



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ- REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANTÔNIA GÉSSICA BEATRIZ DE ARAÚJO NORONHA

**TIPOLOGIA MORFOMÉTRICA DE ASININOS EM UMA POPULAÇÃO DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MOSSORÓ
2026

ANTÔNIA GÉSSICA BEATRIZ DE ARAÚJO NORONHA

**TIPOLOGIA MORFOMÉTRICA DE ASININOS EM UMA POPULAÇÃO DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal
Orientador: Débora Andréa Evangelista Façanha

MOSSORÓ
2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

N852t Noronha, Antônia Géssica Beatriz de Araújo.
TIPOLOGIA MORFOMÉTRICA DE ASININOS EM UMA
POPULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO / Antônia
Géssica Beatriz de Araújo Noronha. - 2026.
46 f. : il.

Orientadora: Débora Andréa Evangelista Façanha.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2026.

1. Jumentos. 2. Conservação. 3. Morfometria. 4.
Variabilidade Fenotípica. I. Evangelista Façanha,
Débora Andréa , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANTÔNIA GÉSSICA BEATRIZ DE ARAÚJO NORONHA

TIPOLOGIA MORFOMÉTRICA DE ASININOS EM UMA POPULAÇÃO DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciência Animal
do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal Rural do Semi- Árido como
requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal
Defendida em: 27/02/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra Débora Andréa Evangelista Façanha
Presidente

Profa. Dra. Chiara Albano de Araújo Oliveira (UFBA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Robson Mateus Freitas Silveira
Membro Examinador

Dedico este trabalho a Deus, ao meu marido, aos meus pais, ao meu irmão e aos meus avós (in memoriam), que são os grandes amores da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me sustentar até aqui. Foram dias difíceis, marcados por provas e desafios, mas foi pela minha fé que encontrei força, perseverança e esperança para seguir em frente e concluir esta etapa tão importante da minha vida.

Em segundo lugar, agradeço ao meu marido, Daniel Sales, por acreditar em mim até quando eu mesma duvidei, por me encorajar constantemente, torcer por mim e estar presente em todos os momentos. Te amo demais, amor. Essa conquista é nossa.

Aos meus pais, Adriana e Gerson, e ao meu irmão, Jefferson, deixo meu mais sincero agradecimento por tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim.

Agradeço, de forma especial, à minha orientadora, Dra. Débora Andrea, por toda a orientação, paciência e dedicação ao longo deste trabalho, contribuindo de maneira essencial para que tudo fosse realizado com êxito.

À professora Dra. Chiara Albano, e à sua equipe, Flávia Beatriz, Amanda Moreira e Camilly Louise, meus sinceros agradecimentos pela valiosa contribuição durante as coletas, pelas orientações prestadas e pelo apoio técnico e científico. Vocês foram essenciais para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Robson Mateus Freitas Silveira, agradeço pelas valiosas contribuições, sugestões e considerações realizadas durante a avaliação deste trabalho, enriquecendo de forma significativa esta pesquisa.

À Fazenda do Detran e ao Lar dos Pancinhas, agradeço por abrirem as portas para a realização das coletas de dados, pela receptividade e por toda a disposição em colaborar com esta pesquisa.

Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido durante a realização deste trabalho.

Agradeço à PROPPG, e ao atual coordenador Marlon Feijó, pelo apoio e pelos esclarecimentos prestados em momentos de dificuldade.

Aos amigos que conquistei durante o mestrado, Jéssica Monique e Bismark Alves, agradeço por toda a ajuda, companheirismo e apoio ao longo dessa etapa.

TIPOLOGIA MORFOMÉTRICA DE ASININOS EM UMA POPULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

NORONHA, Antônia Gêssica Beatriz de Araújo. **Tipologia morfométrica de asininos em uma população do semiárido brasileiro**. 2026. Dissertação (Mestrado em ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2026.

Resumo: O jumento Nordestino constitui um importante recurso genético adaptado às condições semiáridas do Brasil, destacando-se por sua rusticidade e capacidade de sobrevivência em ambientes adversos. No entanto, a redução do uso desses animais nas atividades produtivas têm contribuído para o declínio populacional e para o risco de perda de variabilidade genética. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar a tipologia morfométrica de uma população de asininos do semiárido brasileiro. Foram avaliados 51 jumentos adultos, provenientes dos municípios de Santa Quitéria e Aquiraz, Ceará, por meio de medidas lineares e perimétricas obtidas com fita métrica e hipômetro. Os dados foram submetidos à análise fatorial exploratória, análise de agrupamento hierárquico e não hierárquico (k-means), análise de variância e análise discriminante canônica. A análise fatorial identificou três dimensões principais, associadas ao porte corporal, à robustez dos membros e à estatura dos animais, explicando 73,28% da variância total. A análise de agrupamento permitiu a identificação de três tipologias morfológicas distintas, correspondentes a animais de pequeno, médio e grande porte, classificação posteriormente validada pela análise discriminante, com acurácia de 98%. Os resultados evidenciam a existência de variabilidade fenotípica estruturada na população estudada, contribuindo para o conhecimento morfométrico do Jumento Nordestino e fornecendo subsídios relevantes para estratégias de conservação, caracterização racial e manejo sustentável dessa população.

Palavras-chave: Jumentos, Conservação, Morfometria, Variabilidade Fenotípica.

MORPHOMETRIC TYPOLOGY OF DONKEYS IN A POPULATION FROM THE BRAZILIAN SEMIARID REGION

NORONHA, Antônia Géssica Beatriz de Araújo. **Morphometric Typology of Donkeys in a Population from the Brazilian Semiarid Region**. 2026. Dissertation (Master's in Animal Science) – Federal Rural University of the Semi-Arid Region (UFERSA), Mossoró, RN, Brazil, 2026.

Abstract: The Northeastern donkey constitutes an important genetic resource adapted to the semi-arid conditions of Brazil, standing out for its hardiness and ability to survive in adverse environments. However, the reduction in the use of these animals in productive activities has contributed to population decline and increased risk of loss of genetic variability. In this context, this study aimed to characterize the morphometric typology of a donkey population from the Brazilian semi-arid region. A total of 51 adult donkeys from the municipalities of Santa Quitéria and Aquiraz, Ceará, were evaluated using linear and perimetric measurements obtained with a measuring tape and a hippometer. The data were subjected to exploratory factor analysis, hierarchical and non-hierarchical cluster analysis (k-means), analysis of variance, and canonical discriminant analysis. The factor analysis identified three main dimensions associated with body size, limb robustness, and animal height, explaining 73.28% of the total variance. Cluster analysis allowed the identification of three distinct morphological typologies, corresponding to small, medium, and large animals, a classification subsequently validated by discriminant analysis with 98% accuracy. The results demonstrate the existence of structured phenotypic variability within the studied population, contributing to the morphometric knowledge of the Northeastern donkey and providing relevant support for conservation strategies, breed characterization, and sustainable management of this population.

Keywords: Donkeys; Conservation; Morphometry; Phenotypic Variability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fazenda do Detran - CE, localizada no município de Santa Quitéria (CE).	23
Figura 2. Imagem do abrigo Lar dos Pancinhas, Aquiraz - CE. Acervo pessoal.	24
Figura 3. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos. Medidas de perímetro: (1) perímetro do antebraço (torácico); (2) perímetro do joelho (torácico); (3) perímetro da canela (torácico); (4) perímetro do boleto (torácico); (5) perímetro da quartela (torácica), obtidas com o uso de fita métrica. Imagens: Acervo do autor.	26
Figura 4. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos: (1) perímetro do chanfro (focinho); (2) perímetro da fronte; (3) comprimento entre canto de olho e comissura labial; (4) perímetro do pescoço cranial; (5) perímetro do pescoço caudal; e (6) perímetro torácico. Imagens: Acervo do autor.	26
Figura 5. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos. Medidas lineares: (1) largura do peito; (2) largura da Anca; (3) largura da fronte; (4) altura da garupa, utilizando o hipômetro de Hauptner. Imagens: acervo do autor.	26
Figura 6. Dendrograma da análise de cluster hierárquico das características lineares e perimétricas do Jumento Nordestino.	32
Figura 7. Bi- plot da análise discriminante canônica	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Comunalidade, autovalores iniciais, (%) da variância e autovetores da matriz de componentes rotativa das variáveis morfológicas lineares e perimétricas do Jumento Nordestino.....	30
Tabela 2 Classificação dos Jumentos Nordestinos quanto ao porte corporal.....	32
Tabela 3 Comparação das médias dos três clusters das medidas lineares e perimétricas do Jumento Nordestino	32

LISTA DE ABREVIATURAS

AFE - Análise Fatorial Exploratória CE: Ceará

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K - MEANS – Análise de Cluster não hierárquico

FAO: Food and Agriculture Organization

DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito

UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais

CE - Ceará

ANOVA- Análise de Variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Jumentos no Brasil.....	17
2.2 População de jumentos	17
2.3 Raça Nordestina	18
2.4 Aspectos Morfométricos	19
2.5 Conservação de espécie.....	20
2.6 Padrão Racial	21
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 Objetivo geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
3.2.1 Descrever as medidas lineares e perimétricas dos asininos da raça Nordestina;	22
3.2.2 Agrupar os indivíduos em classes morfológicas e avaliar essa classificação;	22
3.3.3 Comparar as tipologias dos Jumentos Nordestinos entre si.	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Caracterização do grupo e da área de estudo.....	23
4.2 Medidas Lineares e Perimétricas.....	24
4.3 Métodos estatísticos.....	27
5. RESULTADOS.....	29
5.1 Análise Fatorial Exploratória	29
5.2 Tipologias do Jumento Nordestino	30
5.3 Análise Discriminante Canônica.....	36
6. DISCUSSÃO	38
6.1 Interpretação biológica da Análise Fatorial Exploratória	38
6.2 Discussão das tipologias morfométricas (clusters)	38
6.3 Validação estatística da separação morfométrica	39
6.4 Implicações para conservação e definição de padrão racial	41
7 CONCLUSÃO	41
8 REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O jumento (*Equus asinus*), é considerado uma das mais antigas espécies domesticadas pelo ser humano, desempenhando um papel importante nas sociedades humanas há mais de 5.000 anos (BEJA-PEREIRA *et al.*, 2004; BLENCH, 2004; ZHU *et al.*, 2025). O rebanho mundial de asininos é estimado em aproximadamente 46 milhões de animais, sendo cerca de 6,7 milhões distribuídos nas Américas. No Brasil, a população ultrapassava 800 mil indivíduos em 2018, concentrando-se principalmente na região Nordeste (IBGE, 2017; FAOSTAT, 2018; SILVA, 2021). Em números oficiais, o país possui uma das maiores populações de asininos da América do Sul, com aproximadamente 377 mil animais, ocupando a 16ª posição no ranking mundial (FAO, 2019; CÂMARA, 2021). Estima-se que cerca de 90% dessa população esteja localizada no Nordeste brasileiro, embora esses números possam estar subestimados, uma vez que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não contabiliza animais errantes em seus levantamentos (IBGE, 2017; CÂMARA, 2021).

