



**UTILIZAÇÃO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA NA
CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DE
OVINOS MORADA NOVA, SANTA INÊS, SOMALIS E
DORPER**

JOANDERSON DE OLIVEIRA GUIMARÃES

2018



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

**UTILIZAÇÃO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA NA
CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DE OVINOS
MORADA NOVA, SANTA INÊS, SOMALIS E DORPER**

Autor: Joanderson de Oliveira Guimarães
Orientador: Prof. DSc. Paulo Luiz Souza Carneiro

ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
Agosto de 2018

JOANDERSON DE OLIVEIRA GUIMARÃES

**UTILIZAÇÃO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA NA
CARACTERIZAÇÃO RACIAL E PRODUTIVA DE OVINOS
MORADA NOVA, SANTA INÊS, SOMALIS E DORPER**

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.DSc. Paulo Luiz Souza Carneiro

Co-orientadores: Prof. DSc. Carlos Henrique Mendes Malhado
Prof.^aDSc. Lorena Andrade Nunes

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Agosto de 2018

636.3 Guimaráes, Joanderson de Oliveira.
G978u Utilização da morfometria geométrica na caracterização racial e produtiva de ovinos morada nova, Santa Inês, Somalis e Dorper. / Joanderson de Oliveira Guimaráes. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2018. 80fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro e coorientação do Prof. D.Sc. Carlos Henrique Malhado e Profª. D.Sc. Lorena Andrade Nunes.

1. Ovinocultura - Diversidade fenotípica. 2. Ovinos – Melhoramento genético participativo. 3. Morfofuncionalidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Carneiro, Paulo Luiz Souza. III. Malhado, Carlos Henrique. IV. Nunes, Lorena Andrade. V. Título.

CDD(21): 636.3

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

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ovinocultura - Diversidade fenotípica
2. Ovinos – Melhoramento genético participativo
3. Morfofuncionalidade

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Utilização da morfometria geométrica na caracterização racial e produtiva de ovinos morada nova, santa inês, somalis e dorper".

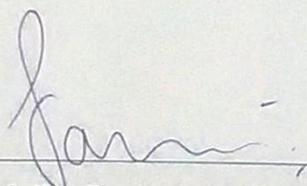
Autor (a): Joanderson de Oliveira Guimarães

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro

Co-orientador (a): Prof. Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado

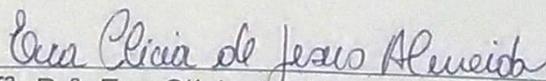
Prof^a. Dr^a. Lorena Andrade Nunes

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

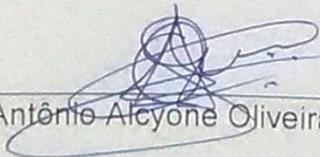


Prof. Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro – UESB

Orientador



Prof^a. Dr^a. Eva Clícia de Jesus Almeida – FAT



Prof. Dr. Antônio Alcyrone Oliveira de Souza Júnior - IFBA

Data de realização: 06 de agosto de 2018.

Sobre a vida

“Só eu sei cada passo por mim dado,
nessa estrada esburacada que é a vida
passei coisas que até mesmo Deus duvida
fiquei triste, capiongo, aperriado,
porém nunca me senti abandonado,
me agarrava sempre numa mão amiga
e de força minha alma era munida
pois do céu uma voz me dizia assim:
-suba o queixo, meta os pés, confie em mim
“Siga a luta que eu cuido das feridas”.

(Bráulio Bessa)

Aos meus pais, Sival e Lúcia, aos meus irmãos Jonatas e Andreza, a minha linda sobrinha Isadora, a toda minha família em especial minhas tias Alzenir e Cláudia que como duas outras mães sempre acreditaram em mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pelo dom da vida e uma família maravilhosa, aos meus pais Lucia Pereira de Oliveira e Sival Guimarães pelo amor e educação que me proporcionaram e mesmo em tempos de dificuldades, não permitiram que algo faltasse, pelo incentivo e motivação na buscados meus objetivos estando sempre ao lado, de mãos dadas, ensinando a viver a vida de modo correto e justo, traçar minhas metas e conquistar objetivos cada vez maiores, por sempre ampararem nos momentos mais difíceis não deixando jamais esmorecer, agradeço pelas palmadas e todos “nãos”, que no momento eu não entendia, mas tornou-me o homem que sou hoje, temente a Deus e apaixonado por minha maravilhosa e inestimável família, papai, mainha, vocês são meus ídolos, meus heróis sem capa.

Tenho imensa gratidão a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelos anos de conhecimento e experiência adquirida, sou eternamente grato, a essa instituição pelo prazer, e em grande parte do tempo e pela alegria de poder fazer parte dessa instituição.

Imensa gratidão ao meu orientador Paulo Luiz Souza Carneiro, seu entusiasmo muitas vezes alimentou o meu, a atenção e descontração de suas orientações, o incentivo tanto na fase de coleta de dados quanto escrita e apoio para que esse se fizesse um bom trabalho foram inestimáveis para que eu chegasse até aqui. Obrigado professor, o senhor é um dos poucos bons exemplos acadêmicos com quem tive a imensa satisfação em trabalhar e uma das pessoas que mis contribuíram para o meu desenvolvimento científico e profissional.

Ao Marcos Rezende, primeiro pela amizade e companhia de copo, o que é essencial para manter uma mente sã, e então pelo seu conhecimento, por contribuir tanto para o sucesso desse trabalho, pelas leituras críticas, apoio na escrita, sugestões e análises que me ensinou a fazer.

Ao DSc Milton Teixeira pelo apoio e disponibilidade tanto na expoconquista quanto na ida até as propriedades, apresentando-me aos ovinocultores Esdras e Maxuel que dispuseram seus animais para compor meu banco de dados. A Síría e Rosa pelo apoio, duas mulheres de coração maravilhoso e que com a dedicação que têm serão excelentes profissionais.

Ao Aysllan, peça fundamental durante minhas coletas de dados, muito obrigado por sua amizade e disponibilidade para ajudar-me, Tiberyo, Tinarya e Marcos, por acolherem um desconhecido em seu lar com tanto carinho e atenção.

A meu irmão Jonatas, pela amizade, cumplicidade, respeito e amor que nunca me deixou faltar apesar da distância. A minhas tias Alzenir, Claudia e minha prima/irmã Endyw, que sempre enfatizam seu amor e apoio a cada momento, mesmo estando tão longe nunca deixaram de estar perto, amo muito vocês.

Stefane Silva pelo apoio, incentivo e por ter me apresentado uma família tão maravilhosa quanto a minha, mesmo distante a maior parte do tempo.

Ao Srº João Granja, produtor rural e Ariston, técnico agrícola em Morada Nova – CE, pelo apoio nas pesquisas a campo e boas conversas.

A EMBRAPA em especial aos DSc Kleibe e Hymerson, pela disponibilidade e apoio, fundamentais para o bom andamento desse trabalho de pesquisa.

Muita gratidão ao pessoal da Zootecnia da UVA que proporcionaram boas conversas e uma agilidade impressionante no trabalho durante as poucas horas que estive na FAEX.

Ao Grupo de Estudo em Melhoramento Animal (GEMA)

Aos meus professores da EMARC – Uruçuca (atual IFbaiano), em especial Elcir, Mafra, Josafá e Leandro, agradeço pelos inúmeros conselhos, brincadeiras com tons de verdade e preocupação com nosso aprendizado e formação para a vida profissional, os senhores são exemplos e fontes de inspiração.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, e da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, apoio sem o qual não seria possível realiza-lo.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação profissional, o meu muitíssimo obrigado!

BIOGRAFIA

JOANDERSON DE OLIVEIRA GUIMARÃES, filho de Lúcia Pereira de Oliveira e Sival Guimarães, nasceu na cidade de Belmonte, estado da Bahia, em 24 de Agosto de 1992. Em 2011 ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, onde em 2015 obteve o título de Zootecnista. Em Abril de 2016 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 em Genética e Melhoramento Animal.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | viii |
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE ABREVIACOES | xi |
| RESUMO..... | xii |
| EBSTRACT | xiv |
| 1 REFERENCIAL TEORICO | 16 |
| 1.1 Introdução geral..... | 166 |
| 1.2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 17 |
| 1.2.1A ovinocultura e o nordeste | 177 |
| 1.2.2Utilizao e conservação de ovinos nativos..... | 188 |
| 1.2.3Morfometria | 200 |
| 1.3 BIBLIOGRAFIA..... | 23 |
| 2 OBJETIVOS GERAIS | 27 |
| 2.1 Objetivos específicos..... | 277 |
| 3 CAPÍTULO I: Uso da morfometria geométrica na diversidade morfofuncional de ovinos Morada Nova..... | 28 |
| RESUMO..... | 28 |
| ABSTRACT..... | 29 |
| INTRODUÇÃO | 30 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 32 |
| <i>Dados</i> | 322 |
| <i>Morfometria geométrica</i> | 322 |
| <i>Biometria</i> | <i>corporal</i> |
| 344 | |
| RESULTADOS..... | 36 |
| <i>Morfometria geométrica</i> | 36 |
| <i>Biometria corporal</i> | 41 |
| DISCUSSÃO | 44 |
| CONCLUSÃO | 49 |
| REFERÊNCIAS | 50 |

| | |
|--|----|
| 4 CAPÍTULO II: Morfometria geométrica na avaliação da diversidade morfofuncional de raças ovinas nativas do Nordeste Brasileiro | 56 |
| RESUMO..... | 56 |
| ABSTRACT..... | 57 |
| INTRODUÇÃO | 58 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 60 |
| <i>Dados</i> | 60 |
| <i>Métodos da morfometria geométrica</i> | 60 |
| <i>Métodos da biometria corporal</i> | 62 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| <i>Morfometria geométrica</i> | 65 |
| <i>Biometria corporal</i> | 70 |
| CONCLUSÃO | 75 |
| REFERÊNCIAS | 76 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Uso da morfometria geométrica na diversidade morfofuncional de ovinos Morada Nova

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1 Ovelha da raça Morada Nova nas posições anatômicas que foram capturadas as imagens e respectivos marcos anatômicos inseridos. Cabeça (A), orelha (B) e corpo (C). | 33 |
| Figura 2 Medidas biométricas realizadas em ovelhas da raça Morada Nova. | 34 |
| Figura 3 Gráfico da dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma da região frontal da cabeça. | 37 |
| Figura 4 Gráfico da dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma da orelha | 38 |
| Figura 5 Gráfico de dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma do corpo. | 39 |
| Figura 6 Biplot (A) e heatmap (B) com base nos fatores gerados a partir das características biométricas de diferentes rebanhos de ovinos da raça Morada Nova. | 43 |

CAPÍTULO II

Morfometria geométrica na avaliação da diversidade morfofuncional de raças ovinas nativas do Nordeste Brasileiro

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1 Fêmea da raça Santa Inês e respectivo marcos e semimarcos anatômicos inseridos. | 61 |
| Figura 2 Medidas biométricas mensuradas nos ovinos das raças Morada | 62 |

Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

- Figura 3 Dispersão gráfica com base nas análises de Variáveis Canônicas e outlines obtidos a partir das imagens do corpo dos seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper. 66
- Figura 4 Biplot (A) e Heatmap (B) considerando os fatores gerados a partir dos índices de conformação para os seis rebanhos de ovinos Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper. 73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Uso da morfometria geométrica na diversidade morfofuncional de ovinos Morada Nova

| | | Página |
|----------|--|--------|
| Tabela 1 | Distâncias de Mahalanobis para região frontal da cabeça, orelha e corpo dos rebanhos de ovinos da raça Morada Nova. | 36 |
| Tabela 2 | Validação cruzada da região frontal da cabeça, orelha e lateral do corpo de ovinos da raça Morada Nova comparados par-a-par e porcentagem de classificação dentro de cada rebanho. | 40 |
| Tabela 3 | Análise fatorial das medidas biométricas de diferentes rebanhos de ovinos da raça Morada Nova. | 41 |

CAPÍTULO II

Morfometria geométrica na avaliação da diversidade morfofuncional de raças ovinas nativas do Nordeste Brasileiro

| | | Página |
|----------|--|--------|
| Tabela 1 | Descrição das quantidades de animais provenientes dos diferentes rebanhos de ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper. | 60 |
| Tabela 2 | Distâncias de Mahalanobis obtidas a partir das coordenadas cartesianas de forma do corpo dos seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper | 65 |
| Tabela 3 | Validação cruzada entre seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper comparados par-a-par e porcentagem de classificação dentro de cada rebanho. | 68 |
| Tabela 4 | Fatores obtidos a partir dos índices de conformação dos seis rebanhos de ovinos das raças Morada Novos, Somalis, Santa Inês e Dorper. | 70 |

LISTA DE ABREVIACOES

- ANOVA - Análise de Variância Univariada
- AU – approximately unbased
- AVC - Análise das Variáveis Canônicas
- SI – Rebanho Santa Inês particular
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- DO – Rebanho Dorper particular
- EBMN – Rebanho Morada Nova EMBRAPA
- EBSI – Rebanho Santa Inês EMBRAPA
- EBSM – Rebanho Somalis EMBRAPA
- FAEX/UVA- Fazenda Experimental da Universidade Estadual do Vale do Acara
- FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
- FXMN – Rebanho Morada Nova FAEX/UVA
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MANOVA – Análise de Variância Multivariada
- MG – Morfometria Geométrica
- ML – Morfometria Linear
- MN1 – Rebanho Morada Nova particular um
- MN2 – Rebanho Morada Nova particular dois
- UPGMA - Unweighted Pair Group Method With Aritimetic Average
- UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
- UVA - Universidade Estadual do Vale do Acara

RESUMO

Guimarães, Joanderson de Oliveira. **Utilização da morfometria geométrica na caracterização racial e produtiva de ovinos Morada Nova, Santa Inês, Somalis e Dorper**. Itapetinga, BA: UESB. 2018. 80p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)*

A ovinocultura é uma das principais fontes de renda para muitas famílias rurais, principalmente na região semiárida, onde as raças nativas são recurso genético fundamental por sua adaptação às condições ambientais locais. Contudo, a seleção artificial direcionada principalmente para caracterização racial, promoveu pouco avanço no melhoramento genético de características produtivas importantes, levando a perda de espaço das raças nativas para raças exóticas e seus cruzamentos, visando maior produtividade. Assim, objetivou-se avaliar aspectos morfofuncionais produtivos e raciais das raças nativas Morada Nova, Santa Inês e Somalis em comparativo com uma raça exótica (Dorper) com aplicação de morfometria geométrica e geração de índices morfofuncionais e de conformação. Foram analisadas 193 fêmeas, provenientes de rebanhos Morada Novas (EBMN, 30; FXMN, 20; MN1, 30 e MN2, 11), Santa Inês (EBSI, 30 e SI, 28), Somalis (EBSM, 30) e Dorper (DO, 14). Foram tomadas medidas biométricas da cabeça/corpo e capturadas imagens nas quais foram inseridos 28, 22 e 34 marcos e semimarcos anatômicos nas regiões da cabeça, orelha e corpo, respectivamente. As medidas biométricas foram combinadas para geração de índices de conformação e com as imagens procederam-se as análises de morfometria geométrica. Foi realizada análise de fatores com as medidas biométricas e os índices gerados. Os fatores foram rotulados de acordo com os maiores coeficientes das variáveis (medidas e índices) e posteriormente, utilizados em análises de variáveis canônicas, geração de gráficos biplot e heatmap. Entre os rebanhos Morada Nova, observou-se variações de forma, e os fatores gerados permitiram identificar diferentes morfofuncionalidades. Houve associação dos agrupamentos dos animais ao usar a morfometria geométrica e a biometria corporal convencional com o EBMN e MN2 apresentando perfis de maior potencial produtivo devido sua estrutura e capacidade corporal (brevilíneos). Já os FXMN e MN1, mostram-se animais menores e delgados (longilíneos). Ao comparar rebanhos de diferentes raças, observou-se que tanto a biometria quanto morfometria geométrica possibilitaram a discriminação dos rebanhos conforme suas especificidades.

EBMN, MN e EBSM são animais de menor estatura e potencial produtivo; DO são profundos, largos e de posterior mais desenvolvido; SI e EBSI são mais delgados, altos e de anterior mais desenvolvido e menor aptidão para produção de carne que DO. A identificação de animais com diferentes perfis pode auxiliar produtores e pesquisadores, no contexto do melhoramento genético participativo, buscando animais para atender nichos de mercado e sistemas de produção específicos. A diversidade de perfis produtivos observada entre as raças é fundamental para proporcionar um amplo espectro de características a serem selecionadas conforme demanda de cada programa de melhoramento genético e sistema de produção.

Palavras-chave: diversidade fenotípica, melhoramento participativo, morfofuncionalidade.

ABSTRACT

Guimarães, Joanderson de Oliveira. **Use of geometric morphometry in the racial and productive characterization of Morada Nova, Santa Inês, Somalis, and Dorper ovine breeds.** Itapetinga, BA: UESB. 2018. 80p. Dissertation. (Master's Degree in Animal Husbandry, Ruminant Production)*

Many rural families have sheep farming as one of the main sources of income, especially in the semi-arid region, where native breeds are a key genetic resource due to their adaptation to local environmental conditions. However, native breeds have lost space to exotic breeds aiming at better productivity. The artificial selection directed to racial characterization promoted little advance in the genetic improvement of important productive characteristics. The objective of this study was to evaluate the morphofunctional and productive aspects of *Morada Nova*, *Santa Inês*, and *Somalis* native breeds in comparison with an exotic breed (Dorper) using geometric morphometry and the generation of morphofunctional and conformation indices. Females were collected from the *Morada Nova* (EBMN, 30, FXMN, 20, MN1, 30 and MN2, 11), *Santa Inês* (EBSI 30 and SI 28), *Somalis* (EBSM 30), and *Dorper* (DO 14) breeds, totaling 193 sheep. Biometric measurements of the head/body were carried out and images were taken, in which 28, 22 and 34 anatomical marks were inserted in the head, ear and body regions, respectively. The biometric measurements were combined for the generation of conformation indices and the images were analyzed by geometric morphometry. Factor analysis was performed with the biometric measurements and the generated indexes. The factors were labeled according to the highest coefficients of the variables (measures and indexes) and used in the analysis of canonical variables, biplot and heatmap graphs. Variations in shape were observed among the *Morada Nova* herds and the generated factors allowed the identification of different morphofunctions. There was an association between the groups of sheep using geometric morphometry and conventional body biometry with EBMN and MN2, showing profiles of greater productive potential due to their structure and body capacity (breviline). However, the FXMN and MN1 are small and thin (longilinear) animals. When comparing herds of different breeds, it was observed that both biometrics and geometric morphometry allowed the discrimination of the herds according to their specificities. EBMN, MN, and

EBSM are animals of shorter stature and productive potential; DO are deep, broad, and later developed; SI and EBSI are thinner, taller and earlier developed with less ability to produce meat than DO. In the context of participatory genetic improvement, the identification of sheep with different profiles can help producers and researchers to reach specific market niches and production systems. The diversity of productive profiles observed between breeds is fundamental to provide a wide spectrum of characteristics to be selected according to the demand of each breeding program and production system.

Keywords: phenotypic diversity, participatory improvement, morphofunctionality.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução geral

A ovinocultura tem se destacado no agronegócio nacional devido aumento da competitividade/estruturação da cadeia produtiva e organização dos criadores, tendendo a expandir sua participação na economia. Contudo, um dos principais gargalos para expansão da atividade ainda é a desigualdade de acesso à informação e tecnologias devido a não implementação de políticas públicas voltadas ao setor de produção, associada a isso está o aspecto cultural de rejeição da assistência técnica, dificultando o atendimento das demandas locais desses produtores.

A atividade é de fundamental importância para a região Nordeste do Brasil, não apenas pela cultura da criação de ovinos que acompanha gerações, mas por sua importância socioeconômica (Costa et al., 2008) grande disponibilidade de animais (McManus et al., 2013) e adaptação as condições edafoclimáticas da região. Isso já era relatado pelo patrono da Zootecnia Octávio Domingues em 1954 (Domingues, 1954). Ele salientava que a criação de raças nativas tem como característica proporcionar a permanência e subsistência do homem no campo, contribuindo para o maior desenvolvimento econômico, diminuindo o êxodo rural, subsidiando preservação e melhoramento do patrimônio genético local.

