácia e Santa Inês.....	26
Figura 8. Dispersão gráfica e <i>wireframe</i> da forma da orelha dos rebanhos de ovinos Berganês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por variáveis canônicas (VC1 e VC2).....	29
Figura 9. Dispersão gráfica e <i>wireframe</i> da forma da frontal da cabeça dos rebanhos de ovinos Berganês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por variáveis canônicas (VC1 e VC2).....	30
Figura 10. <i>Boxplot</i> representando a variação no tamanho do centroide para a orelha (Figura 10A) e região frontal da cabeça (Figura 10B) dos rebanhos Berganês.....	32
Figura 11. Dendrograma baseado na forma do corpo para os rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês.....	35
Figura 12. Dispersão gráfica e <i>wireframe</i> da forma do corpo dos rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais (PC1 e PC2).....	36

Figura 13. *Boxplot* representando a variação no tamanho do centroide para o corpo dos rebanhos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês..... 39

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Validação cruzada da frontal da cabeça e orelha entre os rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.....	21
Tabela 2. Validação cruzada para a região frontal da cabeça e orelha entre os rebanhos de ovinos Berganês, comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.....	27
Tabela 3. Validação cruzada do corpo entre os rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.....	33

LISTA DE ABREVIACÕES

- ACP: Análise de componentes principais
ANOVA: Análise de variância
AVC: Análise de variáveis canônicas
AB: Área basal
AM: Área medial
AP: Área apical
BA: Bahia
BMA: Baixa das Mandiocas
BCAI: Barra das Caraíbas I
BCAII: Barra das Caraíbas II
CE: Ceará
EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
MANOVA: Análise de Variância Multivariada
NMOR: Nova Morada
PE: Pernambuco
PIME: Pimenta
SE: Sergipe
SRO: Sítio Roça
UESB: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UPGMA: *Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Average*

RESUMO

SANTOS, Marina Ribeiro Araújo. **Caracterização racial e produtiva do ecótipo Berganês via morfometria geométrica**. Itapetinga, BA: UESB, 2019, 47p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

O ecótipo Berganês formou-se na década de 80, no município de Dormentes – estado de Pernambuco – a partir de cruzamentos da raça Santa Inês, de origem brasileira com a raça Bergamácia, de origem Italiana. Os animais Berganês são criados em ambientes desfavoráveis, típicos das regiões semiáridas, o que favorece sua utilização nos sistemas de criação de baixo investimento. O reconhecimento desse ecótipo como raça, é de grande importância para o uso e conservação desses animais, contribuindo ainda para o desenvolvimento socioeconômico da região, fortalecendo em longo prazo a cadeia produtiva de ovinos na região semiárida do Nordeste. A morfometria geométrica é uma abordagem, com aplicação recente em animais de produção, que permite avaliar características morfométricas independente do tamanho, através da inserção de marcos anatômicos geometricamente homólogos entre estruturas, permitindo descrever e localizar mais claramente as regiões de mudanças na forma. Assim, objetivou-se caracterizar fenotipicamente o ecótipo Berganês quanto aos caracteres raciais e produtivos por meio da morfometria geométrica. Para caracterização racial, utilizou-se 175 ovelhas dos grupos genéticos Berganês (137), Bergamácia (11) e Santa Inês (27). Já na caracterização produtiva foram utilizadas 216 ovelhas dos grupos genéticos Berganês (137), Morada Nova (29), Somálias (30) e Santa Inês (20). Foram capturadas imagens da orelha direita, da região frontal da cabeça e lateral do corpo e, posteriormente, inseridos 26, 25 e 22 marcos e semimarcos anatômicos, respectivamente. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,01$) quanto à forma da orelha, da região frontal da cabeça e da lateral do corpo entre os rebanhos. A maior parte da variação para região da orelha ocorreram nas áreas apical, medial e basal. Na região frontal da cabeça a maior variação ocorreu na frente, no arco superciliar e nas extremidades nasais. Já na forma do corpo houve maior variação nas regiões do anterior, entre a tuberosidade do úmero-escapular, do posterior, correspondente às regiões da garupa e do traseiro, e dorso-ventral. Em maioria, os animais Berganês apresentam tipo de orelhas medianas a longas, pendulosas e largas, possuem também, frente larga, curta e com expansão no arco superciliar. Quanto a forma do corpo apresentam características de animais de maior tamanho e estatura, com regiões anterior e posterior mais desenvolvida e posterior mais expressiva. Diferenças significativas ($p < 0,01$) de tamanho foram observadas, sendo que o ecótipo Berganês apresentou maior tamanho de orelha, frente e corpo. Observou-se alta variabilidade fenotípica do ecótipo Berganês, o que pode ser atribuído ao fato de ser um material genético em formação. Entretanto, verifica-se alguma prática de seleção, mesmo que empírica, justificando seu maior desempenho correlacionado as características de cortes nobres de carcaça, sendo evidenciado pela análise de forma do corpo. O uso da morfometria geométrica possibilitou avaliar a diversidade fenotípica entre e dentro da população de ovinos Berganês, permitindo diferenciá-los das suas raças de origem, principalmente para a

forma da orelha, fornecendo informações importantes e necessárias para sua caracterização racial.

Palavras-chave: morfologia, ovinos, raças locais, variabilidade fenotípica

ABSTRACT

SANTOS, Marina Ribeiro Araújo. **Breed and production characterization of the Berganês ecotype via geometric morphometrics**. Itapetinga, BA: UESB, 2019, 47p. Dissertation. (Master's Program in Animal Science, Area of Focus: Ruminant Production).*

The Berganês ecotype was formed in the 80s decade in the municipality of Dormentes, Pernambuco State, Brazil, from crosses between Santa Inês, a Brazilian breed, and Bergamacia, an Italian breed. Berganês animals are created to the typical unfavorable environments of the semi-arid region, which favors their use in low-investment rearing systems. Recognizing this ecotype as a breed is a step of great importance for the use and conservation of those animals which will also contribute to the socioeconomic development of the region. In the long term, this action will strengthen the sheep production chain in the semi-arid region of Brazil's Northeast. Geometric morphometrics is an approach that has been recently applied on production animals. Through this technique, morphometric traits can be evaluated regardless of animal size, which is achieved by inserting geometrically homologous anatomical landmarks between structures. In this way, it provides a description and clearer location of regions undergoing changes in shape. The present study proposes to undertake a phenotypic characterization of the Berganês ecotype regarding breed and productive traits through geometric morphometrics. For the breed characterization, 175 sheep of the Berganês (137), Bergamácia (11) and Santa Inês (27) genetic groups were used. Production analysis, in turn, involved 216 sheep of the Berganês (137), Morada Nova (29), Somális (30) and Santa Inês (20) genetic groups. Images of the right-ear, frontal region of the head, and lateral region of the body were captured and then 26, 25, and 22 anatomical landmarks and semi-landmarks were inserted in the respective regions. Significant differences were detected ($p < 0.05$) for ear shape, frontal region of the head, and lateral region of the body across the herds. The greatest variation for the ear region occurred in the apical, medial and basal areas. In the frontal region of the head, most variations were present in the forehead, superciliary arch and nasal extremities. In body shape, greater variations occurred in the forequarter region, in the humeroscapular tuberosity; in the hindquarter region, corresponding to the rump; and in the dorsoventral region. The majority of Berganês animals have medium to long, pendulous and wide ears and a wide, short forehead with an expanded superciliary arch. As for their body shape, they exhibit characteristics of larger and taller animals, with better developed forequarter and hindquarter regions. Significant differences ($p < 0.05$) were observed in size, with the Berganês ecotype showing larger ear, forehead and body. The ecotype also showed high phenotypic variability, which may be attributed to the fact that its genetic material is still under formation. However, some selection practice even if empirical was observed, which explains their greater performance correlated with the characteristics of prime carcass cuts, as evidenced by body shape analysis. The use of geometric morphometrics made it possible to evaluate the phenotypic diversity between and within the Berganês sheep population and thus differentiate it from its breeds of origin, especially for ear shape, providing important and useful information for its breed characterization.

Keywords: morphology, sheep, local breeds, phenotypic variability

* Advisor: Paulo Luiz Souza Carneiro, D.Sc., UESB and Co-advisers: Carlos Henrique Malhado, D.Sc., UESB; Eva Clícia de Jesus Almeida, Dr^a.Sc., FAT.

I REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 INTRODUÇÃO

A criação de ovinos no Brasil teve início nos primórdios de sua colonização pelos portugueses (Gonçalves et al., 2018) e foram utilizados principalmente para produção de carne e lã, com rebanhos distribuídos pelas distintas regiões brasileiras. Como resultado de seleção natural tornaram-se adaptados a diversas condições ambientais, acumulando variações genéticas que contribuíram para o surgimento das raças locais (Egito et al., 2002; Mariante et al., 2011).

O baixo desempenho produtivo dos rebanhos ovinos, juntamente com o aumento da demanda de carne pelo mercado consumidor, impulsionaram a utilização dos cruzamentos entre raças exóticas especializadas com as raças locais (Malhado et al., 2009), visando melhorar a baixa produtividade dos atuais rebanhos nacionais. As raças locais foram gradativamente substituídas através de cruzamentos absorventes, o que comprometeu a integridade genética destas raças que, atualmente, encontram-se ameaçadas de extinção.

Práticas de desenvolvimento de raças sintéticas a partir do cruzamento entre raças especializadas e raças locais têm sido adotadas, tonando-se uma alternativa atraente aos sistemas convencionais de cruzamentos. As raças sintéticas são geradas pelo cruzamento de duas ou mais raças seguidas por gerações até estabilizar a sua composição genética (Marshall, 2014), permitindo explorar a heterose e a complementaridade entre as raças. O uso de animais de raça sintética exige manejo mais simples quando comparado a cruzamentos convencionais, especialmente para produtores que têm limitações quanto ao tamanho do rebanho e número de reprodutores nos pastos. Diante disso, indivíduos de raças sintéticas podem ser utilizados como reprodutores em inter-gerações (Leroy et al., 2016), e as matrizes de reposição são geradas dentro do próprio sistema de manejo reprodutivo, tornando-se mais viável economicamente. Além disso, esta prática pode auxiliar a manutenção da conservação das raças locais, uma vez que reduz sua utilização em cruzamentos absorventes, mantendo-as como fonte de genes de interesse,

especialmente relacionados a adaptação, que serão úteis na formação de novos genótipos adequados aos diferentes ambientes.

Muitos genótipos localmente adaptados não são registrados como raça, embora possuam grande importância socioeconômica (Silva et al., 2013). Na década de 80, criadores de ovinos do município de Dormentes – estado de Pernambuco – iniciaram o cruzamento entre ovinos da raça Santa Inês, de origem brasileira deslanada e médio porte, com a raça Bergamácia, de origem Italiana que contém lã e grande porte. O objetivo era produzir animais mais eficientes para a produção de carne e com elevada rusticidade, portanto, o produto desse cruzamento uniria a rusticidade observada nos animais da raça Santa Inês, que é considerada uma adaptada às regiões semiáridas do Nordeste (Pedrosa et al., 2010) com a maior produção do Bergamácia, uma raça tradicionalmente produtora de carne (Riva et al., 2004), não tão exigente na alimentação quanto as raças exóticas e que tem apresentado bom desenvolvimento nas condições brasileiras. Após nove gerações de descendentes, formou-se o ecótipo Berganês, apresentando, possivelmente, a composição genética de 41,21% da raça Bergamácia e 58,79% da raça Santa Inês (Nogueira Filho & Yamamoto, 2017).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), um dos processos fundamentais para o estabelecimento e formação das raças é identificar e caracterizar fenotipicamente o animal publicando em revista científica. Desse modo, a quantificação da variabilidade fenotípica é fundamental para a caracterização racial do ecótipo Berganês e seu posterior reconhecimento como raça. Este reconhecimento é fundamental para a sua expansão no meio rural podendo contribuir para o maior valor agregado dos seus produtos e promoção da utilização sustentável e conservação desses animais, fortalecendo em longo prazo a cadeia produtiva de ovinos na região semiárida do Nordeste. Além disso, segundo Cruz et al. (2011), a avaliação das características morfológicas e produtivas de uma população auxiliam os criadores na identificação das aptidões específicas dos diferentes grupos genéticos.

Embora o potencial produtivo dos ovinos Berganês seja observado e relatado por criadores, são escassos os trabalhos que apresentem resultados capazes de promover a caracterização racial, produtiva e genética desses animais. Diante da relevância dessas informações para o reconhecimento do ecótipo Berganês como raça zootécnica, esses estudos são imprescindíveis.

A morfometria consiste em um conjunto de técnicas eficientes na identificação das variações morfológicas para caracterização fenotípica de grupos genéticos. A

morfometria pode ter duas abordagens distintas: a morfometria linear, que tem as medidas a partir de distâncias lineares entre estruturas corporais e a morfometria geométrica, que analisa a variação da forma e tamanho de uma estrutura a partir da utilização de marcos anatômicos (Siğirli & Ercan, 2013). A morfometria geométrica preserva toda a informação geométrica entre um conjunto de pontos e as coordenadas geométricas são obtidas pelos marcos e semimarcos em um plano bi ou tridimensional, tornando-a mais eficiente em estudos da forma e tamanho do que as medidas lineares (Rohlf, 1998). Diante disso, objetivou-se realizar caracterização fenotípica do ecótipo Berganês quanto aos caracteres raciais e produtivos por meio da técnica de morfometria geométrica.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Ovinocultura no Nordeste

A ovinocultura desempenha um papel significativo no agronegócio brasileiro, visto que, o efetivo de ovinos foi de 18,43 milhões de animais em 2016. A região Nordeste abriga 63% do rebanho nacional, com o estado da Bahia responsável por 19% do efetivo brasileiro (IBGE, 2016). A carne ovina é o principal produto responsável pelo crescimento do sistema agroindustrial da ovinocultura. Não só apenas no Nordeste, mas também, em outras regiões do Brasil, as tendências para o consumo são promissoras, pois, os consumidores tem maior conhecimento sobre a qualidade da carne ovina (Ávila et al., 2013), especialmente de cordeiros, que são animais mais jovens. Entretanto, o aumento do consumo interno da carne ovina, encontra-se comprometido pela baixa capacidade de oferta e pelo sistema de abate inadequado, mas este atual cenário pode ser melhorado através da organização da cadeia produtiva e o estabelecimento de padrões de qualidade do produto final.

Estima-se que grande parte da criação de ovinos no Nordeste é formada por animais de raças locais (Shiotsuki et al., 2014), criados em sistema extensivo, sendo importante fonte econômica para pequenos produtores que utilizam seus produtos na alimentação e no comércio, gerando oportunidades de emprego, renda e fixação do homem no campo. A adaptação ao semiárido nordestino por parte dos ovinos locais é seu grande diferencial, apresentando resistência em situações de baixo insumo, o que os tornam importantes no desenvolvimento econômico da região. Entre as principais raças

locais estão a Morada Nova, Somális Brasileira, Cariri e Rabo Largo (Ribeiro & González-García, 2016).

