

Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

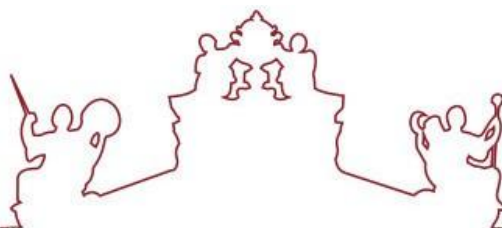
**Parâmetros genéticos e ambientais para
características morfológicas lineares em caprinos da
raça Serpentina**

Maria Inês Abreu Policarpo

Orientadores | Nuno Carolino

José Manuel Martins

Évora 2025



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

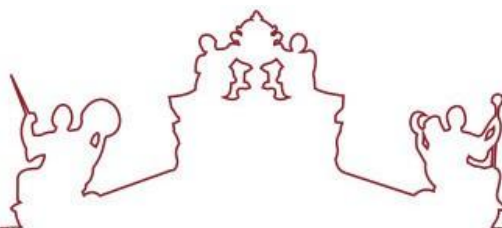
**Parâmetros genéticos e ambientais para
características morfológicas lineares em caprinos da
raça Serpentina**

Maria Inês Abreu Policarpo

Orientadores | Nuno Carolino

José Manuel Martins

Évora 2025



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão publica pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Fernando Paulo Marques (Universidade de Évora)

Vogais | António Pedro Andrade Vicente (Instituto Politécnico de Santarém/Escola
Superior Agrária de Santarém) (Arguente)
Nuno Pimentel Carolino (INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária
e Veterinária) (Orientador)

Évora 2025



Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todos aqueles que, de diferentes formas, contribuíram para o meu percurso académico e para a concretização desta dissertação. Cada gesto de apoio, incentivo e colaboração foi fundamental e tornou este caminho mais leve e enriquecedor.

Ao meu orientador, Professor Doutor Nuno Carolino, manifesto um agradecimento especial pela orientação exemplar, pela dedicação incansável e pela disponibilidade constante ao longo deste processo. A sua partilha de conhecimentos foram determinantes para a realização deste trabalho. É para mim uma verdadeira referência tanto a nível profissional como pessoal.

Ao meu coorientador, Professor Doutor José Manuel Martins, pela constante disponibilidade e apoio demonstrado ao longo do meu percurso académico, bem como pela ajuda na realização desta dissertação.

Aos meus amigos Bruna Francisco e João Vitorino.

À Bruna, pela amizade que me acompanha desde a licenciatura e que levarei para a vida. Évora tornou-nos ainda mais unidas; obrigada pelas viagens partilhadas em busca do nosso mistério na ponte Vasco da Gama, pelas conversas intermináveis e pelas risadas. A tua presença fez toda a diferença e tornou este percurso muito mais especial e leve.

Ao João, pela amizade sincera e pela constante disponibilidade, pela presença nas pequenas e grandes conquistas e por nunca deixar faltar uma palavra de incentivo. Obrigada por me acompanhares e ajudares a tornar este percurso em Évora mais fácil.

O mais especial e sentido agradecimento aos meus pais, Rute e Paulo. Vocês são o meu porto seguro e a razão pela qual nunca desisti. Mesmo nos momentos em que tudo parecia difícil, estiveram sempre ao meu lado, aplaudindo-me com tanta força que nem consegui perceber quem não o fazia.

Obrigada por acreditarem em mim incondicionalmente, por me darem forças quando eu já não as tinha, por me ensinarem a lutar e por me transmitirem valores que levarei para a vida inteira. Tudo o que sou, a vós o devo, e por isso amo-vos profundamente, com uma gratidão tão imensa que não me cabe no coração, mas que transborda em cada conquista minha.

À minha avó Celeste, obrigada por me teres criado com tanto amor e cuidado. O teu amor guiou-me e fez de mim quem sou hoje, a tua Nica.

À Ester, que considero da família. Obrigada pelo carinho, pelo apoio e pela alegria com

que partilha cada uma das minhas conquistas.