A maior parte da produção na região se divide entre a criação de animais reconhecidamente especializados, como a raça exótica Dorper, e a raça nativa Santa Inês, que tem sido selecionada e melhorada geneticamente. Ambas as raças e seus cruzamentos vêm sendo amplamente utilizadas no cenário da produção de ovinos no Nordeste. Por outro lado, as raças nativas não selecionadas para produção, como Moradas Novas e Somalis, que muitas vezes figuram somente em rebanhos de conservação. Conforme Mariante et al. (2011), a introdução de raças que passaram por um extenso processo de aprimoramento produtivo e seus cruzamentos contribuíram para a substituição das raças nativas menos selecionadas ao ponto de deixa-las a beira da extinção.

Conforme Rezende et al. (2014a) a utilização de medidas biométricas como ferramenta para conservação e melhoramento de raças nativas consiste numa técnica relativamente simples mas que exige bastante perícia do avaliador, possibilita o estudo da variabilidade fenotípica e identificação das funcionalidades dos animais,

caracterização racial e produtiva subsidiando programas de melhoramento genético através da geração e interpretação de índices morfofuncionais. Por outro lado, o estudo da morfologia animal pode ser complementado pela avaliação da forma dos animais de modo geral, como a morfometria geométrica possibilita, sendo uma técnica mais recente que a biometria e igualmente de grande potencial de visualização da variação de forma, identificação e caracterização de animais por meio de imagens tomadas a campo (Cooke & Terhune, 2015).

A avaliação morfológica possibilita a seleção de animais melhoradores para compor os rebanhos, porém, demanda cada vez maior precisão e redução de custos para aplicação das técnicas, sendo uma economia possível por meio da utilização da morfometria geométrica em sistemas de avaliação morfológica de ovinos.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 A ovinocultura na região Nordeste

No Nordeste Brasileiro a ovinocultura tem grande importância como componente fundamental para suprimento das famílias e geração de renda local, atuando como promotor de desenvolvimento socioeconômico (Costa et al., 2008; Coutinho et al., 2013). Porém, o baixo potencial genético da maioria dos rebanhos, associado as práticas inadequadas e limitações zootécnicas e de assistência técnica, dificultam a participação dos pequenos produtores no mercado da carne ovina devido aos baixos índices de produtividade e rentabilidade (Vidal et al., 2006). Isso fica mais evidente para os criadores de raças locais que passaram por pouco ou nenhum processo de seleção artificial, muitas vezes apenas com viés apenas de características raciais preferidas pelos produtores e muitas vezes limitados à pecuária de subsistência.

A região Nordeste do Brasil concentra acerca de 57% do rebanho ovino nacional (IBGE, 2015), entretanto os sistemas de produção ainda são muito carentes de tecnologias que proporcionem dinamismo e eficiência produtiva. O que proporciona pouca expressão econômica na maioria dos países onde está inserida (Emerenciano Neto et al., 2017). Conforme Rezende et al. (2010), grande parte da cadeia produtiva não é conduzida de forma eficiente, deixando a desejar principalmente no padrão e qualidade do produto cárneo. Mesmo a carne figurando como principal fonte de renda para grande

parte das regiões interioranas, (Jesus Junior et al., 2010). Além disso, heterogeneidade no desenvolvimento dos pequenos rebanhos impossibilita a formação de lotes uniformes, que associada à baixa qualidade do produto faz com que os valores pagos sejam menores que os praticados pelo mercado local, desestimulando ainda mais a implantação de melhorias, (Raineri et al., 2014).

É importante estabelecer um cenário em que as raças nativas, totalmente adaptadas a suas regiões, compitam em produtividade com raças exóticas, aumentando assim o interesse por sua criação, gerando maior retorno econômico e contribuindo para preservação do material genético, uma vez que a conservação destas raças está intimamente relacionada à sua utilização (Mariante et al., 2011).

No meio rural o produtor enfrenta dificuldades inversamente proporcionais ao tamanho do seu empreendimento para obter padrão de qualidade e produtos que atendam satisfatoriamente o mercado (Bittencourt et al., 2016). Principalmente quando esses não estão inseridos em cadeias estruturadas e com plano gerencial e logístico, o que fomentaria a competição em pé de igualdade com outros produtores mais tecnificados e consolidados no mercado (Farina & Zylberstanjn, 1998; Ferreira & Padula, 2002).

Neste cenário, são necessárias políticas públicas que visem aumentar a capacidade produtiva dos empreendimentos rurais por meio da melhoria de instalações, aquisição de equipamentos e principalmente acesso a assistência técnica qualificada (Emerenciano Neto et al., 2017), promovendo incremento substancial e rentabilidade na atividade. Como consequência, a maior permanência, renda e qualidade de vida para o homem do campo são garantidas (Emerenciano Neto et al., 2011). Proporcionando mais ações corretivas sobre práticas antieconômicas, seleção e melhoramento dos rebanhos, viabilizando a identificação de caracteres que representem maior capacidade produtiva dos animais.

1.2.2 Utilização e conservação de ovinos nativos

A produção pecuária em grande parte do Nordeste do Brasil é bastante limitada, devido a fatores deficitários, principalmente de assistência técnica, controle zootécnico, planejamento e gestão dos recursos genéticos disponíveis. Quanto à gestão dos recursos genéticos, historicamente, o homem selecionou animais com base nos caracteres

fenotípicos e de produtividade que melhor atendessem às suas necessidades culturais e econômicas (Arandas et al., 2017). No entanto, esses mesmos fatores culturais tem proporcionado discordâncias entre produtores e pesquisadores quanto aos reprodutores selecionados para compor programas de melhoramento de raças nativas, devendo os critérios para selecioná-los serem mais amplamente discutidos e acertados com as comunidades de interesse (Arandas et al., 2017; Getachew et al., 2010).

A frequente introdução de raças exóticas melhoradas e seus cruzamentos, que são mais produtivas, porém mais exigentes quanto às condições de manejo, caracteriza grande ameaça à manutenção dos rebanhos compostos por algumas raças locais. Além disso, essa prática pode representar um risco para a produção equilibrada e eficiente, especialmente, para os pequenos produtores e sistemas de baixo nível tecnológico, visto que os animais especializados demandam melhores condições de manejo e maior investimento em instalações, aumentando a dependência de insumos para manutenção dos animais e reduzindo o melhor aproveitamento dos recursos genéticos locais disponíveis.

Segundo McManus et al. (2014) raças locais tendem a estarem concentradas em uma determinada região enquanto as exóticas especializadas se distribuem por todo território nacional. Essa concentração pode contribuir para a extinção de muitos rebanhos nativos, pois apesar de facilitar a troca de material genético, quando não planejada pode levar a diminuição do tamanho efetivo das populações devido a menor variabilidade e aumento de consanguinidade. Assim, para praticar uma pecuária realmente sustentável economicamente e mais inclusiva, é essencial aprofundar o conhecimento sobre a morfologia das raças nativas e no extenso processo de adaptação que passaram em convivência com o semiárido, produzindo e preservando o patrimônio genético, (Souza et al., 2015).

Dentre as principais raças nativas que compõem os rebanhos da região nordeste do Brasil, estão às raças Morada Nova, Somalis e Santa Inês. Alguns autores divergem quanto às origens da raça Morada Nova, se ibérica (Domingues, 1954), africana (Mason, 1979) ou o cruzamento de ambas (Figueiredo et al., 1978; Facó et al., 2008), essa raça representa importante material genético, localmente adaptado a região, proporciona desempenho satisfatório em sistemas de pequenas propriedades (Facó et al., 2009).

A raça, Somalis tem origem na Ásia Central e entre seus pontos característicos, o acúmulo de reserva energética localizado na base da cauda (Souza et al., 2015). Ambos

são considerados animais de pequeno porte com superfície corporal propícia à dissipação de calor, com pêlos curtos e finos, e estão sob-risco de extinção (Ribeiro et al., 2014; Souza et al., 2015). A raça Santa Inês tem como base genética as raças Bergamácia, Morada Nova, Somalis e alguma outra de origem africana. É uma raça comercial que foi desenvolvida no semiárido da Bahia e apresenta porte grande (Souza et al, 2015), portanto mais exigente em termos nutricionais e largamente utilizada em rebanhos comerciais por todo território nacional.

Estas raças nativas apresentam características importantes para produção no semiárido, como rusticidade, menor exigência nutricional quando comparadas às raças selecionadas, alta habilidade materna e pouca estacionalidade reprodutiva (Mariante et al., 2011), e principalmente, são adaptadas às condições de baixos índices pluviométricos e altas temperaturas da região.

Diante da necessidade de promover maiores ganhos em produto animal e a importância socioeconômica dessas raças, cresce a demanda pela conservação destes recursos genéticos e a necessidade tecnologias que tornem os sistemas de criação mais dinâmicos e rentáveis, gerando ganhos múltiplos, diretamente pela venda de animais e produto e/ou multiplicação deste importante material genético. No entanto, é preciso maior controle no manejo dos rebanhos para evitar a perda da variabilidade genética que lastreará as futuras gerações, estabelecer uma gestão eficiente do recurso genético disponível garantirá maior segurança na utilização e preservação destas raças.

1.2.3 Morfometria

O uso da biometria iniciou-se ao final do século XIX com estudos de Galton, Weldon e Pearson, ao introduzirem o uso da correlação para estudo da variação de forma em função de medidas lineares referentes a estruturas biológicas e suas relações (Mitteroecker & Gunz, 2009; Fornel & Cordeiro-Estrela, 2012).

O termo morfometria foi cunhado somente na década de 1965 por Blackith & Reyment (Monteiro & Reis, 1999) e tem como função descrever quantitativamente a origem nas variações de forma e tamanho de populações de organismos vivos, permitindo a verificação mais aprofundada e detalhada de suas estruturas.

Graças ao desenvolvimento das análises de correlação, variância, componentes principais, variáveis canônicas, entre outras (Adams et al., 2004) foi possível associar dados quantitativos de estruturas morfológicas para verificação do padrão de variação

destas, identificando diferenças inter e intra grupos de organismos biológicos, surgindo assim a morfometria linear.

A morfometria linear considera informações lineares, como comprimento, altura, largura, circunferência entre outras variáveis e suas razões. Contudo, não preserva a forma do indivíduo como um todo, impossibilitando sua reconstrução total ou parcial a *posteriori* para estudo aprofundado das estruturas, localização de variações nas formas, contornos e suas relações (Astua, 2003; Mitteroecker & Gunz, 2009). Seus dados também não consideram o efeito da variação da forma em função do tamanho (Bernvenuti et al., 2002), mas apenas a variação e covariação entre pontos distantes linearmente, ângulos e perímetros.

A morfometria pode ser aplicada em diversos casos na produção animal, podendo auxiliar no estudo de caracteres de interesse zootécnico, tanto nos rebanhos em conservação, quanto nos rebanhos comerciais. Além disso, é utilizada na diferenciação de raças e linhagens ovinas (Biagiotti et al., 2015), identificação de doenças em bovinos (Lusa, 2018), e variações em características raciais e/ou produtivas (Bravo e Sepúlveda, 2010).

Com o passar dos anos surge à necessidade de se conhecer mais a fundo as estruturas biológicas, levando ao desenvolvimento de metodologias que permitissem a avaliação mais detalhada dos organismos, de modo que fosse possível preservar sua geometria original, surgindo a Morfometria Geométrica (Adams et al., 2004; Cooke & Terhune, 2015). Essa técnica, diferentemente da morfometria linear, baseia-se em coordenadas cartesianas “x e y” em um objeto de duas dimensões, sendo estas coordenadas denominadas marcos anatômico ou *landmarks* (Monteiro & Reis, 1999; Rohlf & Marcus, 1993).

O meio mais simples de obtenção da base de dados em MG é utilizando câmera digital que, ao capturar criteriosamente a imagem do indivíduo, gera uma base bidimensional para posterior inserção dos *landmarks* e obtenção do referencial geométrico de forma dos grupos. Então, conforme Cooke & Terhune (2015), é necessário sobrepor estas configurações de referência para remoção das variações de deposição, rotação e proporcionar um dimensionamento comum aos grupos, para então submissão a procedimentos de estatística multivariada. Assim é possível visualizar as diferenças entre os grupos em estudo e verificar o sítio específico de cada variação em sua forma média.

A morfometria geométrica mostra-se promissora para avaliação de caracteres morfológicos em animais por ser mais sensível e criteriosa, considerando o formato do indivíduo como um todo em seus contornos, desvios e origens de variação. Suas eficientes ferramentas de visualização associadas às variáveis biométricas já bastante utilizadas proporcionam maior possibilidade de exploração dos dados, anteriormente desconhecida (Mitteroecker & Gunz, 2009).

A morfometria geométrica tem sido empregada em vários campos onde se objetiva a quantificação da variação morfológica da forma dos organismos (Cooke & Terhune, 2015) contribuindo para identificação de variações de interesse econômico. Na produção animal tem sido recentemente aplicada na análise conformacional dos dígitos e verificação da predisposição a desenvolvimento de doenças podais em bovinos leiteiros (Lusa, 2017), avaliação da diversidade fenotípica e caracterização racial de galinhas nativas (Almeida, 2016), e de patos nativos (Alves, 2017) pela forma da cabeça e bico, identificação da separação de raças equinas a partir da análise de forma dos dentes em fósseis (Seetah et al., 2014), diferenciação de raças ovinas através da análise de forma em peças arqueológicas do crânio (Parés i Casanova, 2014), e equinas (Parés i Casanova et al., 2017).

Embora a morfometria geométrica seja muito precisa e poderosa na identificação de variações da forma dos organismos, chegando a “desenhar” suas estruturas como realmente são, existe o questionamento sobre sua aplicação no estudo da funcionalidade. Mesmo tendo grande capacidade em captar e analisar a forma, não proporciona ainda resultados conclusivos em sua aplicabilidade isolada na associação de forma e função das estruturas (Bookstein, 2015; Cooke & Terhure, 2015), devido à origem das coordenadas de forma ser uma representação gráfica de distâncias, portanto não esclarecendo, questões de tipo e função (Bookstein, 2015).

Nesse sentido, a identificação das funcionalidades pode ser respondida pela morfologia funcional. Em estudos que associam a técnica à análise biométrica é possível gerar índices de conformação que possibilitam a visualização das funcionalidades mais adequadas a serem trabalhadas em animais de diversas espécies como ovinos (Meneses et al., 2013; Rezende et al., 2014a) bovinos (Rezende et al., 2014b) e equinos (Rezende et al., 2018).

1.3 BIBLIOGRAFIA

ADAMS D. C.; ROHLF F. J. & SLICE D. E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. **The Italian Journal of Zoology**. v.71(1):5-16, 2004.

ALMEIDA, E.C.J. **Caracterização fenotípica e produtiva de galinhas e patos no estado da Bahia**. Salvador: UFBA, 2016. 88 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Doutorado em Zootecnia, Salvador, 2016.

ARANDAS, J.K.G.; ALVES, A.G.C.; FACÓ, O.; BELCHIOR, E.B.; SHIOTSUKI, L.; LEITE, P.M.B.A.; RIBEIRO, M.N. Do traditional sheep breeders perform conscious selection? An example from a participatory breeding program of Morada Nova sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 1-9, 2017.

ASTUA, D. Morfometria geométrica e a revolução morfométrica - Localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **Bioletim -Revista de Divulgação Científica dos Estudantes de Biologia**.v. 3, 2003.

ÁVILA, G.R.L. & JOSAHKIAN, A. Correlações genéticas entre escores de avaliação visual e características medidas por ultrassonografia. **Cadernos de Pós-graduação**. v. 3, 2012.

BERNVENUTI, M.A; RODRIGUES, F.L. Análise comparativa entre técnicas morfométricas aplicadas a *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes) e *Odontesthes humensis* De Buen (Osteichthyes, Atherinopsidae). **Revista brasileira de Zoologia**. 19 (3): 789 - 796, 2002.

BIAGIOTTI, D.; GUIMARÃES, F.F.; SARMENTO, J.L.R.; SANTOS, G.V.; REGO NETO, A.A.; SANTOS, N.P.S.; SARAIVA, T.T.; FIGUEIREDO FILHO, L.A.S.; SENA, L.S. Uso de estatística multivariada para estudo de caracterização racial em ovinos. **Acta Tecnológica**. v. 9(2), 2014.

BIAGIOTTI, D.; SARMENTO, J.L.R.; REGO NETO, A.A.; SANTOS, N.P.S.; FIGUEIREDO FILHO, L.A.S.; SANTOS, G.V.; TORRES, T.S.; SENA, L.S. Diferenciação de populações ovinas encontradas no estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**. 64(245): 5-12, 2015.

BITTENCOURT, B.A.; SALLES, A.C.; DANIEL, V.M.; BARCELLOS, M.D. Inovação no agronegócio: um estudo sobre os tipos de inovação presentes na cadeia produtiva da ovinocultura no rio grande do sul. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**. v. 1, n. 3, p. 103-128, set-out, 2016.

BLACKITH, R. Morphometrics. In: WATERMAN, T.H.; MOROWITZ, J. (Org). **Theoretical and mathematical biology**. New York: Blaisdell, p.225-249, 1965.

BOOKSTEIN, F.L. The Relation Between Geometric Morphometrics and Functional Morphology, as Explored by Procrustes Interpretation of Individual Shape Measures Pertinent to Function. **The Anatomical Record**. 298(3):14–32, 2015.

BRAVO, S. & SEPÚLVEDA, N. Índices Zoométricos en Ovejas Criollas Araucanas. **International Journal of Morphology**. 28(2):489-495, 2010.

COOKE, S.B. & TERHUNE, C.E. Form, Function, and Geometric Morphometrics. **The Anatomical Record**. 298:5–28, 2015.

COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; SANTOS, E. N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semiárida do estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**. v 57(218); p. 195-205, 2008.

COUTINHO, M.J.F; CARNEIRO, M.S.S; EDVAN, R.L; PINTO, A.P. A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**. v20(3); p. 434-441, 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, O.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed: UFV, v.2, 390p, 1994.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed: UFV, v.2, 585p, 2003.

DOMINGUES, O. Preservação e seleção das raças nativas de gado do Nordeste. **Brazilian journal of agriculture**. v. 29, n. 7-9, 233-238, 1954.

EMERENCIANO NETO, J.V.; PEREIRA, G.F.; MEDEIROS, H.R.; GRACINDO, Â.P.A.C.; DIFANTE, G.S. Caracterização e avaliação econômica de sistemas de produção de agricultura familiar no semiárido. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.22-29, 2011

EMERENCIANO NETO, J.V.; DIFANTE, G. DOS S.; FERNANDES, L.S.; COSTA, M.G.; ARAÚJO, C.G.F. DE; LUNA, A.A. Economic evaluation of the production of sheep meat in cultivated pastures. **Custos e @gronegocio online** - v. 13, 2017.

FACÓ O.; PAIVA SR.; ALVES LRN. Raça Morada Nova: origem, características e perspectivas - Sobral: Embrapa Caprinos. 75, 43p. 2008.

FACÓ, O.; LOBO, R.N.B.; BOMFIM, M.A.D.; LIMA JUNIOR, F.E.B.; SILVA, D.C.C.; NOBRE, J.A. Teste de Desempenho Individual de Reprodutores da Raça Morada Nova: Resultados da Prova em Morada Nova – CE – 18/02 a 04/06/2008. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos. 27p. 2009.

FIGUEIREDO, E.A.P. Descrição da população de animais da raça Moda Nova. Sobral, Embrapa Caprinos e Ovinos. 12p. 1978.

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. In: Jorge R. Marinho; Luiz U. Hepp; Rodrigo FORNEL. (Org.). **Temas em Biologia**: Edição Comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus Erechim. 1 ed. Erechim, p. 101-120, 2012.

GETACHEW, T.; HAILE, A. and TIBBO, M. Herd management and breeding practices of sheep owners in a mixed crop-livestock and a pastoral system of Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, 685, 691–695, 2010.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise Multivariada de Dados**. tradução Adonai Schlup Sant'Anna. – 6. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2009.

IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3939&z=t&o=24> Tabela 3939, 2015.

JESUS JUNIOR, C.; RODRIGUES, L.S.; MORAES, V.E.G. Ovino/caprinocultura de corte – a convivência dos extremos. **BNDES Setorial**. vol.31; 281-320, 2010.

LUSA, A.C.G. **Morfometria dos dígitos e enfermidades digitais em fêmeas bovinas destinadas à produção leiteira**. Itapetinga: UESB, 2017. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

MASON, I.L. **Strenghteming Agriculural Research in Brazil**. Final Report presented to the Interamerican Instittite of . Agricultural. Sciences, Sobral, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropeaiária. Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos. 30p. 1979.

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

MCMANUS, C.M.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S.R.; MORAIS, J. C. F.; PAULA, F.; MELO, C.B.; MENDES, C.Q. Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**. 1(3), 2013.