Os jumentos apresentam características peculiares, que garantem sua grande utilização em regiões semiáridas, tais como força, rusticidade e resistência, principalmente, ao clima quente e à escassez de alimentos. Possuem ainda susceptibilidade diferenciada a certas infecções e/ou manifestações clínicas quando comparados aos equinos (CÂMARA, 2021). O jumento do ecótipo nordestino caracteriza-se, em geral, pelo porte reduzido, elevada rusticidade e grande capacidade de adaptação às condições ambientais do bioma Caatinga, estando amplamente distribuído no semiárido da região (MESSIAS *et al.*, 2021; SILVA, 2021). Tais características resultam de processos de seleção natural e reprodução pouco controlada ao longo de várias gerações, favorecendo a fixação de atributos adaptativos importantes para a sobrevivência desses animais em ambientes adversos (CARNEIRO *et al.*, 2018; SILVA, 2021).

Porém, a redução expressiva do uso desses animais em propriedades rurais pode ter contribuído para a diminuição do interesse em sua manutenção e monitoramento. No Brasil, o avanço da mecanização agrícola, aliado à substituição dos jumentos por veículos motorizados, diminuiu de forma considerável a função desses animais como força de trabalho nas últimas décadas (SALLE *et al.*, 2013; GAMEIRO *et al.*, 2021; FARIAS *et al.*, 2025). Além disso, a perda de espaço dos jumentos nas atividades econômicas contemporâneas pode estar associada ao declínio populacional da espécie, aumentando as preocupações relacionadas à sua conservação. Esse cenário tem sido apontado como um fator que pode colocar esses animais em

risco de extinção, evidenciado pela redução progressiva de suas populações em diferentes regiões (NAVAS *et al.*, 2017; TATEMOTO *et al.*, 2021; FARIAS *et al.*, 2025).

Entre os asininos criados no Brasil, apenas a raça Pêga possui reconhecimento formal, contando com registro genealógico junto ao Ministério da Agricultura e com associação de criadores organizada. Em contraste, o Jumento Nordestino ainda não possui reconhecimento oficial como raça, sendo descrito na literatura apenas como um ecótipo (ALVES *et al.*, 2022; OLIVEIRA; LUCENA, 2023).

Nesse contexto, a avaliação morfométrica representa uma importante ferramenta na seleção de animais, pois oferece suporte aos programas de melhoramento genético, contribui para a definição de padrões raciais e auxilia na identificação e no direcionamento das aptidões específicas de cada raça. Além disso, possibilita a análise detalhada das qualidades e limitações das diferentes regiões corporais, evidenciando as características mais adequadas ao desempenho esportivo (COSTA *et al.*, 2016; DONOFRE *et al.*, 2014; GODOI *et al.*, 2013; MCMANUS *et al.*, 2005; PARÉS I CASANOVA, 2010; PIMENTEL *et al.*, 2011; REZENDE *et al.*, 2015; AZEVEDO, 2022). Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a tipologia morfométrica de asininos em uma população do semiárido brasileiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Jumentos no Brasil

Os jumentos pertencem ao reino Animalia, ao filo Chordata, à classe Mammalia, à ordem Perissodactyla, à família Equidae, ao gênero *Equus* e à espécie *Equus asinus* (DOMINGUES, 1968; FONSECA, 2021). São animais emblemáticos do Nordeste brasileiro, tradicionalmente empregados no deslocamento de cargas e pessoas, nas atividades agrícolas e na tração (JORDANA *et al.*, 1998; FONSECA, 2021).

Introduzidos no Brasil pelos colonizadores europeus entre os séculos XV e XVI, foram fundamentais para a agricultura e o transporte no país (PRIMO, 2004; ROCHA, 2025). Ao longo do tempo, os jumentos passaram por diferentes processos adaptativos no Brasil, originando distintos grupos. Destaca-se o Jumento Nordestino, moldado pela seleção natural no semiárido, o jumento Brasileiro, resultante de cruzamentos com raças italianas no Sudeste, e a raça Pêga, selecionada pela aptidão à marcha (CASTRO; EGITO, 2012; ROCHA, 2025).

Em razão de sua elevada rusticidade, os asininos são amplamente mantidos no semiárido, alimentando-se principalmente de pastagens nativas disponíveis na região (SANT'ANA *et al.*, 2019; SILVA, 2021). Os asininos apresentam elevada resistência, com capacidade de sobreviver em condições de escassez, além de maior tolerância ao calor e à desidratação, o que os torna bem adaptados às regiões semiáridas (MCLEAN; GONZALEZ, 2018; SILVA, 2021).

A capacidade de adaptação dos asininos a ambientes áridos está relacionada a mecanismos eficientes de termorregulação, uso da água e características anatômicas e nutricionais próprias da espécie. Esses animais mantêm a homeotermia, toleram longos períodos de sede e apresentam rápida reidratação, reduzindo a perda hídrica fecal mesmo sob restrição de água (NRC, 2007; SILVA, 2021). Os asininos também apresentam padrões distintos de susceptibilidade a determinadas infecções e de manifestações clínicas em comparação aos equinos (CÂMARA, 2021).

2.2 População de jumentos

Estima-se que existam aproximadamente 50.453.888 jumentos no mundo, dos quais 395.910 estão na Europa e 2.843.306 na América do Sul. No Brasil, a população de jumentos é estimada em 376.874 animais, sendo que a maior parte desse contingente, cerca de 326.569 indivíduos (86,7%), está concentrada na região Nordeste (IBGE, 2017; FARIAS, 2025). A China concentra o maior número de jumentos no mundo (11 milhões), seguida pela Etiópia e pelo México (FAO, 2014; FONSECA, 2021).

No Brasil, o abate de asininos ocorre sem regulamentação específica, diferentemente de outras cadeias produtivas pecuárias, o que favorece práticas exploratórias e situações de maus-tratos. De modo geral, os animais destinados a esse fim são recolhidos em condições de abandono e mantidos sem critérios adequados de bem-estar e sanidade. Essas condições podem desencadear distúrbios metabólicos relacionados ao estresse, além de aumentar o risco de disseminação de doenças infecciosas devido ao transporte e à ausência de fiscalização, representando ameaça à saúde animal e pública (FONSECA, 2021).

A população global de asininos é estimada em cerca de 50 milhões de animais, com maior concentração no continente africano, seguido pela Ásia e pelas Américas, enquanto Europa e Oceania apresentam participação pouco expressiva. No Sul da Ásia, esses animais exercem papel estratégico na manutenção das economias rurais e semi-urbanas. Países como Paquistão, Índia e Afeganistão concentram grandes efetivos, nos quais os burros são amplamente utilizados no transporte, em atividades agrícolas, na gestão de resíduos e em trabalhos manuais, constituindo um recurso essencial para a subsistência de pequenos produtores e populações vulneráveis (SEYITI E KELIMU, 2021; KAMRAN *et al.*, 2022; WANG, *et al.*, 2022; KUBASIEWICZ *et al.*, 2023; AHLAWAT *et al.*, 2024; AHMADZAI *et al.*, 2025; MARINCHEVA, 2025; YASIN *et al.*, 2025; ULLAH, *et al.*, 2025).

2.3 Raça Nordestina

O Jumento Nordestino é reconhecido pela rusticidade e adaptação ao semiárido, sendo amplamente utilizado pela população nordestina no passado (NOBRE, 1980). Caracteriza-se por porte pequeno, em torno de 1,10 m, independentemente do sexo, apresentando cabeça proporcional e discretamente alongada, além de pescoço fino e bem articulado. Possui corpo comprido, dorso-lombo alinhado e garupa inclinada e estreita. Os membros são finos, corretamente posicionados, com cascos pequenos e resistentes. A pelagem é diversificada, ocorrendo em diferentes tonalidades, como cardã, ruça, pelo de rato, roxa e apatacada (ALMEIDA, 2009).

Estimativas indicam que, na segunda metade do século XX, a população desta raça foi reduzida em cerca de 75%, principalmente em função do abate destinado à exportação de carne e derivados (MARIANTE E CAVALCANTE, 2006). Com a posterior diminuição de sua utilização, muitos animais passaram a ser abandonados, favorecendo a reprodução descontrolada e o aumento de indivíduos soltos, ocasionando acidentes de trânsito (ALMEIDA, 2009). Animais errantes e mantidos em fazendas depositárias podem estar expostos a diversas

enfermidades infecciosas, incluindo doenças de notificação obrigatória, como a anemia infecciosa equina, e mormo, a febre do Nilo Ocidental e as encefalomyelites equinas (OIE, 2020). Em resposta à ameaça de desaparecimento da raça, a Empresa de Pesquisa do Rio Grande do Norte manteve, por um período, um Núcleo de Conservação voltado à sua preservação (MARIANTE E CAVALCANTE, 2006).

As características menos influenciadas pela adaptação ambiental, como o formato da cabeça e das orelhas, apresentam baixa variação, possivelmente devido ao efeito fundador e ao elevado número de acasalamentos aleatórios. De modo geral, há pouca diversidade morfológica, com predomínio de indivíduos de cabeça curta e triangular, perfil do chanfro majoritariamente reto e orelhas grandes e eretas. Observa-se ainda dimorfismo sexual, com machos apresentando cabeça mais larga e fêmeas com conformação mais delicada (OLIVEIRA E LUCENA, 2023).