Por fim, mas não menos importante, aos meus avós Joaquim e Hélder (In memoriam), gostava que estivessem aqui para partilhar comigo esta conquista. Espero deixar-vos orgulhosos.

Lista de abreviaturas e acrónimos

AG	Ângulo da garupa
AIPU	Altura da inserção Posterior do Úbere
APCRS	Associação Portuguesa de Caprinicultores da Raça Serpentina
BLUP	Best Linear Unbiased Prediction
CT	Colocação dos Tetos
DGAV	Direção Geral de Alimentação e Veterinária
E	Estatura
FT	Forma dos Tetos
IAU	Inserção Anterior do Úbere
INE	Instituto Nacional de Estatística
LA	Livro de Adultos
LG	Largura da Garupa
LG	Livro Genealógico
LP	Largura do Peito
LPU	Largura Posterior do Úbere
LSM	Ligamento Suspensor Médio
MTDFREML	Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood
PU	Profundidade do Úbere
VLMT	Vista Lateral dos Membros Traseiros
VPMT	Vista Posterior dos Membros Traseiros

Índice de figuras

Figura 1 - Efetivo caprino (nº) por região em 2024. Fonte: INE, Inquérito aos Efetivos Animais (2025).....	4
Figura 2 - Distribuição geográfica dos criadores da raça Serpentina em Portugal.	5
Figura 3 - Exemplos da raça caprina Serpentina - pormenor da cabeça, pelagem clara com listão preto dorsal e cornos em espiral.	8
Figura 4 - Esquema de avaliação linear da profundidade do úbere	16
Figura 5 - Esquema de avaliação linear da forma dos tetos.....	17
Figura 6 - Esquema de avaliação linear da altura da inserção posterior do úbere..	19
Figura 7- Esquema de avaliação linear da largura posterior do úbere.	21
Figura 8 - Esquema de avaliação linear da inserção anterior do úbere.....	23
Figura 9 - Esquema de avaliação linear do ligamento suspensor médio.....	24
Figura 10 - Esquema de avaliação linear da colocação dos tetos.....	26
Figura 11 - Esquema de avaliação linear do perímetro escrotal.....	28
Figura 12 - Esquema de avaliação linear da conformação dos testículos..	30
Figura 13- Esquema de avaliação linear do ângulo da garupa.....	32
Figura 14 - Esquema de avaliação linear da largura da garupa.	34
Figura 15 - Esquema de avaliação linear da estatura.	35
Figura 16 - Esquema de avaliação linear da largura do peito.....	36
Figura 17 - Esquema de avaliação linear da vista posterior dos membros traseiros.	39
Figura 18 - Esquema de avaliação linear da vista lateral dos membros traseiros.	40
Figura 19 – Distribuição de pontuação do ângulo da garupa.	56
Figura 20 - Distribuição de pontuação da largura da garupa.....	57
Figura 21 – Distribuição de pontuação da estatura.	58
Figura 22- Distribuição de pontuação da largura do peito.	58
Figura 23- Distribuição de pontuação da profundidade do úbere.	59
Figura 24- Distribuição de pontuação da altura da inserção posterior do úbere.	60
Figura 25- Distribuição de pontuação da largura posterior do úbere.....	61

Figura 26- Distribuição de pontuação da inserção anterior do úbere.	61
Figura 27- Distribuição de pontuação do ligamento suspensor médio.	62
Figura 28- Distribuição de pontuação da forma dos tetos.	63
Figura 29 - Distribuição de pontuação da colocação dos tetos.	64
Figura 30- Distribuição de pontuação da vista posterior dos membros traseiros.....	65
Figura 31- Distribuição de pontuação da vista lateral dos membros traseiros.....	66
Figura 32- Efeito ambiental da exploração x ano de classificação para o ângulo da garupa (AG).....	67
Figura 33 - Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da forma dos tetos (FT).	67
Figura 34- Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da largura posterior do úbere (LPU).	68
Figura 35- Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da vista lateral dos membros traseiros (VLMT).	68
Figura 36- Efeito ambiental da época de parto no ângulo da garupa (AG) (diferencial inverno - primavera).	69
Figura 37- Efeito ambiental da época de parto na largura da garupa (LG) (diferencial inverno - primavera).	70
Figura 38- Efeito ambiental da época de parto na estatura (E) (diferencial inverno - primavera).	70
Figura 39- Efeito ambiental da época de parto na largura do peito (LP) (diferencial inverno - primavera).	71
Figura 40- Efeito ambiental da época de parto na profundidade do úbere (PU) (diferencial inverno - primavera).....	71
Figura 41- Efeito ambiental da época de parto na altura da inserção posterior do úbere (AIPU) (diferencial inverno - primavera).	72
Figura 42- Efeito ambiental da época de parto na largura posterior do úbere (LPU) (diferencial inverno - primavera).	72
Figura 43- Efeito ambiental da época de parto na inserção anterior do úbere (AIU) (diferencial inverno - primavera).	73
Figura 44- Efeito ambiental da época de parto no ligamento suspensor médio (LSM)	