Embora mais da metade dos rebanhos concentre-se no Nordeste brasileiro (Lôbo et al., 2011), ainda não é possível atender as necessidades internas com os baixos índices produtivos da atividade. Isso pode ser atribuído a baixa eficiência do sistema de produção (Carneiro et al., 2007), caracterizado pela carência de investimentos tecnológicos, que junto às condições climáticas da região resultam em longos períodos de restrição alimentar, dificultando a manutenção e desenvolvimento da pecuária ovina. São necessárias políticas de desenvolvimento regional, aumento do incremento da oferta de animais jovens para abate, fortalecimento de técnicas de criação sustentáveis, melhoramento genético, manejo alimentar e sanitário, que resultem na ampliação produtiva da ovinocultura (Albuquerque & Oliveira, 2015).

No Nordeste, estratégias de melhoramento genético dos rebanhos locais têm sido praticadas por inúmeros criadores (mesmo que de forma empírica), especialmente por meio do uso de cruzamentos com raças exóticas, especializadas em produção de carne (Malhado et al., 2009). Assim, aumentando a produtividade para atender a demanda mercadológica, obtendo-se produtos de qualidade e ao mesmo tempo otimizando o processo de produção. Uma vez que, essa é uma estratégia que pode resultar em melhor rendimento da criação ovina e criação de novas raças. Grandes avanços foram alcançados, porém, nota-se a importância de praticar esses cruzamentos de forma cautelosa, visando não descaracterizar as raças locais.

1.2.2 Conservação das raças locais

As primeiras raças locais no Brasil surgiram a partir das raças exóticas trazidas pelos portugueses, no período da colonização. Ao longo dos séculos, devido a diversidade genética e seleção natural em diferentes ambientes de origem, os animais mais resistentes e adaptados sobreviveram e se perpetuaram. Assim, possibilitou a formação de raças com características bem estabelecidas e com diferentes níveis de desempenho (Groeneveld et al., 2010), cujas principais potencialidades são, adaptabilidade e rusticidade, características que podem ser úteis em programas de melhoramento genético. Além disso, as raças locais têm influenciado nas condições sociais e econômicas de diferentes territórios (Abdelkader et al., 2018).

A maioria das raças locais está em risco de extinção (Shiotsuki et al., 2014), principalmente, em função do uso de cruzamentos indiscriminados com animais de raças comerciais melhoradas. Além da diminuição da diversidade genética, combinações alélicas importantes, particularmente relacionadas à adaptação a ambientes específicos e desfavoráveis são perdidas. Segundo Primack et al. (2001), a perda de qualquer recurso genético animal pode ser irreversível.

Em reconhecimento da importância dos recursos genéticos animais e da parte considerável que se encontra em risco de extinção, Núcleos de Conservação foram criados em todo o país, por meio de Centros de Pesquisa da Embrapa, cuja finalidade é preservar os animais próximos em seu habitat de origem e manter a diversidade genética através da conservação *in situ*. Essa estratégia é importante para conservar e promover a utilização sustentável dos patrimônios genéticos locais (Egito et al., 2002) garantindo o acesso a seus genes que podem ser úteis futuramente.

O desenvolvimento de raças sintéticas que incorporam até 50% dos recursos genéticos locais em sua formação é outra maneira de conservar os genes das raças locais desejáveis (Kosgey & Okeyo, 2007), a exemplo pode ser citados os ovinos da raça Santa Inês, desenvolvidos no Nordeste brasileiro através dos cruzamentos entre raças locais e as raças exóticas selecionadas.

O uso e a conservação dos recursos genéticos animais são inseparáveis, portanto, a criação de ovinos locais por agricultores com poucos recursos representa uma alternativa para a sustentabilidade dessa população. Em razão de obterem retorno econômico com baixo investimento financeiro, já que são animais com poucas exigências em manejo (Almeida et al., 2012) e, conseqüentemente, garantirá a conservação desses grupos genéticos.

1.2.3 Conceito de raça e sua importância

O termo raça é conceituado como grupo de animais com características identificáveis e definíveis, que lhes permitem se diferenciar de outros grupos dentro da mesma espécie e têm sido desenvolvidas de acordo com as diferenças geográficas e culturais (FAO, 2011). As particularidades do ambiente e da seleção exercida sob os animais de uma região acabam tornando-os mais semelhantes uns aos outros do que com os de regiões vizinhas, independentemente da sua origem, permitindo surgir diferentes raças (Rodero et al., 2000).

O reconhecimento de uma raça local gera valorização e divulgação do material genético, refletindo no desenvolvimento regional (Silva et al., 2013). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os processos fundamentais para o estabelecimento e formação das raças são: caracterização fenotípica e genética do animal publicada em revista científica; formação de associação de criadores da raça, com técnico que seja mantido por esta associação; e informação do pedigree dos animais, no mínimo, por quatro gerações.

A caracterização fenotípica é fundamental para o estudo das raças. Segundo Nascimento (2010), tem como principal objetivo avaliar quantitativamente a variabilidade existente em recursos genéticos animais, associada à definição do padrão racial. Na descrição do padrão racial, as principais características fenotípicas que serão avaliadas são: cor de pelagem; peso ou estatura; perfil da cabeça; tamanho e forma das orelhas e defeitos predominantes. As características morfológicas vêm sendo utilizadas na definição de uma raça por serem facilmente identificáveis.

1.2.4 Ecótipo Berganês

Define-se ecótipo como, conjunto de animais que apresentam algumas características fenotípicas semelhantes e são transmitidas hereditariamente, mas que ainda não foram reconhecidos como raça (Castro & Egito, 2012). Os ecótipos de ovinos surgiam a partir de cruzamentos entre raças exóticas trazidas para o Brasil, no período da colonização, entre os séculos XVI e XIX. De acordo com Vieira et al. (2015), tais animais apresentam características morfológicas peculiares e grande variabilidade fenotípica.

No município de Dormentes, estado de Pernambuco, no ano de 1987 criadores de ovinos com dificuldades na agricultura de subsistência, deram início a práticas de cruzamento entre ovinos da raça Bergamácia, de origem Italiana com ovinos da raça Santa Inês, um sintético de origem brasileira. O propósito era obter animais maiores e mais eficientes para produção de carne na região, desse modo, o resultado destes cruzamentos foi a formação do ecótipo Berganês, apresentando características fenotípicas próprias e homogêneas (Nogueira Filho & Yamamoto, 2017).



Figura 1. Rebanho de ecótipos Berganês. Fonte: Arquivo pessoal.

O ecótipo Berganês apresenta características fenotípicas únicas, em relação às demais raças ovinas utilizadas no Nordeste, possui potencial de adaptação a ambientes desfavoráveis, típico das regiões semiáridas, traço satisfatório para o desenvolvimento de sistemas de criação de baixo investimento (Nogueira Filho & Yamamoto, 2017). Devido a sua rusticidade, são tolerantes ao estresse ambiental, mostrando-se mais resistentes do que as raças exóticas. São animais que possuem notória aptidão para a produção de carne, porte grande e boa conformação de carcaça. Nesse sentido, podem ser considerados fundamentais para o fornecimento de proteína e geração de renda, contribuindo para a sobrevivência e segurança alimentar dos produtores rurais (Holanda Junior, 2004).

Existem pesquisas realizadas na região com o objetivo de alcançar o reconhecimento do ecótipo Berganês como raça. Dentre essas, o projeto intitulado "O Berganês do Sertão Pernambucano" que é desenvolvido pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano no campus Petrolina Zona Rural, que abrange o levantamento quantitativo e territorial do rebanho Berganês; a realização da caracterização fenotípica; a realização da caracterização genética; a avaliação da estrutura populacional e a avaliação das características produtivas. Além disso, encontra-se em fase de formação a Associação de Criadores de Ovinos da Raça Berganês, que é uma das exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para se ter registro do ecótipo como raça.

O reconhecimento do ecótipo Berganês como raça, é de grande importância para o uso e conservação desses animais, contribuindo ainda para o desenvolvimento socioeconômico da região, além de beneficiar os criadores, através de melhores

oportunidades de divulgação do potencial genético e produtivo dos animais, agregando maior valor ao produto comercializado. Portanto, são necessários mais estudos relacionados a esse grupo genético, visando contribuir para o reconhecimento da raça.



Figura 2. Reprodutor do ecótipo Berganês. Fonte: Arquivo pessoal.

1.2.5 Uso da Morfometria em estudos da caracterização racial e produtiva

A palavra morfometria é derivada do latim e significa a medida da forma (Mitteroecker y Gunz, 2009). A morfometria é o estudo da variação da forma e sua covariação com outras variáveis (Bookstein, 1991), estuda a forma e sua relação com o tamanho e tem sido utilizada para mensurar a variabilidade existente entre indivíduos de uma mesma espécie. Segundo Mohamed et al. (1996), a variação no tamanho do corpo é um dos critérios utilizados na classificação de raças.

A morfometria é usada em amplas áreas de disciplinas, desde a paleontologia à genética quantitativa (Breno et al., 2011). Por meio das medidas morfométricas é possível caracterizar racialmente e produtivamente os animais, além de fornecer informações suplementares que são úteis para futuros programas de melhoramento genético animal (Mariz, 2010). O uso de descritores morfológicos resulta em informações úteis para o estudo da diversidade fenotípica entre os grupos de cada população (Rhimi et al., 2012),

considerado um método de fácil manuseio e de baixo custo (Cruz et al., 2011), tem sido de grande utilidade em programas de conservação de recursos genéticos animal.

A aplicação de técnicas morfométricas beneficia qualquer campo de pesquisa que dependa da morfologia comparativa, incluindo estudos a respeito da caracterização zootécnica dentro de espécies. A depender da natureza dos dados que são analisados, a morfometria subdivide-se em: linear e geométrica (Rohlf & Marcus, 1993).

Webster & Sheets (2010), afirmam que a morfometria linear visa sintetizar a morfologia em termos de medidas de comprimento, proporções ou ângulos, que podem ser avaliadas individualmente (análises univariadas) ou conjuntamente (análises multivariadas). Apesar da morfometria linear ter sido bastante utilizada, este método não tem a capacidade de caracterizar toda a forma de um organismo. As medições, muitas vezes, são tratadas como independentes uma da outra e com impossibilidade de se obter representações gráficas da forma (Adams et al., 2004). Por esses motivos, o desenvolvimento de novas técnicas que capturem a geometria original das estruturas foi de grande contribuição (Cooke et al., 2015).

A morfometria geométrica surgiu após os anos 80 e tornou-se amplamente conhecida desde a década de 1990, sendo uma importante ferramenta de pesquisa para quantificar a variação morfológica ou a assimetria (Klingenberg, 2015). O método fornece informações da relação entre a forma e o tamanho de uma estrutura e os dados utilizados baseiam em coordenadas cartesianas de marcos anatômicos homólogos ou *landmarks* (Adams et al., 2013). As coordenadas podem ser definidas num sistema cartesiano bidimensional ou tridimensional, visto que, preservam toda a informação geométrica entre um conjunto de pontos, o que a torna mais eficiente em estudos da forma e tamanho (Charlin & Llosas, 2016). Além disso, são capazes de descrever e localizar mais claramente as regiões de mudanças na forma. Entretanto, poucas informações estão disponíveis sobre análises de morfometria geométrica aplicados em animais de produção.

A morfometria geométrica tem sido empregada em estudos com diversas espécies para quantificação da variação da forma dos organismos (Cooke & Terhune, 2015). Yalçın et al. (2010), estudando a morfologia mandibular em ovinos, identificaram claramente as diferenças de forma das mandíbulas entre as raças ovinas com o uso desta técnica. Parés-Casanova (2014) no estudo da avaliação morfométrica do crânio de bovinos, observou variação do perfil fronto-nasal de diferentes raças bovinas. Almeida (2016) avaliou a diversidade fenotípica e caracterização racial de galinhas nativas pela forma da cabeça e bico e verificou variações sutis na forma da cabeça das aves,

recomendando a técnica na caracterização de aves naturalizadas. Sánchez et al. (2013) avaliaram a morfologia da cabeça do espermatozoide de roedores, utilizando técnicas da morfometria linear e morfometria geométrica, e verificaram que a morfometria geométrica identifica claramente diferenças de forma entre os espermatozóides de roedores, revelando onde ocorrem as principais mudanças. Alves (2017) avaliou as características raciais do pato nativo Catolé (*Cairina moschata*), e observou variação entre os grupos genéticos, permitindo a caracterização pela forma do bico e cabeça, o que será importante no processo de reconhecimento dos patos nativos como raça.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELKADER, A.A.; ATA, N.; BENYOUCEF, M.T.; DJAOUT, A.; AZZI, N.; YILMAZ, O.; CEMAL, I.; GAOUAR, S.B.S. New genetic identification and characterisation of 12 Algerian sheep breeds by microsatellite markers. **Italian Journal of Animal Science**, v.17:1, p.38-48, 2018.

ADAMS, D.C.; ROHLF, F.J.; SLICE D.E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. **Italian Journal of Zoology**, p.71:5–16, 2004.

ADAMS, D.C.; ROHLF, F.J.; SLICE D.E. A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. **Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy**, v.24 (1), p.7–14, 2013.

ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R.de.; OLIVEIRA, L.S. Produção de Ovinos de Corte: Terminação de Cordeiros no Semiárido. **Embrapa**, p.58. Brasília, 2015.

ALMEIDA, E.C.J.; CARNEIRO, P.L.S.; FARIAS FILHO, R.V.; ROCHA, L.C.; OLIVEIRA, V.S.; MALHADO, C.H.M.; SILVA FILHA, O.L. Incubabilidade e coloração da casca dos ovos de reprodutoras Peloco (*Gallus gallus domesticus*). **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.2, p.99-102, 2012.

ALMEIDA, E.C.J. Caracterização fenotípica e produtiva de galinhas e patos no estado da Bahia. **Tese da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, p.41, 2016.

ALVES, J.S. Diversidade fenotípica e genética em linhagens de patos nativos (*Cairina moschata*). **Tese do Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Jequié, p.65, 2017.

ÁVILA, V.S.de.; FRUET, A.P.B.; BARBIERI, M.; BIANCHINI, N.H.; DÖRR, A.C. O retorno da ovinocultura ao cenário produtivo do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 11, n 11, p. 2419-2426, 2013.

BRENO, M.; LEIRS, H.; VAN DONGEN, S. Traditional and geometric morphometrics for studying skull morphology during growth in *Mastomys natalensis* (Rodentia: Muridae). **Journal of Mammalogy**, vol.92, no.6, p.1395-1406, 2011.

BOOKSTEIN, F.L. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. **Cambridge University Press, Cambridge**, 1991.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.; SANTOS, F.N.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.42, n.7, p.991-998, 2007.

CASTRO, S.T.R.; EGITO, A.A.do. Manual de Curadores de Germoplasma – Animal: Glossário de Recursos Genéticos. **Embrapa, Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, p.12, 2012.