MITTEROECKER, P; GUNZ, P. *Advances in Gometric Morphometrics. Evolutionary Biology*. 36:235–247, 2009.

MONTEIRO, L.R. & REIS, S.F. *Principios de Morfometria Geométrica*. Holos Editora, Ribeirao Preto (Brazil). 198p. 1999.

MENESES, J.M.; MONTES, D.V.; UCROS, J.P.; QUINTERO, A.F.; ÁLVAREZ, J.C. Variabilidad morfoestructural de lahembra ovina de pelo criollo colombiana. **Livestock Research for Rural Development**. v25 (5), 2013.

PARÉS I 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**. v1, 4 :27-31, 2014.

PARÉS I CASANOVA P.M.; SALAMANCA-CARREÑO A.; ALEJANDRO-CROSBY R.; CAROLINO N.; CAROLINO, I.; LEITE J.V.; DANTAS R.; LOPES S. Comparative study of different equine populations based on cranial geometric morphometrics. **Actas Ibero americanas en Conservación Animal**. 10 14-18, 2017.

RAINERI, C.; SANTOS, F. F.; GAMEIRO, A. H. Ovinocultura de corte no Brasil: balanço de 2013 e perspectivas para 2014. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 12(3); p. 12 – 17, 2014.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; BIAGIOLI, B.; LIMA, L.D.; NETO, O.B.; PEREIRA JUNIOR, J.D. Progresso científico em pequenos ruminantes na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**. (supl. especial) v.39, p.369-375, 2010.

REZENDE, M.P.G.; LUZ, D.F.; RAMIRES, G.G.; OLIVEIRA, M.V.M. Índices zootécnicos de novilhas da raça pantaneira. **Veterinária e Zootecnia**. 21(4): 550-555, 2014a.

REZENDE, M.P.G.; OLIVEIRA, N.M.; RAMIRES, G.G. Índices zootécnicos de ovinos cruzados criados em duas propriedades no Pantanal de Miranda, MS. **Revista Agrarian**, v.7(24), p.310-318, 2014b.

REZENDE, M.P.G.; SOUZA, J.C.; CARNEIRO, P.L.S.; BOZZI, R.; JARDIM, R.J.D.; MALHADO, C.H.M. Morphofunctional diversity of equine of varied genetic compositions raised in the Pantanal biome of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**.v50(5): 1033-1040, 2018.

RIBEIRO, M.N.; ARANDAS, J.K.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; SILVA, R.C.B.; FACÓ O.; ESTEVES, S.N. Demografia e grau do perigo de extinção de ovinos da raça Morada Nova. **Zootecnia Tropical**, 32(4): 309-313, 2014.

ROHLF, F.J.; MARCUS, L.F.A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, 8(4): 129-132. 1993.

SEETAH, K.; CUCCHI, T.; DOBNEY, K.; BARKER, G.A geometric morphometric re-evaluation of the use of dental form to explore differences in horse (*Equus caballus*) populations and its potential zooarchaeological application. **Journal of Archaeological Science**. v41; 904-910 , 2014.

SOUZA, B.B.; BENICIO, A.W.A.; BENICIO, T.M.A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. v.3(2); p.42-50, 2015.

VIDAL, M.F. SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, D.S.; PEIXOTO, M.J.A. Análise econômica da produção de ovinos em lotação rotativa em pastagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* (JAcq)). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.44(04), p.801-818, 2006.

YOKOO, M.J.I.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; ARAUJO, F.R.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**., Brasília, v.44(2), p.197-202, 2009.

2 OBJETIVO GERAL

Aplicação da técnica de Morfometria Geométrica, em associação com biometria corporal, para análise da forma e tipo funcional de ovinos Morada Nova, Santa Inês, Somalis e Dorper.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar a diversidade fenotípica de linhagens Morada Nova por meio de análise de morfometria geométrica da cabeça e orelha;

Utilizar a biometria corporal e Morfometria Geométrica na análise de morfofuncionalidade de ovinos da raça Morada Nova;

Avaliar a diversidade fenotípica entre as raças de ovinos, Morada Nova, Santa Inês, Somalis e Dorper por meio da variação na forma do corpo;

Gerar índices de conformação corporal e associá-los às técnicas de morfometria Geométrica e estatísticas multivariadas para determinação de perfil funcional em ovinos das raças Morada Nova, Santa Inês, Somalis e Dorper.

3 CAPÍTULO 1

USO DA MORFOMETRIA GEOMÉTRICA NA DIVERSIDADE MORFOFUNCIONAL DE OVINOS MORADA NOVA

RESUMO

As variações de forma e tamanho dos animais permite identificar padrões fenotípicos e habilidades produtivas das diferentes raças. Essas informações são úteis aos programas de melhoramento e/ou conservação genética, podendo direcionar as atividades com o intuito de promover melhorias genéticas nos rebanhos e também a conservação e valorização dos produtos dessas raças nativas. Objetivou-se caracterizar a diversidade fenotípica e a morfofuncionalidade de ovinos da raça Morada Nova. Foram utilizadas 91 ovelhas com idade acima dos 18 meses, oriundas de quatro rebanhos, sendo dois de núcleos de conservação (EBMN e FXMN) no município de Sobral - Ceará e dois rebanhos particulares (MN1 e MN2) no município de Morada Nova - Ceará. Foram tomadas 15 medidas biométricas da cabeça e do corpo e capturadas imagens da cabeça, orelha e corpo dos animais e inseridos um total de 84 marcos e semimarcos anatômicos. Os dados biométricos foram utilizados em análise de fatores, variáveis canônicas, MANOVA e Heatmap e com as imagens procederam-se regressão, análise de variáveis canônicas e de função discriminante. Observou-se variações de forma entre os animais dos diferentes rebanhos e os fatores gerados permitiram identificar diferentes morfofuncionalidades. Houve similaridade entre os agrupamentos dos animais ao usar a morfometria geométrica e a biometria corporal convencional. Os rebanhos EBMN e MN2 apresentaram perfil fenotípico brevilíneo, caracterizado pela maior proporção de profundidade do tórax em relação de altura das pernas, característico de animais de maior potencial. Já os rebanhos FXMN e MN1, mostram perfil fenotípico longilíneo (animais mais altos e delgados). A identificação de animais Morada Nova com diferentes perfis poderá auxiliar a seleção e melhoramento genético dos rebanhos, permitindo selecionar características visando obter animais possíveis de se adequar aos diferentes sistemas de produção.

Palavra-chave: biometria corporal, conformação, diversidade fenotípica, estudo da forma, ovinos nativos.

USE OF GEOMETRIC MORPHOMETRY IN MORPHFUNCTIONAL DIVERSITY OF MORADA NOVA SHEEP

ABSTRACT

The variations of shape and size of the animals allow to identify phenotypic patterns and productive abilities of the different races. This information is useful for breeding and / or genetic conservation programs, and may direct activities to promote genetic improvement in herds, as well as the conservation and enhancement of the products of these native breeds. The objective was to characterize the phenotypic diversity and morphofunctionality of Morada Nova sheep. Eighty - one ewes older than 18 months were used, from four herds, two of which were of conservation nuclei (EBMN and FXMN) in the municipality of Sobral - Ceará and two private herds (MN1 and MN2) in the municipality of Morada Nova - Ceará. Fifteen biometric measurements of the head and body were taken and images of the head, ear and body of the animals were taken and a total of 84 anatomical landmarks and semimarcos were inserted. The biometric data were used in analysis of factors, canonical variables, MANOVA and Heatmap and with the images proceeded regression, analysis of canonical variables and discriminant function. Changes in shape were observed between the animals of the different herds and the factors generated allowed to identify different morphofunctions. There was similarity between the animal groupings when using geometric morphometry and conventional body biometry. The EBMN and MN2 herds presented a short - lived phenotypic profile, characterized by the higher proportion of chest depth in relation to height of the legs, characteristic of animals with higher potential. The FXMN and MN1 herds show a longiline phenotypic profile (tall and thin animals). The identification of Morada Nova animals with different profiles can help the selection and genetic improvement of the herds, allowing to select characteristics to obtain possible animals to adapt to the different production systems.

Key words: body biometry, conformation, phenotypic diversity, form study, native sheep.

INTRODUÇÃO

A produção de ovinos vem crescendo nos últimos anos no Nordeste do Brasil, tanto no aumento do efetivo, que representa 63% do efetivo nacional (IBGE, 2016), como também no interesse de novas propriedades envolvidas na atividade (Silva et al., 2013). Esse crescimento pode ser atribuído ao menor porte e grande disponibilidade, associado à facilidade de manejo dessa espécie em instalações rudimentares. Características especialmente importantes para a região Nordeste, que possui condições edafoclimáticas adversas, além de logística e preços de insumos onerosos, o que aumenta o custo de produção para a atividade.

Ovinos, principalmente de origem Ibérica (Domingues, 1954), foram introduzidos na região Nordeste por volta de 1535 pelos colonizadores portugueses (Machado, 2013). Ao longo dos séculos, esses animais foram submetidos à seleção natural e artificial, bem como a cruzamentos, que juntamente com o efeito de deriva genética, levaram a inúmeras raças nativas que apresentam uma ampla gama de padrões fenotípicos (Machado, 2013).

A raça Morada Nova é uma das principais raças de ovinos nativos encontrada na região (Lacerda et al., 2016; Arandas et al., 2017). Sua formação se deu a partir da raça Bordaleira de Portugal (ARCO, 2015), com alguns autores relatando a participação de raças africanas (Mason, 1979; Figueiredo et al., 1979). E sua importância está relacionada a suas características de rusticidade, prolificidade, qualidade da pele, fertilidade, porte, precocidade sexual e não estacionalidade reprodutiva (Facó et al., 2009).

Apesar da sua importância socioeconômica e cultural para manutenção das comunidades locais, o número de rebanhos da raça Morada Nova tem reduzido ano após ano (Facó et al., 2008; Facó et al., 2009; Arandas et al., 2017). Acredita-se que essa diminuição possa estar relacionada com a substituição destes animais por raças de ovinos especializados (McManus et al., 2013; Ribeiro et al., 2014), e/ou utilização de cruzamentos, com o objetivo de aumentar o desempenho produtivo da raça (Malhado et al., 2009; Carneiro et al., 2007).

Uma das alternativas para incentivar o uso de raças nativas, é mostrar ao produtor o seu potencial produtivo (Harkat et al., 2015; Ribeiro et al., 2016), despertando o interesse por parte dos criadores. É importante ressaltar que, dentro de uma mesma raça podem existir variações fenotípicas (linhagens).

A avaliação da diversidade fenotípica é tradicionalmente realizada via morfometria linear. Esta metodologia pode ser muito influenciada por efeitos ambientais, fato possível de ser contornado pelo uso da morfometria geométrica, que por sua vez, permite a visualização da origem e sentido das variações de forma (Bookstein, 2015).

A morfometria geométrica pode ser usada para analisar o tamanho e a variação de forma dos indivíduos de maneira independente, onde a geometria da forma é capturada por uma configuração de marcos correspondentes permitindo assim a comparação dos indivíduos, (Marcus, 1990) sendo, esses caracterizados diretamente pelas diferenças dessas coordenadas representadas em grades de deformação (Bookstein, 1991) ou outlines.

Adicionalmente, o uso da biometria corporal, serve como indicativo das habilidades produtivas, caracterização racial, diagnóstico das qualidades e defeitos do animal (Rezende et al., 2017). A associação dessas duas metodologias proporciona maior refinamento na verificação da diversidade entre rebanhos (Cooke & Terhure, 2015), integrando características raciais, produtivas e de tipo funcional (Harkat et al., 2011; Shiotsuki et al., 2016; Esquivelzeta et al., 2011). Assim, objetivou-se neste trabalho aplicar morfometria geométrica associada à morfologia funcional para diferenciação de rebanhos de ovinos nativos da raça Morada Nova por meio da variação de forma e função das suas estruturas corporais.

MATERIAL E MÉTODOS

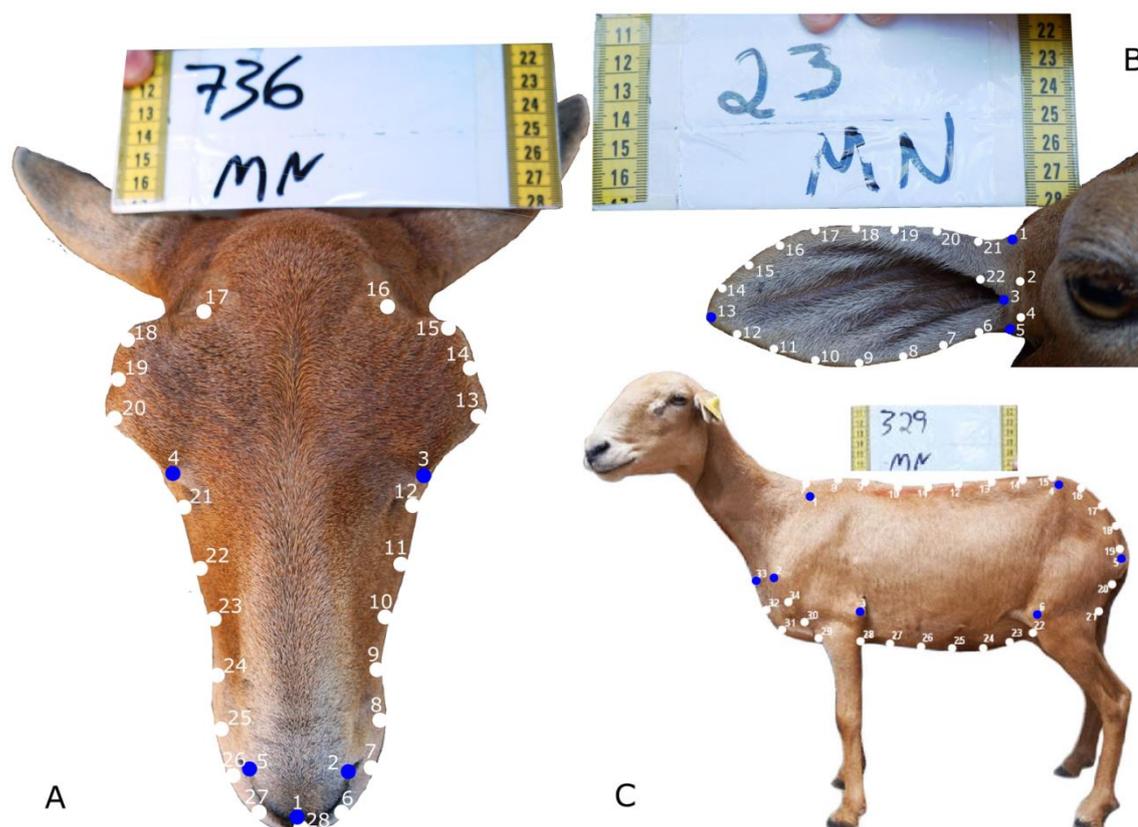
Dados

Foram utilizadas 91 fêmeas da raça Morada Nova em idade reprodutiva (acima dos 18 meses), provenientes de quatro localidades. Sendo que, duas no município de Sobral – Ceará (EMBRAPA-CNPCO-EBMN, n = 30 e FAEX-UVA- FXMN, n = 20) denominados rebanhos oficiais de conservação. Outras duas foram propriedades do município de Morada Nova - Ceará (MN1, n = 30 e MN2, n = 11), denominados rebanhos particulares. A utilização dos animais seguiu normas do Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovada pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB sob o certificado nº167/2017.

Morfometria geométrica

As imagens foram capturadas da vista frontal da orelha, cabeça e lateral do corpo, obtidas com câmera digital semiprofissional Sony NEX-F3 18-55 mm sensor CMOS de 16 mega pixels, a distância focal de 18 mm e armazenadas em arquivos de imagem JPEG. Paralela a posição dos animais foi posicionada uma placa com o número de identificação e fita métrica como referencial para obtenção de escala e análise de tamanho.

As imagens foram convertidas para extensão tps a partir do programa TpsUtil versão 1.70 (Rohlf, 2016). Foram inseridos cinco marcos e 23 semimarcos anatômicos na região frontal da cabeça, quatro marcos e 18 semimarcos nas imagens da orelha e sete marcos e 27 semimarcos nas imagens do corpo (Figura 1) imagens A, B e C, respectivamente, com auxílio do TpsDig2, (Rohlf, 2016). Posteriormente foi realizado o alinhamento dos semimarcos, transformando-os em marcos precisos com auxílio do tpsRelw (Rohlf, 2016).



Fonte: Imagem do arquivo pessoal. Construído a partir das imagens da cabeça, orelha e corpo dos ovinos. Os pontos azuis na cabeça (1, 2, 3, 4 e 5), orelha (1, 3, 5 e 13) e corpo (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 33) são marcos anatômicos precisos. Os demais pontos de cor branca são semimarcos.

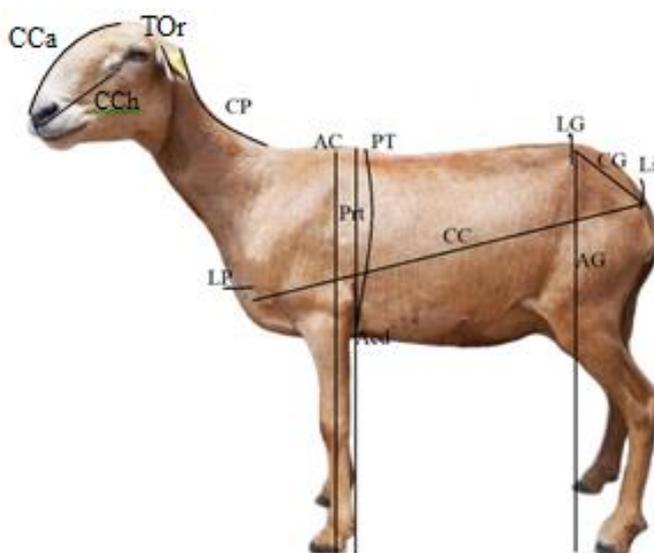
Figura 1. Ovelha da raça Morada Nova nas posições anatômicas que foram capturadas as imagens e respectivos marcos anatômicos inseridos. Cabeça (A), orelha (B) e corpo (C).

As coordenadas cartesianas foram analisadas por meio do *software* MorphoJ versão 2.0 (Klingenberg, 2011). Procedeu-se com uma análise de sobreposição de Procrustes para obtenção do ajuste da forma consenso/média e realizada regressão para avaliar o efeito de variação da forma em função do tamanho (alometria). A análise de variáveis canônicas foi realizada com o objetivo de reduzir o espaço amostral em poucas variáveis capazes de explicar a variação original, seguida da análise discriminante e validação cruzada para verificar a precisão quanto à alocação de animais em seus respectivos rebanhos de origem definidos *a priori*.

A partir das coordenadas foram gerados os gráficos biplot e também extraído o tamanho do centroide, dado pela raiz quadrada da soma dos quadrados de cada marco anatômico, realizada análise de tamanho utilizando uma análise de variância univariada (ANOVA), ambas através do *software* PAST versão 2.17 (Hamer et al. 2001).

Biometria corporal

As medidas biométricas (Figura 2) foram tomadas com o auxílio de uma fita métrica e bengala de Lydtin de acordo com Araújo et al. (2014), Mello & Schmidt (2008), Biachini et al. (2006) e Rezende et al. (2014). Mensurou-se os comprimentos da cabeça (CCa), chanfro (CCh), pescoço (CP), corpo (CC), garupa (CG); as larguras da cabeça (LCa), peito (LP), ísquio (Li), garupa (LG); o tamanho da orelha (TOr); o perímetro torácico (PT); as alturas da cernelha (AC), garupa (AG), codilho (Acd); a profundidade do tórax (Prt) e o peso corporal (PE).



Fonte: Imagem do arquivo pessoal. Construído a partir da imagem do perfil lateral do corpo de um ovino e representação das medidas biométricas adquiridas, sendo: Comprimentos da cabeça (CCa), chanfro (CCh), pescoço (CP), corpo (CC) e garupa (CG); larguras da cabeça (LCa), peito (LP), ísquio (Li) e garupa (LG); tamanho da orelha (TOr); perímetro torácico (PT); alturas da cernelha (AC), garupa (AG), codilho (Acd); profundidade do tórax (Prt).

Figura 2. Medidas biométricas realizadas em ovelhas da raça Morada Nova.