2.4 Aspectos Morfométricos

Cada região corporal dos animais desempenha funções específicas e deve apresentar proporção e estrutura compatíveis com a finalidade a que o animal se destina. Diferentes aptidões zootécnicas requerem variações no padrão morfológico, refletindo atributos funcionais distintos. A denominada beleza zootécnica está relacionada à adequação do tipo físico à função exercida, influenciando diretamente o desempenho do animal. Para essa avaliação, as regiões corporais devem ser analisadas de forma isolada e integrada, considerando a harmonia funcional do conjunto, sendo as medidas lineares essenciais para a verificação da proporcionalidade corporal (CID, 1999; BARBOSA, 1993; INGLÊS *et al.*, 2004; MARUCH, 2018).

Na avaliação morfológica, as proporções corporais correspondem às relações entre as diferentes regiões do corpo e o conjunto que elas formam, sendo indicativas da adequação funcional do animal. Um animal é considerado bem proporcionado quando suas partes corporais, analisadas de forma integrada, estão ajustadas à finalidade a que se destina, como sela, esporte ou tração. Essas proporções podem ser mensuradas por meio de índices que relacionam medidas lineares e perímetros. Entre os métodos clássicos, destaca-se o Sistema Eclético de Proporções Lineares, amplamente utilizado em equinos de sela, que toma o comprimento da cabeça como referência para estabelecer relações proporcionais com outras regiões do corpo (RIBEIRO, 1988; COSTA *et al.*, 1998; OOM; FERREIRA, 1987; TORRES; JARDIM, 1981; CABRAL, 2004).

2.5 Conservação de espécie

Ao longo de cerca de cinco séculos, os animais domésticos introduzidos no Brasil pelos colonizadores deram origem a diversas raças que se adaptaram às condições ambientais das diferentes regiões do país. Esse processo resultou em populações com características próprias, destacando-se a rusticidade, o bom desempenho reprodutivo e a provável maior tolerância a parasitas e enfermidades locais (EGITO *et al.*, 2002).

A conservação de recursos genéticos animais tem sido realizada por meio de estratégias *in situ*, com a manutenção de núcleos de conservação nos ambientes de origem das populações, e *ex situ*, por meio da criopreservação de sêmen e embriões. Esse processo envolve a identificação de populações ameaçadas, a caracterização fenotípica e genética, bem como a avaliação do potencial produtivo dos grupos conservados (EGITO *et al.*, 2002).

Na Índia, as ações voltadas à conservação dos jumentos ainda são pontuais, porém envolvem medidas relacionadas ao cuidado sanitário, à sensibilização da sociedade sobre o valor da espécie e ao incentivo a sistemas de criação responsáveis, com foco na manutenção da diversidade genética e na sustentabilidade das populações a longo prazo (VIJAYALAKSHMY, *et al.*, 2024; ULLAH, *et al.*, 2025).

No Afeganistão, embora existam poucos programas formais de conservação, a valorização crescente do jumento nas economias rurais tem estimulado iniciativas mais responsáveis de manejo das populações locais. De forma mais ampla, apesar de alguns avanços no sul da Ásia com foco no bem-estar animal, as estratégias organizadas de conservação ainda são limitadas, e em outras regiões asiáticas faltam dados e ações sistematizadas. Em escala global, a redução das populações de jumentos está associada não apenas à fragilidade das políticas de conservação e à menor demanda por seus produtos, mas também ao avanço da mecanização e à baixa prioridade atribuída ao tema no âmbito das políticas públicas. (SEYITI, S.; KELIMU, 2021; KHAN, *et al.*, 2024, HUANG, *et al.*, 2023; SINGH, *et al.*, 2021; AHMADZAI, *et al.*, 2025; VIJAYALAKSHMY, *et al.*, 2024; ULLAH, *et al.*, 2025).

No Brasil, a conservação dos recursos genéticos animais tem como finalidade identificar, caracterizar e acompanhar populações ameaçadas, definindo centros de origem e variabilidade genética, além de ampliar e fortalecer núcleos de conservação. As ações incluem a preservação *ex situ* por meio da criopreservação de material genético, a caracterização genética das raças envolvidas e a sensibilização da sociedade quanto à relevância da conservação desses recursos (EGITO *et al.*, 2002).

2.6 Padrão Racial

O Jumento Nordestino não apresenta padrão morfológico definido, exibindo variações de porte, pelagem e conformação corporal (CARNEIRO *et al.*, 2018; FELIX *et al.*, 2022; ROCHA, 2025). São, em geral, animais de pequeno porte e estrutura compacta, com dorso curto, cascos pequenos e talões altos, características que favorecem o trabalho, além de altura entre 1,00 e 1,20 m e peso de 100 a 170 kg (ALMEIDA, 2009; MARIANTE; CAVALCANTE, 2006; PIMENTEL *et al.*, 2014).

Adaptados ao semiárido, apresentam pele escura, pêlos curtos e claros e pelagens predominantes como pelo-de-rato, ruã, ruça e baia (ALMEIDA, 2009; INSA, 2024). Do ponto de vista morfológico e genético, observa-se dimorfismo sexual e elevada variabilidade fenotípica e genética, associadas ao baixo nível de seleção artificial, com destaque para cabeças triangulares, perfil facial retilíneo e orelhas longas e eretas, o que caracteriza o Jumento Nordestino como um importante reservatório genético adaptado ao semiárido brasileiro (ALMEIDA, 2009; ALVES *et al.*, 2022; ROCHA, 2025).

De forma geral, as linhagens do Jumento Nordestino demonstram maior afinidade evolutiva com a linhagem *Equus africanus somaliensis*, ao mesmo tempo em que apresentam elevados níveis de diversidade genética. Esses padrões indicam uma origem ancestral mais ampla e um histórico de reduzida pressão de seleção antrópica sobre a população (ALVES *et al.*, 2022; TODD *et al.*, 2022; ROCHA, 2025).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Tipificar as morfometrias de uma população de Jumentos Nordestinos no Semiárido, como forma de contribuição para o estabelecimento do padrão racial.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Descrever as medidas lineares e perimétricas dos asininos da raça Nordestina;
- 3.2.2 Agrupar os indivíduos em classes morfológicas e avaliar essa classificação;
- 3.3.3 Comparar as tipologias dos Jumentos Nordestinos entre si.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do grupo e da área de estudo

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), conforme parecer nº 38/2025.

Para as análises morfométricas, foram avaliados 51 jumentos adultos do ecótipo Nordestino, com idades a partir de 2,5 anos, sendo 29 fêmeas e 22 machos. Parte desses animais é proveniente do município de Santa Quitéria, Ceará, resgatada pelo Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN-CE) e mantida na Fazenda Paula Rodrigues (Latitude: 4°19'55" S; Longitude: 40°09'24" O), bioma Caatinga. (Figura 1).



Figura 1. Fazenda do Detran - CE, localizada no município de Santa Quitéria (CE).

Os animais recolhidos às margens das rodovias estaduais pelo Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (Detran-CE) são inicialmente identificados e cadastrados, permanecendo sob custódia por até sete dias úteis, período destinado à possível retirada por seus respectivos proprietários. Após o término desse prazo sem a devida reivindicação, os animais são encaminhados à Fazenda do Detran-CE, localizada no município de Santa Quitéria, Ceará.

Na referida unidade, os animais são submetidos a manejo e assistência contínuos, sob acompanhamento técnico-profissional. São adotados procedimentos de alimentação, vacinação, administração de fármacos e demais práticas sanitárias necessárias à manutenção do bem-estar animal. Adicionalmente, são realizados procedimentos de avaliação e monitoramento zootécnico e sanitário, incluindo pesagem e acompanhamento das condições reais de saúde, sendo os animais mantidos em ambiente estruturado, com condições adequadas de manejo, permanência e bem-estar.

Os demais animais pertenciam a uma população localizada no município de Aquiraz

(Latitude: 3°54'36" S; Longitude: 38°23'24" O) (Figura 2), provenientes do Lar dos Pancinhas, caracterizado como um santuário de proteção animal voltado ao resgate e à reabilitação de equídeos em situação de abandono e maus-tratos. A instituição abriga aproximadamente 89 animais de grande porte, incluindo jumentos, burros e cavalos, oriundos de abandono, denúncias de maus-tratos e descarte após utilização em atividades de tração.



Figura 2. Imagem do abrigo Lar dos Pancinhas, Aquiraz - CE. Acervo pessoal.

O manejo adotado caracteriza-se como assistencial e não produtivo, contemplando fornecimento alimentar composto predominantemente por feno, concentrado e frutas, além de acompanhamento veterinário periódico e controle sanitário contínuo. Os animais são mantidos em áreas cercadas sob regime semi-extensivo, permitindo interação social e expressão de comportamentos naturais, em ambiente destinado à reabilitação e à manutenção permanente dos indivíduos acolhidos.

A seleção dos animais ocorreu de forma aleatória, buscando garantir a representatividade populacional. A definição amostral considerou a condição de vulnerabilidade do Jumento Nordestino como recurso genético local ameaçado de extinção.

4.2 Medidas Lineares e Perimétricas

As coletas seguiram protocolos padronizados com uso de fita métrica e hipômetro. Os animais foram posicionados em estação fixa, em postura ortostática natural, sobre piso plano. As medidas coletadas foram: altura da cernelha, altura da garupa, comprimento entre canto de olho e comissura labial, largura do peito, largura da orelha, largura da fronte, perímetro torácico, perímetro do chanfro, perímetro da fronte, perímetro do pescoço (cranial e caudal), perímetro

do antebraço torácico, perímetro do joelho torácico, perímetro da canela torácica, perímetro do boleto torácico e perímetro da quartela, utilizando fita métrica e hipômetro de Hauptner, (Figura 1, 2 e 3), conforme metodologia descrita por Berardinis et al. (2024) cada medida foi realizada por dois avaliadores. O escore de condição corporal foi determinado com base na metodologia proposta por Henneke *et al.*, 1983, com adaptações para as condições do presente estudo e para a espécie avaliada. A avaliação foi realizada por meio de inspeção visual associada à palpação, considerando seis regiões anatômicas: pescoço, cernelha, dorso, costelas, região escapular e inserção da cauda. Os animais foram classificados em uma escala de 1 a 5, em que o escore 1 representa indivíduos com extrema magreza e ausência de deposição perceptível de tecido adiposo, e o escore 5 corresponde a indivíduos com acúmulo acentuado de gordura nas regiões avaliadas.