COOKE, S.B.; TERHUNE, C.E. Form, Function, and Geometric Morphometrics. **The Anatomical Record**, v.298, p.5-28, 2015.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. 2011. **Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética**, 1ª ed. Viçosa: UFV, p.620.

CHARLIN, J.; LLOSAS, M.I.H. Morfometría geométrica y representaciones rupestres: explorando las aplicaciones de los métodos basados en landmarks. **Arqueología**, v.22(1), p.103-125, 2016.

EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M. Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. **Archivos de Zootecnia**, v.51, p.39-52, 2002.

FAO. 2011. Molecular genetic characterization of animal genetic resources. **FAO Animal Production and Health Guidelines**.n.9. Rome. Disponível em: <www.fao.org/docrep/014/i2413e/i2413e00.pdf>. Acesso em: 16 julh, 2018.

GONÇALVES, I.C.M.; TURCO, S.H.N.; LEITÃO, M.M.V.B.R.de.; OLIVEIRA, L.N.; AMORIM, D.M. Spatial variability of the microclimate in different small ruminant house located in the semiarid of Pernambuco, Brazil. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.38, n.3, p.300-308, 2018.

GOTTARDI, F.P.; JÚNIOR, A.S.; BARBOSA, Y.G.S.; MARQUES, C.A.T.; BEZERRA, L.R.; ARAÚJO, M. J.; MINGOTI, G.Z.; TORREÃO, J.N.C. Efeito do flushing sobre o desempenho reprodutivo de ovelhas Morada Nova e Santa Inês submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.329-338, 2014.

GROENEVELD, L.F.; LENSTRA, J.A.; EDING, H.; TORO, M.A.; SCHERF, B., PILLING, D.; NEGRINI, R.; FINLAY, E.K.; JIANLIN, H.; GROENEVELD, E.; WEIGEND, S. Genetic diversity in farm animals – a review. **Animal Genetics**, v.41, p.6-31, 2010.

HOLANDA JÚNIOR, E.V. **Produção e comercialização de produtos caprinos e ovinos por agricultores familiares do sertão baiano do são Francisco**. 2004, 77f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal. **Produção da Pecuária Municipal 2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em: 07 julho, 2016.

KOSGEY, I.S.; OKEYO, A.M. Genetic improvement of small ruminants in low-input, smallholder production systems: Technical and infrastructural issues. **Small Ruminant Research**, v.70, p.76-88, 2007.

KLINGENBERG, C.P. Analyzing Fluctuating Asymmetry with Geometric Morphometrics: Concepts, Methods, and Applications. **Symmetry**, v.7, p.843-934, 2015.

LEROY, G.; BAUMUNG, R.; SCHERF, B.; HOFFMANN, I. Review: sustainability of

crossbreeding in developing countries; definitely not like crossing a meadow... **Animal**, v.10, n.2, p.262-273, 2016.

LÔBO, R.N.B.; PEREIRA, I.D.C.; FACÓ, O.; MCMANUS, C.M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v.96, p.93–100, 2011.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; AFFONSO, P.R.A.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v.84, p.16–21, 2009.

MARIZ, T.M.A. **Caracterização zoométrica, estrutura populacional e índices reprodutivos da raça Sindi no Brasil**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; RAMOS, A.F. Criopreservação de recursos genéticos animais brasileiros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.35, n.2, p.64-68, 2011.

Marshall, K. Optimizing the use of breed types in developing country livestock production systems: a neglected research area. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 131, p.329–34, 2014.

MOHAMED, I.D.; AMIN, J.D. Estimating body weight from morphometric measurements of Sahell (Borno Withe) goats. **Small Ruminant Research**, v.24, p.1-5, 1996.

MITTEROECKER, P.; GUNZ, P. Advances in Geometric Morphometrics. **Evolutionary Biology**, v.36, p.235-247, 2009.

NASCIMENTO, R.B.de. Caracterização morfoestrutural e do sistema de criação da raça Moxotó em seu centro de origem com base no conhecimento local. **Departamento de Zootecnia**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

NOGUEIRA FILHO, P.A.; YAMAMOTO, S.M. A história do Berganês, ecótipo ovino do semiárido pernambucano. **Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural**, Juazeiro- Ba, p.2, 2017.

PARES-CASANOVA, P.M. Avaliação morfométrica do crânio de diversas raças bovinas atuais: análise geométrico segundo seus perfis. **Ces. Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v.9, n.1, p.58-67, 2014.

PEDROSA, V.B.; SANTANA JR, M.L.; OLIVEIRA, P.S.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Population structure and inbreeding effects on growth traits of Santa Inês sheep in Brazil. **Small Ruminant Research**, v.93, p.135-139, 2010.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, p.327, 2001.

RHIMI, A.; HANNACHI, H.; HJAOUJIA, S.; BOUSSAID, M. The use of morphological descriptors to study variability in wild populations of *Capparis spinosa* L. (*Capparaceae*) in Tunisia. **African Journal of Ecology**, v.51, p.47-54, 2012.

RIBEIRO, E.L.A.; GONZÁLEZ-GARCÍA, E. Autochthonous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. **Tropical Animal Health Production**, v.48, p.1305-1313, 2016.

RIVA, J.; RIZZI, R.; MARELLI, S.; CAVALCHINI, L.G. Body measurements in Bergamasca sheep. **Small Ruminant Research**, v.55, p.221-227, 2004.

RODERO, E.; HERRERA, M. **El concepto de raza. Un enfoque epistemológico.** Revista Archivos de Zootecnia, v.49. p.5-16, 2000.

ROHLF, F.J. On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. **Systematic Biology**. v.47, p.147-158, 1998.

ROHLF, F.J.; MARCUS, L.F. A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, v.8, n.4, p.129-132, 1993.

SİĞIRLI, D.; ERCAN, I. Growth and Allometry in Modern Morphometrics: Review. **Turkiye Klinikleri Journal of Biostatistics**. v.5, n.1, p.42-8, 2013.

SÁNCHEZ, M.V.; BASTIR, M.; ROLDAN, E.R.S. Geometric Morphometrics of Rodent Sperm Head Shape. **PLOS ONE**, v.8, 2013.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D.P. de.; LÔBO, R.N.B.; FACÓ, O. Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova sheep kept by smallholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v.120, p.2-3, 2014.

SILVA, M.C.; FIORAVANTI, M.C.S.; SOLANO, G.A.; SILVA, D.C.; ISKANDAR, G.R.; MOURA, M.I.; ROCHA, F.E.C.; LOPES, F.B.; SERENO, J.R.B. Análise do discurso em reunião para o registro genealógico de bovinos Curraleiro Pé-duro no Brasil. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**. v.3, p.188-193, 2013.

YALÇIN, H.; KAYA, M.A.; ARSLAN, A. Comparative Geometrical Morphometries on the Mandibles of Anatolian Wild Sheep (*Ovis gmelini anatolica*) and Akkaraman Sheep (*Ovis aries*). **Research Article**, v.16, p.55-61, 2010.

VIEIRA, B.C.R.de.; ALFAIATE, M.B.; OLIVEIRA, A.F.M.de.; QUIRINO, C.R.; SOUZAS, M.H.; OLIVEIRA, A.P.G.; CLIPES, R.C.; AMARAL, M.A.do. Caracterização fenotípica e diversidade genética de caprinos: revisão. **PubVet**, Maringá, v.9, n.1, p.38-44, 2015.

WEBSTER, M.; SHEETS, H.D. Apractical introduction to landmark-based geometric morphometrics. **The Paleontological Society Papers**, v.16, 2010.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Aplicar a Morfometria Geométrica para caracterização racial e produtiva do ecótipo Berganês, como estratégia para reconhecimento desse grupo genético como raça.

2.2 Objetivos específicos

Realizar a caracterização racial através da análise da forma e tamanho da cabeça e orelha de diferentes rebanhos do ecótipo Berganês;

Mensurar a variabilidade fenotípica quanto a forma e tamanho da orelha e parte frontal da cabeça na população de ovinos Berganês comparando com suas raças de origem, Bergamácia e Santa Inês;

Caracterizar o perfil produtivo dos ovinos locais Berganês, Morada Nova, Santa Inês e Somális, considerando a variação na forma e tamanho do corpo dos animais.

III MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Dados para caracterização racial do ecótipo Berganês

Foram coletados dados de 175 ovelhas com idade reprodutiva (acima de 18 meses), sendo 11 da raça Bergamácia, 27 da Santa Inês e 137 do ecótipo Berganês, no período de Outubro de 2017 a Agosto de 2018. Os animais da raça Bergamácia foram procedentes de uma propriedade particular em Aracatu - BA, e os animais da raça Santa Inês, foram provenientes de núcleos de conservação da *Embrapa Tabuleiros Costeiros* em Frei Paulo - SE. Os ovinos do ecótipo Berganês foram oriundos de seis rebanhos particulares descritos como Baixa das Mandiocas (BMA), Barra das Caraíbas I (BCAI), Barra das Caraíbas II (BCAII), Nova Morada (NMOR), Pimenta (PIME) e Sítio Roça (SRO), localizados no município de Dormentes - PE.

Foram capturadas imagens da região frontal da cabeça e da orelha direita e armazenadas em arquivos JPEG utilizando uma câmera fotográfica digital (*Sony NEX-F3 16 mega pixels*). Para padronização e identificação das fotos, usou-se uma placa identificando cada animal e fita métrica para obtenção da escala e posterior obtenção dos dados de tamanho (Figura 3).

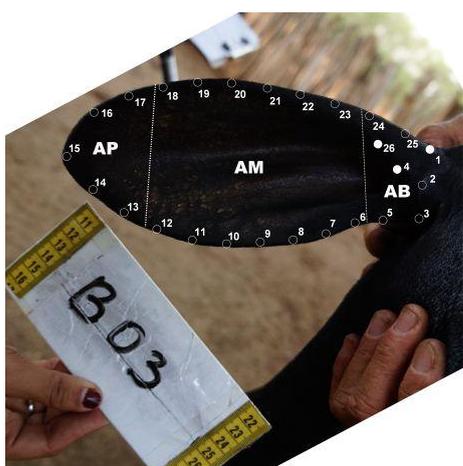


Figura 3A

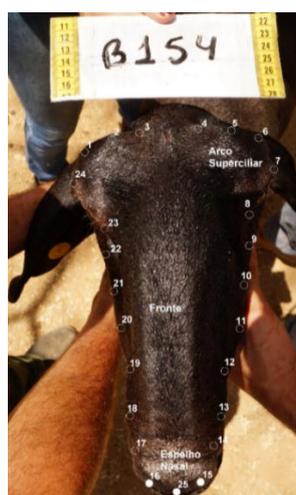


Figura 3B

Figura 3. Marcos (pontos preenchidos) e semimarcos (pontos vazados) anatômicos na orelha (Figura 3A) e região frontal da cabeça (Figura 3B) de ovelha do ecótipo Berganês. Fonte: Arquivo pessoal. Vista dorsal da orelha (AB = área basal; AM = área medial e AP = área apical).

3.2 Dados para caracterização de conformação corporal do ecótipo Berganês

Foram coletados dados de 216 ovelhas com idade acima de 18 meses, sendo 137 do ecótipo Berganês, 29 da raça Morada Nova, 30 da Somális e 20 da Santa Inês. Os ovinos do ecótipo Berganês foram provenientes de seis rebanhos particulares do município de Dormentes- PE, descritos como Barra das Caraíbas I (BCAI), Barra das Caraíbas II (BCAII), Baixa das Mandiocas (BMA), Nova Morada (NMOR), Pimenta (PIME) e Sítio Roça (SRO). As demais raças foram oriundas de núcleos de conservação, sendo os animais Morada Nova e Somális da *Embrapa Caprinos e Ovinos* (EMBRAPA-CNPCO, Sobral- CE), enquanto os animais Santa Inês, da *Embrapa Tabuleiros Costeiros* (EMBRAPA, Frei Paulo – SE).

Foram registradas imagens da região lateral do corpo, utilizando uma câmera fotográfica digital (*Sony NEX-F3 16 mega pixels*), armazenadas em arquivos JPEG. Usou-se uma placa identificando cada animal para identificação das fotos, e fita métrica para obtenção da escala e posterior obtenção das medidas (Figura 4).



Figura 4. Marcos (pontos preenchidos) e semimarcos (pontos vazados) anatômicos na vista lateral do corpo de ovelha do ecótipo Berganês. Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 Preparo e análises dos dados

Um arquivo com extensão tps foi gerado, a partir das imagens, utilizando o software tpsUtil (Rohlf, 2016) para posterior mensurações. Em toda extensão da orelha, região frontal da cabeça e lateral do corpo foram inseridos 26, 25 e 22 marcos e

semimarcos anatômicos, respectivamente (Figuras 3 e 4), utilizando o software tpsDig2 (Rohlf, 2016). A ordem de introdução dos marcos anatômicos, foi igual para cada indivíduo, por ser este um requisito fundamental para estabelecer a homologia espacial das estruturas mediante suas coordenadas (Mitteroecker & Gunz, 2009). Para a maior eficiência da utilização da morfometria geométrica é indispensável que haja homologia entre marcos anatômicos e cobertura adequada da forma do objeto estudado (Gunz & Mitteroecker, 2013). Segundo Monteiro & Reis (1999), os pontos de baixa confiabilidade que representam bordas de estruturas, são classificados como semimarcos. Devido a esse motivo essas medições são alinhadas e transformadas em marcos precisos, em que foram realizadas a partir do tpsRelw (Rohlf, 2016). No processo de alinhamento dos marcos, descarta-se o espaçamento arbitrário de semimarcos ao longo das curvas ou superfícies, identificando assim as coordenadas de interesse biológico. Isto é conseguido permitindo que os pontos deslizem ao longo de sua curva ou superfície até que alguma medida de diferença de forma entre as configurações seja minimizada (Mitteroecker & Gunz, 2009).

Foi realizada uma análise de regressão linear da forma em função do tamanho para testar o efeito de alometria. Para gerar as mudanças de forma a partir dos marcos anatômicos, as configurações individuais foram alinhadas pelo Método de Superposição dos Quadrados Mínimos de Procrustes para obtenção do ajuste da forma média ou consenso por meio do software MorphoJ versão 2.0 (Klingenberg, 2011).

Para avaliação do efeito de grupo genético, foram realizadas análise de variância multivariada (MANOVA), análise de componentes principais (ACP), análise de variáveis canônicas (AVC), análise de agrupamento no programa estatístico PAST (Hammer et al. 2001), e a função discriminante e a análise de validação cruzada por meio do software MorphoJ versão 2.0 (Klingenberg, 2011).

A ACP, teve o objetivo de derivar um pequeno número de combinações lineares (componentes principais) do conjunto total de variáveis que retivessem o máximo possível da informação das variáveis originais, descrevendo os eixos ortogonais de maior variação da forma a partir das deformações parciais, sendo possível capturar e representar a maior parte da variação ao longo de dois eixos (Polly et al., 2013). A AVC diferiu da análise de componentes principais na medida em que procurou maximizar a variação entre grupos, o método analisou a posições de grupos na amostra, usando padrões de variação dentro do grupo para dimensionar os eixos do novo sistema de coordenadas (Zelditch et al., 2004).