Inicialmente, o teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi conduzido para avaliar a adequação da amostragem para um modelo de análise fatorial. O valor total de KMO foi de 0.82, o que é adequado de acordo com Kaiser e Rice (1977). Na análise de fatores, utilizou-se a rotação ortogonal, procedimento varimax. O número de fatores extraídos foi definido de acordo com o critério de variância, sendo utilizado o ponto de inflexão na curva dos autovalores. O significado dos fatores foi estabelecido de acordo com os pesos fatoriais das variáveis em cada fator, o que permitiu rotulá-los. Essas análises foram realizadas no SAS (2013).

Posteriormente, criaram-se novas variáveis com base nos fatores e testou-se a hipótese de igualdade dos vetores de médias das novas variáveis (fatores) através da MANOVA. Adicionalmente, avaliou-se o grau de variação entre os rebanhos utilizando análise de variáveis canônicas, através da interpretação da dispersão dos dados em gráficos de dispersão tipo *biplot*. Essas análises foram realizadas no PAST (Hammer et al., 2001).

Por fim, um gráfico heatmap foi gerado usando o pacote *gplots* do software R (Warnes et al., 2016), considerando a análise da distância Euclidiana média com agrupamento por meio de ligação completa. A aproximação imparcial (approximately unbiased - AU) foi calculada por reamostragem com inicialização múltipla escala. Um AU com valores mínimos iguais ou acima de 95% foi o critério para a formação de grupos fortemente apoiados pelos dados no cluster.

RESULTADOS

Morfometria geométrica

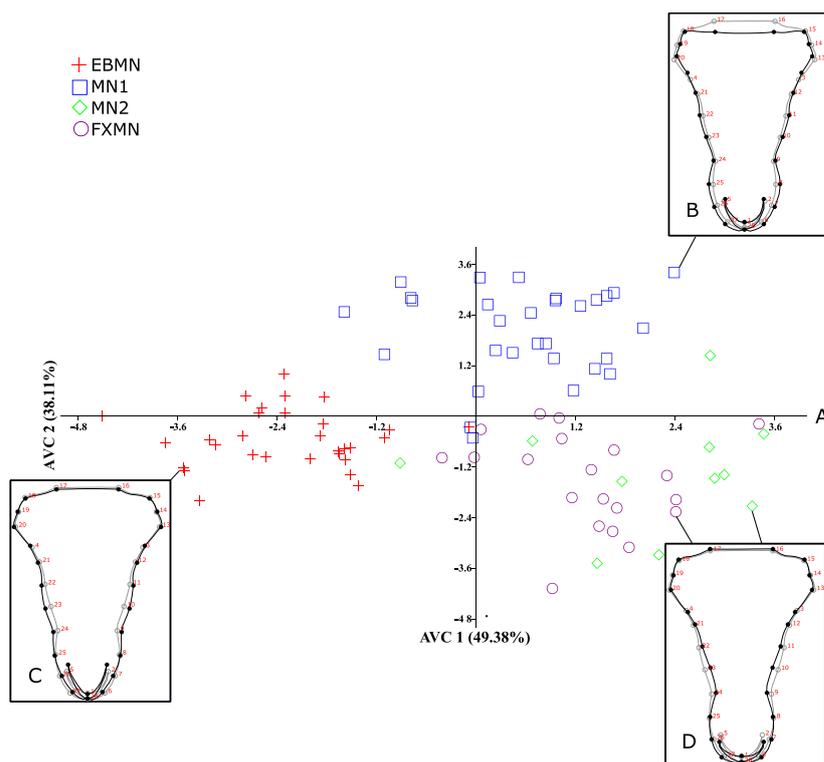
As diferenças entre os rebanhos de acordo com as distâncias de Mahalanobis foram significativas ($P < 0,01$) (Tabela 1), verificando-se menor dissimilaridade entre os rebanhos MN2 e FXMN, para a região frontal e orelha e entre os rebanhos EBMN e MN2 para o corpo. Já as maiores dissimilaridades foram observadas entre os rebanhos EBMN e MN2, para região frontal da cabeça e orelha e entre MN1 e MN2 para o corpo.

Tabela 1. Distâncias de Mahalanobis para região frontal da cabeça, orelha e corpo dos rebanhos de ovinos da raça Morada Nova.

| Rebanhos | EBMN | MN1 | MN2 | FXMN |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Frontal | | | | |
| EBMN | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| MN1 | 3,85 | | <0,0001* | <0,0001* |
| MN2 | 4,80 | 4,16 | | <0,0001* |
| FXMN | 3,98 | 3,76 | 3,09 | |
| Orelha | | | | |
| EBMN | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| MN1 | 4,34 | | <0,0001* | <0,0001* |
| MN2 | 6,04 | 4,00 | | <0,0001* |
| FXMN | 5,03 | 3,69 | 3,24 | |
| Corpo | | | | |
| EBMN | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| MN1 | 10,85 | | <0,0001* | <0,0001* |
| MN2 | 5,76 | 11,80 | | <0,0001* |
| FXMN | 9,01 | 9,10 | 9,05 | |

Fonte: Construído a partir da análise de variáveis canônicas realizada com as variáveis de forma. Na diagonal superior valores de probabilidade, na diagonal inferior distâncias de Mahalanobis. Em negrito, menores dissimilaridades. *($P < 0,01$).

As duas primeiras variáveis canônicas explicaram: 87,5%, 90,1% e 91,9% da variação total entre os rebanhos para frontal da cabeça, orelha e corpo respectivamente (Figuras 3, 4 e 5).

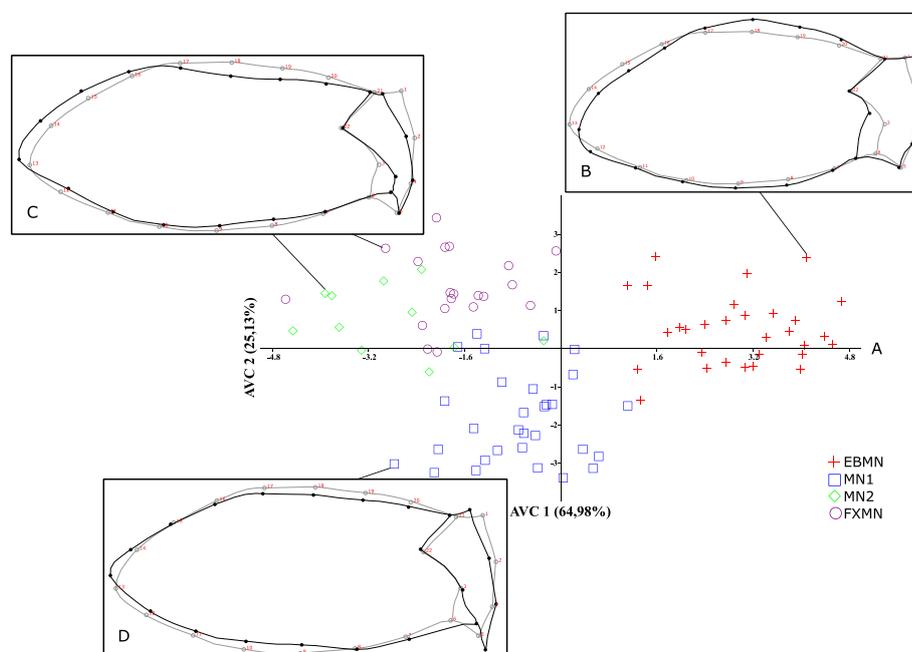


Fonte: Construído a partir da análise de variáveis canônicas das variáveis de forma da cabeça. *Linha cinza = forma média; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Figura 3: Gráfico da dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma da região frontal da cabeça.

Para o rebanho particular MN1 (Figura 3B) observou-se encurtamento na região parietal e orbital, bem como expansão da região bucal, caracterizando uma cabeça curta e boca alargada, fazendo com que esse rebanho ficasse alocado predominantemente no primeiro quadrante. O rebanho oficial de conservação da EMBRAPA (EBMN) ficou isolado, predominantemente no quarto quadrante (Figura 3C), caracterizando-se pela expansão lateral do maxilar e caudal das narinas, apresentando maxila larga e maior área de espelho nasal. Os rebanhos de conservação oficial (FXMN) e particular (MN2) ficaram mais próximos no quarto quadrante (Figura 3D), apresentando para configuração média da região parietal e orbital um encurtamento medial da maxila e rostral das narinas, o que caracteriza animais de focinho curto e chanfro delgado. Considerando a forma da orelha observou-se separação do rebanho EBMN, predominante alocado no primeiro quadrante (Figura 4B), destacando animais com padrão de orelhas curtas e largas, evidenciando formato ovalado e vértice arredondado.. Além dessa, destacam-se outros pontos de divergência na forma da orelha relacionados

à sua inserção superior, com deformação no sentido medial (em direção ao crânio), e na região do trago e espinha da hélice, próximas a entrada da cavidade auditiva, com deformação no sentido lateral (direção oposta ao crânio), indicando orelha bem inserida na base do crânio.

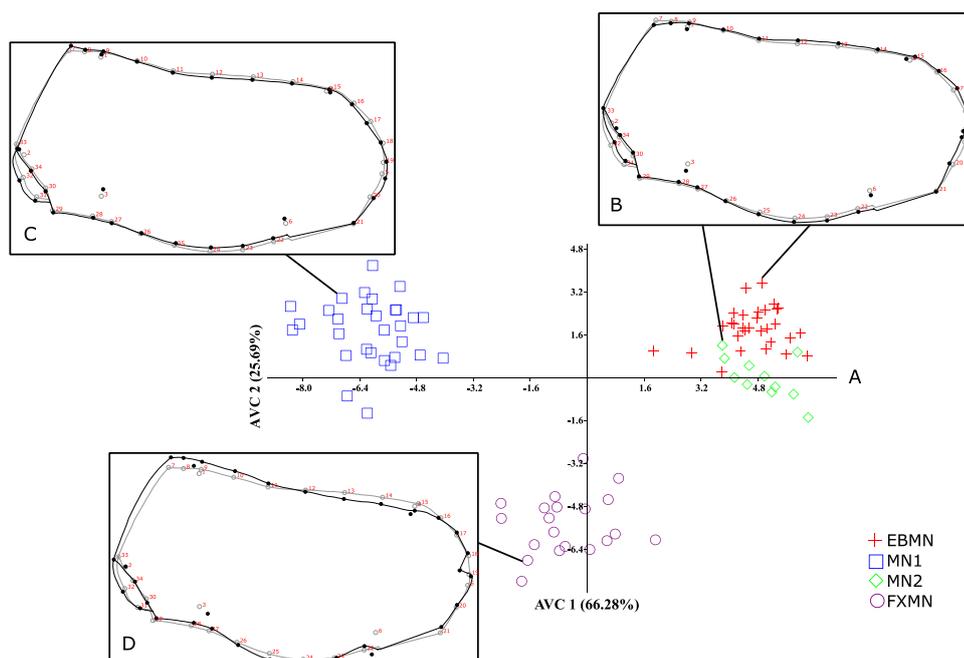


Fonte: Construído a partir da análise de variáveis canônicas das variáveis de forma da orelha. *Linha cinza = forma média; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Figura 4: Gráfico da dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma da orelha

Os rebanhos MN2 e FXMN ficaram alocados no segundo quadrante (figura 4C), caracterizando animais de orelhas estreitas e compridas, em que se observou alongamento lateral na inserção superior e encurtamento medial do trago e espinha da hélice, conferindo um aspecto de orelha longa, estreita e pendente com linha superior não uniforme. O rebanho particular MN1, alocado predominantemente no terceiro quadrante da AVC, apresentou também orelhas estreitas, compridas e inserção com pequenas variações em relação aos MN2 e FXMN.

Considerando a forma do corpo, foi possível identificar a separação dos animais em três grupos (Figura 5), um formado pelos rebanhos EBMN e MN2, que apresentaram maior proximidade na dispersão, e outros dois pelos rebanhos MN1 e FXMN, que foram alocados separadamente.



Fonte: Construído a partir da análise de variáveis caônicas das variáveis de forma do corpo. *Linha cinza = forma média; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Figura 5: Gráfico de dispersão dos quatro rebanhos de ovinos da raça Morada Nova com base na análise de variáveis canônicas e outline para a deformação na forma do corpo.

Os rebanhos EBMN e MN2 foram agrupados no primeiro quadrante positivo do gráfico, sendo observadas deformações no peito de forma pouco pronunciada (Figura 5B), com aparência de peito pequeno, porém bem inserido. O MN1 (Figura 5C) foi alocado no segundo quadrante negativo, apresentando maior destaque para região do peito e nádegas, além de garupa mais angulosa, menor profundidade da região posterior e de proporção da espádua. Alocado no terceiro quadrante negativo, no rebanho FXMN (Figura 5D) destacam-se os animais com a região anterior mais desenvolvida e menor ângulo e profundidade do posterior, o que é mostrado pela deformação das bases de referência nas tuberosidades do íleo, ísquio (sacral e caudal) e patela.

Em média, 77,1%, 72,1% e 76,8% dos indivíduos, para as regiões da cabeça, orelha e corpo, respectivamente, foram classificados corretamente nos rebanhos correspondentes conforme indicação *a priori* (Tabela 2). A maior parte dos resultados para a cabeça e corpo foi significativa, e para a região da orelha apenas os rebanhos EBMN x MN1 ($P < 0,01$).

Tabela 2: Validação cruzada da região frontal da cabeça, orelha e lateral do corpo de ovinos da raça Morada Nova, comparados par-a-par e porcentagem de classificação dentro de cada rebanho.

| Rebanhos | Classificação dos pares | | |
|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| | Frontal (%) | Orelha (%) | Corpo (%) |
| EBMN/MN1 | 86,7 | 76,7 | 73,0 |
| EBMN/MN2 | 75,2 | 77,6 ^{ns} | 83,0 |
| EBMN/FXMN | 94,2 | 68,4 ^{ns} | 70,0 |
| MN1/MN2 | 68,9 | 66,8 ^{ns} | 91,0 |
| MN1/FXMN | 70,6 | 71,7 ^{ns} | 77,0 |
| MN2/FXMN | 66,8 ^{ns} | 71,5 ^{ns} | 67,0 ^{ns} |
| Média | 77,1 | 72,1 | 76,8 |

Construído a partir da análise de validação cruzada e média da classificação par-a-par com 10⁴ simulações. *(P<0,01); ns = não significativo.

Foram observados maiores valores de validação cruzada para o rebanho EBMN em relação aos demais, considerando a região frontal da cabeça, evidenciando diferenciação marcante para esse rebanho ao avaliar a forma da cabeça dos animais.

Para a região da orelha apenas o par EBMN x MN1 apresentou valor de validação cruzada significativo (P<0,01), com 76,7% de classificação correta. No geral, a validação cruzada comprou que o rebanho EBMN apresenta um padrão morfológico de cabeça e orelha bem peculiares, que o diferencia dos rebanhos particulares (MN1 e MN2) e de conservação FXMN.

Em relação ao corpo, os valores de validação em todos os pares, exceto MN2 x FXMN, foram significativos (P<0,01) e iguais ou superiores a 70%, mostrando que existem muitas diferenças entre os rebanhos quanto à forma que podem ser relacionadas às variações nas proporções corporais dos animais e conseqüentemente a sua capacidade produtiva. As maiores porcentagens de classificação foram para os pares EBMN x MN2 e MN1 x MN2, com 83% e 91% de classificação correta, respectivamente. Ressalta-se que embora os rebanhos EBMN x MN2 tenham ficado próximos na dispersão gráfica (Figura 5B), existem diferenças suficientes que permitiram uma separação com mais de 80% de acerto na validação cruzada. Na análise dependente do tamanho e independente da forma (utilizando apenas as distâncias do centróide) houve diferença significativa (P<0,01) apenas entre o rebanho EBMN e os demais para a região frontal da cabeça, apresentando maior tamanho relativo que os rebanhos FXMN, MN1 e MN2, que não diferiram entre si. Não houve diferença (P>0,01) de tamanho da orelha entre os

rebanhos. Já para a região do corpo, somente os rebanhos oficiais de conservação EBMN e FXMN não diferiram entre si ($P>0,01$), apresentando maior tamanho em relação aos demais, enquanto os rebanhos particulares, MN1 e MN2, diferiram de todos os outros e entre si ($P<0,01$), com MN1 apresentando tamanho intermediário entre os rebanhos oficiais e MN2 com menor tamanho.

Biometria corporal

Os valores das comunalidades para as medidas biométricas mensuradas nos animais dos diferentes rebanhos foram altos (Tabela 3). Quatro fatores foram mantidos, representando uma variância de 58,84%. Esses foram caracterizados de acordo com as variáveis que apresentaram maiores coeficientes, sendo nomeada como capacidade corporal, altura, estrutura corporal e racial.

Tabela 3. Análise fatorial das medidas biométricas de diferentes rebanhos de ovinos da raça Morada Nova.

| Medidas | c | Fatores | | | |
|---------|------|---------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | Capacidade Corporal | Altura | Estrutura Corporal | Racial |
| CCa | 0,97 | 0,26 | -0,04 | 0,21 | 0,16 |
| LCa | 0,97 | 0,21 | 0,09 | 0,23 | 0,05 |
| TOr | 0,98 | 0,06 | 0,05 | 0,09 | 0,97 |
| CCh | 0,95 | 0,24 | 0,08 | 0,2 | 0,13 |
| CP | 0,97 | 0,26 | 0,27 | 0,18 | 0,12 |
| LP | 0,83 | 0,77 | 0,02 | 0,27 | 0,02 |
| PT | 0,95 | 0,91 | 0,15 | 0,12 | 0,06 |
| AC | 0,96 | 0,26 | 0,90 | 0,25 | 0,01 |
| AG | 0,80 | 0,19 | 0,61 | 0,42 | 0,24 |
| CC | 0,88 | 0,25 | 0,12 | 0,83 | 0,08 |
| CG | 0,83 | 0,17 | 0,45 | 0,59 | 0,12 |
| Li | 0,99 | 0,18 | 0,15 | 0,05 | -0,06 |
| LG | 0,95 | 0,43 | 0,02 | 0,2 | 0,06 |
| Prt | 0,84 | 0,58 | 0,14 | 0,59 | 0,02 |
| Acd | 0,96 | -0,03 | 0,97 | -0,04 | -0,01 |
| PE | 0,96 | 0,90 | 0,16 | 0,13 | 0,06 |
| % | | 21,59 | 16,88 | 13,04 | 7,33 |

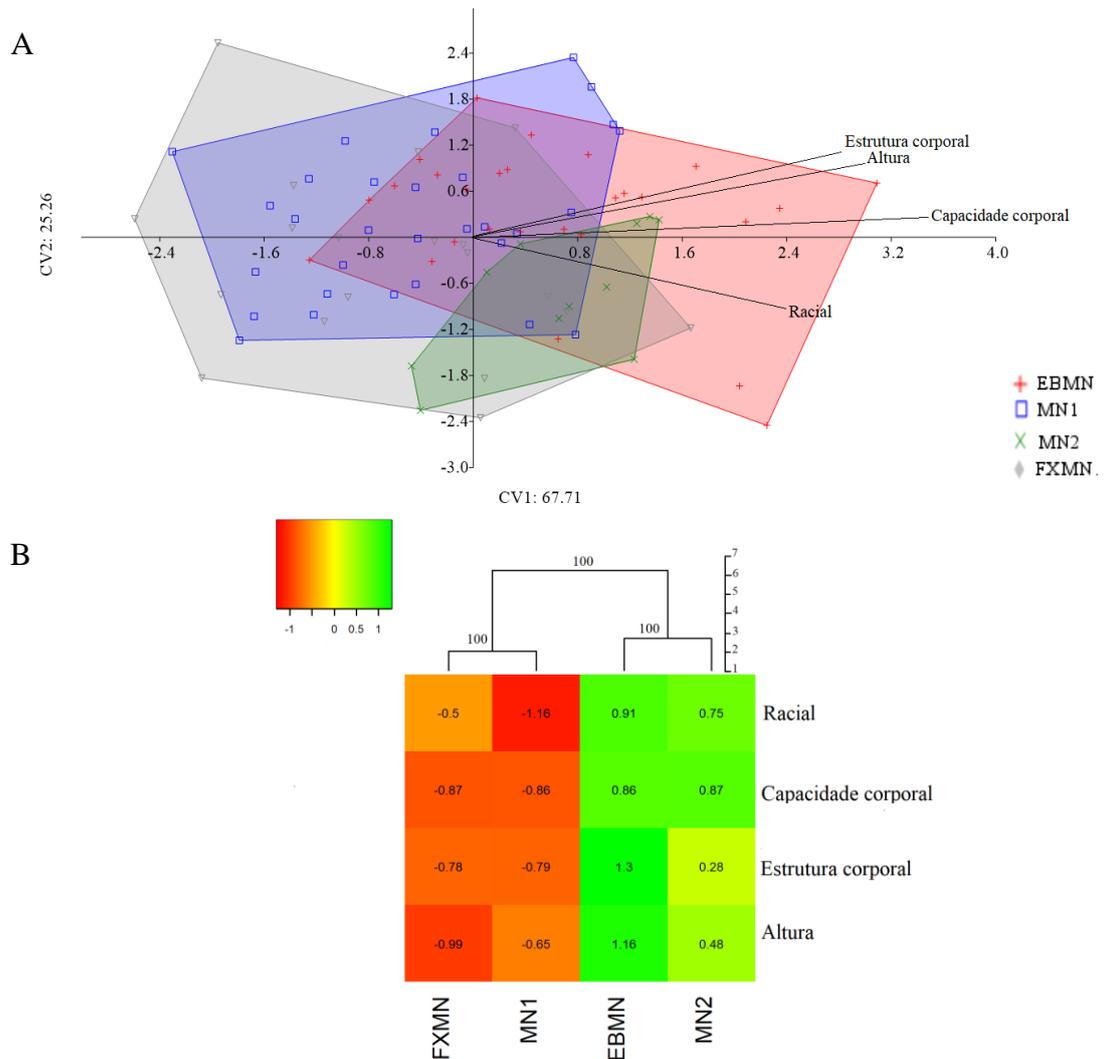
c: comunalidade; %: variância explicada. CCa: comprimento da cabeça; LCa: largura da cabeça; TOr: tamanho da orelha; CCh: comprimento do chanfro; CP: comprimento do pescoço; LP: largura do peito; PT: perímetro torácico; AC: altura da cernelha; AG: altura da garupa; CC: comprimento do corpo; CG: comprimento de garupa; Li: largura do ísqio; LG: largura da garupa; Prt: profundidade do tórax; Acd: altura do codilho; PE: peso; Destacados em negrito os maiores pesos fatoriais.