Altura na cernelha – distância vertical entre o ponto mais elevado da região interescapular, localizado entre os processos espinhosos da 5ª e 6ª vértebras torácicas, e o solo;

Altura na garupa – distância vertical do ponto mais alto da garupa, correspondente à tuberosidade sacral, até o solo;

Comprimento do corpo – distância entre a face cranial do tubérculo maior do úmero e a extremidade caudal da tuberosidade isquiática;

Comprimento do pescoço – distância da porção cranial da face lateral da asa do atlas até o ponto médio da borda cranial da escápula;

Distância escápula–boleto – distância da região central da articulação escápulo- umeral ao terço médio da face lateral da articulação metacarpo falangeana do membro torácico esquerdo;

Comprimento do antebraço – distância da área central da articulação úmero-radial ao terço médio lateral da articulação cárpica;

Comprimento da canela torácica – distância do terço médio lateral da articulação cárpica ao terço médio da face lateral da articulação metacarpo falangeana do membro torácico esquerdo;

Comprimento da quartela torácica – distância do terço médio da face lateral da articulação metacarpo falangeana à face lateral da articulação interfalangiana proximal do membro torácico esquerdo;

Comprimento da perna – distância do ponto médio lateral da articulação fêmoro-tíbio-patelar ao terço médio lateral da articulação társica;

Comprimento da canela pélvica – distância do terço médio lateral da articulação társica ao terço médio da face lateral da articulação metatarso falangeana do membro pélvico esquerdo;

Comprimento da quartela pélvica – distância do terço médio da face lateral da articulação metatarso falangeana à face lateral da articulação interfalangiana proximal do membro pélvico esquerdo (PINTO *et al.*, 2008).



Figura 3. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos. Medidas de perímetro: (1) perímetro do antebraço (torácico); (2) perímetro do joelho (torácico); (3) perímetro da canela (torácico); (4) perímetro do tornozelo (torácico); (5) perímetro da quartela (torácica), obtidas com o uso de fita métrica. Imagens: Acervo do autor.



Figura 4. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos: (1) perímetro do chanfro (focinho); (2) perímetro da fronte; (3) comprimento entre canto de olho e comissura labial; (4) perímetro do pescoço cranial; (5) perímetro do pescoço caudal; e (6) perímetro torácico. Imagens: Acervo do autor.



Figura 5. Medidas morfométricas dos asininos nordestinos. Medidas lineares: (1) largura do peito; (2) largura da Anca; (3) largura da fronte; (4) altura da garupa, utilizando o hipômetro de Hauptner. Imagens: acervo do autor.

4.3 Métodos estatísticos

Análise Fatorial Exploratória (AFE): Inicialmente, realizou-se uma AFE com o conjunto de variáveis morfológicas lineares e perimétricas dos jumentos para identificar dimensões subjacentes e reduzir a dimensionalidade dos dados. Verificou-se a adequação da amostra pelo índice Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0,86$) e pelo teste de esfericidade de Bartlett (χ^2 significativo, $p < 0,001$), indicando que as correlações entre variáveis eram suficientes para a fatoração. Adotou-se o critério de Kaiser (autovalores > 1) para extrair os fatores, o que resultou na retenção de 3 fatores que juntos explicaram aproximadamente 73% da variância total dos dados (critério da raiz unitária). Para melhorar a interpretabilidade, aplicou-se rotação ortogonal Varimax aos fatores extraídos. A rotação Varimax tem por objetivo maximizar as cargas fatoriais elevadas e minimizar as cargas baixas em cada fator, simplificando a estrutura fatorial e facilitando sua interpretação.

A interpretação dos fatores foi conduzida com base nas cargas fatoriais de cada variável (considerando-se cargas elevadas como indicativas da associação da variável ao fator) e nas comunalidades pós- rotação, que refletem a proporção da variância de cada variável explicada pelos fatores comuns. Dessa forma, cada fator foi nomeado de acordo com o conjunto de características morfológicas de maior peso (carga) naquele fator, garantindo uma descrição consistente das dimensões morfológicas subjacentes capturadas pela AFE.

Os dados foram padronizados e foi empregada a estratégia de aglomeração hierárquica do tipo aglomerativo (bottom-up). Adotou-se o método de ligação de Ward, que busca minimizar a variância interna dos clusters a cada fusão, produzindo grupos mais homogêneos e de tamanho relativamente uniforme. Como medida de dissimilaridade entre os indivíduos, utilizou-se a distância euclidiana, correspondente à distância geométrica no espaço multidimensional das variáveis. Os resultados da clusterização hierárquica foram visualizados em um dendrograma, diagrama em árvore que representa as fusões sucessivas entre indivíduos e grupos. O dendrograma permitiu inspecionar os níveis de similaridade e identificar um ponto de corte apropriado para definição dos clusters. Com base na análise visual do dendrograma e no critério de maximização da distância intergrupos, selecionou-se a solução com 3 grupos distintos.

Análise de Cluster não hierárquico (K-means): Com o número de grupos definido pela análise hierárquica, procedeu-se a uma clusterização não hierárquica do tipo k- médias, definindo a priori $k = 3$. O algoritmo k- means foi inicializado utilizando os centroids (centros) dos 3 clusters formados na etapa hierárquica, refinando a partição dos dados de forma iterativa. Esse procedimento realocou os indivíduos entre clusters de modo a minimizar a soma das

distâncias quadráticas dentro de cada grupo (soma dos quadrados intragrupo), resultando em clusters mais compactos e bem separados. A vantagem do k-means após o agrupamento hierárquico é ajustar a classificação inicial, já que o método de Ward (hierárquico) gera uma solução estática (não iterativa) enquanto o k-means realoca as observações para otimizar a homogeneidade intragrupos e a heterogeneidade intergrupos. Assim, a análise k-means foi utilizada para refinar a classificação dos jumentos, assegurando que cada indivíduo ficasse alocado no cluster cujo centróide estava mais próximo de suas características morfológicas médias.

Comparação entre as tipologias: Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos formados em relação a cada variável morfológica original, foram aplicadas análises de variância univariadas. Realizou-se uma ANOVA one-way para cada característica morfológica, tendo como fator de classificação o grupo (cluster) de pertencimento do indivíduo. Esse procedimento testou se as médias das variáveis diferem entre os $k = 3$ grupos identificados. Adotou-se um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Antes da ANOVA, verificaram-se as pressuposições de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) para garantir a validade dos testes inferenciais. Quando significativo, realizou-se o teste de médias Tukey.

Análise Discriminante Canônica: Por fim, para validar a classificação dos indivíduos nos clusters obtidos, aplicou-se a análise discriminante canônica tomando os grupos definidos (clusters) como variável categórica dependente e as variáveis morfológicas como preditoras.

5. RESULTADOS

5.1 Análise Fatorial Exploratória

A análise fatorial exploratória das variáveis morfológicas lineares e perimétricas do Jumento Nordestino resultou na extração de três fatores principais com autovalores superiores a 1. Juntos, esses três componentes explicaram 73,28% da variância total dos dados (Tabela 1). Após a rotação Varimax, o Fator 1 respondeu por 32,12% da variância explicada, o Fator 2 por 23,09%, e o Fator 3 por 18,07%. As comunalidades das variáveis mostraram-se elevadas na maioria dos casos, indicando boa representatividade pelos fatores extraídos. Variáveis relacionadas ao tamanho corporal apresentaram comunalidades particularmente altas (por exemplo, Tórax: 0,92; Pescoço caudal: 0,87; Escore corporal: 0,91), sugerindo que os três fatores explicam a maior parte da variação nessas medidas. Em contraste, a largura da fronte teve comunalidade relativamente baixa (0,35) juntamente com a idade dos animais (0,45), indicando que parte considerável de sua variabilidade não foi capturada pelos fatores retidos.

Cada fator agrupou variáveis com características correlatas, refletindo diferentes dimensões da conformação dos animais. O Fator 1 apresentou cargas fatoriais elevadas para medidas de perímetro corporal e condição física, incluindo perímetro torácico (Tórax), larguras de peito e anca, comprimentos de pescoço (cranial e caudal) e o escore de condição corporal. Esse fator parece representar o porte físico geral e o estado corporal do animal. O Fator 2 agregou principalmente medidas dos membros, com altas cargas para perímetros de Joelho, Canela, Boleto e Quartela, indicando um componente relacionado à robustez dos membros (estrutura óssea e muscular das extremidades). Por sua vez, o Fator 3 reuniu as medidas lineares de tamanho corporal, com cargas altas em altura da cernelha, altura da garupa e comprimento de cabeça (comprimento canto do olho—comissura labial), além da largura das orelhas. Este fator reflete a estatura e comprimento corporal dos animais. Esses resultados sugerem que a variação morfológica do Jumento Nordestino pode ser explicada por três eixos principais, em ordem de importância: (1) tamanho geral e condição corporal, (2) robustez dos membros e (3) altura/comprimento do corpo.