(diferencial inverno - primavera).	73
Figura 45- Efeito ambiental da época de parto na forma dos tetos (FT) (diferencial inverno - primavera).	74
Figura 46- Efeito ambiental da época de parto na colocação dos tetos (CT) (diferencial inverno - primavera).	74
Figura 47- Efeito ambiental da época de parto na vista posterior dos membros traseiros (VPMT) (diferencial inverno - primavera).	75
Figura 48- Efeito ambiental da época de parto na vista lateral dos membros traseiros (VLMT) (diferencial inverno - primavera).	75
Figura 49- Efeito ambiental da idade à classificação no ângulo da garupa (AG).	77
Figura 50 - Efeito ambiental da idade à classificação na largura da garupa (LG).	77
Figura 51- Efeito ambiental da idade à classificação na estatura (E).	78
Figura 52- Efeito ambiental da idade à classificação na largura do peito (LP).	78
Figura 53- Efeito ambiental da idade à classificação na profundidade do úbere (PU).	79
Figura 54- Efeito ambiental da idade à classificação na altura da inserção posterior do úbere (AIPU).	80
Figura 55- Efeito ambiental da idade à classificação na largura posterior do úbere (LPU).	80
Figura 56- Efeito ambiental da idade à classificação na inserção anterior do úbere (IAU).	81
Figura 57- Efeito ambiental da idade à classificação do ligamento suspensor médio (LSM).	81
Figura 58- Efeito ambiental da idade à classificação na forma dos tetos (FT).	82
Figura 59- Efeito ambiental da idade à classificação na colocação dos tetos (CT).	82
Figura 60- Efeito ambiental da idade à classificação na vista posterior dos membros traseiros (VPMT).	83
Figura 61- Efeito ambiental da idade à classificação na vista lateral dos membros traseiros (VLMT).	84

Índice de tabelas

Tabela 1 - Efetivos das raças caprinas portuguesas em 2025.	3
Tabela 2 - Folheto técnico da raça caprina Serpentina	7
Tabela 3 - Classificação Final dos caprinos com base na avaliação linear morfológica.. .	13
Tabela 4 - Distribuição do número de avaliações lineares pelos anos de classificação. ..	49
Tabela 5- Número de observações analisadas de cada característica.....	51
Tabela 6 - Estatística descritiva dos registos da classificação linear.....	55
Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos das características morfológicas lineares na raça caprina Serpentina.....	86

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e ambientais de 13 características morfológicas lineares em cabras da raça autóctone Serpentina, contribuindo para o seu melhoramento e conservação. Foram analisados 3751 registos de avaliação morfológica linear, correspondentes a 3693 fêmeas, de 20 criadores, avaliadas entre 2016 e 2024. As análises foram realizadas através do BLUP, utilizando o programa MTDFREML, que considerou como efeitos fixos a idade, ano de classificação e exploração, e como efeitos aleatórios o valor genético direto e o erro residual.

As estimativas de heritabilidade variam entre 0,035 e 0,523, revelando diferenças entre as características quanto à influência genética. As características estruturais apresentaram heritabilidades moderadas, enquanto as características do úbere e dos membros mostraram menor componente de genética.