O fator mais importante para discriminar os animais foi o nomeado como capacidade corporal, formado pela largura de peito, perímetro e profundidade torácica e peso corporal, que tiveram maiores pesos. O segundo fator rotulado como altura, acumulou maiores pesos fatoriais para altura de cernelha, codilho e garupa. Já no fator estrutura corporal, observou-se grande variação para animais com biótipos corporais altos e compridos em relação a outros que tendem a ser mais compactos. No fator racial foram evidenciados maiores pesos para medida de tamanho de orelha, característica que não possui funcionalidade produtiva, todavia, serve como parâmetro para caracterizar o animal dentro de seu grupo racial.

Avaliando os fatores oriundos das medidas biométricas pela MANOVA, não se verificou diferenças ($P < 0,05$) entre os rebanhos EBMN e MN2, todavia ambos diferiram de MN1 e FXMN, que foram similares. A primeira variável canônica (CV1) reteve 67,71% da variação total entre os rebanhos, sendo descrita como: $1,48 * \text{capacidade corporal} + 0,57 * \text{altura} - 0,75 * \text{estrutura corporal} - 0,13 * \text{racial}$. Os maiores coeficientes evidenciam diferença acentuada entre os rebanhos em função da conformação corporal e habilidade produtiva do animal (profundidade, largura e perímetro da região do tórax).

Já a segunda variável canônica (CV2), que explicou 25,26% da variação total, foi descrita como: $-0,78 * \text{capacidade corporal} + 0,07 * \text{altura} + 2,60 * \text{estrutura corporal} - 1,91 * \text{racial}$. Observa-se que a estrutura do corpo do animal tem maior peso. Verificou-se ainda relação negativa com a capacidade corporal, ou seja, animais com maiores destaques para esta variável canônica possuem corpo delgado (longilíneos), ao passo que a relação positiva tende a ser menores, levando a um biótipo brevilíneo. Destaca-se também a importância do tamanho da orelha (racial) para diferenciar os rebanhos em relação a padrões de tipo racial.

Mesmo com pequenas diferenças entre os ovinos (Figura 6A), observa-se relação de alguns com os fatores indicadores de morfofuncionalidade. O heatmap evidencia dois grupos formados pelos rebanhos EBMN e MN2 em um grupo, e FXMN e MN1 em outro (Figura 6B), e fortemente apoiados pelos altos valores do índice de AU, corroborando também com a Manova e análise canônica. O biótipo do primeiro grupo, formado por EBMN e MN2, é de animais com maiores estruturas corporais (altura e comprimento), profundos e largos na região torácica e com característica de orelha maior (racial). O segundo grupo, FXMN e MN1, tem perfil oposto, com animais delgados e de menor altura.



Fonte: Construído a partir da análise de variáveis caônicas (A) e distância euclidiana (B) ambos considerando a relação entre rebanhos e fatores. + EBMN; □ MN1; X MN2; ◆ FXMN.

Figura 6. Biplot (A) e heatmap (B) com base nos fatores gerados a partir das características biométricas de diferentes rebanhos de ovinos da raça Morada Nova.

DISCUSSÃO

As linhas de contorno (*outlines*) proporcionaram melhor visualização das deformidades, indicando variações da forma da cabeça, orelha e corpo dos animais dos diferentes rebanhos (Figuras 3, 4 e 5). Com relação aos aspectos gerais da cabeça e orelha, pode-se afirmar que o rebanho MN1 possui região parietal achatada e cabeça estreita, com maxila larga, boca e focinho achatado (curtos no sentido dorsal e expandidos lateral e ventralmente) e orelha com bordas uniformes e ponta com aspecto de lança. Já o rebanho EBMN mostrou proximidade com a forma média geral na região parietal e orbital, maxila bastante larga, espelho nasal pequeno, mas alongado, boca estreita medialmente e orelha curta, larga e ovalada.

Os rebanhos FXMN e MN2 são similares quanto à forma da cabeça e orelha, sendo possível caracterizá-los pela presença de maxila estreita, focinho curto e largo e boca com leve expansão lateral. Além disso, apresentam também proximidade com a forma média na região parietal e orbital. Esses rebanhos possuem também orelha longa e estreita, com uma depressão na parte inicial e alongamento na porção final da sua borda superior e inserção aparentemente fraca a base do crânio, o que lhe confere um aspecto pendente em relação aos demais grupos.

Com relação à forma do corpo, os rebanhos EBMN e MN2 apresentaram expansão no ventre, região dorso/lombar e garupa, que pode ser indicativo de maior capacidade ingestiva e maior rendimento de posterior, que pode ser associado a melhor produção de carne em área nobre. Pelas regiões de referência (bases ósseas) do posterior, observou-se menor angulosidade de garupa e na região anterior, alongamento em sentido ventral da espádua. Já o rebanho MN1 apresentou padrão completamente diferente do grupo anterior, com retração da garupa, expansão da nádega e menor capacidade ingestiva.

O rebanho FXMN possui deformação no sentido ventral da região lombar e parte medial do ventre, bem como inserção da cauda mais interna e pouco volumosa. Esses animais aparentam posterior menos desenvolvido em relação às maiores proporções observada na região anterior, mostrando menor deposição muscular evidenciada pela proximidade com a forma média nas nádegas e garupa.

Em geral, a morfometria geométrica possibilitou discriminar os rebanhos tanto em aspectos raciais quanto na funcionalidade, fato importante, visto que os produtores de ovinos Morada Nova valorizam muito os padrões raciais (Shiotsuki et al., 2016) e, no

programa de melhoramento participativo, busca-se também aumento de produção sem descaracterizar a raça. Destacaram-se na cabeça tanto as variações na região parietal, orbital, maxila, boca, focinho e orelha, quanto para o corpo à funcionalidade produtiva (conformação corporal), com variações, principalmente nas regiões anatômicas da espádua, sacral e caudal; bases ósseas onde se encontram os cortes nomeados como paleta e pernil. Relacionando a disponibilidade de carne, tanto a paleta como o pernil possui alta correlação com a composição tecidual da carcaça ovina, juntos compreendem mais de 50% do seu peso total (Yamamoto, 2006; Cezar & Sousa, 2007), sendo os cortes com maior proporção de músculo (Silva Sobrinho et al., 2002).

Estudos com morfometria geométrica têm sido utilizados para avaliar diferenças de forma independente do tamanho, como na avaliação da variação de forma do crânio para diferenciação entre as espécies caprina e ovina (Parés i Casanova, 2014) e populações de equídeos (Seetah et al., 2014; Parés i Casanova, 2017), sendo aplicada em base óssea fóssil e comprovada a viabilidade da técnica na diferenciação desses indivíduos.

As proporções de tamanho dos ovinos são características muito influenciadas pelo meio onde os animais estão inseridos, para correção desse efeito muitos estudos utilizam ferramentas para avaliar o tamanho independentemente da forma (ADIT) (Miranda et al., 2005; Almeida et al., 2013). Todavia, Bookstein et al. (2015) reportam que não há necessidade de utilizar correção do tamanho em relação a forma quando se aplica a morfometria geométrica, pois esta redimensiona proporcionalmente a forma e possibilita sua comparação direta separadamente do tamanho.

O teste de validação cruzada foi fundamental para mostrar a eficiência da análise discriminante na classificação dos indivíduos em seus respectivos grupos, tendo também sua aplicabilidade comprovada na classificação de espécies de carvalho (Viscosi et al., 2012), dípteros (Macedo, 2017) e himenópteros (Francoy, 2010). O fato de todos os animais serem da raça Morada Nova e diferirem apenas por serem de rebanhos diferentes não levou a baixos valores de validação cruzada, ressaltando a importância dessa ferramenta na correta alocação dos animais em seu grupo genético simplesmente pela forma do perfil da cabeça, orelha e corpo.

Com relação à biometria corporal, o fator de maior explicação, mostra que a variação mais relevante nos rebanhos, é em relação à capacidade corporal. Os rebanhos EBMN e MN2 apresentaram superioridade em relação aos rebanhos FXMN e MN1, demonstrando que esses indivíduos possuem costelas longas, separadas e bem

arqueadas, o que pode ser associado a maior facilidade nas funções respiratórias (Oliveira & Nogueira, 2006; Lucena et al., 2015). Já o perímetro e profundidade torácica podem ser bons indicadores do crescimento, adaptabilidade e eficiência alimentar do animal (Oliveira & Nogueira, 2006). Essa se torna uma informação muito útil a ser empregada em programas de seleção e manejo, principalmente quando não se dispõe de equipamento de pesagem dos animais na propriedade.

O peso corporal também apresentou maior coeficiente no fator de capacidade corporal. Essa característica pode ser também utilizada na avaliação do crescimento (Sobrero, 1986) e seleção de animais mais precoces. Deve-se atentar, contudo, quanto as proporções de gordura e ao melhor momento para abate desses animais, pois as variações da proporção de músculo estão associados as variações de proporção de gordura da carcaça (Osório, 2002) que estão associados ao peso corporal (Alves et al., 2015).

Já a largura de peito também evidenciada no fator capacidade corporal, corresponde a distância entre as faces laterais das articulações escápulo-umerais, região onde existe o espaço para os órgãos vitais funcionarem adequadamente, bem como a capacidade adequada ao consumo de uma dieta altamente fibrosa, rica em forragens. Segundo Rezende et al. (2014b) avaliando índices zootécnicos em ovinos cruzados, animais com boa proporção de largura de peito indicam condição corporal adequada para sustentar altas produções e reproduzir.

No geral, animais com maior capacidade corporal são ideais para a produção, apresentando maior tecido muscular e equilíbrio entre os quartos traseiros e dianteiros. Destaca-se também que a largura do peito e da garupa, obtidas in vivo nos ovinos mostrou-se altamente correlacionados aos pesos corporais em diferentes estágios fisiológicos e de carcaça fria dos animais (Pinheiro & Jorge, 2010).

Os rebanhos EBMN e MN2 também apresentaram superioridade em relação aos rebanhos FXMN e MN1, em relação a estrutura corporal. Nesse fator, a medida de maior destaque foi o comprimento corporal, que é tomada entre a tuberosidade do úmero-escapular e a tuberosidade isquiática. Contudo para demonstrar o melhor biótipo e aptidão do animal é interessante realizar análise simultânea com altura e perímetro torácico. Ao avaliar o perímetro torácico e o comprimento corporal simultaneamente, tem-se uma região anatômica relacionada aos limites de deposição de tecido muscular e habilidade de ganho de peso (Koury Filho et al., 2010), assim, como na predição precisa

do peso em jejum e de carcaça fria, como relatado por Yáñez et al. (2004) com cabritos de raça leiteira.

Além disso, no fator estrutura corporal destacou-se os altos pesos para as medidas comprimento e altura do posterior, região que retrata a pélvis. Este pode ser um aspecto importante para a funcionalidade da estrutura morfológica por estar relacionado com o canal/abertura pélvico (a), e conseqüentemente facilidade de parto (Contreras et al., 2011). A distorcia de parto gera impacto negativo na rentabilidade do sistema de produção, e conforme Rezende et al. (2014), deve-se buscar um canal pélvico pouco mais largo do que longo para que se possa contornar os efeitos antieconômicos desse tipo de problema reprodutivo. Essa característica torna-se especialmente importante em animais de conservação, principalmente na raça Morada Nova que tem alta prolificidade (Silva et al., 1988).

Para o fator altura, ressalta-se que animais altos comumente podem estar relacionados com biótipo para menor precocidade produtiva, maior requerimento energético para manutença e acabamento tardio (Ramos et al., 2009). Nesse fator os rebanhos EBMN e MN2 obtiveram maior valor. Todavia, como ambos os rebanhos foram superiores também para os fatores de capacidade e estrutura corporal, pode-se caracterizá-los como animais altos, largos e compridos, ou seja, com biótipo corporal maior em todos os sentidos. Os rebanhos FXMN e MN1 foram inferiores para este fator, corroborando com os demais fatores avaliados, o que indica animais de menores portes corporais. Já para o fator racial reporta-se que junto com a orelha também se utilizam o comprimento e largura da cabeça, perfil do chanfro, proporções do focinho, para definir se o animal encontra-se dentro dos padrões da raça.

Os rebanhos EBMN e MN2 apresentam características intrínsecas de maior potencial produtivo devido a sua estrutura corporal maior e bastante arqueada, indicando maior volume e área de deposição muscular. Contudo, animais de maior estrutura corpórea apresentar maiores exigências nutricionais para manutenção e desenvolvimento, demandando mais atenção ao manejo. Já o biótipo encontrado nos rebanhos FXMN e MN1, evidencia animais menores, apresentando características opostas aos anteriores. Esses animais têm espaço para serem usados em sistemas mais rudimentares, com disponibilidade de menor tecnologia e que podem atender a outros nichos de mercado que pedem cortes menores e de preços mais acessíveis.

As variações fenotípicas dos rebanhos podem estar relacionada com a adaptação dos diferentes rebanhos ao local e tipo de manejo ao qual foram expostos, fato também

relatado por Barbosa et al. (2010), bem como ao processo de seleção natural e/ou artificial praticado pelos produtores (Teixeira Neto et al., 2015 & Shiotsuki et al., 2016). Ressalta-se que a manutenção desta diversidade é fundamental para perpetuação das populações de ovinos nativos. Neste sentido, uma estratégia importante é integrar aos programas de melhoramento os saberes zootécnicos locais, como ocorre no programa de melhoramento genético participativo da raça Morada Nova (Shiotsuki et al., 2014; Shiotsuki et al., 2016), em que são feitas reuniões com os criadores para definir quais animais serão usados na reprodução, através de provas zootécnicas (testes de desempenhos) somadas a perfis raciais desejáveis.

Neste tipo de programa, grande parte dos animais que os produtores pretendem utilizar por critérios raciais, não são exatamente animais de perfil melhorador (Shiotsuki et al., 2014), isso porque os produtores e seus gostos peculiares influenciam grandemente na escolha dos animais que irão compor seus rebanhos (Shiotsuki et al., 2014; Shiotsuki et al., 2016) exercendo forte influência no estabelecimento diferentes linhagens devido maior valorização de determinadas variações morfológicas de aspecto racial, fato que pode ter influenciado as variações observadas neste estudo.

Diferentemente da morfometria geométrica e biometria corporal, a filosofia da análise do tamanho de centroide, é avaliar o tamanho dos animais desconsiderando a forma, ou seja, considera as posições de cada marco anatômico da imagem capturada dos exemplares de cada rebanho em relação ao ponto específico (centroide). Dessa forma, para o corpo, somente os rebanhos oficiais de conservação EBMN e FXMN não diferiram entre si ($P > 0,01$), apresentando maior tamanho do centroide em relação aos demais. Uma das hipóteses para este maior tamanho de centroide é o manejo alimentar mais eficiente e de maior disponibilidade praticado nos rebanhos de conservação, em que o rebanho FXMN dispõe também de área de pastagem irrigada e o rebanho EBMN maior planejamento e melhor manejo. Já para os rebanhos MN1 e MN2, as condições de criação são mais adversas devido ao planejamento deficitário e menor disponibilidade alimentar.

CONCLUSÃO

A morfometria geométrica possibilitou o agrupamento de grupos raciais com tipos funcionais próximos, possibilitando informações complementares para seleção via programa de melhoramento participativo. Adicionalmente, os fatores gerados com a biometria funcional atuaram como indicadores direcionais de acasalamentos em programas de melhoramento, atendendo os anseios dos produtores na busca de ovinos de alta conformação funcional (corte resistência, reprodução).

A possibilidade de agregação da morfometria geométrica com a biometria funcional quando considerando o corpo são evidenciadas pela associação dos agrupamentos em ambas as técnicas. Demonstrando que a morfometria geométrica pode ser uma alternativa a avaliação funcional de ovinos assim como a biometria funcional.

Quanto à análise de tamanho do centroide, recomenda-se sua aplicação conjuntamente a morfometria geométrica, pois esta permite a visualização da forma dos animais de modo independente do seu tamanho.

Os rebanhos EBMN e MN2 possuem um biótipo corporal brevilíneo (corpo largo, profundo e comprido) e maior porte corporal em relação aos rebanhos FXMN e MN1. Assim, recomenda-se sua utilização em sistemas que atendam suas maiores demandas nutricionais proporcionando maior competitividade, ao passo que FXMN e MN1, com menores exigências de manejo, são indicados para sistemas rudimentares.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.C.J.; CARNEIRO, P.L.S.; WENCESLAU, A.A.; FARIAS FILHO, R.V.; MALHADO, C.H.M. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48(11), 1517-1523, 2013.
- ALVES, L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; FERNANDES, A.R.M.; RIBEIRO, E.L.A.; CUNHA, C.M.; ALMEIDA, H.R.; FUZIKAWA, I.H.S. Avaliação da composição regional e tecidual da carcaça ovina. **PUBVET**. 9(1), 6-19, 2015.
- ARAÚJO, A.A.O.; FARIAS, L.A.; BIAGIOTTI, D.; FERREIRA, G.J.B.C. Pelvimetry pig strains Agroceres and Dan Bred. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.21, p.262-267, 2014.
- ARANDAS, J.K.G.; ALVES, A.G.C.; FACÓ, O.; BELCHIOR, E.B.; SHIOTSUKI, L.; LEITE, P.M.B.A.; RIBEIRO, M.N. Do traditional sheep breeders perform conscious selection? An example from a participatory breeding program of Morada Nova sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 1-9, 2017.
- ARAÚJO, A.A.O.; FARIAS, L.A.; BIAGIOTTI, D.; FERREIRA, G.J.B.C. Pelvimetry pig strains Agroceres and Dan Bred. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.21, p.262-267, 2014.
- BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J.; TORRES, R.A.; ANDRÉ COSTA, R.C.; PIRES, A.V.; SANTANA JUNIOR, M.L. Comparação entre modelos para estimação de parâmetros genéticos em características de desempenho em suínos da raça Large White. **Revista Ceres**. 55(1): 060-065, 2008.
- BARBOSA, L.T.; REGAZZI, A.J.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L.; VIERA, J.S.; MORAIS, J.A.S. Associação entre qualidade da carne e características quantitativas de suínos por meio de correlação canônica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.4, p.1150-1162, 2010.
- BENITEZ, L.C.; RODRIGUES, I.C.S.; ARGE, L.W.P.; RIBEIRO, M.V.; BRAGA, E.J.B. Análise multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, n. 2, p. 409-416, 2011.
- BIACHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1443-1448, 2006.
- BIAGIOTTI, D.; SARMENTO, J.L.R.; Ó, A.O.; RÊGO NETO, A.A.; SANTOS, G. V.; SANTOS, N.P.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** [online], v.14, n.1, p.29-42, 2013.