Tabela 1 Comunalidade, autovalores iniciais, (%) da variância e autovetores da matriz de componentes rotativa das variáveis morfológicas lineares e perimétricas do Jumento Nordestino

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de rotação de carregamentos ao quadrado		
	Total	% variância	de % cumulativa	Total	% variância	de % cumulativa
1	7,55	39,74	39,74	6,10	32,12	32,12
2	4,79	25,20	64,94	4,39	23,09	55,21
3	1,59	8,34	73,28	3,43	18,07	73,28
Matriz de componente rotativa				Comunalidades		
	1	2	3	Inicial	Extração	
Idade (anos)	-0,55	-0,03	0,37	1,00	0,45	
Alt. Cernelha (cm)	0,35	0,29	0,76	1,00	0,78	
Alt. Garupa (cm)	0,31	0,27	0,79	1,00	0,79	
Comp. C. Olho-C.Labial (cm)	-0,13	0,34	0,79	1,00	0,76	
Larg.Peito (cm)	0,81	0,23	-0,05	1,00	0,71	
Larg. Anca (cm)	0,88	-0,01	0,19	1,00	0,82	
Larg. Orelha (cm)	-0,35	0,14	0,68	1,00	0,61	
Larg. Fronte (cm)	-0,08	0,42	0,41	1,00	0,35	
Tórax (cm)	0,92	0,07	0,25	1,00	0,92	
Focinho (cm)	0,19	0,58	0,35	1,00	0,50	
Fronte (cm)	0,37	0,45	0,47	1,00	0,57	
Pescoço Cran. (cm)	0,89	0,08	0,13	1,00	0,81	
Pescoço Caud. (cm)	0,93	0,07	0,05	1,00	0,87	
Antebraço (cm)	0,66	0,53	0,11	1,00	0,72	
Joelho (cm)	0,03	0,93	0,21	1,00	0,90	
Canela (cm)	0,18	0,88	0,28	1,00	0,89	
Boleto (cm)	0,12	0,78	0,41	1,00	0,79	
Quartela (cm)	-0,04	0,89	0,02	1,00	0,79	
Escore de condição corporal (1-5)	0,91	-0,06	-0,26	1,00	0,91	

5.2 Tipologias do Jumento Nordestino

A análise de cluster hierárquico, baseada nas distâncias morfológicas, produziu um dendrograma indicando a formação de três grupos bem definidos (Figura 4). Observou-se elevada distância entre esses grupos, sugerindo que os indivíduos dentro de cada cluster são mais semelhantes entre si do que em relação aos de outros clusters. Com base nesse resultado, aplicou-se a partição k-means fixando $k = 3$, o que refinou a classificação dos animais nos três clusters distintos identificados pela abordagem hierárquica. O Cluster 1 agrupou a maior parte dos animais ($n \approx 30$), o Cluster 2 reuniu um número menor ($n \approx 10$) e o Cluster 3 incluiu os demais ($n \approx 11$), refletindo a distribuição da população amostrada em três tipos morfológicos.

Os grupos formados apresentaram diferenças marcantes em suas características médias, associadas principalmente ao porte e à condição corporal. De modo geral, o Cluster 3 compreendeu os animais de maior porte físico e melhor condição corporal, ao passo que o Cluster 2 representou os indivíduos de menor porte e condição corporal inferior, ficando o Cluster 1 em posição intermediária. Essa estratificação tipológica indica a existência de três perfis morfológicos dentro do Jumento Nordestino avaliado: um grupo de animais grandes e robustos (Cluster 3), um grupo de animais pequenos (Cluster 2) e um grupo médio (Cluster 1) (Tabela 2). O dendrograma hierárquico reflete visualmente essa separação, com ramificações que isolam claramente os três clusters, confirmando a heterogeneidade morfológica da população em estudo.

A análise de variância (ANOVA) indicou diferenças significativas entre os grupos para a maioria das características avaliadas ($P < 0,05$). Em particular, medidas relacionadas ao tamanho e massa corporal exibiram variações acentuadas entre os clusters (muitas com $P < 0,001$). Em particular, medidas relacionadas ao tamanho e massa corporal exibiram variações acentuadas entre os clusters (Tabela 2 e 3). Por exemplo, a altura média na cernelha foi aproximadamente 104,8 cm no Cluster 3, valor significativamente superior ao observado no Cluster 2 (cerca de 96,6 cm). De forma semelhante, o perímetro torácico médio do Cluster 3 (129,2 cm) excedeu em ~25 cm o do Cluster 2 (104,3 cm), evidenciando o maior volume corporal dos animais do Cluster 3. Além disso, o Cluster 3 apresentou pescoço significativamente mais longo (e.g., pescoço caudal medindo ~91 cm) e maior comprimento de membros (antebraço com ~23,1 cm) em comparação aos demais grupos ($P < 0,05$). O escore de condição corporal também diferiu entre os grupos: o Cluster 3 exibiu média 5,0 (maior escore de condição corporal) significativamente maior que as médias dos Clusters 1 (3,32) e 2 (2,55). Esses resultados confirmam que os animais do Cluster 3 eram, em média, mais altos e volumosos, enquanto os do Cluster 2 eram menores e mais magros, com o Cluster 1 ocupando uma posição intermediária em termos de tamanho e condição.

Por outro lado, algumas características não apresentaram variação significativa entre os clusters. Medidas como a largura das orelhas ($\approx 6,4$ – $6,7$ cm em todos os grupos) e o perímetro de Joelho (≈ 21 cm) permaneceram estatisticamente semelhantes nos três clusters ($P > 0,05$). Isso sugere que certos atributos morfológicos do Jumento Nordestino são conservados independentemente do grupo tipológico. O Cluster 2 apresentou o menor porte geral, diferindo do Cluster 3 (maior porte) em altura, comprimento e perímetros corporais, ao passo que o Cluster 1 tendeu a exibir valores intermediários, sem diferenças estatisticamente significativas em relação a um dos outros grupos em diversas medidas. Esses achados quantitativos

confirmam as distinções morfológicas qualitativas observadas entre os três clusters.

Tabela 2 Classificação dos Jumentos Nordestinos quanto ao porte corporal

Cluster	Número de Animais	Categoria de Porte	Altura na cernelha (cm)	Perímetro torácico (cm)	ECC
2	10	Pequeno	≈ 96,6b	≈ 104,3c	2,55c
1	30	Médio	≈ 102,3a	≈ 113,6b	3,32b
3	11	Grande	≈ 104,8a	≈ 129,2a	5a

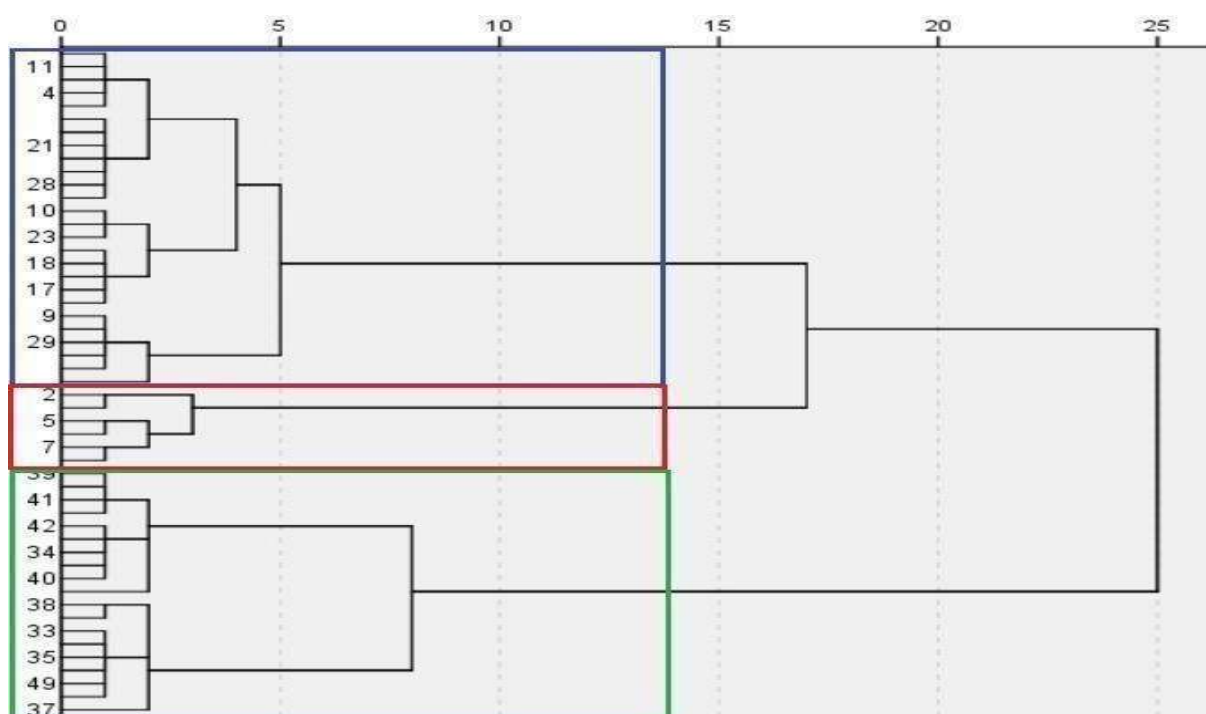


Figura 6. Dendrograma da análise de cluster hierárquico das características lineares e perimétricas do Jumento Nordestino.

Tabela 3 Comparação das médias dos três clusters das medidas lineares e perimétricas do Jumento Nordestino

Variáveis/Clusters		Média	Erro Desvio	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	1	8,12 ^{ab}	3,84	3,00	18,00
	2	8,30 ^a	3,13	4,00	15,00
	3	4,95 ^b	1,94	2,50	9,00

Alt. Cernelha (cm)	1	102,27 ^a	3,79	95,00	108,10
	2	96,61 ^b	3,86	88,40	101,00
	3	104,83 ^a	4,83	97,10	113,40
Alt. Garupa (cm)	1	107,04 ^a	3,28	99,20	112,10
	2	101,98 ^b	4,07	95,30	107,00
	3	108,74 ^a	3,51	101,10	114,60
Comp. C. Olho-c.labial (cm)	1	23,35 ^b	1,21	20,90	26,00
	2	22,18 ^a	0,93	21,00	23,50
	3	23,03 ^{ab}	0,87	21,90	24,30
Larg.peito (cm)	1	22,40 ^b	1,94	19,20	27,30
	2	19,93 ^c	1,25	17,60	21,60
	3	24,82 ^a	1,53	21,60	27,00
Larg. Anca (cm)	1	30,41	2,61	23,30	35,30
	2	27,45	2,31	22,60	31,30
	3	36,73	1,58	34,80	39,20
Larg. Orelha (cm)	1	6,71 ^a	0,68	5,40	8,00
	2	6,38 ^a	0,43	5,70	6,90
	3	6,41 ^a	0,57	5,70	7,30
Larg. Fronte (cm)	1	17,85 ^a	0,70	16,50	19,40
	2	17,28 ^a	0,78	16,00	18,00