Para verificar a dissimilaridade entre os rebanhos, foi utilizada a distância de

Procrustes, analisando par a par e classificando os indivíduos em cada um dos agrupamentos indicados. Segundo Cooke & Terhune (2015), a distância de Procrustes é um método de sobreposição em que se comparam formas, definidas pela raiz quadrada da soma dos quadrados das distâncias entre pontos de referência homólogos. Essa distância refere-se a métrica natural no espaço da forma de Kendall, (Mitteroecker & Gunz, 2009). Nesse espaço, as distâncias são geodésicas (Charlin & Llosas, 2016), e não lineares ou euclidianas, sendo que a distância entre dois pontos corresponde à distância entre duas formas e torna possível sua quantificação (Moraes, 2003).

A visualização das variações de forma foi representada pelo método *wireframes*, por meio do software MorphoJ versão 2.0 (Klingenberg, 2011). Procedeu-se a função discriminante, seguida pela validação cruzada para verificação da precisão na separação e classificação dos indivíduos em seus respectivos grupos.

Na análise de agrupamento, utilizou-se o método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean*), com *bootstrap* de 10.000 permutações e correlação cofenética. Segundo Carneiro et al. (2007), a análise de agrupamento tem por finalidade reunir objetos semelhantes, segundo suas características, conforme algum critério de similaridade ou dissimilaridade, de tal forma que existam homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

Foi realizada uma análise de tamanho, a partir do tamanho do centróide, via programa PAST (Hammer et al., 2001). As variáveis de tamanho foram testadas através de análise de variância (ANOVA) com teste Tukey ($P < 0,05$) *a posteriori*.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização racial do ecótipo Berganês: comparação com raças de origem

Pela análise de regressão entre forma e tamanho não foi observado resultado significativo ($p > 0,05$), indicando que o formato frontal da cabeça e orelha independem do tamanho, evidenciando que não há efeito de alometria. A alometria é definida como a relação entre tamanho e forma, podendo ser um fator relevante para entender a integração morfológica (Klingenberg, 2009). Segundo Okumura & Araujo (2018), a alometria resulta na variação da forma que é principalmente conduzido para uma direção no espaço da forma. Assim, a morfometria geométrica foi capaz de detectar variações morfológicas sutis entre os animais, baseadas nas características da forma e não no tamanho geral.

A MANOVA, realizada a partir das coordenadas cartesianas de forma, evidenciou diferenças significativas ($p < 0,001$) na forma da orelha e região frontal da cabeça entre os rebanhos. A aplicação da estatística multivariada ao estudo da covariação da forma com seus fatores causais foi melhorada com o uso de dados multidimensionais, que conseguem capturar a geometria da estrutura do objeto. As informações relacionadas à geometria dos objetos podem ser recuperadas, o que permite visualização de mudanças morfológicas (Ibacache et al., 2010).

O teste de validação cruzada para a região frontal da cabeça e orelha mostrou que, em média, 77,56% e 91,83%, respectivamente, dos animais foram classificadas corretamente em seus respectivos rebanhos, com resultados significativos ($p < 0,01$). Na comparação par a par, constatou-se alto percentual de caracterização do genótipo Berganês em relação ao Santa Inês, com as maiores taxas de classificação correta de 85,46% para região frontal da cabeça e 95,55% para região da orelha (Tabela 1), indicando maior divergência entre esses rebanhos. A menor taxa de acerto foi para o par Berganês e Bergamácia (Tabela 1), demonstrando maior similaridade de padrão morfológico entre animais desses rebanhos.

Tabela 1. Validação cruzada da região frontal da cabeça e orelha entre os rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.

Grupos genéticos	Classificação dos pares		
	Frontal da cabeça (%)	Orelha (%)	p-valor
Bergamácia x Berganês	73,10	86,36	<,0001*
Bergamácia x Santa Inês	74,11	93,59	<,0001*
Berganês x Santa Inês	85,46	95,55	<,0001*
Média	77,5	91,83	

Fonte. Construído a partir da análise de validação cruzada e média da classificação par-a-par com 10^4 permutações. Em negrito as maiores distâncias observadas. *($p < 0,01$).

As análises de validação cruzada são extremamente importantes para classificar corretamente os indivíduos dentro de seus respectivos grupos. Isso também foi observado nos trabalhos de Almeida (2016), em estudo da caracterização da forma da cabeça (bico, narina e olhos) entre três ecótipos de galinhas e de Alves (2017), na identificação da variação na forma da cabeça entre linhagem de pato Paysandu e pato Catolé (*Cairina moschata*). Salienta-se que estes resultados poderão auxiliar no reconhecimento do Berganês como raça zootécnica, já que demonstrou que os animais apresentam diferenças fenotípicas em relação as suas raças de origem Santa Inês e Bergamácia.

Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 51,18% da variação de forma da orelha. Na dispersão gráfica, o rebanho Berganês apresentou-se distribuído nos eixos positivo da PC1 e PC2 e no eixo negativo da PC2. Verificou-se maior aproximação entre os rebanhos Berganês e Bergamácia no eixo negativo da PC2 e maior separação dos rebanhos Berganês e Bergamácia em relação ao rebanho Santa Inês no eixo negativo da PC1 (Figura 5).

A análise de componentes principais (ACP) determina a variabilidade de características individuais e como essas características contribuem para a variância morfoestrutural total do animal (Mavule et al., 2013). Outros estudos com ovinos, também evidenciaram a eficiência da ACP, como na caracterização fenotípica de ovinos da raça Santa Inês no Estado do Piauí (Biagiotti et al., 2013) e caracterização biométrica em ovelhas Kajali na Índia (Mishra et al., 2017).

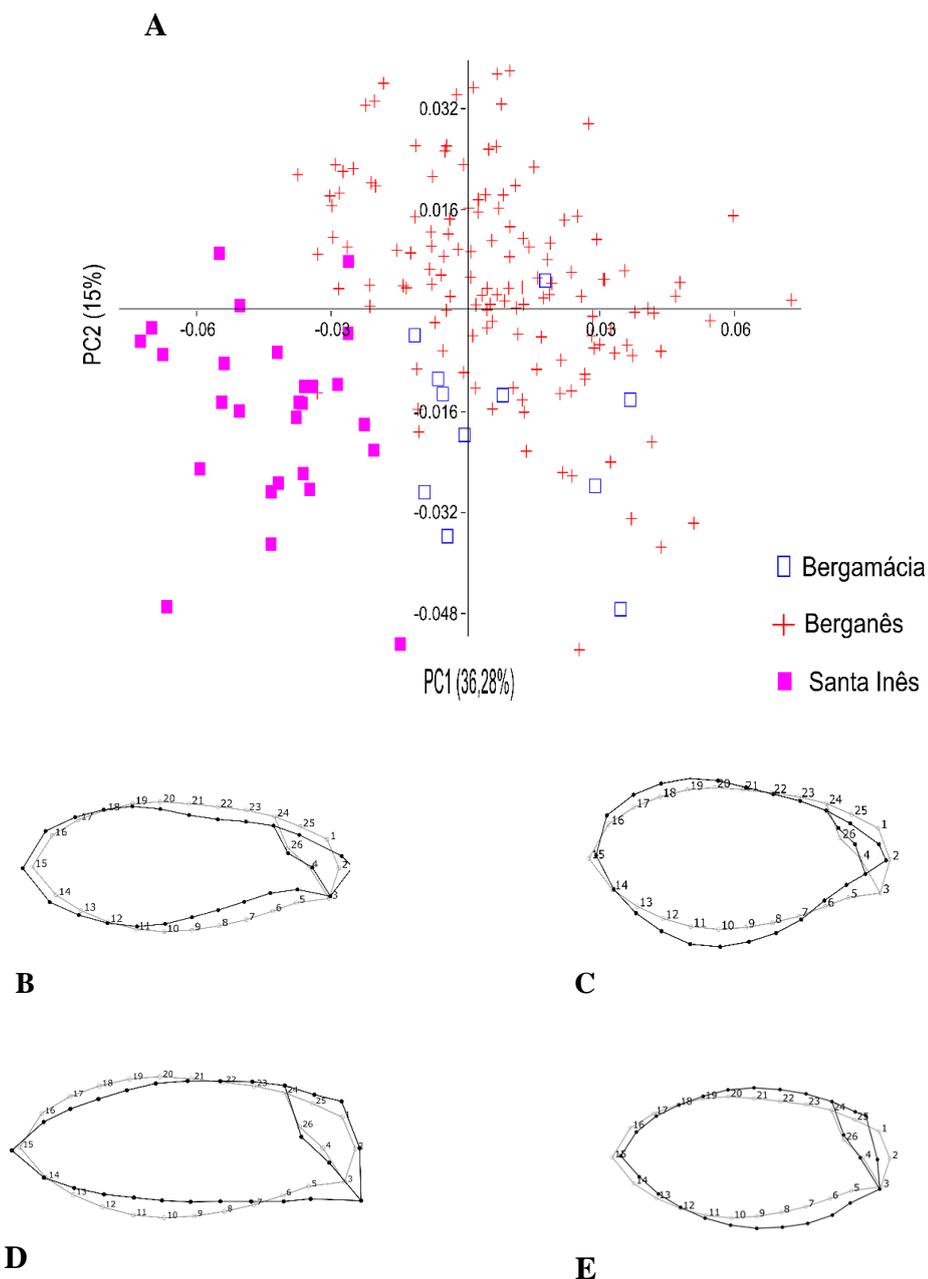


Figura 5. Dispersão gráfica e *wireframes* forma da orelha dos rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês em relação aos eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais (PC1 e PC2). *Linha cinza = forma consenso; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Pelo *wireframe* (comparação com a forma média) permitiu identificar as regiões onde ocorreu variação na forma da orelha entre os rebanhos. Os *wireframes* associados ao PC1 e PC2 mostraram que as principais variações na região da orelha ocorrem nas áreas basal, medial e apical (Figuras 5B, C e D).

Para região da orelha, o *wireframe* referente ao extremo positivo da PC1, foi representado pelos rebanhos Berganês, apresentando orelha alongada, com pequeno efeito de alargamento na área apical e estreitamento da área medial (Figura 5B). A

inserção, representada pela área basal, revela-se mais estreita e as extremidades levemente projetadas para frente. Assim, os indivíduos apresentam um aspecto de orelha alongada, delgada e pendente. Em relação ao *wireframe* associado ao extremo positivo da PC2, em menor proporção, também foi associado ao rebanho Berganês, com orelhas largas, a extremidade com formato ovalado e a área basal com estreitamento (Figura 5C).

O *wireframe* referente ao extremo negativo da PC2, foi representado pelo rebanho Bergamácia e em menor proporção, pelo rebanho Berganês, apresentando estreitamento da região apical e medial, com alargamento da região basal e extremidades projetadas para frente. Assim, caracterizam-se como indivíduos com orelhas alongadas, delgadas e pendentes (Figura 5D). O rebanho Santa Inês explicou o *wireframe* associado ao extremo negativo da PC1, com encurtamento da área apical e basal, alargamento da área medial, caracterizando indivíduos com orelha pequena e com forma de lança (Figura 5E).

Os rebanhos de raças puras, Bergamácia e Santa Inês, são melhor caracterizados, já o Berganês apresentou maior variação morfológica da forma da orelha (Figura 5B, 5C e 5D). Segundo Meloro et al. (2011), a diversidade morfológica pode ser interpretada como consequência do desenvolvimento e adaptação a fatores externos e podemos adicionar a isso o fato de ser um grupo genético em formação. Moura Neto et al. (2016), em estudo da caracterização morfológica do ecótipo Berganês, afirmam que a maioria dos indivíduos apresentam características fenotípicas bem distintas das demais raças do Nordeste, como exemplo, orelhas médias a grandes, pendulosas e inserção na linha dos olhos, corroborando com os resultados expostos neste estudo. O processo de diversificação morfológica na espécie ovina tem sido investigado por outros autores, como Esquivelzeta et al. (2011), avaliando a diversidade morfológica em ovelhas de origem espanhola e Yadav et al. (2017), em estudo da diferenciação morfométrica e genética em ecótipos de ovelhas na Índia.

Para a região frontal da cabeça, os dois primeiros componentes principais explicaram 66,1% da variação entre os rebanhos (Figura 6A). Nota-se ampla distribuição do rebanho Berganês em todos os eixos da ACP. O rebanho Bergamácia mostra-se alocado no eixo negativo da PC2 e, apesar da sobreposição entre os rebanhos Berganês e Santa Inês nos eixos positivo da PC2, a análise de validação cruzada evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre estes dois grupos ($p < 0,01$), com grande percentual de acerto na classificação correta dos grupos genéticos.