BOOKSTEIN, F.L. **Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology**. Cambridge University Press, Cambridge, UK. p.435, 1991.

BRAVO, S. & SEPÚLVEDA, N. Índices Zoométricos em Ovejas Criollas Araucanas. **International Journal of Morphology**. v.28(2), 2010.

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.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 147p. 2007.

CHANGBUNJONG, T.; SUCHADA SUMRUAYPHOL.; THEKHAWET WELUWANARAK.; JIRAPORN RUANGSITTICHAJ.; JEAN-PIERRE DUJARDIN. Landmark and outline-based geometric morphometrics analysis of three *Stomoxys* flies (Diptera: Muscidae). **Folia Parasitologica**. 63: 037, 2016.

CONTRERAS, G.; CHIRINOS, Z.; ZAMBRANO, S.; MOLERO, E.; PAEZ, A. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.28, p.91-103, 2011.

DOMINGUES, O. **Sobre a origem do carneiro deslanado no Nordeste**. Fortaleza: Seção de Fomento Agrícola do Ceará, 1954. 28 p. (Seção de Fomento Agrícola no Ceará. Publicação, 3).

DUBUC, M.W. **Zoometría. Zootecnia General**. Ediciones Dumar 3 era Edición: Caracas Venezuela, 1991. p.281-289.

EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. *Archivos de Zootecnia*, vol. 51, núm. 194, junio, pp. 39- 52, 2002.

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**. 49, 9–17, 2011.

FACÓ, O; PAIVA, S.R.; ALVES, L.R.N; LÔBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V. Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas. (Embrapa Caprinos. Documentos, 75). Sobral, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/191266/1/doc75.pdf> acesso 16/05/2018.

FACÓ, O.; LOBO, R.N.B.; BOMFIM, M.A.D.; LIMA JUNIOR, F.E.B.; SILVA, D.C.C.; NOBRE, J.A. Teste de Desempenho Individual de Reprodutores da Raça Morada Nova: Resultados da Prova em Morada Nova - CE - 18/02 a 04/06/2008. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Documentos, 91). Sobral, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/191266/1/doc91.pdf> acesso 30/08/2018.

FAO. 2015. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>. Acesso em 16/05/2018.

FIGUEIREDO, E.A.P.; OLIVEIRA, E.R.; BELLAVER, C. Performance dos ovinos deslanados do Brasil.. Circular Técnica EMBRAPA-CNPACO. 32p, 1980 .

FRANCOY, T.M. & FONSECA, V.L.I. A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. **Oecologia Australis**. 14(1): 317-321, 2010.

GUSMÃO FILHO, J.D.; TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; OLIVEIRA, S.S. Análise fatorial de medidas morfométricas em ovinos tipo Santa Inês. **Arcivos de Zootecnia**. 58(222): 289-292. 2009.

HAMMER, Q., HARPER, DAT., RYAN, PD., PAST. Palaeontologia Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Eletronica**. v. 4, p.0-0, 2001.

HARKAT, S.; LAOUN, A.; BENALI, R.; OUTAYEB, D.; FERROUK, M.; MAFTAH, A.; SILVA, A.; LAFRI, M. Phenotypic characterization of the major sheep breed in Algeria. **Revue de Medecine Veterinary**. 166, 5-6, 138-147, 2015.

HARUDA, A. F. Separating Sheep (*Ovisaries* L.) and Goats (*Capra hircus* L.) Using Geometric Morphometric Methods: An Investigation of Astragalus Morphology from Late and Final Bronze Age Central Asian Contexts. **International Journal of Osteoarchaeology**. 27: 551–562, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Produção da Pecuária municipal. v. 44, p.1-51, 2016.

LACERDA, T.S.; CAETANO, A.R.; FACÓ, O.; FARIA, D.A.; MCMANUS, C.M.; LÔBO R.N.; SILVA, K.M.; PAIVA, S.R. Single marker assisted selection in Brazilian Morada Nova hair sheep community-based breeding program. **Small Ruminant Research**. 139: p.15–19, 2016.

MACEDO, M.P. Morfometria geométrica alar como ferramenta para a identificação de *Lucilia sericata* e *Calliphoravicina* (Diptera: Calliphoridae). **Revista Brasileira de Criminologia**. 6 (1): 62-65, 2017.

MACHADO, T. Os pequenos ruminantes na história da pecuária brasileira / Small ruminants in the Brazilian cattle raising history. In: Conference: Conference: X Workshop de Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica. 2013.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; AFFONSO, P.R.A.M.; SOUZA JR, 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**. 84 16–21, 2009.

MARCUS, LF. Morfometria tradicional. Em: Rohlf, FJ e FL Bookstein (Eds.): Roceedings P do Michigan oficina morfometria Publicação Especial, Ann Arbor, Universidade de Michigan Museu de Zoologia. 2,77-122, 1990.

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

MELLO, F.A.; SCHIMIDT, V. Caracterização biométrica de caprinos Anglo-Nubianos nascidos no Brasil, no período de 1993 a 2001. **Archivos de Zootecnia**, v.5, p.525-535, 2008.

MCMANUS, C.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S.R.; MORAES, J.C.F.; MELO, C.B.; MENDES, C. Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**. 1, 1–15, 2013.

MITTEROECKER, P. & GUNZ, P. Advances in Geometric Morphometrics. **Evolutionary Biology**. 36:235–247, 2009.

MIRANDA, C.L.; BARBOSA, R.P.; LIMA, A.S.; ROVIDA, J.C.; ROCHA, J.C.; SOUZA, L.S.; PIRES, A.V.; MARTINS, R.L.; PAIVA, S.R. Análise morfométrica de populações do caranguejo-uçá (*Ucides Cordatus* L.) (Crustacea – Decapoda) em manguezais do litoral do Espírito Santo. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**. v. 4(1): p. 15-23, 2005.

MONTEIRO, L.R. & REIS, S.F. Princípios de Morfometria Geométrica. Ribeirão Preto – Editora Holos, 198p. 1999.

PARÉS I 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**. 4:27-31, 2014.

PIOVEZAN, U.; CARNEIRO, P. C. F.; MAUÉS, M. do S.; PAIVA, S. R.; ALENCAR, J. R. M.; ALBUQUERQUE, N. I.; MARQUES, J. R. F.; PEREIRA, F. de M.; PINHEIRO, M. S.; RESENDE, E. K. Rede de recursos genéticos animais da Embrapa: espécies nativas com potencial econômico. Anais. Congresso brasileiro de recursos genéticos, 2., 2012, Belém, PA. 2012.

REZENDE, M.P.G.; LUZ, D.F.; RAMIRES, G.G.; OLIVEIRA, M.V.M. Índices zootécnicos de novilhas da raça Pantaneira. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.21, p.550-555, 2014a.

REZENDE, M.P.G.; OLIVEIRA, N.M.; RAMIRES, G.G. Índices zootécnicos de ovinos cruzados criados em duas propriedades no Pantanal de Miranda, MS. **Revista Agrarian**. v.7, n.24, p.310-318, 2014b.

REZENDE, M.P.G.; SOUZA, J.C.; CARNEIRO, P.L.S.; BOZZI, R.; JARDIM, R.J.D.; MALHADO, C.H.M. Morphofunctional diversity of equine of varied genetic compositions raised in the Pantanal biome of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**. 50 (5): 1033-1040, 2018.

RIBEIRO, M.N.; ARANDAS, J.K.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; SILVA, R.C.B.; FACÓ, O.; ESTEVES, S.N. Demografia e grau do perigo de extinção de ovinos da raça Morada Nova. **Zootecnia Tropical**. 32 (4): 309-313, 2014.

RIBEIRO, M.N.; ARANDAS, J.K.G.; NASCIMENTO, R.B.; RIBEIRO, N.L.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C. Recursos genéticos de caprinos de raças locais do Brasil. In Biodiversidad caprina ibero-americana. Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. p. 190-206. 2016.

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 and Production**. 48 (7) p.1305–1313, 2016.

ROHLF, F.J. tpsDig2, digitize landmarks and outlines, version 1.68 Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. 2016.

SEETAH, K.; CUCCHI, T.; DOBNEY, K.; BARKER, G.A geometric morphometric re-evaluation of the use of dental form to explore differences in horse (*Equuscaballus*) populations and its potential zooarchaeological application. **Journal of Archaeological Science**.41 904-910, 2014.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D.P.; 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**. 120(2), p.204-208, 2014.

SHIOTSUKI, L.; SILVA, P.H.T.; SILVA, K.M.; LANDIM, A.V.; MORAIS, O.R.; FACÓ, O. The impact of racial pattern on the genetic improvement of Morada Nova sheep. **Animal Genetic Resources**. v58, 73–82, 2016

SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J. F.; RIERA, G. S.; FOOTE, W. C. Idade, peso e taxa de ovulação a puberdade em ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 23, n. 3, p.271- 283, 1988.

SOBRERO, T. *Aspectos poco difundidos de la cría lanar y vacuna*. Hemisferio sur. 1986.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; PAIVA, S.R.; CAIRES, D.N.; BARRETO, D.L.F. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 40(8), p.1700-1705, 2011.

TEIXEIRA NETO, M.; CRUZ, J.; CARNEIRO, P.; MALHADO, C.; BARBOSA, J.; SOUZA, L. Diversidade fenotípica de linhagens de ovinos Santa Inês por meio de análise multivariada. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. 16(4), p.784-795, 2015.

TENNANT, J.P. & MACLEOD N. Snout Shape in Extant Ruminants. **PLoS ONE**. 9(11), 2013.

VISCOSI, V.; ANTONECCHIA, G.; LEPAIS, O.; FORTINI, P.; GERBER, S.; LOY, A. Leaf shape and size differentiation in white oaks: assessment of allometric relationship samongth are sympatric species and their hybrids. **International Journal of Plant Sciences**. 173(8): 875–884. 2012.

YAMAMOTO, S.M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos**

de peixes. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; LOPES, J.S.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A.; ARAÚJO, R.O. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38(5), p.832-842, 2009.

4 CAPÍTULO II

MORFOMETRIA GEOMÉTRICA NA AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE MORFOFUNCIONAL DE RAÇAS OVINAS NATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Técnicas de avaliação morfológica possibilitam a visualização das diferenças entre e dentro de populações, permitindo a identificação de funcionalidades, avaliação da divergência e subsidiam programas de melhoramento genético e conservação. Métodos morfométricos tradicionais e geométricos foram aplicados com intuito de identificar o potencial produtivo de ovinos e proporcionar uma avaliação precisa e de baixo custo, baseada em imagens e biometrias tomadas a campo. Assim, objetivou-se utilizar morfometria geométrica e morfologia funcional com geração de índices de conformação em ovinos de quatro raças, Morada Nova (MN e EBMN), Santa Inês (SI e EBSI), Somalis (EBSM) e Dorper (DO), sendo as três primeiras nativas brasileiras. Foram utilizadas 162 ovelhas adultas oriundas de seis rebanhos, sendo três particulares (MN, DO e SI) e três provenientes de núcleos de conservação (EBMN, EBSI e EBSM). Foram tomadas medidas biométricas da cabeça e corpo e capturadas imagens do perfil lateral do corpo, onde inseriram-se 34 marcos e semimarcos anatômicos. Com os dados de coordenadas a partir das imagens foram realizadas as análises de geometria e com os dados biométricos foi realizada análise de fatores utilizando os índices de conformação que também foram utilizados nos demais métodos multivariados. Tanto a biometria quanto morfometria geométrica possibilitaram a discriminação dos rebanhos conforme suas especificidades. EBMN, MN e EBSM são animais de menor estatura e potencial produtivo, DO são profundos, largos e de posterior mais desenvolvido, indicando aptidão para corte, SI e EBSI são mais delgados, altos e de anterior mais desenvolvido e menor aptidão para produção de carne que DO. Os diferentes perfis evidenciados pelos animais das diferentes raças e rebanhos são fundamentais para proporcionar um amplo espectro a ser explorado por melhoristas conforme demanda de cada programa de melhoramento genético e sistema de produção.

Palavra-chave: biometria corporal, conformação, conservação genética, habilidade produtiva, análise da forma, ovinocultura.

**GEOMETRIC MORPHOMETRY IN THE EVALUATION OF
MORPHFUNCTIONAL DIVERSITY OF NATIVE OVINE BREEDS IN
NORTHEAST BRAZIL**

ABSTRACT

Morphological evaluation techniques allow the visualization of differences between and within populations, allowing the identification of functionalities, evaluation of divergence and subsidize breeding and conservation programs. Traditional and geometric morphometric methods were applied in order to identify the productive potential of sheep and to provide an accurate and low cost evaluation based on images and field biometrics. The objective was to use geometric morphometry and functional morphology with generation of conformation indices in four races, Morada Nova (MN and EBMN), Santa Inês (SI and EBSI), Somalis (EBSM) and Dorper (DO). the first three Brazilian natives. Sixty-two adult ewes from six herds were used, three of which were private (MN, DO and SI) and three from conservation herds (EBMN, EBSI and EBSM). Biometric measurements of the head and body were taken and images were taken of the lateral profile of the body, where 34 anatomical landmarks and semimarcos were inserted. With the coordinate data from the images were performed the geometry analysis and with the biometric data was performed factor analysis using the indices of conformation that were also used in the other multivariate methods. Both biometrics and geometric morphometry enabled the discrimination of the herds according to their specificities. EBMN, MN and EBSM are animals of shorter stature and productive potential, DO are deep, broad and later more developed, indicating ability to cut, SI and EBSI are thinner, taller and earlier developed and lower ability to produce meat that DO. The different profiles evidenced by the animals of the different breeds and herds are fundamental to provide a broad spectrum to be explored by breeders as demand for each breeding program and production system.

Key words: Body biometrics, conformation, genetic conservation, productive ability, shape analysis, sheep farming.

INTRODUÇÃO

Durante a colonização do Brasil, inúmeras espécies de animais foram trazidas para a região Nordeste, principalmente pelos portugueses (Mariante et al., 2011). As condições de elevada temperatura ambiental, grandes variações pluviométricas e menor qualidade nutricional das forrageiras levaram, através da seleção natural, a formação de raças geneticamente adaptadas, rústicas, prolíficas e resistentes a endo/ectoparasitas e doenças (Egito et al., 2002; Rezende et al., 2014).

A produção pecuária no Nordeste do Brasil tem como fração mais importante a criação de ruminantes (Sousa Júnior et al., 2008), sendo a região detentora dos maiores rebanhos de pequenos ruminantes (IBGE, 2016). A criação de ovinos no Nordeste é diferenciada, destacando-se rebanhos pequenos e sistemas pouco tecnificados (Aquino et al., 2016). Essa importância sociocultural associada a necessidade de manutenção de algumas raças evidenciam o importante papel dos trabalhos de conservação dos recursos genéticos, desenvolvimento e manutenção de produtos locais oriundos desses animais. Fato também observado por Duchev & Groeneveld, (2006), em estudo com programas de monitoramento dos recursos genéticos europeus.

Muitas propriedades, no Brasil, baseiam-se no manejo de raças locais ou seus cruzamentos com raças exóticas. No entanto, o uso desses cruzamentos ou substituição por raças exóticas tem levado a diminuição do número de animais e risco de extinção de algumas das raças autóctones (Mariante & Egito, 2002). De acordo com Taberlet et al. (2011), o tamanho efetivo populacional de muitas raças está abaixo de um limiar que assegure sua sustentabilidade a longo prazo, deixando-as em situação sensível e justificando iniciativas de conservação. Esse fato é comum nos países em desenvolvimento, onde se estima que 70% das raças que não possuem sequer informações sobre seu risco de extinção (Kenene et al., 2009).

Diversas espécies e raças de animais domésticos vêm sendo trabalhadas no âmbito do melhoramento genético e desenvolvimento de produtos tradicionais como subsídio a sua conservação (Matos, 2000). Conforme Ribeiro et al. (2016), essa é uma alternativa para aumentar a viabilidade da criação de raças nativas, tornando sua utilização mais atraente ao proporcionar ganhos com aumento de produtividade. Nesse contexto, a valorização das raças locais torna-se necessária, salientando-se que, além da adaptação, estas raças podem, através da seleção e melhoramento genético, apresentar fenótipos para bons índices zootécnicos (Mazza et al., 1992; Juliano et al., 2011).

A utilização da biometria corporal pode auxiliar no diagnóstico das qualidades, defeitos e na orientação dos acasalamentos entre os animais, visando melhorar determinadas características nas progênes (Pares i Casa Nova, 2010; Mello & Schmidt, 2008). As características morfológicas são herdáveis e passíveis de serem utilizados para predição de índices morfofuncionais, que podem ser aplicados para definição de perfis produtivos (Rezende et al., 2014). Essa técnica vem sendo utilizada para investigar as aptidões e habilidades morfofuncionais de diferentes espécies como búfalos (Rezende et al., 2017), ovinos (Bravo e Sepulveda 2010; Esquivelzeta et al., 2011; Rezende et al., 2014; Meneses et al., 2013) e bovinos (Rezende., et al 2014; Contreras et al., 2011).

Já a morfometria geométrica, técnica baseada na forma e seus contornos e que leva em consideração apenas a imagem dos animais como fonte de dados, foi utilizada no estudo da forma do crânio para diferenciação de grupos raciais de ovinos europeus (Parés i Casanova, 2014), da forma dos dentes em caprinos e ovinos asiáticos (Haruda, 2016), na identificação de doenças podais em bovinos leiteiros (Lusa, 2017) e na relação entre tipos de alimentação e forma do focinho de ruminantes (Tennant e MacLeod, 2013). A metodologia é promissora e ainda pouco explorada em animais de produção, especialmente em associação com biometria corporal. Os rebanhos Morada Nova, Santa Inês e Somalis compõem um importante fator socioeconômico, sendo distribuído principalmente na região Nordeste (McManus et al., 2013). O estudo da variabilidade fenotípica dos rebanhos de raças nativas comparadas aos rebanhos comerciais pode trazer informações importantes para conservação e uso desses animais. Assim, objetivou-se avaliar a diversidade morfofuncional de raças ovinas nativas do Nordeste brasileiro, utilizando morfometria geométrica e índices de conformação corporal.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados

Foram avaliadas 148 fêmeas nativas em idade reprodutiva (acima dos 18 meses) das raças Somalis, Morada Nova e Santa Inês, pertencentes a núcleos de conservação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e propriedades privadas (Tabela 1). Adicionalmente, para comparação, foram coletadas informações de 14 exemplares da raça Dorper, que é largamente utilizada em sistemas puros e em cruzamentos. A utilização dos animais seguiu normas do Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovada pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB sob o certificado nº 167/2017.

Tabela 1. Descrição das quantidades de animais provenientes dos diferentes rebanhos de ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

| Rebanhos | Número de animais | Sigla |
|-------------|-------------------|-------------------|
| Somalis | 30 | EBSM ¹ |
| Morada Nova | 30 | EBMN ¹ |
| Santa Inês | 30 | EBSI ² |
| Morada Nova | 30 | MN ³ |
| Santa Inês | 28 | SI ⁴ |
| Doper | 14 | DO ⁵ |

¹ Rebanho do núcleo de conservação da Embrapa Caprinos, Sobral – Ceará; ² Rebanho do núcleo de conservação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Frei Paulo – Sergipe. Rebanhos particulares provenientes de propriedades em: ³ Morada Nova – Ceará; ⁴ Rebanho particular em Barra do Choça – Bahia; ⁵ Rebanho particular em Vitória da Conquista – Bahia.

Métodos da morfometria geométrica

Foram capturadas imagens da vista lateral do corpo, obtidas com câmera digital semiprofissional Sony NEX-F3 18-55 mm sensor CMOS de 16 mega pixels, a distância focal de 18 mm e armazenadas em arquivos de imagem JPEG. Paralelamente aos animais foi posicionada uma placa com a identificação de cada animal e fixada fita métrica como referencial para obtenção de escala e análise de tamanho.

As imagens foram convertidas para extensão tps a partir do programa TpsUtil versão 1.70 (Rohlf, 2016). Foram inseridos sete marcos e 27 semimarcos nas imagens do corpo (Figura 1), com auxílio do TpsDig2, (Rohlf, 2016). Posteriormente foi realizado o alinhamento dos semimarcos, transformando-os em marcos precisos com auxílio do tpsRelw (Rohlf, 2016).



Fonte: Construído a partir da imagem do perfil lateral do corpo de um ovino e representação das medidas biométricas adquiridas, sendo: Comprimentos da cabeça (CCa), chanfro (CCh), pescoço (CP), corpo (CC) e garupa (CG); larguras da cabeça (LCa), peito (LP), ísquio (Li) e garupa (LG); tamanho da orelha (TO_r); perímetro torácico (PT); alturas da cernelha (AC), garupa (AG), codilho (Ac_d); profundidade do tórax (Prt).