	3	17,55 ^a	1,14	15,60	19,40
Tórax (cm)	1	113,59 ^b	4,70	107,40	125,50
	2	104,32 ^c	4,92	96,90	111,20
	3	129,19 ^a	4,67	122,60	137,60
Focinho (cm)	1	46,37 ^a	2,38	40,30	50,10
	2	44,07 ^b	2,19	39,70	47,10
	3	47,32 ^a	1,80	44,30	50,10
Fronte (cm)	1	71,75 ^a	3,16	64,60	77,20
	2	68,09 ^b	2,61	64,10	72,30
	3	74,03 ^a	2,75	67,30	77,30
Pescoço cran. (cm)	1	58,76 ^b	3,33	53,60	66,90
	2	53,61 ^c	2,19	50,80	57,60
	3	69,56 ^a	2,96	65,40	75,90
Pescoço caud. (cm)	1	77,26 ^b	4,30	70,30	85,40
	2	69,69 ^c	3,69	62,20	75,30
	3	91,10 ^a	4,35	83,30	99,50
Antebraço (cm)	1	21,76 ^b	1,13	19,80	23,90
	2	20,15 ^c	1,31	18,10	21,90
	3	23,10 ^a	1,41	20,60	25,60
Joelho (cm)	1	21,08 ^a	1,08	19,20	23,00

	2	20,56 ^a	1,19	18,50	22,10
	3	21,34 ^a	0,74	20,40	23,10
Canela (cm)	1	12,88 ^{ab}	0,60	11,40	13,90
	2	12,36 ^b	0,86	10,90	13,80
	3	13,10 ^a	0,62	12,20	14,40
Boleto (cm)	1	17,17 ^{ab}	0,83	15,80	18,90
	2	16,46 ^b	1,32	13,70	18,50
	3	17,50 ^a	0,67	16,90	19,00
Quartela (cm)	1	12,49 ^a	0,73	11,50	14,80
	2	12,35 ^a	1,19	10,40	14,00
	3	12,57 ^a	0,42	12,10	13,60
Escore de condição corporal (1-5)	1	3,32 ^b	1,12	2,00	5,00
	2	2,55 ^b	0,50	1,50	3,00
	3	5,00 ^a	0,00	5,00	5,00

^{a-c} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com 5% de significância.

5.3 Análise Discriminante Canônica

A análise discriminante canônica validou a separação dos indivíduos nos três grupos e avaliou a acurácia da tipologia proposta. As funções discriminantes mostraram-se altamente eficazes em distinguir os clusters, classificando corretamente 98,0% dos casos originais. De um total de 51 animais, 50 foram atribuídos ao cluster correto, evidenciando a nitidez da segregação morfológica. Houve apenas um caso de classificação incorreta, em que um indivíduo do Cluster 2 foi identificado como pertencente ao Cluster 1. Nenhum erro de classificação ocorreu para os Clusters 1 e 3, nos quais 100% dos animais foram corretamente reconhecidos pelo modelo discriminante.

O bi-plot das duas primeiras funções canônicas (Figura 5) corrobora esses resultados, exibindo três aglomerados bem separados no espaço discriminante, sem sobreposição entre os indivíduos de clusters distintos. Os centroides dos grupos no gráfico discriminante distanciam-se uns dos outros, indicando diferenças estatisticamente robustas nas combinações lineares das variáveis que definem cada função. Assim, a análise discriminante confirmou que as diferenças morfológicas capturadas pelas medidas lineares e perimétricas são suficientes para distinguir claramente os três tipos de Jumento Nordestino identificados. Além disso, a inspeção dos coeficientes canônicos sugeriu quais variáveis tiveram maior peso na discriminação dos grupos, complementando os achados anteriores ao apontar os atributos-chave na caracterização de cada cluster. Em conjunto, esses resultados reforçam a consistência interna dos clusters definidos e a validade estatística da tipologia proposta para o Jumento Nordestino.

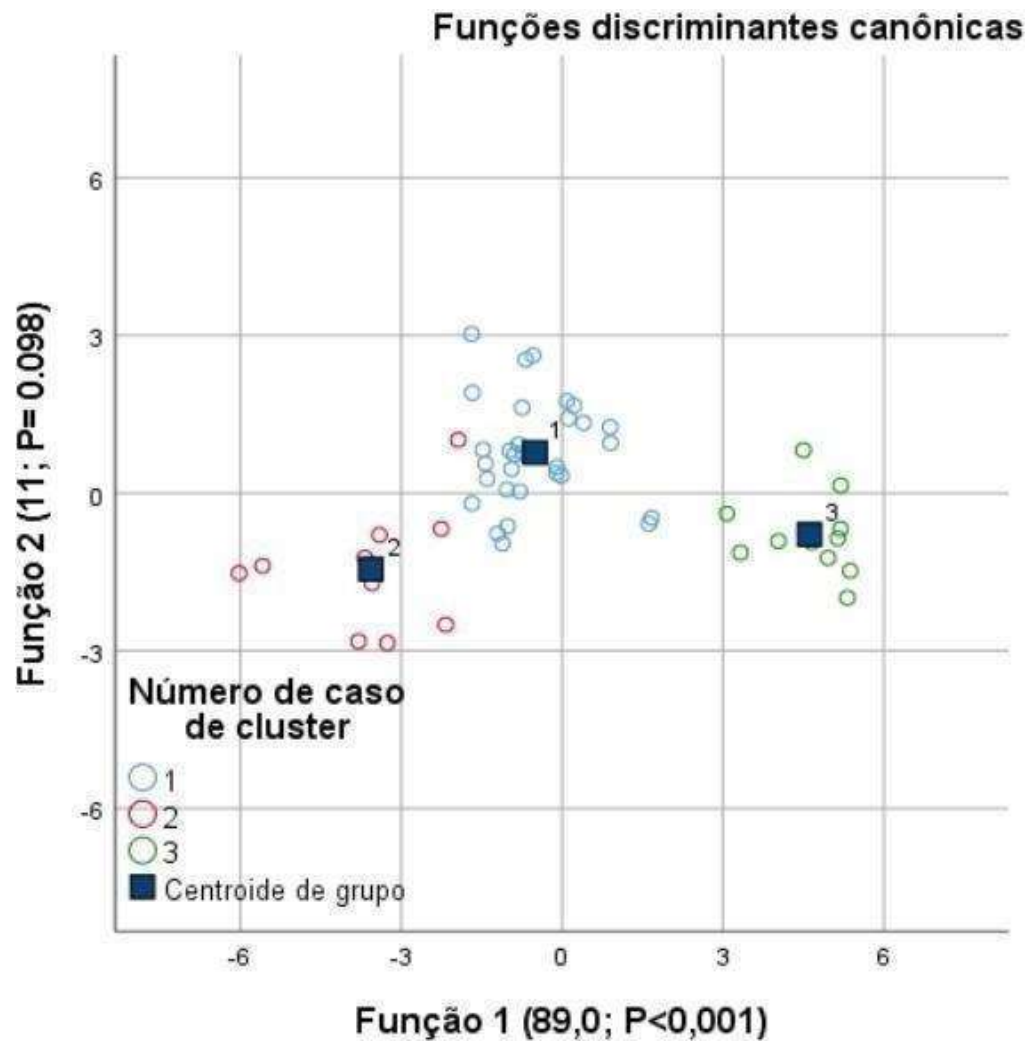


Figura 7. Bi- plot da análise discriminante canônica

6. DISCUSSÃO

6.1 Interpretação biológica da Análise Fatorial Exploratória

Com base nas análises morfométricas realizadas, os jumentos Nordestinos avaliados puderam ser classificados em três categorias de porte, associadas principalmente ao tamanho corporal e à condição corporal dos animais. Os indivíduos de pequeno porte apresentaram as menores médias de altura na cernelha ($\approx 96,6$ cm) e perímetro torácico ($\approx 104,3$ cm), além de valores reduzidos para as demais medidas lineares e perimétricas, acompanhados de menor escore de condição corporal ($\approx 2,55$), caracterizando animais de menor desenvolvimento corporal e estrutura mais leve. Os animais de porte médio apresentaram valores intermediários para altura na cernelha, comprimento corporal e perímetros corporais, bem como escore de condição corporal moderado ($\approx 3,32$), indicando indivíduos com proporções corporais equilibradas em relação aos demais grupos. Já os indivíduos de grande porte apresentaram as maiores médias de altura na cernelha ($\approx 104,8$ cm), perímetro torácico ($\approx 129,2$ cm), maiores comprimentos de pescoço e membros, além de escore de condição corporal mais elevado ($\approx 5,0$), evidenciando animais com maior desenvolvimento corporal e estrutura mais robusta. Dessa forma, a população avaliada demonstrou uma estratificação morfológica em três classes de tamanho pequeno, médio e grande evidenciando a heterogeneidade fenotípica presente no ecótipo Jumento Nordestino e a existência de diferentes perfis morfoestruturais dentro da mesma população.

6.2 Discussão das tipologias morfométricas (clusters)

A identificação de três tipologias morfológicas no Jumento Nordestino, por meio da análise de agrupamento hierárquico e do método k-means (Figura 4), evidencia a expressiva variabilidade fenotípica dessa população, resultante da interação entre fatores históricos, ambientais e de manejo. A separação consistente dos grupos no dendrograma indica que as diferenças morfológicas observadas não são aleatórias, mas refletem padrões estruturais associados a distintas conformações corporais. Do ponto de vista evolutivo, a adaptação genética pode ser compreendida como o acúmulo de alterações hereditárias que favorecem a persistência de uma população em determinado ambiente. Essas alterações podem resultar de processos naturais atuantes ao longo de múltiplas gerações, como a seleção natural, ou de ações antrópicas direcionadas, nas quais a seleção artificial promove a fixação de características consideradas desejáveis (BRIDE, 2010).

A organização dos grupos segundo o porte corporal e a condição física indica que a conformação do Jumento Nordestino é fortemente condicionada pela disponibilidade alimentar, pelo uso funcional dos animais e pelas restrições do ambiente semiárido. Indivíduos mais robustos tendem a apresentar maior capacidade funcional, enquanto os de menor porte expressam estratégias adaptativas associadas à economia energética, típicas de contextos com limitação nutricional. O grupo médio, que concentrou a maioria dos indivíduos avaliados, representa um padrão morfológico médio, característico de populações locais predominantemente moldadas pela seleção natural, com pouca ou nenhuma influência de programas formais de melhoramento genético.