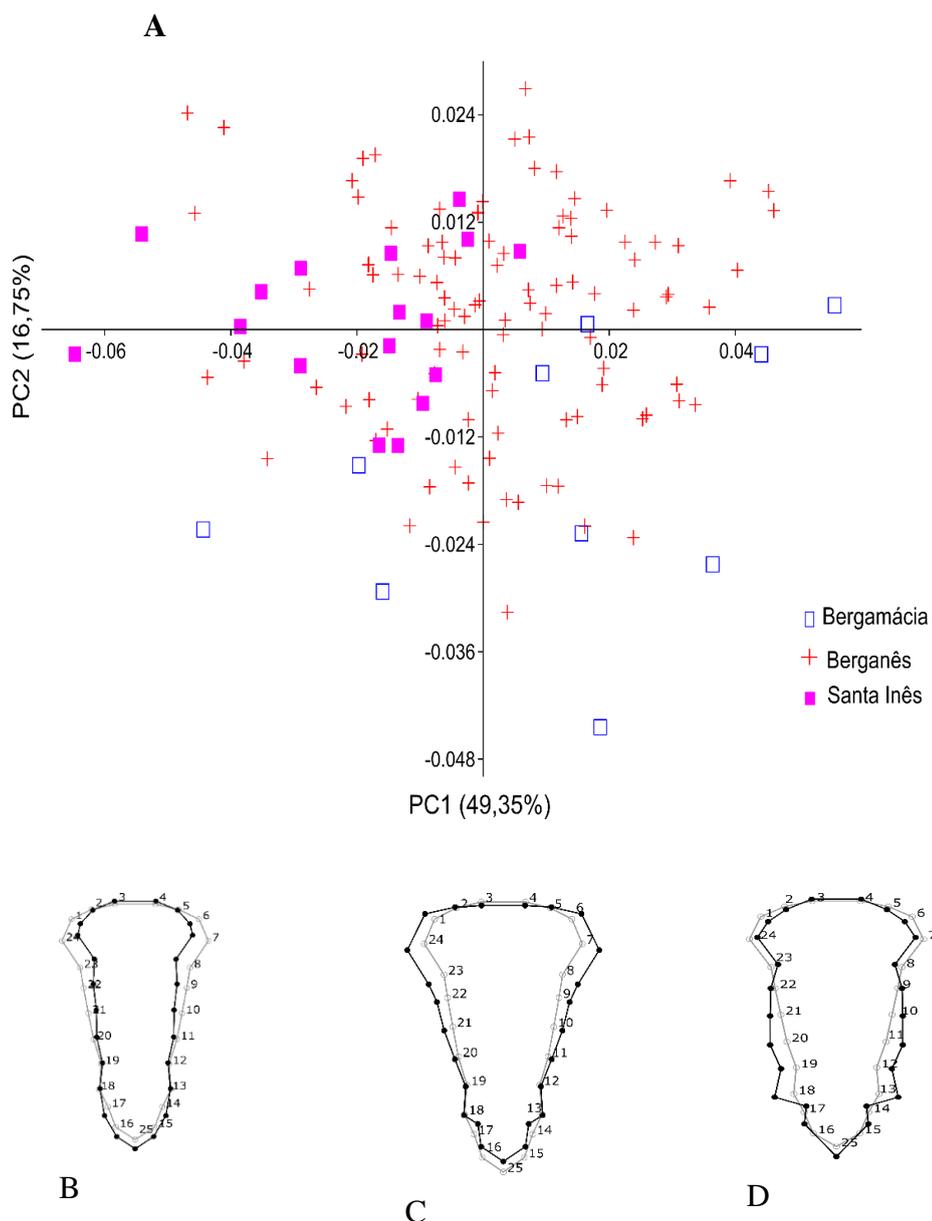


Figura 6. Dispersão gráfica e *wireframes* forma da região frontal da cabeça dos rebanhos de ovinos Berganês, Bergamácia e Santa Inês em relação aos eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais (PC1 e PC2). *Linha cinza = forma consenso; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Os *wireframes* associados ao PC1 e PC2 mostraram que na região frontal da cabeça ocorrem maiores variações nas regiões da frente, no arco superciliar e nas extremidades nasais (Figuras 6B, C e D). O *wireframe* associado ao extremo positivo do PC1 foi representado pelo rebanho Berganês, apresentando frente estreita e alongada, com expansão das extremidades nasais (Figura 6B). No extremo positivo do PC2, o *wireframe* mostrou-se interpretado pelos rebanhos Santa Inês e Berganês, revelando tipo de frente larga, curta, com elevação no arco superciliar e encurtamento das extremidades

nasais (Figura 6C). Já o *wireframe* associado ao eixo negativo da PC2, está relacionado aos rebanhos Bergamácia e Berganês (Figura 6D), caracterizando esses indivíduos com frente larga, menor elevação no arco superciliar e prolongamento da área de espelho nasal.

Os animais dos rebanhos Santa Inês e Bergamácia apresentaram menor variabilidade fenotípica, com padrão mais definido quando comparado ao rebanho Berganês. Além disso, os animais da raça Santa Inês pertencem a um rebanho fechado, oriundo de núcleos de conservação da Embrapa Tabuleiro Costeiro, considerados animais com alto grau de padronização racial.

A morfometria geométrica mostrou-se eficiente na identificação das variações nas características morfológicas entre os rebanhos. Os resultados obtidos podem ser entendidos como uma contribuição ao estudo dos marcos anatômicos e a aspectos na variação da forma da orelha e da região frontal da cabeça em ovinos. Isto também foi observado nos trabalhos de outros autores que utilizaram morfometria geométrica para caracterizar diferenças na forma e tamanho do crânio de raças ovinas europeias (Parés-Casanova, 2014a), no estudo da avaliação morfométrica do crânio de diferentes raças de bovinos (Parés-Casanova, 2014b) e para avaliar a assimetria da forma mandibular em raposas (Bradley et al., 2018).

Na análise do tamanho do centróide, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) do tamanho da orelha e cabeça entre os rebanhos. Para região da orelha, ao aplicar a ANOVA, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as comparações (Figura 7A). Enquanto para a região da frontal da cabeça, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) somente para os rebanhos Berganês e Santa Inês (Figura 7B), sendo o Bergamácia mais próximo do Berganês. Observou-se maior tamanho de frente e orelha para o rebanho Berganês e menor para o rebanho Santa Inês (Figura 7A e B). Trabalhos com morfometria geométrica permitem avaliar diferenças de forma independente do tamanho, como no estudo de Parés-Casanova (2014) com ovinos e caprinos, que observou que técnicas de morfometria geométrica, mostraram-se objetivas e eficientes em comparação com os métodos tradicionais.

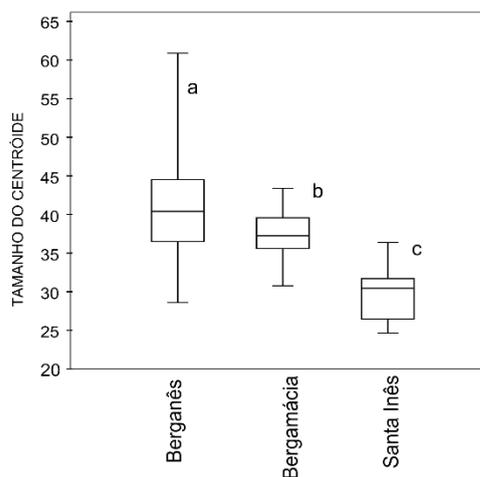


Figura 7A

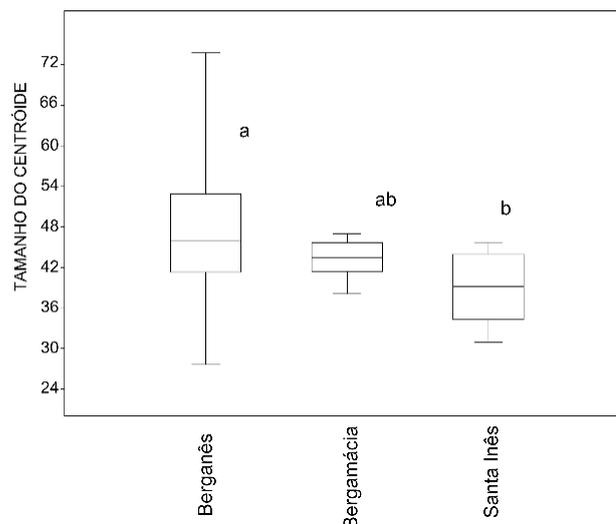


Figura 7B

Figura 7. Boxplot representando a variação no tamanho do centroide para a orelha (Figura 7A) e frontal da cabeça (Figura 7B) dos rebanhos Berganês, Bergamácia e Santa Inês. Fonte: construído a partir da análise de variância (ANOVA) e teste de médias para as variáveis de tamanho da orelha e da frontal da cabeça entre os rebanhos Berganês, Bergamácia e Santa Inês. Letras diferentes sobre as caixas apontam diferenças significativas entre os grupos para o tamanho pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A alta diversidade fenotípica é geralmente resultado de combinações de desenvolvimento e adaptação ecológica, embora a influência de fatores endógenos e exógenos varie em diferentes grupos de animais (Loreau, 2010). O uso da morfometria geométrica revelou-se eficiente na identificação das variações morfológicas entre os rebanhos Berganês, Santa Inês e Bergamácia, permitindo diferenciar o ecótipo Berganês das suas raças de origem, principalmente para a forma da orelha, podendo auxiliar na definição de um padrão racial para esse ecótipo.

4.2 Caracterização racial da população do ecótipo Berganês

Os ovinos Berganês mostraram-se bem caracterizados para forma da orelha e frontal da cabeça, entretanto existe ainda grande variação entre os animais dos diferentes rebanhos. Como subsídio para identificar tais variações e buscar um padrão racial para esse grupo genético, realizou-se uma avaliação dos diversos rebanhos Berganês.

Pela MANOVA, verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) para forma da orelha e região frontal da cabeça entre os rebanhos. A validação cruzada mostrou que, em média, 62,69% dos animais foram alocados corretamente nos seus respectivos rebanhos em relação a frontal da cabeça e 57,36% para orelha (Tabela 2). Pode-se justificar a baixa taxa de acerto por se tratar de animais de mesmo grupo genético, entretanto, é possível

verificar que existe variabilidade fenotípica para ser explorada para essas características, caso se deseje um padrão racial específico para o tipo de fronte ou orelha.

Tabela 2. Validação cruzada para a região frontal da cabeça e orelha entre os rebanhos de ovinos Berganês, comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.

Rebanhos	Classificação dos pares	
	Frontal da cabeça(%)	Orelha(%)
BCAIIxBMA	58,52 ^{ns}	62,63
BCAIIxBCAI	63,27 ^{ns}	36,34
BCAIIxNMOR	63,75 ^{ns}	56,33
BCAIIxPIME	59,58 ^{ns}	63,39 ^{ns}
BCAIIxSRO	93,3	67,85
BMAxBCAI	48,75 ^{ns}	56,33
BMAxNMOR	78,05	54,20 ^{ns}
BMAxPIME	59,02 ^{ns}	51,92 ^{ns}
BMAxSRO	73,75	61,18
BCAIxNMOR	79,18	51,94
BCAIxPIME	67,77 ^{ns}	72,42
BCAIxSRO	57,33 ^{ns}	57,98
NMORxPIME	46,39	56,48
NMORxSRO	51,70	54,24 ^{ns}
PIMExSRO	39,99 ^{ns}	57,14 ^{ns}
Média	62,69	57,36

Construído a partir da análise de validação cruzada e média da classificação par-a-par com 10⁴ permutações. Em negrito as maiores e menores distâncias observadas. *(p<0,05); ns = não significativo.

Observou-se diferenças da forma da cabeça para os pares BCAIIxSRO, BMAxNMOR, BMAxSRO, BCAIxNMOR, NMORxPIME e NMORxSRO, indicando que existe divergência entre estes rebanhos (Tabela 2). Não se observou diferenças significativas (p>0,05) para os demais pares formados, indicando similaridade para forma da cabeça entre animais. O maior percentual de acerto foi para o par BCAIIxSRO com 93,3 %, mostrando que são os que mais se diferenciam entre os rebanhos, o que pode ser atribuído ao uso de práticas direcionadas nos acasalamentos dos animais, por iniciativa do produtor, buscando fixar características morfológicas de interesse.

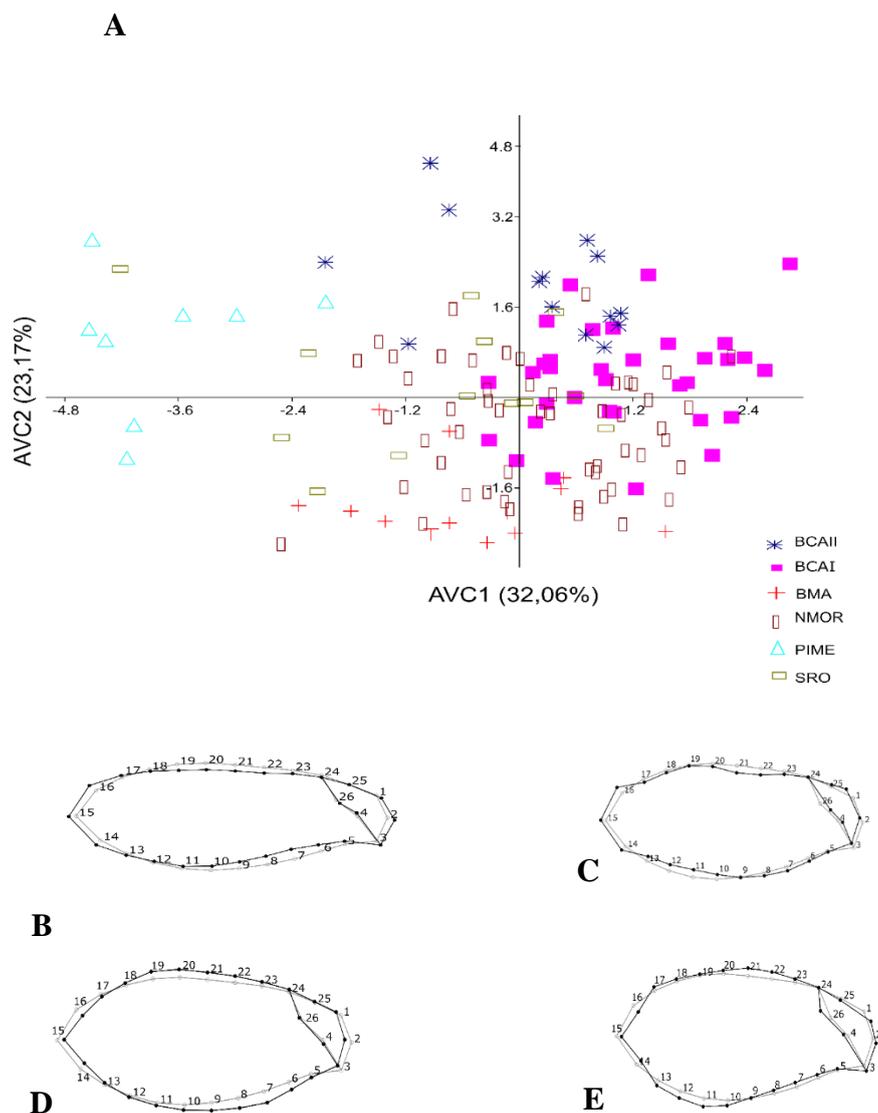


Figura 8. Wireframes da forma da orelha dos rebanhos de ovinos Berganês em relação aos eixos cartesianos estabelecidos por variáveis canônicas (AVC1 e AVC2). *Linha cinza = forma consenso; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

A descrição da mudança de forma associada aos fatores biológicos considerados, é uma das características notáveis da morfometria geométrica (Breno et al., 2011). Os resultados sugerem a necessidade de direcionamentos nos acasalamentos, no sentido de obter a padronização racial dos rebanhos, visando contribuir no processo de reconhecimento do ecótipo Berganês como raça, e, assim, agregar maior valor comercial aos animais. Segundo Biagiotti et al. (2014), a caracterização fenotípica de animais domésticos é importante para a tomada de decisões racionais para a melhoria e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético.

Para a região frontal da cabeça, observou-se que os rebanhos BCAI e BMA ficaram distribuídos de forma mais homogênea no eixo positivo da AVC1 e os rebanhos BCAII, PIME e SRO no eixo positivo da AVC2. Já o rebanho NMOR, mostrou-se distribuído nos eixos negativo da AVC1 e AVC2 (Figura 9). Avaliando os *wireframes* para a região frontal da cabeça, foi possível identificar variações das regiões da frente, arco superciliar e nas extremidades nasais (Figura 9B, C, D e E).