Figura 1. Fêmea da raça Santa Inês e respectivos marcos e semimarcos anatômicos inseridos.

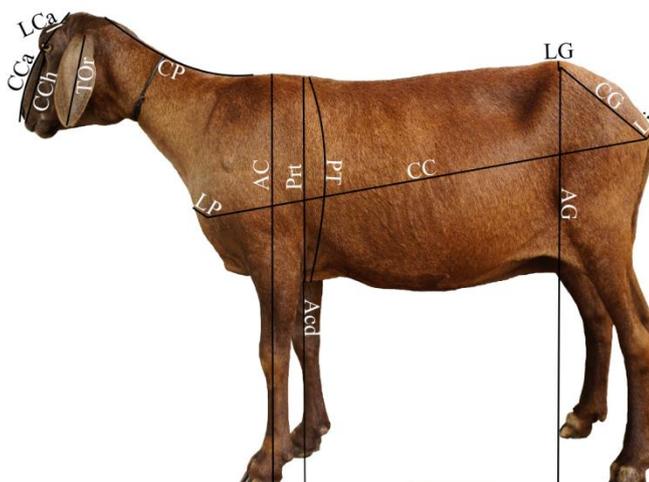
As coordenadas cartesianas foram analisadas por meio do *software* MorphoJ versão 2.0 (Klingenberg, 2011). Procedeu-se com uma análise de sobreposição de Procrustes para obtenção do ajuste da forma consenso/média e realizada regressão para avaliar o efeito de variação da forma em função do tamanho (alometria). A análise de variáveis canônicas foi realizada com o objetivo de reduzir o espaço amostral em poucas variáveis capazes de explicar a variação original e obter a dispersão dos grupos em gráfico biplot. Em seguida realizou-se análise discriminante e validação cruzada para verificar a precisão quanto à alocação de animais em seus respectivos rebanhos definidos *a priori* como o rebanho de origem.

A partir dos dados do tamanho do centroide, dado pela raiz quadrada da soma dos quadrados de cada marco anatômico, foi avaliado o efeito de tamanho utilizando

uma análise de variância univariada (ANOVA). Os gráficos biplot e a ANOVA foram executadas no *software* PAST versão 2.17 (Hamer et al., 2001).

Métodos da biometria corporal

As medidas biométricas (Figura 2) foram tomadas com o auxílio de uma fita métrica e bengala de Lydtin de acordo com Araújo et al. (2014), Mello and Schmidt (2008), Biachini et al. (2006) e Rezende et al. (2014). Mensuraram-se os comprimentos: cabeça (CCa), chanfro (CCh), pescoço (CP), corpo (CC), garupa (CG); larguras: cabeça (LCa), peito (LP), ísquio (Li), garupa (LG); tamanho: orelha (TOr); perímetros: torácico (PT); alturas: cernelha (AC), garupa (AG), codilho (Acd); profundidade: tórax (Prt); e peso corporal (PE).



Fonte: Construído a partir da imagem do perfil lateral do corpo de um ovino e representação das medidas biométricas adquiridas, sendo: Comprimentos da cabeça (CCa), chanfro (CCh), pescoço (CP), corpo (CC) e garupa (CG); larguras da cabeça (LCa), peito (LP), ísquio (Li) e garupa (LG); tamanho da orelha (TOOr); perímetro torácico (PT); alturas da cernelha (AC), garupa (AG), codilho (Acd); profundidade do tórax (Prt).

Figura 2. Medidas biométricas mensuradas nos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

As medidas biométricas foram combinadas para os cálculos utilizados na geração dos índices de conformação, aptidões produtivas (capacidade leiteira e de carne) e etnológicas das matrizes, de acordo com Dubuc (1991), Contreras et al. (2011) e Rezende et al. (2014b). Os índices foram obtidos conforme descrito a seguir:

Índice de anamorfose (IA): perímetro torácico elevado ao quadrado dividido pela altura de cernelha, multiplicado por 100; **Índice de capacidade corporal 1 (ICC1):** correspondente ao quociente entre peso e o comprimento corporal; **Índice de**

capacidade corporal 2 (ICC2): correspondente ao quociente entre o peso e o perímetro torácico; **Índice corporal (IC):** comprimento corporal dividido por perímetro torácico, em que animais longilíneos apresentam $IC > 0,90$, mediolíneos $0,86 \leq IC \leq 0,88$ e animais brevilíneos $IC < 0,85$; **Índice de relação cernelha-garupa (IRCG):** altura de cernelha dividido por altura de garupa. Em que valores iguais a 1, descrevem animal com membros torácicos e pélvicos de mesmas alturas (equilíbrio); **Índice corporal-lateral (ICL):** altura de cernelha dividido por comprimento corporal, multiplicado por 100. Esse índice proporciona o entendimento da forma geral do corpo do animal se comprido e pernalto, ou brevilíneo, indicando também aptidão; **Índice pélvico (IP):** largura da garupa dividida pelo comprimento de garupa, multiplicado por 100. É um indicativo da estrutura da garupa que está muito relacionado com a aptidão reprodutiva dos animais; **Índice pélvico transversal (IPT):** largura da garupa dividido por altura da cernelha, multiplicado por 100, relaciona a largura da garupa e a altura do animal; **Índice pélvico longitudinal (IPL):** comprimento de garupa dividido por altura de cernelha, multiplicado por 100. É um complemento ao índice pélvico transversal e relaciona o comprimento e angulosidade da garupa. Esses três índices estão ligados a estrutura do posterior, razão pela qual são muito relacionados com a aptidão reprodutiva e deposição muscular, diferenciando animais de conformação mais indicada a melhorar essas características; **Índice de relação perímetro torácico-cernelha (IRPTC):** perímetro torácico dividido por altura de cernelha. Esse índice relaciona altura do animal e sua profundidade, possibilitando a identificação de animais com boa capacidade torácicos ou esguios e altos.

Inicialmente, o teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi conduzido para avaliar a adequação da amostragem para um modelo de análise fatorial. O valor total de KMO foi de 0,81, o que é adequado de acordo com Kaiser & Rice (1977). Na análise de fatores dos índices, utilizou-se a rotação ortogonal, procedimento varimax. O número de fatores extraídos foi definido de acordo com o critério de variância, sendo utilizado o ponto de inflexão na curva dos autovalores sendo realizada no SAS (2013). O significado dos fatores foi estabelecido de acordo com os pesos fatoriais das variáveis em cada fator, o que permitiu rotulá-los e utilizá-los como novas variáveis.

Através da MANOVA, testou-se a hipótese de igualdade entre os rebanhos pelo teste de Hotelling considerando simultaneamente os vetores de médias das novas variáveis criadas. Adicionalmente, avaliou-se o grau de similaridade entre os rebanhos utilizando análise de variáveis canônicas, com identificação dos similares em gráficos

de dispersão tipo *biplot*. Essas análises foram realizadas via programa PAST (Hammer et al., 2001). Por fim, um gráfico heatmap foi gerado usando o pacote gplots do software R (Warnes et al., 2016), considerando a análise da distância Euclidiana média com agrupamento por meio de ligação completa. A aproximação imparcial (approximately unbiased - AU) foi calculada por reamostragem com inicialização múltipla escala. Um AU com valores mínimos iguais ou acima de 95% foi o critério para a formação de grupos fortemente apoiados pelos dados no cluster. Também foi gerado *Bootstrap* com 10.000 mil simulações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfometria geométrica

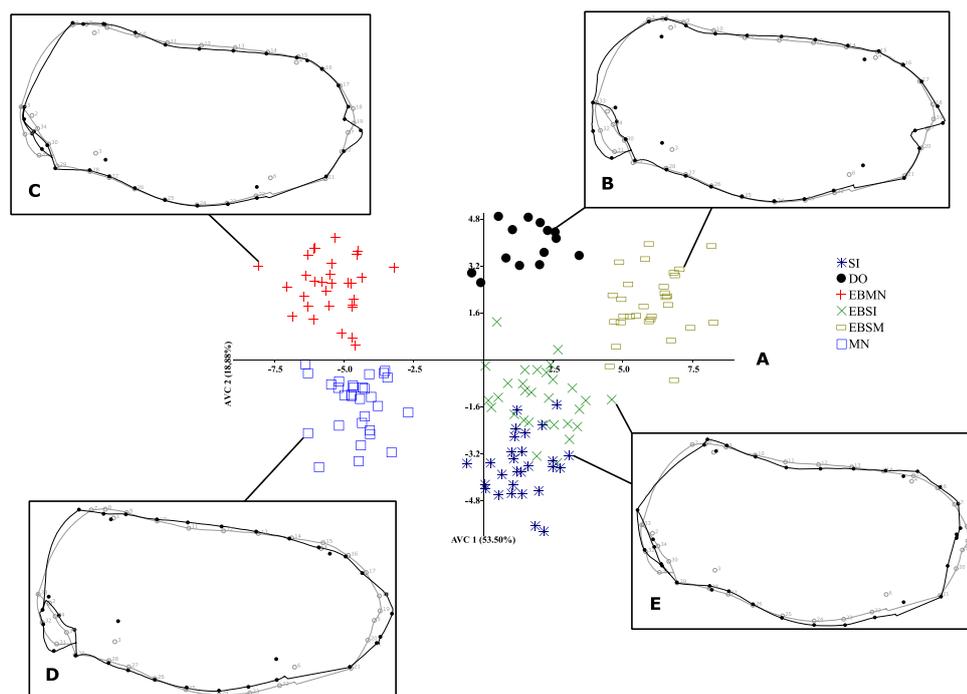
Verificaram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) para forma do corpo entre os rebanhos de acordo com as distâncias de Mahalanobis (Tabela 2). As menores dissimilaridades foram encontradas entre os rebanhos formados pelos animais de uma mesma raça, como os rebanhos Morada Nova (MN e EBMN) e Santa Inês (SI e EBSI). As menores dissimilaridades foram encontradas entre os rebanhos EBMN x MN e SI x EBSI. Já as maiores dissimilaridades foram observadas entre os rebanhos EBMN x EBSM, EBSM x MN, DO x MN e DO x EBMN, indicando que entre esses rebanhos existem maiores diferenças morfológicas. Essas diferenças são devido as distintas pressões e preferência de seleção realizadas em cada raça, em que se observaram maiores divergências dos rebanhos Morada Nova em relação a Somalis e Dorper.

Tabela 2. Distâncias de Mahalanobis obtidas a partir das coordenadas cartesianas de forma do corpo dos seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper

| Linhagens | SI | DO | EBMN | EBSI | EBSM | MN |
|-----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | Corpo | | | | | |
| SI | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| DO | 9,40 | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| EBMN | 9,64 | 10,44 | | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| EBSI | 5,68 | 8,49 | 9,26 | | <0,0001* | <0,0001* |
| EBSM | 8,26 | 9,88 | 11,80 | 7,20 | | <0,0001* |
| MN | 7,44 | 10,53 | 5,47 | 7,80 | 11,43 | |

Construído a partir da análise de variáveis canônica realizada com as variáveis de forma. Na diagonal superior valores de probabilidade, na diagonal inferior distâncias de Mahalanobis. Em negrito menor distância observada. *($P < 0,01$).

As *outlines* geradas a partir das grades de deformação proporcionaram melhor visualização das variações na forma entre as raças através das deformações que distinguem os grupos genéticos (Figura 3). As duas primeiras variáveis canônicas explicaram, respectivamente, 53,50% e 18,88% da variação total entre os rebanhos e foi possível visualizar sua distribuição nos quadrantes do gráfico cartesiano (Figura 3A).



Fonte: Construído a partir da análise de variáveis caônicas das variáveis de forma do corpo. *Linha cinza = forma média; Linha preta = mudança de forma em cada eixo (rebanhos).

Figura 3: Dispersão gráfica com base nas análises de Variáveis Canônicas e outlines obtidos a partir das imagens do corpo dos seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

Os rebanhos DO e EBSM foram alocados no primeiro quadrante positivo da AVC1 e apresentaram expansões, principalmente na região do peito, inserção da cauda e região lombar, bem como nas bases ósseas da espádua e do posterior, caracterizando menor área aparente e menor angulosidade do quadril (Figura 3B). Predominantemente alocado na AVC1 negativa, o rebanho EBMN mostrou contrações nas regiões do peito, lombar e inserção da cauda, enquanto a expansão mais aparente foi observada na região superior da nádega. Nas bases ósseas, foram identificadas também expansões da espádua e maior angulosidade da garupa.

No terceiro quadrante negativo da AVC2, encontra-se o rebanho MN, com deformidades generalizadas, caracterizando com peito encurtado na porção superior e expandido na inferior, expansão do dorso e nádegas e encurtamento nas regiões sacral, garupa e ventre. Nas bases ósseas do anterior observou-se um encurtamento na região do codilho e, no posterior, aparência de menor angulosidade.

Os rebanhos SI e EBSI foram predominantemente agrupados no quarto quadrante do gráfico, apresentando contrações nas regiões do peito, lombar, posterior da

garupa e nádegas, bem como expansões do ventre e região sacral. Nas bases ósseas verificou-se expansão do codilho no anterior e aparente menor proporção de pernil.

A morfometria geométrica auxiliou na descrição dos rebanhos quanto a suas especificidades de forma do contorno do corpo, possibilitando a descrição de regiões do posterior, lombar e anterior. No posterior, as visualizações mais marcantes são de angulosidade de garupa, observada por meio das bases ósseas e amplitude da musculatura, que se relacionam com características reprodutivas e produtivas. Quanto à reprodução, uma garupa mais angular auxilia na expulsão da cria e limpeza uterina, influenciando como fator econômico ao diminuir acidentes e distorcias de parto, que de acordo com Câmara et al. (2009), é uma das principais causas de perda de matrizes e borregos. Por outro lado, excessiva angulosidade influi em diminuição de fertilidade (Makgahlela et al., 2009; Silva et al., 2015), afetando negativamente o planejamento da propriedade. Portanto, devem-se buscar por um perfil de angulosidade intermediário e adequado as demandas específicas.

Quanto às características produtivas, tanto a região posterior, compreendendo o pernil e lombo, quanto a região anterior (paleta e peito) são regiões de grande importância devido as proporções que representam da carcaça e os cortes nobres que as compõe, apresentando maior valor comercial. O que corrobora com o descrito por Osório et al. (1997) e Vergata et al. (2005) que discutiram sobre a importância do pernil, lombo e paleta como componentes de maior proporção na carcaça. A carne é o principal produto da ovinocultura no Nordeste (Viana, 2008), nesse sentido, é fundamental selecionar animais que confirmem um perfil de maiores proporções para essas regiões (paleta e pernil), o que resultará em maior rendimento de cortes nobres. Associada as características adaptativas, já presentes nas raças nativas, essa prática pode tornar os sistemas de produção mais eficientes e competitivos.

Em estudos em que foi aplicada a MG obteve-se sucesso na identificação cranial de ovinos (Parés i Casanova, 2014), caprinos (Haruda, 2016), distintos ruminantes com base na forma bucal (Tennant & MacLeod, 2013) e classificação de insetos de interesse forense (Macedo, 2017ab). Esses tiveram o intuito de verificar variações morfológicas adaptativas ou diferenciação entre espécies/raças, sendo o atual estudo o primeiro dedicado a relacionar aspectos de funcionalidade produtiva em ovinos por meio da MG em associação com biometria.

Os testes de validação cruzada evidenciaram que, em média, 86,1% dos indivíduos foram classificados corretamente conforme identificação dos rebanhos a

priori (Tabela 3). Somente entre os rebanhos EBSM x MN o resultado não foi significativo ($P > 0,01$).

Tabela 3. Validação cruzada entre seis seis rebanhos ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper comparados par-a-par e porcentagem de classificação dentro de cada rebanho.

| | SI | DO | EBMN | EBSI | EBSM | MN |
|-----------------------------|------|---------|---------|--------------------|---------|----------------------|
| Classificação dos pares (%) | | | | | | |
| SI | | <0,0001 | <0,0001 | 0,0040 | <0,0001 | <0,0001 |
| DO | 94,5 | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| EBMN | 83,0 | 88,0 | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| EBSI | 72,5 | 70,0 | 91,5 | | <0,0001 | 0,0190 ^{ns} |
| EBSM | 81,0 | 96,5 | 98,5 | 78,5 | | <0,0001 |
| MN | 91,0 | 93,0 | 78,5 | 80,0 ^{ns} | 95,0 | |

Construído a partir da análise de validação cruzada e média da classificação par-a-par com 10^4 permutações. Na diagonal superior valores de probabilidade, na diagonal inferior porcentagens de classificação correta. *($P < 0,01$); ns = não significativo. SI: Rebanho particular em Barra do Choça – Bahia; DO: Rebanho particular em Vitória da Conquista – Bahia; EBMN/EMSM: Rebanhos do núcleo de conservação da Embrapa Caprinos, Sobral – Ceará; EBSI: Rebanho do núcleo de conservação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Frei Paulo – Sergipe; MN: Rebanho particular proveniente de uma propriedade em Morada Nova – Ceará.

Foram observados elevados valores de validação cruzada para todos os pares formados entre os rebanhos ($\geq 70\%$), sendo os maiores valores nos pares EBSM e DO, EBSM e EBMN, EBSM e MN e DO com SI, indicando diferenças marcantes entre esses rebanhos que possibilitaram altos índices de acertos em suas classificações. Mesmo apresentando valores bastante altos (96,5%) de classificação correta, EBSM e DO foram alocados em um mesmo quadrante (Figura 3A), indicando que mesmo próximos em relação a sua forma, foram consistentemente discriminados em seus devidos grupos genéticos. Os pares formados entre EBSM e os rebanhos Morada Nova foram classificados com altos valores de validação e alocados em regiões distintas do gráfico, o que também foi observado para o par DO e SI.

Os rebanhos Santa Inês (EBSI e SI) foram agrupados predominantemente em um mesmo quadrante por pertencerem à mesma raça, logo, apresentam proximidade quanto a forma. Mesmo assim, o valor de validação foi superior a 70%, fato que ressalta a importância da validação cruzada, complementando a dispersão e outlines. Conforme Teixeira Neto et al. (2015) a raça Santa Inês apresenta muita diversidade fenotípica

entre seus rebanhos devido as pressões de seleção distintas aplicadas em cada propriedade. Além disso, a raça Santa Inês é bastante difundida em todo país, figurando como um destaque entre as raças ovinas (ABSI, 2012; ARCO, 2012).

A validação cruzada teve grande importância na discriminação dos animais conforme especificidades dos seus grupos genéticos, evidenciando assim a eficiência da análise discriminante em separar corretamente os indivíduos previamente identificados. Essa técnica teve sua eficácia também comprovada na classificação de insetos por Macedo (2017ab) e classificação de pegadas de roedores por Camargo et al. (2008).

Segundo Rosa & Paiva, (2009) e Teneva, (2009), no melhoramento genético animal, tem sido cada vez mais fácil a caracterização genética através de marcadores moleculares, técnica que vem se popularizando e reduzindo gradativamente seu custo de aplicação, servindo como ferramenta de identificação animal, avaliação de variabilidade genética inter e intrapopulacional. Podendo auxiliar no processo de direcionamento de acasalamentos, com o intuito de se obter um biótipo que atenda a determinadas demandas do criador. Contudo, a coleta de fenótipos continua sendo essencial e indispensável, se tornando cada vez mais onerosa, devido à necessidade de deslocamento e experiência para uma coleta adequada dos fenótipos. A MG tem potencial para diminuição de custos na coleta de dados fenotípicos, pois para sua aplicação considera-se apenas o posicionamento de um referencial de escala de dimensões conhecidas e o registro fotográfico.

A análise de tamanho evidenciou diferenças significativas ($P < 0,01$) entre a raça Santa Inês e as demais, no entanto, os rebanhos SI e EBSI, que apresentaram maior tamanho, não diferiu entre si ($P > 0,01$). Já o rebanho DO apresentou tamanho intermediário e diferindo ($P < 0,01$) das outras raças, enquanto os rebanhos EBSM, EBMN e MN, com menor tamanho, também não apresentaram diferenças significativas entre si.

Biometria corporal

Os valores das comunalidades da análise fatorial foram altos, permitindo a manutenção de 7 fatores com acúmulo de 99% da variância, sendo rotulados em ordem de importância como: Capacidade Corporal, Estrutura Pélvica, Habilidade Produtiva, Conformação de Posterior, Equilíbrio, Conformação Corporal e Estrutura Corporal (Tabela 4).