Os resultados confirmam a relevância da avaliação linear como base para programas de seleção orientados à melhoria morfofuncional e à conservação genética da raça caprina Serpentina.

Palavra-chave: *Avaliação morfológica linear; BLUP; Heritabilidade; Melhoramento genético.*

“Genetic and environmental parameters in linear morphological traits in Serpentina goats”

Abstract

The objective of this study was to estimate genetic and environmental parameters for 13 linear morphological traits in goats of the Portuguese native Serpentina breed, contributing to their improvement and conservation. A total of 3,751 linear morphologic evolution records were analyzed corresponding to 3,693 females from 20 breeders, evaluated between 2016 and 2024. The analyses were performed using the BLUP animal model, using the MTDFREML program, which considered age, year of classification, and farm as fixed effects, and direct genetic value and residual error as random effects.

Heritability estimates ranged from 0,035 to 0,523, revealing differences between traits in terms of genetic influence. Structural traits showed moderate heritabilities, while udder and limb traits showed a lower genetic component.

The results confirm the relevance of linear evaluation for selection programs aimed at morphofunctional improvement and genetic conservation of the Serpentina goat breed.

Keyword: Morphological evaluation; BLUP; Heritability; Genetic improvement

Índice

Agradecimentos	i
Lista de abreviaturas e acrónimos	iii
Índice de figuras	iv
Índice de tabelas.....	vii
Resumo	viii
<i>Abstract</i>	ix
I. Introdução.....	1
II. Revisão bibliográfica.....	2
1. Caprinicultura em Portugal	2
2. A raça Serpentina	4
2.1. Padrão da raça	6
3. Avaliação morfológica de caprinos	8
<u>3.1. Avaliação morfológica linear na raça Serpentina</u>	10
3.1.1 Sistema mamário.....	13
3.1.2 Sistema reprodutor (Machos)	26
3.1.3 Estrutura.....	30
3.1.4 Membros.....	37
4. Parâmetros genéticos e ambientais das características lineares.....	41
<u>4.1. Heritabilidade das características morfológicas lineares</u>	42
<u>4.2. Efeitos ambientais</u>	44
III. Materiais e métodos	49
IV. Resultados e discussão	54
1. Estatísticas descritivas das características morfológicas lineares	54
1.1. Ângulo da garupa (AG)	56
1.2. Largura da garupa (LG).....	56

1.3.	Estatura (E)	57
1.4.	Largura do peito (LP)	58
1.5.	Profundidade do úbere (PU)	59
1.6.	Altura da inserção posterior do úbere (AIPU).....	59
1.7.	Largura posterior do úbere (LPU)	60
1.8.	Inserção anterior do úbere (IAU).....	61
1.9.	Ligamento suspensor médio (LSM)	62
1.10.	Forma dos tetos (FT).....	62
1.11.	Colocação dos tetos (CT).....	63
1.12.	Vista posterior dos membros traseiros (VPMT)	64
1.13.	Vista lateral dos membros traseiros (VLMT).....	65
2.	Soluções para os efeitos fixos	66
2.1.	Efeito ambiental da exploração e ano classificação	66
2.2.	Efeito ambiental da época de parto	69
2.3.	Efeito da idade à classificação	76
3.	Parâmetros genéticos e fenotípicos	85
V.	Conclusão.....	89
VI.	Bibliografia	90

I. Introdução

As capacidades produtivas dos caprinos resultam da interação entre fatores genéticos e ambientais. Compreender de que forma esses fatores influenciam a produtividade, nomeadamente a conformação morfológica e a produção de leite, é essencial para otimizar o desempenho zootécnico e rentabilidade das explorações. O conhecimento dos parâmetros genéticos permite identificar a proporção de variabilidade fenotípica atribuída à herança genética, possibilitando a implementação de programas de seleção mais eficaz e sustentáveis (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

A morfologia constitui um dos principais critérios de avaliação funcional em pequenos ruminantes, sendo frequentemente utilizada como indicador indireto do potencial produtivo e reprodutivo do animal. A aplicação de sistemas de avaliação linear permite descrever, de forma objetiva e comparável, as características morfofuncionais, facilitando a seleção orientada para o equilíbrio entre funcionalidade e adaptação ambiental (Sañudo, 2009).