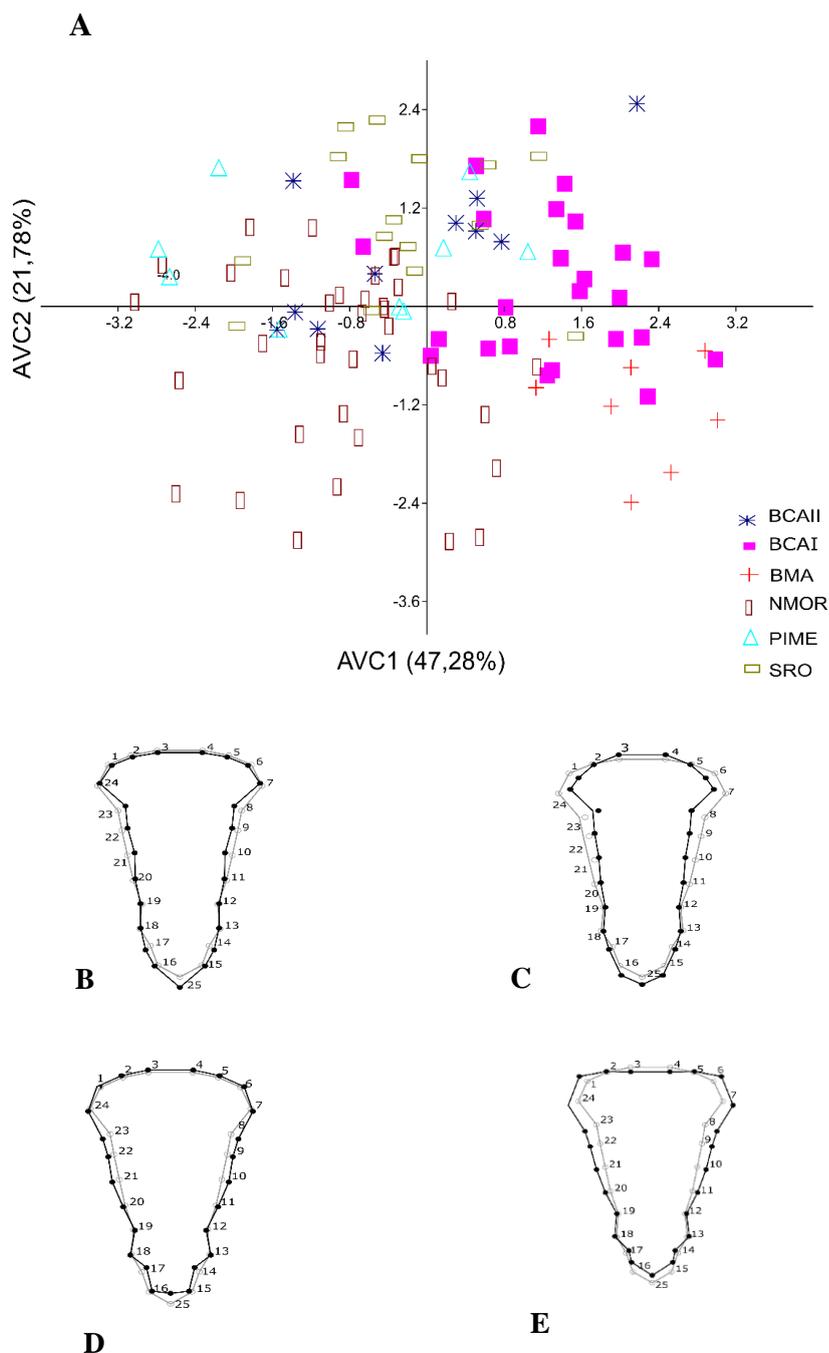


Figura 9. Dispersão gráfica e *wireframe* da forma da frontal da cabeça dos rebanhos de ovinos Berganês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por variáveis canônicas (VC1 e VC2). *Linha cinza = forma consenso; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Os rebanhos BCAI e BMA, foram representados pelo *wireframe* associado ao extremo positivo do AVC1, apresentando frente estreita e longa (Figura 9B). O *wireframe* associado ao extremo positivo da AVC2 foi representado pelos rebanhos BCAII, PIME e SRO, evidenciando frente comprida, estreita, com prolongamento da região nasal e encurtamento do arco superciliar (Figura 9C). Já o rebanho NMOR, foi associado aos *wireframes* nos extremos negativo da AVC1 e AVC2, indicando variabilidade fenotípica deste rebanho. Os animais alocados no eixo negativo da AVC1 apresentam frente larga e espelho nasal curto (Figura 9D), assim como os do eixo negativo da AVC2, que além disso, apresentaram expansão do arco superciliar (Figura 9E). A alta diversidade da população observada, pode ser atribuído a práticas de cruzamentos aleatórios entre diversos genótipos, onde cada criador adota um critério de criação em particular. Estes resultados evidenciam a necessidade de assistência técnica nos direcionamentos dos acasalamentos dos animais, atendo-se as preferências dos criadores por determinados padrões raciais gerados nos diferentes rebanhos.

A morfometria geométrica revelou-se eficiente na identificação das variações morfológicas dentro da população do Berganês, indicando que ainda não existe um tipo racial bem definido e comum aos rebanhos. Em cada rebanho pode existir uma predileção a um determinado tipo, por uma determinada característica fenotípica, como também, optarem em obter animais mais próximos do Bergamácia ou do Santa Inês, sendo necessária a criação de uma associação e determinação de um tipo racial específico. A eficácia da morfometria geométrica também foi constatada por Yalçin et al. (2010), estudando a morfologia mandibular em ovinos, afirmam que a técnica da morfometria geométrica evidencia claramente as diferenças de forma das mandíbulas entre as raças ovinas.

Com relação ao tamanho da orelha foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os rebanhos BMA e BCAII, BCAI e BCAII, NMO e BMA, NMO e BCAI, BCAI e SRO (Figura 10A). Os demais rebanhos não apresentaram diferença significativa no teste de comparações de médias. Já para o tamanho da frontal da cabeça, houve diferenças entre os rebanhos BCAI e BCAII, BMA e PIME, BCAI e SRO, BCAII e PIME, NMO e PIME, SRO e PIME (Figura 10B). Os demais não apontaram diferença significativa ($p > 0,05$) no tamanho da frontal da cabeça. O rebanho BCAII apresentou maior tamanho para a orelha (Figura 10A) e frontal da cabeça (Figura 10B).

Essas diferenças entre rebanhos representam uma variação individual do tamanho, podendo estar relacionado com as variações do meio ambiente onde os animais estão

inseridos, como clima, umidade relativa do ar, manejo alimentar e sanitário, conseqüentemente, influenciando no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Fatores ambientais relacionados à variação fenotípica podem provocar alterações tanto no tamanho quanto na simetria corpórea de muitos organismos (Santos, 2016). Segundo Nóbrega et al. (2011) é fundamental o conhecimento da interação entre os animais e o ambiente, além do conhecimento da capacidade adaptativa das raças exploradas, para que assim, contribua na tomada de decisões quanto aos sistemas de criação e estratégias de manejo a serem utilizadas para maximizar as respostas produtivas.

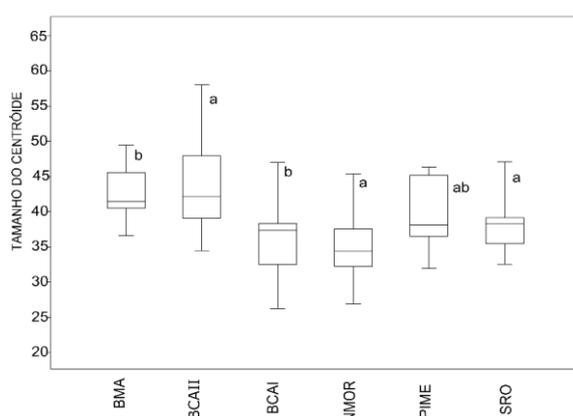


Figura 10A

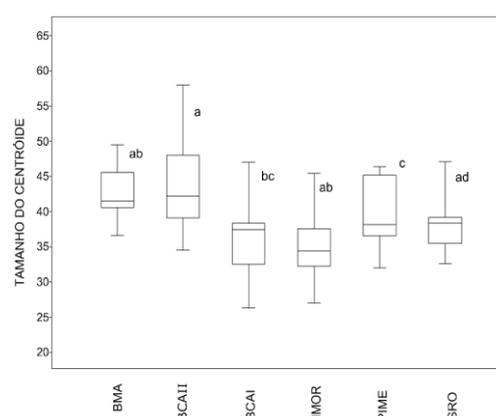


Figura 10B

Figura 10. *Boxplot* representando a variação no tamanho do centroide para a orelha (Figura 10A) e região frontal da cabeça (Figura 10B) dos rebanhos Berganês. Fonte: construído a partir da análise de variância (ANOVA) e teste de médias para as variáveis de tamanho da orelha e frontal da cabeça entre os rebanhos. Letras diferentes sobre as caixas apontam diferenças significativas entre os grupos para o tamanho pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A morfometria revela-se como uma ferramenta eficiente para o estudo da variação biológica, usada para investigar dissimilaridades morfológicas dentro de uma população, que diferem em processos de desenvolvimento, devido principalmente, à variação das condições ambientais (Breno et al., 2011). As informações sobre caracterização fenotípica do ecótipo Berganês ainda são poucas, assim, os resultados obtidos neste estudo serão úteis para auxiliar no cumprimento de exigências para obter o reconhecimento deste ecótipo como raça. A determinação do padrão racial pode agregar valor comercial aos animais, além de proporcionar informações importantes para desenvolver estratégias de conservação.

4.3 Caracterização de conformação corporal do ecótipo Berganês

A regressão da forma em função do tamanho não foi significativa ($p > 0,05$), indicando que a variação do formato do corpo não foi induzida pela variação do tamanho, evidenciando que não há efeito de alometria. Dessa forma, a morfometria geométrica se destaca por ter sido capaz de perceber as mudanças da forma independente do tamanho, identificando com maior precisão as variações dos indivíduos e permitindo comparar animais criados em diferentes ambientes e manejos, fato que não deve ser feito via morfometria linear. De acordo com Klingenberg (2010), a alometria tende a ser um dos fatores dominantes da variação da morfologia, refletindo a variação abundante do tamanho.

Pela análise de variância multivariada (MANOVA), observou-se que existe diferença significativa ($p < 0,01$) entre os rebanhos, considerando a forma do corpo como um todo. No teste de validação cruzada também observou-se diferenças significativas para todos os pares comparados ($p < 0,01$). Verificou-se que, em média, 85,83% dos animais foram alocados corretamente em seus respectivos rebanhos (Tabela 3). Entre os grupos, ocorreram altos percentuais de separação (acima de 70%). Os maiores percentuais de acertos foram verificados entre o rebanho Berganês e os demais grupos genéticos (acima de 90%), sendo que a maior taxa de classificação correta ocorreu entre o ecótipo Berganês e a raça Morada Nova, indicando maior divergência entre esses rebanhos. Já a menor taxa de acerto foi verificada entre os grupos Morada Nova e Somális, podendo-se afirmar que esses rebanhos apresentam menor dissimilaridade, provavelmente em função do menor porte.

Tabela 3. Validação cruzada para forma do corpo entre os rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês comparadas par a par e porcentagem de classificação dentro de cada grupo.

Grupos genéticos	Classificação dos pares (%)	p-valor
Berganês x Morada Nova	96,45	<,0001*
Berganês x Santa Inês	90,67	<,0001*
Berganês x Somális	93,54	<,0001*
Morada Nova x Somális	70,43	<,0001*
Morada Nova x Santa Inês	82,93	<,0001*
Santa Inês x Somális	80,00	<,0001*
Média	85,83	

Fonte. Construído a partir da análise de validação cruzada e média da classificação par-a-par com 10^4

permutações. Em negrito a maior distância observada. *($p < 0,01$).

Foi possível diferenciar o ecótipo Berganês com base na forma do seu corpo, o que pode estar relacionado ao tipo/padrão produtivo diferenciado destes animais. O ecótipo Berganês apresenta, notadamente, aptidão para a produção de carne, boa conformação de carcaça, porte grande, podendo atingir de 130 a 140 kg com 18 a 24 meses de idade, oferecendo um rendimento de 65 a 70 kg de carcaça (Nogueira Filho & Yamamoto, 2017). Já a raça Morada Nova, segundo de Araújo et al. (2017), tem porte menor, produzem carcaças mais leves, e, geralmente, são mais tardios ao abate. A raça Santa Inês expressa tamanho médio a grande, aptidão para produção de carne e leite, porém, considerada uma boa raça para a linha materna (Ribeiro & González-García, 2016) em cruzamentos com raças exóticas especializadas na produção de carne (Souza et al., 2013). Os ovinos Somálicos brasileiros são pequenos animais com superfície corpórea favorável a dissipação de calor, possuem uma reserva considerável de gordura na base da cauda, que pode ser usado como fonte de energia quando a oferta de alimentos é baixa, sendo capazes de produzir carne e pele de boa qualidade (Bezerra et al., 2018).

Os grupos genéticos locais possuem uma variedade de perfis produtivos, permitindo que os produtores tenham mais alternativas para adequação aos diferentes sistemas de produção, de acordo com o nível tecnológico e de investimento, bem como, as oportunidades de mercado e as preferências dos consumidores. Kosgey & Okeyo (2007), afirmam que a seleção de raças locais é uma alternativa para melhoramento genético de pequenos ruminantes nos setores tradicionais de produção de baixo insumo, em razão à fragilidade destes sistemas. Devido à diversidade genética e a melhor adaptação às condições ambientais, o uso adequado de raças locais pode contribuir na garantia da segurança alimentar e na oportunidade para a sustentabilidade e melhoria de produção de pequenos agricultores (Kosgey et al., 2006).

O ecótipo Berganês, embora em fase de formação, já possui um aparente padrão fenotípico, que está relacionado ao fato de ter sido uma raça desenvolvida com o propósito já estabelecido e também pelo trabalho comprometido de seus idealizadores em ter um animal que atendesse suas necessidades sob as condições da região do sertão. O fato de quase 100% de acerto na separação do Berganês, inclusive com a própria Santa Inês, que faz parte da sua formação, é importante para evidenciar que este ecótipo já possui um padrão fenotípico corporal definido, ou próximo de estar estabelecido, o que torna útil

para seu reconhecimento como raça e trabalhos futuros de melhoramento genético participativo.

A análise de agrupamento mostrou proximidade entre os rebanhos Santa Inês e Berganês e diferenças dos rebanhos Morada Nova e Somális (Figura 11), com *bootstrap* de 100% e correlação cofenética de 76,31%, evidenciando que há diferença na forma do corpo entre os rebanhos. Resultados semelhantes também foram observados por Paiva et al. (2005), que confirmaram a separação entre as raças de ovinos localmente adaptados Morada Nova, Santa Inês e Somális.