O melhor desempenho observado em animais de maior porte está relacionado a condições favoráveis de manejo, especialmente à adequada oferta de alimentos e ao controle sanitário, ao passo que, em ambientes com restrições ecológicas, indivíduos de porte médio ou reduzido tendem a apresentar maior eficiência produtiva (BUTTRAM; WILLHAM, 1989; JENKINS; WILLIAMS, 1994; MARTINS *et al.*, 2009).

A concordância entre os métodos de agrupamento empregados reforça a confiabilidade da classificação obtida. A separação dos grupos em níveis elevados de dissimilaridade (Figura 5), associada aos resultados estatísticos apresentados nas Tabelas 3 e 4, indica que os clusters identificados refletem diferenças reais na conformação corporal, e não variações artificiais decorrentes das técnicas analíticas utilizadas.

Embora a amostra seja composta por animais resgatados, com históricos de manejo variados, a identificação de padrões corporais bem definidos evidencia a organização da população e reforça a relevância biológica dos agrupamentos observados. A presença de características comuns entre os grupos sugere a manutenção de atributos importantes para a adaptação, como eficiência locomotora e resistência a condições ambientais adversas.

Do ponto de vista da conservação, o reconhecimento das diferentes tipologias morfométricas é fundamental, pois permite a adoção de práticas de manejo que considerem a diversidade corporal existente, evitando a imposição de um modelo único de conformação. Hernández-Herrera *et al.* (2022) destacam que estudos básicos, baseados em metodologias de caracterização morfológica, representam um passo inicial indispensável para a elaboração de estratégias voltadas à conservação da raça.

6.3 Validação estatística da separação morfométrica

A análise discriminante mostrou que os grupos morfológicos definidos anteriormente

são distintos entre si. A matriz de classificação indica que a maioria dos indivíduos foi corretamente classificada em seus respectivos grupos, o que demonstra bom desempenho do modelo e reforça a confiabilidade da tipologia proposta. Esses resultados confirmam o padrão já observado nas análises multivariadas realizadas anteriormente. Métodos de análise multivariada têm sido amplamente utilizados para estudar a diferenciação morfológica e racial em equinos (ZECHNER *et al.*, 2001; PINTO *et al.*, 2005; SANTOS, 2006), incluindo estudos paleontológicos realizados na América (PRADO *et al.*, 1994). De forma geral, esses métodos têm se mostrado eficientes na distinção entre grupos de animais, permitindo identificar e separar diferentes conjuntos de indivíduos com boa precisão (CASTANHEIRA, 2009).

A distribuição dos indivíduos no espaço discriminante, apresentada no biplot das funções canônicas (Figura 5), evidencia a formação de grupos bem definidos, com pouca sobreposição entre eles. A posição dos centróides mostra que cada grupo apresenta características corporais próprias, resultantes das diferentes combinações das medidas lineares e perimétricas avaliadas. Esse padrão reforça a consistência das diferenças morfológicas observadas. Esses resultados estão de acordo com Egito *et al.* (2002), que destacam que, mesmo dentro de uma mesma raça, populações submetidas ao isolamento geográfico e a diferentes condições ambientais podem acumular variações genéticas ao longo do tempo, especialmente em função da deriva genética. Nesse sentido, a caracterização genética é importante para a identificação de grupos geneticamente diferenciados, o que pode explicar, ao menos em parte, as diferenças morfológicas observadas.

Os dados apresentados mostram ainda que as semelhanças entre indivíduos de grupos distintos ocorrem de forma pontual e não comprometem a classificação geral. Esse comportamento é esperado em populações naturais, nas quais as características físicas variam de maneira contínua entre os indivíduos.

A configuração das funções discriminantes apresentada na Figura 5 indica que a separação entre os grupos está relacionada principalmente à condição corporal geral, enquanto outras características contribuem de forma menos expressiva para a diferenciação das tipologias. Dessa forma, a análise discriminante canônica apresentada na Figura 5 confirma a separação morfométrica observada e sustenta sua interpretação biológica, ampliando a aplicação da tipologia proposta em estudos de caracterização racial, conservação genética e definição de estratégias de manejo do Jumento Nordestino.

6.4 Implicações para conservação e definição de padrão racial

Os resultados deste trabalho ajudam a orientar ações de conservação do Jumento Nordestino, especialmente no reconhecimento da variação corporal existente dentro da raça. A presença de diferentes conformações morfológicas indica a importância de evitar padrões raciais muito restritos, que podem excluir animais bem adaptados, mas fora de um modelo único. Diante da redução do número de indivíduos, decisões de manejo baseadas em critérios inadequados podem acelerar a perda de diversidade genética.

Os dados obtidos também podem auxiliar na organização de núcleos de conservação, tanto em condições naturais quanto em sistemas controlados, apoiando a definição de critérios para a escolha de reprodutores e o planejamento de acasalamentos voltados à manutenção da variabilidade observada. Ao estabelecer medidas objetivas para a caracterização do Jumento Nordestino, este estudo contribui para a elaboração de normas técnicas mais próximas da realidade da raça, considerando sua formação histórica, sua adaptação ao semiárido e sua importância para os sistemas produtivos tradicionais.

7 CONCLUSÃO

O Jumento Nordestino apresentou variabilidade morfométrica, com a formação de três tipologias distintas (pequeno, médio e grande porte). As diferenças entre os grupos estavam associadas principalmente às medidas corporais lineares e perimétricas, refletindo variações consistentes na conformação corporal da população. Esses resultados contribuíram para a caracterização morfométrica do Jumento Nordestino e forneceram subsídios para estudos de conservação e definição de padrões populacionais no semiárido brasileiro.

8 REFERÊNCIAS

- AHLAWAT, A.; VERMA, A.; ODEDRA, M.; SABAPARA, G.; PADODARA, R.; MANE, D. **Declining population of Indian working equines: a worrying trend**. *Indian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, v. 53, p. 54–62, 2024.
- AHMADZAI, M. R.; ISMAIL, M. H.; HASSAN ZAKI, P.; MAGIMAN, M. M.; BAWON, P.; RAHMAWATY ULLAH, H. **Transforming livestock production: impact of socioeconomic dynamics and land use change in Khost province**. *Journal of Land Use Science*, v. 20, p. 82–97, 2025.
- ALMEIDA, L. D. **Diversidade genética de raças asininas no Brasil, baseada na análise de locos microssatélites e DNA mitocondrial**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- ALVES, V. G.; SOARES, P. M.; OLIVEIRA, M. C.; ALMEIDA, R. S. Diversidade genética dos jumentos brasileiros. **Revista Brasileira de Genética Animal**, v. 23, n. 1, p. 37–45, 2022.
- AZEVEDO, V. M. Avaliação de medidas angulares, lineares e índices corporais de jumentos Pêga (*Equus asinus*) da região Sudeste do Brasil. 2022. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2022.
- BARBOSA, C. G. Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador: uma abordagem multivariada. 1993. 76 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.
- BERARDINIS, A. de et al. Phenotypic characterization of the Martina Franca donkey: an endangered Italian breed. **Animals**, v. 14, n. 13, p. 1950, 2024.
- BEJA-PEREIRA, A.; ENGLAND, P. R.; FERRAND, N.; JORDAN, S.; BAKHIET, A. O.; ABDALLA, M. A.; MASHKOUR, M.; JORDANA, J.; TABERLET, P.; LUIKART, G. African origins of the domestic donkey. **Science**, 2004, v. 304, p. 1781.
- BLENCH, R. The history and spread of donkeys in Africa. Wageningen, Netherlands: ACP-EU **Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation**, 2004.
- BRIDI, A. M. Adaptação e aclimação animal. **Londrina: UEL**, 2010.
- BUTTRAM, S. T.; WILLHAM, R. L. Effects of size and management on reproduction in first-, second-, and third-calf beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2191–2196, 1989.
- CABRAL, G. C. et al. Avaliação morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, supl. 1, p. 1798–1805, 2004.

CÂMARA, R. J. F. Perfil sanitário de asininos errantes do Nordeste brasileiro. 2021. **Tese (Doutorado em Ciência Animal)** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

CARNEIRO, G. F.; LUCENA, J. E. C.; BARROS, L. O. Current status and trends of the donkey industry in South America. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 106–110, 2018.

CASTANHEIRA, M. Análise multivariada de características que influenciam a tolerância ao calor em equinos, ovinos e bovinos. 2009. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CID, P. S. Hipologia: exterior do cavalo. Alpiarça: Garrido Artes Gráficas, 1999.

COSTA, M. D. et al. Caracterização das proporções morfométricas dos pôneis da raça Brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 4, p. 455–460, 1998.

COSTA, M.; MENDES, L. J.; MARUCH, S.; RAMIREZ, P. A.; MENESES, A. C. A.; MARTINS NETO, T.; CHAMONE, J. M. A. Efeito da composição genética nas características de conformação em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1629–1637, 2016.

DOMINGUES, O. Introdução a Zootecnia. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola - **Ministério da Agricultura**. 1968. 386p.

DONOFRE, A. C.; PUOLI FILHO, J. N. P.; FERREIRA, I. E. D. P.; MOTA, M. D. S. D.; CHIQUITELLI NETO, M. Equilíbrio de cavalos da raça Quarto de Milha participantes da modalidade de três tambores por meio de proporções corporais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 327–332, 2014.

EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 39–52, 2002.

FAO. FAOSTAT. Rome, 2014.

FAO. FAOSTAT: Live Animals. Rome, 2019.

FAOSTAT. Statistical Database. Rome, 2018.

FARIAS, S. S.; SILVA, A. R.; DO NASCIMENTO, R. C. M.; PARADA SARMIENTO, M.; MARIZ, T. M. A.; ESCODRO, P. B. Donkey Slaughter in Brazil: A Regulated Production System or Extractive Model? *Animals*, 2025, v. 15, n. 11, article 1529. DOI: 10.3390/ani15111529.

FELIX, N. A. et al. Evaluation of colostrum quality and passive immunity transfer in donkeys of the Brazilian Nordestino ecotype via different methods. **Emerging Animal Species**, v. 1, p. 100017, 2022.