No caso das raças autóctones portuguesas, como a raça caprina Serpentina, a avaliação morfológica adquire um valor acrescido. Para além de contribuir para um melhoramento genético, constitui uma ferramenta essencial de conservação do património genético nacional em ambientes mediterrânicos. Estas raças, geralmente associadas a baixos níveis de intensificação produtiva, desempenham um papel relevante na manutenção da biodiversidade e na sustentabilidade dos ecossistemas rurais (Álvarez, 2023).

A estimativa de parâmetros genéticos como a heritabilidade, correlações genéticas e variâncias fenotípicas, permitem quantificar o potencial de transmissão das características morfológicas e compreender a influência dos fatores ambientais sobre o fenótipo observado. Para tal, recorre-se a modelos estatísticos mistos, como um modelo animal, utilizado através do software MTDREML, que integra simultaneamente os efeitos fixos (idade, ano de classificação, a exploração) e os efeitos aleatórios (valor genético direto e erro residual) (Falconer e Mackay, 1996).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e fenotípicos de características morfofuncionais lineares avaliadas em fêmeas da raça caprina Serpentina, analisando as heritabilidades e as correlações, bem como a influência dos fatores ambientais na expressão fenotípica das diferentes características. Os resultados obtidos visam fornecer informação científica de suporte à gestão do Livro Genealógico e ao planeamento de programas de seleção e conservação genética da raça.

II. Revisão bibliográfica

1. Caprinicultura em Portugal

Em Portugal, a caprinicultura desempenha um papel de grande relevância nos planos social, cultural e ecológico, contribuindo para a fixação das populações em territórios rurais e para o combate à desertificação humana, sobretudo nas regiões mais desfavorecidas, como o interior e as zonas de montanha (Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, [DGADR], 2014). Para além da sua importância económica, esta atividade desempenha ainda funções ambientais significativas, nomeadamente na gestão dos espaços agroflorestais e na redução do risco de incêndios através do pastoreio extensivo (Direção Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV], 2021a). A caprinicultura é considerada um fator de competitividade dos territórios rurais mais pobres, valorizando os recursos agrícolas e florestais locais, contribuindo para a coesão social e para fixação de populações (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária [INIAV], 2019).

A caprinicultura portuguesa assenta maioritariamente em sistemas de produção extensivos, caracterizados pela utilização de pastagens naturais e recursos forrageiros locais (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2025). Os efetivos são, muitas vezes, constituídos por animais de origem heterogénea do ponto de vista racial, coexistindo com núcleos pertencentes às principais raças autóctones, como a Serrana, a Bravia, a Preta de Montesinho, a Charnequeira, a Serpentina e a Algarvia (DGAV, 2021a).

De acordo com o INE (2025), Portugal possuía em 2024 cerca de 280 mil cabras adultas, confirmando a tendência de decréscimo observada nas últimas décadas. Entre 2000 (452 mil cabras) e 2024, o efetivo decresceu 38%.

Em termos da produção leiteira, os caprinos representam aproximadamente 25 mil toneladas anuais, o que corresponde a 4,5% do total nacional de leite. Já a produção de carne caprina ronda as 5 mil toneladas por ano, com especial relevância para o cabrito pascal, produto de forte valor cultural e económico (INE, 2025).

De acordo com o *Catálogo Oficial das Raças Autóctones Portuguesas* (DGAV, 2021a), a raça Serpentina conta com 5377 animais inscritos no livro genealógico, distribuídos por 46 criadores oficialmente registados. Este número representa aproximadamente 15,27% do total de caprinos autóctones registados em Portugal. Embora tenha um efetivo relativamente reduzido face a outras raças, como a Serrana ou a Bravia (Tabela 1), a Serpentina mantém um papel essencial na preservação da diversidade genética e

na valorização dos sistemas extensivos do sul do país.

Tabela 1 - Efetivos das raças caprinas portuguesas em 2025 (Adaptado de INE, 2025).