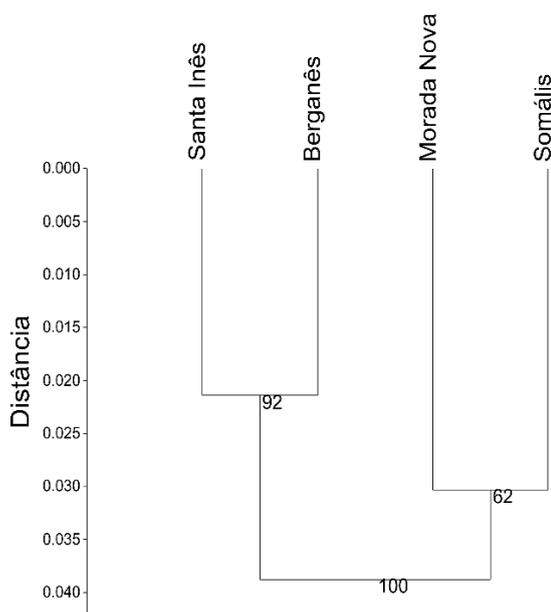


Figura 11. Dendrograma baseado na forma do corpo para os rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês. Fonte: construído a partir da análise de agrupamento pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean*) ilustrando as distâncias morfométricas médias entre os rebanhos de ovinos com *bootstrap* com 10000 permutações e Correlação Cofenética de 76,31%.

Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 43,54% (Figura 12A) da variação total entre os rebanhos. Verificou-se o rebanho Berganês alocado, na sua maioria, no eixo negativo da PC1 e no eixo positivo da PC2, os rebanhos Morada Nova e Somális dispostos predominantemente no eixo positivo da PC1 e o rebanho Santa Inês disperso no eixo positivo da PC2. A classificação morfológica de ovinos usando análises de componentes principais (ACP) não só atua para melhorar a gestão desses animais, mas também apoiar a seleção de múltiplas características econômicas e também na identificação e conservação da diversidade (Yunusa et al., 2013). A eficácia dessa técnica também foi constatada no trabalho de Popoola & Oseni (2018), em estudo da morfologia craniana em ovelhas, no qual observaram que via análise

de componentes principais foi possível separar em grupos distintos as raças locais das raças Nigerianas, evidenciando que existem diferenças nas características cefálicas entre os animais.

A avaliação do *wireframe* proporcionou a visualização das regiões onde ocorrem as variações capazes de diferenciar os rebanhos. Observaram-se variações da forma do corpo na região anterior, especificamente entre a tuberosidade do úmero-escapular, na região posterior, correspondente as regiões da garupa e do traseiro, e nas regiões dorso-ventral (Figura 12).

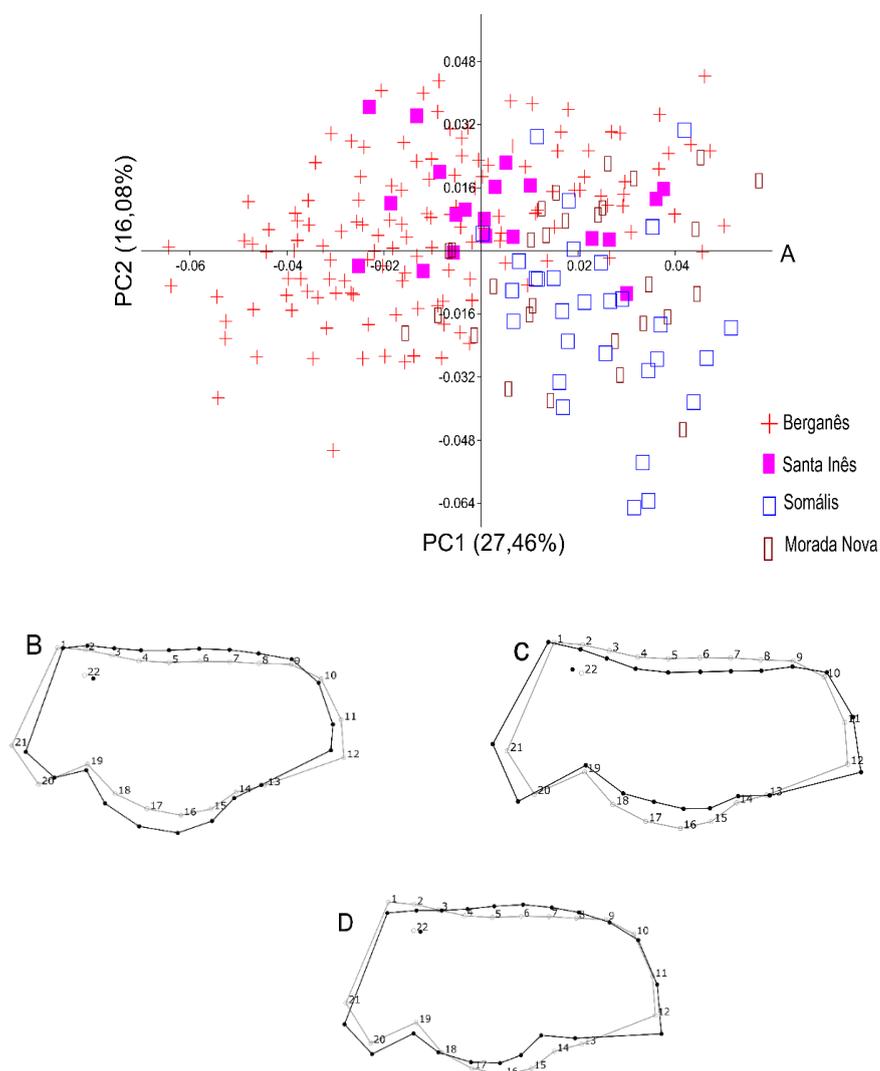


Figura 12. Dispersão gráfica e *wireframes* da forma do corpo dos rebanhos de ovinos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês em relação a eixos cartesianos estabelecidos por componentes principais (PC1 e PC2). *Linha cinza = forma consenso; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

O *wireframe* associado ao extremo positivo da PC1 (Figura 12B) representa os rebanhos Morada Nova e Somális. Apresentam encurtamento na região da tuberosidade

úmero-escapular, expansão das regiões dorso-ventral, encurtamento das regiões da garupa e do traseiro. Assim, nota-se um aspecto corporal menos amplo, com profundidade torácica bem arqueada, demonstrando que esses animais possuem um tórax amplo e profundo, com menor proporção de angulosidade da garupa e de traseiro.

O *wireframe* associado ao extremo negativo da PC1 (Figura 12C), representa o rebanho Berganês. Destacando-se indivíduos que apresentam prolongamento da região da tuberosidade do úmero-escapular, encurtamento das regiões dorso-ventral, e prolongamento das regiões da garupa e do traseiro, o que lhes confere aspecto de corpo comprido, com menor proporção de profundidade torácica, garupa longa e traseiro preenchido. No *wireframe* relativo ao extremo positivo da PC2 (Figura 12D) também se observa grande número de animais Berganês e de animais Santa Inês, em que verificou-se encurtamento da tuberosidade do úmero-escapular, expansão das regiões do dorso, da garupa e do traseiro, e encurtamento da região ventral, caracterizando animais de porte médio, profundidade torácica ampla, garupa longa, e traseiro com angulosidade expressiva.

Quanto a estrutura do corpo, indivíduos de maior comprimento corporal são de interesse para a produção animal, apresentando maior volume e área de deposição muscular. No entanto, suscita de maiores exigências nutricionais, e os de menor porte, pode ser indicativo de maior precocidade no crescimento (Malhado et al., 2008). Entretanto, vale ressaltar que existem também muitos animais Berganês de porte médio e, caso seja de interesse, podem permitir aos selecionadores optar por animais com esse perfil. Atentando-se que o comprimento do corpo é baseado na área da face lateral do peito até a face lateral da garupa.

Os resultados do *wireframe* mostram que os animais do rebanho Berganês e Santa Inês, possuem conformação de animais direcionados a maior rendimento muscular, e podem apresentar menor precocidade e maior exigência alimentar. Esse é um aspecto importante a ser melhor avaliado, visto que o Berganês foi desenvolvido para ser utilizado em ambientes do semi-árido e com baixos níveis tecnológicos. Os animais do rebanho Morada Nova e Somális apresentam menor tamanho corporal, o que indica adaptação desses animais às condições adversas do ambiente, indicados para sistemas mais rudimentares, de baixo nível tecnológico. Figueiredo et al. (2018) avaliando a diversidade morfológica e funcional de ovinos da raça Dorper cruzados com raças locais, observaram que nas avaliações de crescimento, características de carcaça e morfometria corporal é possível encontrar a maturidade precoce e animais cruzados mais eficientes, reduzindo o

tempo de produção e aumentando a rentabilidade.

Em geral, os grupos genéticos avaliadas apresentaram profundidade torácica ampla, indicando animais com maior arqueamento de costelas, e conseqüentemente, uma boa habilidade nas funções respiratórias (Lucena et al., 2015). Essa característica torna-se essencial para o modo de criação dos animais destes rebanhos, proporcionando melhor adaptação e sobrevivência, já que vivem em ambientes onde são constantemente expostos às temperaturas elevadas da região. Além disso, o aumento da caixa torácica é uma característica utilizada como indicador da capacidade digestiva e crescimento. De acordo com Koury Filho et al. (2010), em animais de produção, a profundidade de costelas e o comprimento do corpo, formam uma área que está relacionada aos limites da deposição de tecido muscular e capacidade de ganho de peso.

A carcaça de ovinos é dividida em quartos, onde no quarto dianteiro estão os cortes considerados menos nobres, enquanto, no quarto traseiro encontram-se a porção de cortes comerciais mais importantes da carcaça (Carneiro et al., 2012). Diante disso, os rebanhos Berganês e Santa Inês, apresentaram melhor desempenho de conformação das regiões da garupa e do traseiro, correspondentes como uma das áreas nobres da carcaça. Pinheiro & Jorge (2010), observaram que um maior valor de largura de garupa conferiu uma maior proporção de músculos da perna, característica importante quando se quer obter ovinos destinados ao abate, pois, a região da perna é valorizada e considerada um corte nobre da carcaça. Por outro lado, são também regiões de influência na eficiência de partos em fêmeas. As partes anatômicas, sacro, ísquio, ílio e púbis, situadas na região posterior, são de extrema importância, pois, descrevem a proporção do canal pélvico na fêmea, estando relacionada à facilidade de parto (Contreras et al., 2011). A maioria dos partos distócitos é resultante de uma incompatibilidade feto-pélvica, ou seja, tamanho excessivo do feto em relação a uma área pélvica materna insuficiente.

Jucá et al. (2014), observaram valor significativo de maior largura da garupa em fêmeas da raça Santa Inês, tendo como explicação o maior desenvolvimento da anatomia pélvica, que é extremamente importante em facilitar o parto, diminuindo assim a probabilidade de partos distócitos. A ocorrência de partos distócitos em uma propriedade, causa conseqüências diretas e indiretas na renda do produtor, como queda na produção, descarte prematuro de animais, redução de fertilidade e gastos adicionais com manejo e assistência técnica (Oliveira & Gheller., 2009).

A diversidade de características quantitativas verificadas entre os rebanhos permitem fazer inferências sobre o grau de especialização produtiva do ecótipo Berganês.

Adicionalmente, ajuda identificar animais superiores para uma determinada funcionalidade desejada pelo consumidor, resultando na seleção de animais geneticamente superiores e na formação de lotes homogêneos de acordo com o seu desenvolvimento até o momento de comercialização dos animais, fato também citado por Figueiredo et al., (2018) em trabalho que avaliaram a diversidade morfofuncional de ovelhas, usando análise morfométrica in vivo. A seleção dos animais baseada em conformações de fenótipos tem sido uma ferramenta amplamente utilizada para melhorar a produtividade na ovinocultura (La Barra et al., 2014) e como vantagem adicional tem-se a facilidade de mensuração de tais características.

Na análise de tamanho do centróide (ANOVA), observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para o tamanho do corpo entre os rebanhos avaliados (Figura 13). O tamanho do corpo dos indivíduos dos rebanhos Berganês e Santa Inês é estatisticamente maior que o do corpo dos indivíduos das raças Morada Nova e Somális. O maior porte dos rebanhos Berganês e Santa Inês, justifica as maiores medidas de tamanho do centroide em relação aos rebanhos Morada Nova e Somális, que são ovinos menores e de menor peso corporal. Além disso, as variações de tamanho do corpo entre os rebanhos podem ter sido conduzidas também, por associações entre vários fatores intrínsecos e extrínsecos, como idade, tipo de animal, aporte nutricional, genética, tipo de parto, que são fatores que influenciam a eficiência do crescimento dos animais (Silva, 2017), o que ressalta o uso da morfometria geométrica e não da linear.

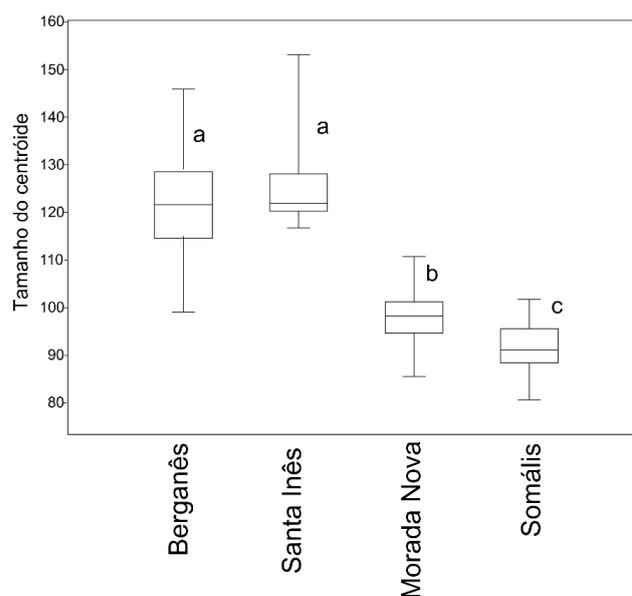


Figura 13. *Boxplot* representando a variação no tamanho do centroide para o corpo dos rebanhos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês. Fonte: construído a partir da análise de variância (ANOVA) e teste de

médias para as variáveis de tamanho do corpo entre os rebanhos Berganês, Morada Nova, Somális e Santa Inês. Letras diferentes sobre as caixas apontam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

O ecótipo Berganês é um material genético novo e, de certa forma, ainda pouco conhecido, entretanto verifica-se algum tipo de seleção, mesmo que empírica, justificando seu maior desempenho correlacionado as características de cortes nobres de carcaça, em comparação às raças Morada Nova e Somális. O maior tamanho corporal dos ovinos Berganês pode ser útil na seleção para crescimento, permitindo que o criador aproveite melhor as habilidades produtivas dos animais de diferentes tamanhos, contribuindo para o melhoramento das raças locais.

É possível reconhecer que os ovinos Berganês podem ser ferramentas importantes para planejamentos de melhorias na produção da ovinocultura no Nordeste. Este recurso genético já fazem parte do patrimônio cultural brasileiro, e se usado adequadamente, de acordo aos diferentes ambientes e sistemas de produção podem ser muito importante no desenvolvimento das indústria ovina e para o estabelecimento de estratégias de uso e conservação de raças locais. Por causa do importante papel que desempenham para a economia de sua região (Moura Neto et al., 2016), a atenção deve ser dirigida para iniciar programas de melhoramento participativo que possam garantir a sobrevivência contínua para gerações presentes e futuras.

V CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Existem variações sutis na forma da orelha e da cabeça dentro do ecótipo Berganês que ressalta a variabilidade fenotípica dos indivíduos, como resultado da variação nos padrões de cruzamentos utilizados em sua formação e/ou na seleção para um tipo específico. No entanto, estes animais apresentam padrão fenotípico que os separam das suas raças de origem, indicando que já é morfologicamente diferente e evidenciando um padrão que se estabelece para a determinação do tipo racial desejado.

2. A morfometria geométrica proporcionou melhor visualização dos locais específicos de variação da forma da orelha e da frontal da cabeça dos animais. As principais variações da forma para região da orelha ocorrem nas áreas apical, medial e basal, já na região frontal da cabeça ocorrem na frente, no arco superciliar e nas extremidades nasais. Em maioria, os animais Berganês apresentam tipo de orelhas medianas a longas, largas e pendulosas. Possuem, comumente, frente larga, curta, com estreitamento do espelho nasal e expansão no arco superciliar.

3. O uso da morfometria geométrica também revelou-se eficiente na identificação das variações morfológicas entre os rebanhos Berganês, Santa Inês e Bergamácia. Além de possibilitar interpretar a diversidade fenotípica dentro da população Berganês no intuito de fornecer informações necessárias para sua caracterização racial.

4. A variação na forma do corpo dos diferentes rebanhos ocorre, especialmente, na região anterior, entre a tuberosidade do úmero-escapular, na região posterior, correspondente às regiões da garupa e do traseiro, e nas regiões dorso-ventral. Os rebanhos diferem com relação à forma e estrutura do corpo, permitindo identificar diferentes tipos funcionais. Os ovinos do ecótipo Berganês e da raça Santa Inês apresentam características de animais de maior tamanho e estatura, com região anterior mais desenvolvida e posterior mais expressiva em relação às raças Morada Nova e Somális.

VI CONCLUSÃO

A morfometria geométrica foi essencial para quantificação da variação de forma e tamanho das regiões da orelha, da frontal da cabeça e do corpo do ecótipo Berganês, além de permitir classificar os rebanhos pelos caracteres raciais e produtivos. Evidenciou que os ovinos Berganês, apresentam padrões fenotípicos que os separam dos indivíduos das suas raças de origem, Bergamácia e Santa Inês, indicando que estes grupos genéticos são morfologicamente diferentes. Em maioria, os animais Berganês apresentam tipo de orelhas medianas a longas, pendulosas e largas. Possuem, comumente, fronte larga, curta, e com expansão no arco superciliar. Em relação a sua conformação corporal, apresentam características de animais de maior tamanho e estatura, com região anterior mais desenvolvida e posterior mais expressiva. Os resultados obtidos neste estudo serão úteis para auxiliar no cumprimento de exigências para obter o reconhecimento do ecótipo Berganês como raça e como subsídio para programas de melhoramento genético participativo.

VII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.C.J. **Caracterização fenotípica e produtiva de galinhas e patos no estado da Bahia**. 2016. p.41. Tese da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador.

ALVES, J.S. **Diversidade fenotípica e genética em linhagens de patos nativos (*Cairina moschata*)**. 2017. p.65. Tese do Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Jequié.

ARAÚJO, T.L.A.C.; PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; CAMPOS, A.C.N.; PEREIRA, M.W.F.; HEINZEN, E.L.; MAGALHÃES, H.C.R.; BEZERRA, L.R.; DA SILVA, L.P.; OLIVEIRA, R. L. Effects of quantitative feed restriction and sex on carcass traits, meat quality and meat lipid profile of Morada Nova lambs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.8(1), 2017.

BEZERRA, M.J.B.; SILVA, M.B.; LOBO, C.H.; VASCONCELOS, F.R.; LOBO, M.D.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; MOREIRA, R.A.; NEVES, M.M.; FIGUEIREDO, J.R.; MOURA, A.A. Gene and protein expression in the reproductive tract of Brazilian Somalis rams. **Reproduction in Domestic Animals**, 2018. doi: 10.1111 / rda.13348.

BIAGIOTTI, D.; SARMENTO, J.L.R.; Ó, A.O. do.; RÊGO NETO, A.de.A.; SANTOS; G.V.dos.; SANTOS, N.P.da.S.; TORRES, T.S.; NERI, V.S. Caracterização fenotípica de ovinos da raça Santa Inês no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.29-42, 2013.

BIAGIOTTI, D.; GUIMARÃES, F.F.; SARMENTO, J.L.R.; SANTOS, G.V.; NETO, A.A.R.; SANTOS, N.P.S.; FILHO, L.A.S.F.; SENA, L.S. Uso de estatística multivariada para estudo de caracterização racial em ovinos. **Acta Tecnológica**, v.9, p.16-26, 2014.

BRADLEY, M.M.; PERRA, M.; AHLSTRØM, O.; JENSSEN, B.J.; JØRGENSEN, E.H.; FUGLEI, E.; MUIR, D.C.G.; SONNE; C. Mandibular shape in farmed Arctic foxes (*Vulpes lagopus*) exposed to persistent organic pollutants. **Science of the Total Environment**, v.646, p. 1063–1068, 2018.

BRENO, M.; LEIRS, H.; VAN DONGEN, S. Traditional and geometric morphometrics for studying skull morphology during growth in *Mastomys natalensis* (Rodentia: Muridae). **Journal of Mammalogy**, vol. 92, no. 6, p. 1395-1406, 2011.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.; SANTOS, F.N.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal ediversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.7, p.991-998, 2007.

CARNEIRO, W.P.; LIMA JUNIOR, A.C.; PIMENTA FILHO, E.C.; AZEVEDO, P.S.; MOURA, J.F.P.; SILVA, J.V.; SOUZA, H.C.; OLIVEIRA, F.G. Slaughter and Form of Marketing of Goat Meat and Sheep in Paraíba. **Revista Científica de Produção Animal**, v.14, n.1, p.98-101, 2012.

COOKE, S.B.; TERHUNE, C.E. Form, function, and geometric morphometrics. **The Anatomical Record**, v.298, p.5-28, 2015.

CONTRERAS, G.; CHIRINOS, Z.; ZAMBRANO, S.; MOLERO, E.; PAEZ, A. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. **Rev. Facult. Agron**, v.28(1), p.91-103, 2011.

ESQUIVELZETA, C.; FINA, M.; BACH, R.; MADRUGA, C.; CAJA, G.; CASELLAS, J.; PIEDRAFITA, J. Morphological analysis and subpopulation characterization of Ripollesa sheep breed. **Animal Genetic Resources**, v.49, p.9-17, 2011.

FIGUEIREDO, G.C.; DE REZENDE, M.P.G.; DE FIGUEIREDO, M.P.; BOZZI, R.; JÚNIOR SOUZA, A.A.O.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M. Morphofunctional characteristics of Dorper sheep crossed with Brazilian native breeds. **Small Ruminant Research**, 2018.

GUNZ, P.; MITTEROECKER, P. Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces. **Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy**, v.24(1), p.103-109, 2013.

HAMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistic *software* package for education and data analysis. **Paleontologia Eletrônica**, v.4, p.1-9, 2001.

IBACACHE, M.V.T.; SOTO, G.M.; GALDAMES, I.S. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. **International Journal of Morphology**, v.28 (4), p.977-990, 2010.

JUCÁ, A.F.; FAVERI, J.C.; MELO FILHO, G.M.; LISBOA, A.R.F.; AZEVEDO, H.C.; MUNIZ, E.N.; PINTO, L.F.B. Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid tropical regions and factors that explain trait variation. **Tropical Animal Health and Production**. v.46, p.5, 2014.

KLINGENBERG, C.P. Morphometric integration and modularity in configurations of landmarks: tools for evaluating a priori hypotheses. **Evolution & Development**, v.11(4), p.405-421, 2009.

KLINGENBERG, C.P. Evolution and development of shape: Integrating quantitative approaches. **Nature Reviews Genetics**, v.11, p.623-635, 2010.

KLINGENBERG, C.P. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. **Molecular Ecology Resources**, v.11, p.353-357, 2011.

KOSGEY, I.S.; BAKER, R.L.; UDO, H.M.J.; VAN ARENDONK, J.A.M. Successes and failures of small ruminant breeding programs in the tropics: a review. **Small Ruminant Research**, v.61, p.13-28, 2006.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; FORNI, S.; SILVA, J.A.V.; YOKOO, M.J.; ALENCAR, M.M. Genetic parameters estimates for visual scores and their association with body weight in beefcattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39(5), p.1015-1022, 2010.

LA BARRA, R.; LATORRE, E.; MARTÍNEZ, M.E.; CALDERÓN, C. Morphostructural Differentiation and Variability of Merino Sheep Breed Under Sustained Directional Selection. **International Journal of Morphology**, v.32, n.3, p.1069-1073, 2014.

LOREAU, M. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.365 (1537), p.49–60.

LUCENA, J.E.C.; VIANNA, S.A.B.; BERBARI NETO, F.; SALES FILHO; R.L.M.; DINIZ, W.J.S. Comparative study of morphometric proportions among Campolina's stallions and gel de dones. **Semina Ciências Agrárias**, v.36(1), p.353-366, 2015.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F.; OLIVEIRA, D.F.D.; AZEVEDO, D.M.M.R.; ROCHA, J.L. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.662- 671, 2008.

MAVULE, B.S.; MUCHENJE, V.; BEZUIDENHOUT, C.C.; KUNENE, N.W. Morphological structure of Zulu sheep based on principal component analysis of body measurements. **Small Ruminant Research**, v.111, p.23-30, 2013.

MELORO, C.; O'HIGGINS, P. Ecological Adaptations of Mandibular Form in Fissiped Carnivora. **Journal of Mammalian Evolution**, v.18, p.185-200, 2011.

MITTEROECKER, P.; GUNZ, P. Advances in Geometric Morphometrics. **Evolutionary Biology**, v.36, p.235-247, 2009.

MISHRA, A.K.; VOHRA, V.; RAJA, K.N.; SINGH, S.; SINGH, Y. Principal component analysis of biometric traits to explain body conformation in Kajali sheep of Punjab, India. **Journal of Animal Sciences**, v.87 (1), p.93-98, 2017.

MONTEIRO, L.R.; REIS, S.F. **Princípios de morfometria geométrica**. Ribeirão Preto: Holos, p.54, 1999.

MORAIS, D. A morfometria geométrica e a “revolução na morfometria”localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **Bioletim - Ano III**, n.3, 2003.

MOURA NETO, J.B.de; MOREIRA, J.N.; GOUVEIA, J.J.S.; NOGUEIRA FILHO, P.A.; de SILVA JÚNIOR, S.S.; RIBEIRO, M.N. Caracterização morfológica de ovinos do ecotipo Berganês. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Gramado, RS, 2016.

MOURA NETO, J.B.de; MOREIRA, J.N.; GOUVEIA, J.J.S.; NOGUEIRA FILHO, P.A.; de.; SILVA JÚNIOR, S.S.; CHAGAS, E.C.O.de.; RIBEIRO, M.N. Desempenho de cordeiros do ecotipo Berganês e cruzados com Dorper terminados em dois sistemas: em confinamento e a pasto, no Sertão Pernambucano. **Reunión de la Asociación Latino**

americana de Producción Animal, Brasil, 07-1, Noviembre, 2016.

NÓBREGA da, G.H.; SILVA da, E.M.N.; SOUZA de, B.B.; MANGUEIRA, J.M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**, v.6, n.1, p.67 – 73, 2011.

NOGUEIRA FILHO, P.A.; YAMAMOTO, S.M. A história do Berganês, ecótipo ovino do semiárido pernambucano. **Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural**, Juazeiro- Ba, p.2, 2017.

OLIVEIRA, L.F.; GHELLER, V.A. Avaliação de medidas pélvicas internas de vacas holandesas do estado de Minas Gerais, BRASIL. **Ciência Animal Brasileira – Suplemento 1 – Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria**, 2009.

OKUMURA, M.; ARAUJO, A.G.M. Archaeology, biology, and borrowing: A critical examination of Geometric Morphometrics in Archaeology. **Journal of Archaeological Science**, v.xxx, p.1-10, 2018.

PAIVA, S.R.; SILVÉRIO, V.C.; EGITO, A.A.; MCMANUS, C.; FARIA, D.A.; MARIANTE, A.S.; CASTRO, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M. AND DERGAM, J.A., Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.887–893, 2005.

PARÉS-CASANOVA, P.M. Does the application of geometric morphometric methods on skull allow a differentiation of domestic sheep breeds? **Journal of Zoological and Bioscience Research**, v.4, p.27-31, 2014a.

PARES-CASANOVA, P.M. Avaliação morfométrica do crânio de diversas raças bovinas atuais: análise geométrico segundo seus perfis. **Ces. Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v.9, n.1, p.58-67, 2014b.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.440-445, 2010.

POLLY, P.D.; LAWING, A.M.; FABRE, A-C.; GOSWAMI, A. Phylogenetic principal components analysis and geometric morphometrics. **Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy**, v.24, p.33-41, 2013.

POPOOLA, M.A.; OSENI, S.O. Multifactorial discriminant analysis of cephalic morphology of indigenous breeds of sheep in Nigeria. **Slovak Journal of Animal Science**, v.51, p.45–51, 2018.

RIBEIRO, E.L.A.; GONZÁLEZ-GARCÍA, E. **Indigenous** sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. **Tropical Animal Health Production**, v.48, p.1305-1313, 2016.

ROHLF, F.J. tpsUtil, version 1.7. **Department of Ecology and Evolution**, State University of New York, Stony Brook. 2016.

SANTOS, E.B. **Estrutura da Comunidade Culicidae (Insecta: Díptera) em área de Mata Atlântica do Paraná.** 2016. 94 f. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

SILVA, S.N. Crescimento e desenvolvimento de ovinos da raça Santa Inês. **Tese de Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes.** Itapetinga, UESB, p.65, 2017.

SOUZA, D.A.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; PEREIRA, E.S.; OSÓRIO, J.C.S.; TEIXEIRA, A. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somali sheep. **Small Ruminant Research**, v.114, p.51-55, 2013.

YADAV, D.K.; ARORA, R.; JAIN, A. Classification and conservation priority of five Deccani sheep ecotypes of Maharashtra, India. **Plos One**, 12(9): e0184691, 2017.

YALÇIN, H.; KAYA, M.A.; ARSLAN, A. Comparative Geometrical Morphometries on the Mandibles of Anatolian Wild Sheep (*Ovis gmelini anatolica*) and Akkaraman Sheep (*Ovis aries*). **Research Article**, v.16, p.55-61, 2010.

YUNUSA, A.J.; SALAKO, A.E.; OLADEJO, O.A. Principal component analysis of the morphostructure of Uda and Balami sheep of Nigeria. **International Research Journal of Agricultural Sciences**, v.1, p.45-51, 2013

ZELDITCH, M.L.; SWIDERSKI, D.L.; SHEETS H.D.; FINK, W.L. Geometric morphometrics for biologists: a primer. **Elsevier: Amsterdam**, p.170, 2004.