Tabela 4. Fatores obtidos a partir dos índices de conformação dos seis rebanhos de ovinos das raças Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

| c | Índices de conformação | | | | | | | |
|-------|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|
| | Capacidade corporal | Estrutura pélvica | Habilidade produtiva | Conformação de posterior | Equilíbrio | Conformação corporal | Estrutura corporal | |
| PE | 0,99 | 0,99 | 0,14 | -0,05 | -0,02 | 0,04 | -0,05 | -0,05 |
| IRCG | 0,99 | 0,07 | -0,06 | 0,02 | -0,14 | 0,96 | 0,20 | -0,02 |
| IC | 0,99 | -0,17 | 0,06 | 0,98 | 0,05 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |
| IA | 0,99 | 0,87 | 0,26 | -0,30 | 0,16 | -0,05 | -0,14 | 0,17 |
| IP | 0,99 | 0,28 | 0,94 | -0,01 | -0,12 | -0,02 | -0,16 | 0,02 |
| ICL | 0,99 | -0,06 | -0,33 | 0,01 | -0,23 | 0,28 | 0,87 | -0,02 |
| ICC1 | 0,99 | 0,97 | 0,17 | -0,13 | 0,06 | 0,04 | 0,06 | 0,08 |
| ICC2 | 0,99 | 0,98 | 0,14 | -0,13 | -0,03 | 0,04 | -0,06 | -0,05 |
| IPT | 0,99 | 0,25 | 0,81 | -0,02 | 0,47 | -0,10 | -0,23 | 0,04 |
| IPL | 0,99 | 0,02 | 0,05 | -0,03 | 0,98 | -0,14 | -0,15 | 0,02 |
| IRPTC | 0,99 | 0,43 | 0,28 | -0,68 | 0,30 | -0,16 | -0,18 | 0,36 |
| % | | 36,30 | 17,00 | 14,10 | 12,56 | 9,79 | 8,69 | 1,60 |

c: comunalidade; %: variância explicada. PE: peso corporal; IRCG: índice relação cernelha-garupa; IC: índice corporal; IA: índice de anamorfose; IP: índice pélvico; ICL: índice corporal lateral; ICC1: índice de capacidade corporal 1; ICC2: índice de capacidade corporal 2; IPT: índice pélvico transversal; IPL: índice pélvico longitudinal; IRPTC: índice de relação perímetro torácico-cernelha; destacados em negrito: maiores pesos fatoriais.

O primeiro fator, capacidade corporal, reteve 36,30% da variância, sendo observados maiores coeficientes para peso corporal, índice de anamorfose e índices de capacidade corporal 1 e 2. Esses juntos representam o tamanho, profundidade, largura corporal, peso dos animais e aptidão (corte ou leite). Animais com maior capacidade corporal possuem um tórax amplo e profundo, costelas longas, separadas e bem arqueadas, facilitando funções respiratórias, além de ser um bom indicador do crescimento, adaptabilidade e eficiência alimentar (Oliveira & Nogueira, 2006; Figueiredo et al., 2018). Em geral, espera-se que um animal de produção possua maior capacidade corporal e menor desenvolvimento das pernas, ou seja, um biótipo mais compacto (Rezende et al., 2017).

No fator rotulado como estrutura pélvica, os índices pélvico e pélvico transversal obtiveram maiores coeficientes. Em fêmeas, sugere-se que essa região seja mais larga do que comprida (Rezende et al., 2014), pois, relaciona-se à facilidade de parto (Contreras et al., 2011), assim, o canal pélvico mais largo diminui o risco de distorcias de parto, possibilita a passagem de borregos maiores e reduz o risco de perda da matriz.

O índice pélvico transversal serve como indicativo para avaliar o desenvolvimento de tecido muscular da região posterior, onde estão localizados cortes comerciais nobres (Rezende et al., 2017).

O terceiro fator foi rotulado como habilidade produtiva devido aos maiores valores observados para índice corporal, usado como indicativo da aptidão do animal (carne e leite) (Dubuc, 1991), e relação perímetro torácico-cernelha, que representa a relação entre a altura e profundidade do animal.

No quarto fator, definido como conformação de posterior, destacam-se os índices pélvicos transversais e longitudinais. Assim como para estrutura pélvica, esses índices se relacionam com facilidade de parto e indicativo do desenvolvimento muscular no quarto traseiro. A diferença entre conformação do posterior e estrutura pélvica está em função do primeiro representar a relação da altura do animal com a largura e comprimento do posterior, enquanto o segundo relaciona largura do posterior com o comprimento do animal. O quinto fator foi rotulado como equilíbrio, pois o índice de relação cernelha e garupa apresentou maior valor. Basicamente este índice mostra se os membros (torácicos e pélvicos) estão em harmonia ou tendem a apresentar inclinação.

O sexto fator foi rotulado como conformação corporal, visto que apresentou isoladamente maior valor para o índice corporal lateral. Por se tratar da relação entre altura de cernelha e comprimento corporal tem-se uma visão da forma geral do animal. Esse também pode ser usado para classificar sua aptidão (carne e leite). De acordo com Contreras et al. (2011), quanto menor for o valor para esse índice, maior tendência a apresentar biótipo compacto, sendo modelo desejável para animais destinados a produção de carne.

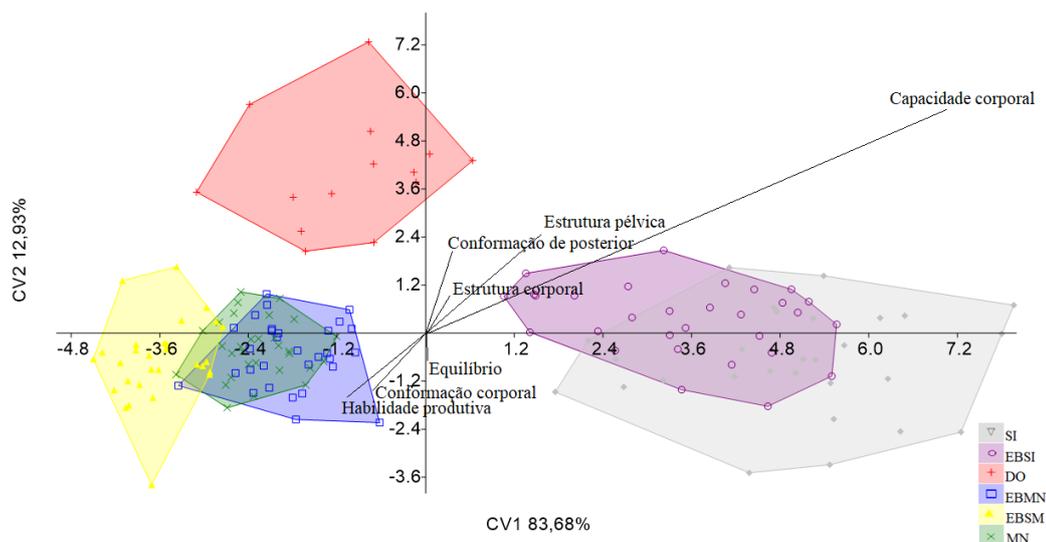
O último fator foi rotulado como “Estrutura Corporal” visto que o índice que obteve maior valor foi o que relaciona perímetro torácico com comprimento corporal e altura do animal. As proporções dessas regiões anatômicas devem ser harmônicas (proporcionalidade entre comprimento dos membros e boa profundidade torácica). Animais com essa configuração (membros mais curtos e tórax profundo) se aproximam das características inerentes de uma carcaça equilibrada e proporcionalmente distribuída entre seus componentes musculares, adiposos e ósseos (Josahkian & Machad, 1998). Portanto, quando se tem como meta a maior precocidade de acabamento, deve-se buscar no rebanho indivíduos com menor altura em proporção a sua profundidade torácica e comprimento corporal (Menezes et al., 2013).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) quando considerado simultaneamente todos os fatores (MANOVA), exceto entre EBMN e MN. A análise de variáveis canônicas dos fatores mostrou que a primeira variável canônica reteve 88,71% da variação total (Figura 4A). Os rebanhos Morada Nova e o Somalis mostraram maior proximidade destacando-se os fatores de equilíbrio, conformação corporal e habilidade produtiva, visto que são animais de menor comprimento e membros mais curtos (Figura 4A e B).

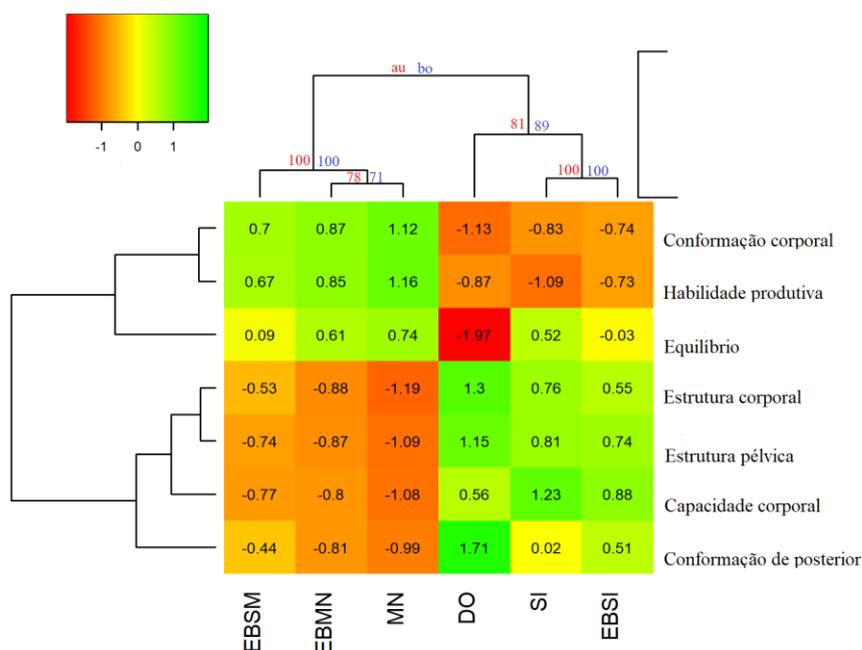
De acordo com as relações dos fatores visualizados no biplot, verificou-se que animais Dorper apresentam maior proporcionalidade entre comprimento corporal e profundidade torácica (perfil hipermétrico e brevilíneo) em relação à altura, têm posterior mais largo, alto e com maior desenvolvimento muscular (aptidão para carne) do que o quarto dianteiro.

Os rebanhos Santa Inês, possuem perfil de animal de dupla aptidão (carne e leite), caracterizando-se por serem animais grandes, mais altos do que compridos e pélvis mais comprida do que larga, evidenciando pouca área para deposição muscular. Portanto, esses rebanhos (EBSI e SI) são constituídos por animais de corpo delgado (alto, estreito e profundo), menor aptidão para produção de carne e maior quarto dianteiro em relação ao traseiro. Nota-se também que existem animais em que sua distribuição de peso relaciona-os a um biótipo menos interessante, com maiores proporções de altura e largura do quarto anterior, típico de animais ainda em início de processo de seleção para características de maior interesse econômico, nos quais se busca maior proporcionalidade de músculos.

A



B



Fonte: Construído a partir da análise de Variáveis canônicas (A) e distância euclidiana (B) ambos considerando a relação entre rebanhos e fatores. SI; EBSI; DO; EBMN; EBSM; MN.

Figura 4. Biplot (A) e Heatmap (B) considerando os fatores gerados a partir dos índices de conformação para os seis rebanhos de ovinos Morada Nova, Somalis, Santa Inês e Dorper.

Os rebanhos MN, EBMN e EBSM mostraram-se mais equilibrados, bem conformados e com boa habilidade produtiva. Quanto aos demais fatores, apresentam menores escores para estrutura, capacidade e conformação corporal, pélvica e de posterior (Figura 4B). No geral, são animais mais nivelados em relação à altura de

anterior e posterior, curtos e pouco profundos em relação ao tórax. Silva et al. (2007), em trabalho com cordeiros Morada Nova, definiram-nos como brevilineos e de pouco desenvolvimento das pernas, o que corrobora com o observado quanto a estatura desses animais. São pequenos e mais recomendados para sistemas que dispõem de poucos recursos, visto que são menos exigentes.

O rebanho DO apresentou um biótipo bem voltado a produção de carne. São animais compactos e profundos, com desenvolvimento principalmente da região posterior, área de predominância de cortes cárneos nobres (Figura 4B). Segundo Alves et al. (2015), os cortes nas diferentes partes anatômicas da carcaça ovina são estabelecidos conforme interesses comerciais. Essa configuração corporal do rebanho DO é mais indicada a ser utilizada nos sistemas de produção mais tecnificados, visto suas maiores exigências de manejo sanitário e nutricional, possibilitando melhor aproveitamento do seu potencial produtivo.

Os rebanhos SI e EBSI são animais longilíneos e desalinhados em relação altura de anterior e posterior, sendo também altos e pouco profundos com aspecto de corpo delgado, indicando menor área para deposição de conteúdo muscular. Os animais com esse perfil podem proporcionar maior comodidade para uso em sistemas extensivos, em queos animais necessitam se locomover mais em pastos altos. Apesar de terem influência das raças Somalis e Morada Nova (Teixeira Neto et al., 2015), os rebanhos Santa Inês divergiram desses rebanhos, mostrando características singulares. Nesse sentido, mesmo existindo influência de outros grupos raciais em determinadas raças, as especificidades do processo adaptativo e de seleção possibilitam o surgimento de morfótipos específicos em cada raça (Anderson & Georges, 2004; Esquivelzeta et al., 2011).

Foi possível relacionar tanto a morfometria geométrica quanto os índices de conformação na discriminação dos rebanhos, havendo similaridades de resultados. A MG foi mais sensível na classificação dos grupos genéticos e possibilitou a visualização por meio das *outlines* das variações de cada grupo. Já a biometria foi essencial para estimação dos índices morfofuncionais e definição de perfis produtivos específicos. As diferenças entre rebanhos são importantes, pois conforme Biagiotti et al. (2013); Yakubu & Ibrahim, (2011), são indicadores de processos adaptativos/seletivos essenciais para manutenção das diferentes raças ovinas, bem como subsidio para nortear a seleção e conseqüente melhoramento genético.

CONCLUSÃO

Os rebanhos diferem com relação a forma e perfis produtivos. A morfometria geométrica proporciona melhor visualização da localização específica da variação, enquanto os índices de conformação mostram as aptidões de cada grupo genético, proporcionando maior entendimento das suas funcionalidades.

Rebanhos das mesmas raças são mais similares, porém podem ser discriminados por meio da morfometria geométrica. Nesse sentido, os Morada Nova (EBMN e MN), divergiram principalmente na inserção da cauda, nádega e peito, fato que pode ser usado nos programas de conservação e melhoramento.

Os rebanhos de Morada Nova e Somalis apresentaram características de animais de menor tamanho e estatura em relação aos demais. Animais Dorper são bem conformados para produção, sendo profundos e compactos com posterior bem desenvolvido, já animais Santa Inês são delgados, de estatura alta e estreitos, com região anterior mais desenvolvida e posterior mais alta.

REFERENCIAS

- ABSI. Associação Brasileira de Santa Inês: A Raça. Disponível em: www.absantaines.com.br. Acesso em 12.07.2018.
- ALVES, L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; FERNANDES, A.R.M.; RIBEIRO, E.L.A.; CUNHA, C.M.; ALMEIDA, H.R.; FUZIKAWA, I.H.S. Avaliação da composição regional e tecidual da carcaça ovina. **PUBVET**. v9(1), p. 6-19, 2015.
- ANDERSSON, L. & GEORGES, M. Domestic-animal genomics: deciphering the genetics of complex traits. **Nature Reviews Genetics**. 5, 202–212, 2004.
- AQUINO, R.S.; LEMOS, C.G.; ALENCAR, C.A.; SILVA, E.G.; LIMA, R.S.; GOMES, J.A.F.; SILVA, A.F. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. **PUBVET**. v.10(4), p.271-281, 2016.
- ARCO. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos: Padrões raciais. Disponível em: www.arcoovinos.com.br. Acesso em 12.07.2018.
- BRAVO, S. & SEPÚLVEDA, N. Índices Zoométricos en Ovejas Criollas Araucanas. **International Journal of Morphology**. v.28(2); 8p. 2010.
- CÂMARA, A.C.; AFONSO, J.A.B.; DANTAS, A.C.; GUIMARÃES, J.A.; COSTA, N.A.; SOUZA, M.I.; MENDONÇA, C.L. Análise dos fatores relacionados a 60 casos de distorcia em ovelhas no Agreste e Sertão de Pernambuco. **Ciência Rural**. v39(8); p.2458-2463, 2009
- CONTRERAS, G.; CHIRINOS, Z.; ZAMBRANO, S.; MOLERO, E.; PAEZ, A. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. **Revista de La Facultad de Agronomía**. v.28, p.91-103, 2011.
- DOSSA, L.H.; WOLLNY, C.; GAULY, M.. Spatial variation in goat populations from Benin as revealed by multivariate analysis of morphological traits. **Small Ruminant Research**. 73:150-159. 2007.
- DUBUC, M.W. **Zoometría. Zootecnia General**. Ediciones Dumar 3ª era Edición: Caracas Venezuela, p.281-289, 1991.
- DUCHEV, Z., GROENEVELD, E. Improving the monitoring of animal genetic resources on national and international level. **Archives Animal Breeding**. 49: 532-544; 2006.
- EGITO, A.A., MARIANTE, A.S., ALBUQUERQUE, M.S.M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**. 51, 193–194, 2002.
- GIZAW, S.; VAN ARENDONK, J.A.M.; KOMEN, H., WINDIG, J.J.; HANOTTE, O. Population structure, genetic variation and morphological diversity in indigenous sheep of Ethiopia. **Animal genetics**. 38:621-628, 2007.

JOSAHKIAN, L. A.; MACHAD, C.H.C. **Manual do programa de melhoramento genético das raças zebuínas**. Uberaba: ABCZ, 96, 1998.

JULIANO, R.S. et al. Análise de características reprodutivas indicadoras de puberdade em tourinhos Pantaneiro. **Archivos de Zootecnia**. v.60(231), p.325-328, 2011.

KENENE, N.W., BEZUIDENHOUT, C.C., NSAHLAI, I.V. Genetic and phenotypic diversity in Zulu Sheep populations: implications for exploitation and conservation. **Small Ruminant Research**. 84, p100–107, 2009.

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 geldedones. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.353-366, 2015.

LUSA, A.C.G. **Morfometria dos dígitos e enfermidades digitais em fêmeas bovinas destinadas à produção leiteira**. Dissertação: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga. p.76, 2017.

MAKGAHLELA, M.L.; MOSTERT, B.E.; BANGA, C.B. Genetic relationships between calving interval and linear type traits in South African Holstein and Jersey cattle. **South African Journal of Animal Science**. v.39, p.90-92, 2009.

MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**. 57, 223–235, 2002.

MAZZA, M.C.M. et al. Phenotypical characterization of Pantaneiro cattle in Brasil. **Archivos de Zootecnia**. v.41, n.154 (extra). p.477-484, 1992.

MENESES, J.M.; VERGARA, D.M.; PORRAS, J.U.; QUINTERO, A.F.; ALVAREZ, J.C. Variabilidade morfoestrutural de lahembra ovina de pelo criollo colombiana. **Livestock Research for Rural Development**. v.25(5), p.0-0, 2013.

OLIVEIRA, D.J.C.; NOGUEIRA, G.P. Growth curves of Girolando calves. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**. v.9, p.3-8, 2006.

REZENDE, MPG; LUZ, DF; RAMIRES, GG; OLIVEIRA, NM; BARBOSA FILHO, JA; OLIVEIRA, MVM. Morphological characterization of heifers remaining from Pantaneira breed. **Ciência Rural**. v.44(4), p.706-709, 2014.

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

ROSA, A. J. M., PAIVA, S. R. Marcadores moleculares e suas aplicações em estudos populacionais de espécies de interesse zootécnico. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 35p, 2009.

SILVA, R.P.A.; THALER NETO, A.; COBUCI, J.A.; VALLOTO, A.A.; HORST, J.A.; RIBAS NETO, P.G. Correlações genéticas entre algumas características de tipo e intervalo de partos em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67(1); p.166-172, 2015.

TABERLET, P; COISSAC, E; PANSU, J; POMPANON, F. Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. **Comptes Rendus Biologies**. 334; 247–254, 2011.

TENEVA, A. Molecular markers in animal genome analysis. **Biotechnology in Animal Husbandry**. v. 25(5-6), p.1267-1284, 2009.

VIANA, A.G.J. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**. Ano 4, N° 12, 2008.