Raça	Fêmeas no LA	Nº de fêmeas por macho	Fêmeas em linha pura	Nº Machos	Criadores	Nº machos por criador
Algarvia	3171	47.3	2740	67	94	33.7
Bravia	11997	26.7	11997	449	127	94.5
Charnequeira	1629	34.7	1629	47	34	47.9
Preta Montesinho	1920	17.0	1760	113	53	36.2
Serpentina	6450	16.2	5593	398	72	89.6
Serrana	13120	34.1	12231	385	205	64.0

Nota: LA - Livro de Adultos (animais já confirmados e aprovados no controlo genealógico)

Em 2008, com um número de fêmeas reprodutoras exploradas em linha pura próximo das 5000, no âmbito da Portaria n.º 618/2008 que aprovou a Regulamentação da Ação n.º 2.2.3 «Conservação e Melhoramento de Recursos Genéticos» do PRODER, e segundo os critérios utilizados pela União Europeia (Regulamento da CE Nº 445/2002) para definir o estatuto de risco das raças, a Serpentina foi classificada como “muito ameaçada”, (classe entre 3000 e 5000 fêmeas exploradas em linha pura, considerada com nível elevado de risco de extinção).

Em 2024, na Portaria n.º 272/2024/1 que estabelece o regime específico do apoio a conceder, ao abrigo do artigo 70.º do Regulamento (UE) 2021/2115, do Parlamento Europeu e do Conselho, na tipologia C.1.1.5, «Conservação e melhoramento de recursos genéticos (animais, vegetais e florestais)», integrada na intervenção C.1.1., «Compromissos agroambientais e clima», do domínio C1, «Gestão ambiental e climática», do eixo C, «Desenvolvimento Rural», do Plano Estratégico da Política Agrícola Comum para Portugal (PEPAC Portugal), a raça caprina Serpentina foi considerada com o grau de ameaça de erosão genética “em risco”.

A sua presença está hoje limitada a efetivos reduzidos no Alentejo, sendo a sua sobrevivência fortemente dependente dos programas de conservação e valorização desenvolvidos pela Associação Nacional de Criadores da Raça Serpentina (ANCRAS) e apoiados pelo INIAV (Carolino et al., 2017).

De acordo com o Inquérito aos Efetivos Animais de 2024 (INE, 2025), o efetivo caprino em Portugal mostra um total de 319 mil cabeças, das quais 308 mil no continente. A distribuição regional evidencia que os maiores efetivos se concentram no Centro (90

mil), no Alentejo (87 mil) e no Norte (80 mil), regiões que em conjunto representam mais de 80% do total nacional. O Algarve apresenta um efetivo de cerca de 13 mil cabeças, enquanto as regiões autónomas registam números bastantes mais reduzidos: 7 mil nos Açores e 4 mil na Madeira.

Esta distribuição revela a forte ligação da caprinicultura às zonas do Norte, Centro e Alentejo e com maiores disponibilidades de pastagens extensivas, reforçando o papel do centro e do Alentejo como territórios importantes na produção caprina em Portugal (INE, 2025) (Figura 1).