FONSECA, L. S. Sanidade de jumentos nordestinos submetidos ao extrativismo para exportação de peles. 2021. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

GAMEIRO, M. B. P.; REZENDE, V. T.; ZANELLA, A. J. Brazilian donkey slaughter and exports from 2002 to 2019. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, 2021, v. 58, e174697.

GODOI, F. N. D.; BERGMANN, J. A. G.; ALMEIDA, F. Q. D.; SANTOS, D. C. C. D.; MIRANDA, A. L. S. D.; VASCONCELOS, F. D. O.; ANDRADE, A. Morfologia de potros da raça Brasileiro de Hipismo. **Ciência Rural**, v. 43, p. 736–742, 2013.

HERNÁNDEZ-HERRERA, D. Y. et al. Caracterización zoométrica y etnológica del burro criollo colombiano. **Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica**, v. 25, n. 2, p. 1–11, 2022.

HENNEKE, D.R.; POTTER, G.D.; KREIDER, J.L. et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet. J.*, v.15, p.371-372, 1983.

HUANG, B.; KHAN, M. Z.; CHAI, W.; ULLAH, Q.; WANG, C. Exploring genetic markers: mitochondrial DNA and genomic screening for biodiversity and productive traits in donkeys. **Animals**, v. 13, p. 2725, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados da pecuária. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2026.

INGLÊS, F. P. L. D.; VIANNA, S. A. B.; PROCÓPIO, A. M. Padrão racial comentado do cavalo Campolina. Belo Horizonte: **Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina**, 2004.

INSA – INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Jumentos nordestinos e o clima semiárido. Campina Grande: **INSA**, 2024. p. 105–110.

JENKINS, T. G.; WILLIAMS, C. B. Performance of different biological types under varying levels of feed availability. In: THE BEEF VANGUARD INTERNATIONAL CONGRESS, 11., 1994, Buenos Aires. Proceedings... Buenos Aires, 1994.

JORDANA, J.; FOLCH, P.; CUENCA, R. Clinical biochemical parameters of the endangered Catalanian donkey breed: normal values and influence of sex, age and management. **Veterinary Science**, v. 64, p. 7–10, 1998.

KAMRAN, K. et al. Participatory assessment of health management and welfare strategies of donkeys (*Equus asinus*) in Balochistan, Pakistan. **Frontiers in**

Veterinary Science, v. 9, p. 1005079, 2022.

KHAN, M. Z. et al. Review of genetic resources and trends in omics applications in donkey research: focus on China. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, p. 1366128, 2024.

KUBASIEWICZ, L. M. et al. Forced labour and donkey ownership in Indian brick kilns: need for policy and practice reform. **Animal Welfare**, v. 32, e8, 2023.

MARINCHEVA, V. European perspectives on donkey breeding and reproduction with information from Bulgaria. **Bulgarian Journal of Animal Husbandry**, v. 62, p. 62–75, 2025.

MARIANTE, A. S.; CAVALCANTE, N. **Animais do descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Brasília: Embrapa Sede; **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2006. 274 p.

MARTINS, C. E. N. et al. Form and function in Braford cows: the exterior as an indicator of performance and temperament. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 223, p. 425–433, 2009.

MARUCH, S. Estudo de características morfométricas em equinos Mangalarga Marchador por meio de modelo animal e componentes principais. 2018. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

MCLEAN, A. K.; GONZALEZ, F. J. N. Can scientists influence donkey welfare? Historical perspective and contemporary view. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 25–32, 2018.

MCMANUS, C. et al. Caracterização morfológica de equinos da raça Campeiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1553–1562, 2005.

MESSIAS, T. B. O. N. et al. Desafios e perspectivas para a exploração do leite de burra no Nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, v. 52, n. 3, 2021.

NAVAS, V.; JORDANA, J.; LEÓN, J. M.; BARBA, C.; DELGADO, J. V. A model to infer the demographic structure evolution of endangered donkey populations. **Animal**, 2017, v. 11, p. 2129–2138.

NOBRE, F. V. Os equídeos no Brasil, especialmente no Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1., 1980. Anais... 1980. 26 p.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington, DC: **National Academy Press**, 2007.

OIE – WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Listed diseases – 2020. Paris, 2020.

Disponível em: <https://www.oie.int>. Acesso em: 11 jan. 2026.

OLIVEIRA, C. A. A.; LUCENA, J. E. C. Jumento nordestino. In: RIBEIRO, N. L. et al. (org.). Cavalos e jumentos do Brasil: raças e ecótipos. Campina Grande: INSA, 2023. p. 463.

OOM, M. M.; FERREIRA, J. C. Estudo biométrico do cavalo Alter. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 83, n. 482, p. 101–148, 1987.

PARÉS I.; CASANOVA, P. M. Relación entre variables morfométricas en canales de la raza equina “Cavall pirinenc català”. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 11, n. 11, p. 1695–7504, 2010.

PIMENTEL, M. M. L. et al. Biometria de equinos de vaquejada no Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 376–379, 2011.

PIMENTEL, M. M.; VIEIRA, G. H.; DIAS, S. R. O papel dos asininos no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 15, p. 60–72, 2014.

PINTO, L. F. B.; ALMEIDA, F. Q.; QUIRINO, C. R. Multivariate analysis of morphometric measurements in Mangalarga Marchador foals: discriminant analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 600–612, 2005.

PINTO, L.F.B.; ALMEIDA, F.Q.; QUIRINO, C.R. et al. Evaluation of the sexual dimorphism in Mangalarga Marchador horses using discriminant analysis. **Livestock Science**, v.119,p.161–166, 2008.

PRADO, J. L.; ALBERDI, M. T. A quantitative review of the genus *Equus* in South America. **Paleontology**, v. 37, p. 459–481, 1994.

PRIMO, A. T. Raças de gado na América Latina. 2. ed. Montevideu: Hemisferio Sur, 2004.

REZENDE, M. P. G.; ABREU, U. G. P.; SOUZA, J. C.; SANTOS, S. A.; RAMIRES, G. G.; SITORSKI, L. G. Morfologia corporal de equinos Quarto de Milha puros e mestiços utilizados no Laço Comprido no Mato Grosso do Sul. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 246, p. 183–186, 2015.

RIBEIRO, D. B. O cavalo: raças, qualidades e defeitos. Rio de Janeiro: **Editora Globo**, 1988. 318 p.

ROCHA, VICTÓRIA CAMILLA PARENTE. O gene ASIP e a coloração da pelagem de jumentos da raça Pêga. 2025. 57 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

SANT’ANA, A. M. S.; RUI, J. B.; BESSA, S. P.; ALVES, A. N.; MEDEIROS, R. G. C.; SOUSA, Y. R. F.; BEZERRIL, F. F.; BATISTA, A. S. M.; MADRUGA, M. S.; QUEIROGA, R. C. R. E. Fatty acid profiles, volatile and sensory compounds of milk and cheese from goats raised on native semiarid pasture or in confinement. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 91, p. 147–154, 2019.

SALLE, P. A.; SOUSA, L. O.; GOMES, L. P. B.; BARBOSA, V. V.; MEDEIROS, G.

R.; SOUSA, C. M.; WELLER, M. Analysis of the population of equidae in semiarid region of Paraíba. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, 2013, v. 4, p. 269–275.

SANTOS, S. A. Morfologia e genética do cavalo Campolina. 2006. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)** – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SEYITI, S.; KELIMU, A. Donkey industry in China: current aspects, suggestions and future challenges. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 102, p. 103642, 2021.

SEYITI, S.; KELIMU, A. Donkey industry in China: current aspects, suggestions and future challenges. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 102, p. 103642, 2021.

SILVA, A. R. Avaliação da composição nutricional e bioatividade de leite asinino do ecótipo nordestino obtido de diferentes fases de lactação. 2021. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

SINGH, A.; KUMAR, R.; KUMAR, S.; PAL, Y. Socioeconomic contribution of donkey and mule husbandry in Haryana (India): a review. **Asian Journal of Agriculture, Extension, Economics & Sociology**, v. 39, p. 198–203, 2021.

TATEMOTO, P.; FERNANDES, Y.; SANTURTUN, E.; REEVES, E.; RAW, Z. Donkey skin trade: Is it sustainable to slaughter donkeys for their skin? **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, 2021, v. 58, e174252.

TODD, T. et al. The genomic history and global expansion of domestic donkeys. **Science, Washington, DC**, v. 377, n. 6611, p. 1172–1180, 2022.

TORRES, A. P.; JARDIM, W. R. Criação do cavalo e de outros equídeos. São Paulo: **Livraria Nobel**, 1981. 654 p.

ULLAH, A.; KHAN, M. Z.; WANG, C. Overview of donkey welfare and husbandry practices in Asia. **Animals, Basel**, v. 15, n. 23, p. 3464, 2025. DOI: 10.3390/ani15233464.

VIJAYALAKSHMY, K.; RAVICHANDRAN, T.; RAHMAN, H.; PERUMAL, R. K. Policy dialogues for donkeys and their owner communities in India. In: **DONKEY MILK AND NON-BOVINE MILK**. Bikaner, India: ILRI-NRCC Publication, 2024. p. 32.

WANG, Y.; HUA, X.; SHI, X.; WANG, C. Origin, evolution and development of donkey research. **Genes, Basel**, v. 13, p. 1945, 2022.

YASIN, S.; AYESHA, A.; RAHMAN, H. U.; MURTAZA, I.; MANZOOR, H.; AQDAS, A.; DAWOUD, T.M.; MEHMOOD, R.; SHAHZADI, W.; ULLAH, S. Molecular detection and genetic diversity of blood-borne pathogens infecting domestic donkeys (*Equus asinus*). **Tropical Animal Health and Production**, v. 57, p. 202, 2025.

ZECHNER, P. et al. Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livestock Production Science*, v. 69, p. 163–177, 2001.

ZHU, Q.; KHAN, M. Z.; PENG, Y.; WANG, C. A Comparative Review of Donkey Genetic Resources, Production Traits, and Industrial Utilization: Perspectives from China and Globally. *Animals*, 2025, v. 15, p. 3372. DOI: 10.3390/ani15233372.