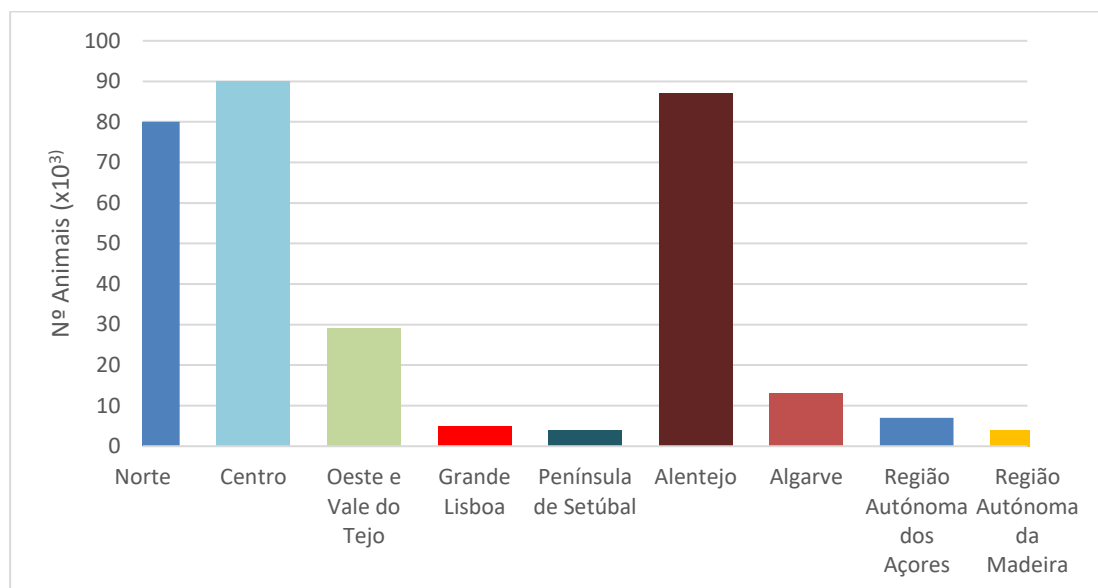


Figura 1 - Efetivo caprino (nº) por região em 2024 (**Fonte:** INE, Inquérito aos Efetivos Animais, 2025).

2. A raça Serpentina

A raça Serpentina tem origem no distrito de Beja, sendo os seus principais núcleos populacionais encontrados nos concelhos de Serpa, Moura e Mértola (Fialho, 1995). O autor refere que esta raça surgiu a partir da seleção de animais do sul de Portugal por vários criadores, o que resultou numa população caprina com características próprias e adaptadas às condições agroclimáticas do Baixo Alentejo. Esta adaptação ao meio traduziu-se na boa utilização de pastagens e matos e numa razoável capacidade leiteira, dentro do contexto extensivo em que se insere. Segundo Fialho (1995), em 1994, a raça foi oficialmente reconhecida com a criação do livro genealógico da raça caprina Serpentina, como forma de assegurar a sua prevenção e valorização.



Figura 2- Distribuição geográfica dos criadores da raça Serpentina em Portugal

(Fonte: http://www.ruralbit.com/gen_pro_api/mapa_dist.php?id_asso=APCRS).

A raça Serpentina é descrita como um animal de perfil subcôncavo longilíneo e de grande estatura, apresentando geralmente pelagem branca ou creme, acompanhada de um listão preto ao longo da linha dorsal, que em alguns casos se alarga até à região sagrada e à cauda. Outras áreas pigmentadas a negro incluem o ventre, a face, o focinho, as extremidades dos membros e o interior das orelhas. Tanto os machos como as fêmeas podem apresentar barba, mais desenvolvida nos machos. Os cornos, quando presentes, são largos na base, dirigidos para cima e para trás, divergentes nas extremidades e frequentemente em espiral (Associação Portuguesa de Caprinicultores de Raça Serpentina [APCRS], n.d.)

Do ponto de vista produtivo, a Serpentina é classificada como uma raça de aptidão mista (carne e leite) (DGAV, 2021a). O seu principal produto é o cabrito, tradicionalmente comercializado em épocas festivas, nomeadamente no Natal e na Páscoa, com 10 a 12 kg de peso vivo, bastante valorizado pela sua qualidade gastronómica (Pereira, 2011).

A raça Serpentina desempenha um papel que ultrapassa a sua função zootécnica, assumindo relevância tanto na economia rural como na gestão ecológica dos ecossistemas. De acordo com Fonseca et al. (2018), apesar do efetivo reduzido e das

limitações estruturais das explorações, o cabrito da raça Serpentina continua a construir um produto de forte impacto económico e cultural no Alentejo, com procura acentuada em períodos festivos. Estudos orientados para a sustentabilidade, como o de Coelho e Reis (2009), reforçam a viabilidade da raça em modos de produção biológica, onde o valor acrescentado resulta da associação entre a qualidade diferenciada da carne e a certificação ambiental.

No plano ecológico, a Serpentina tem sido apontada como elemento crucial na gestão dos sistemas de montado, ajudando a controlar a vegetação arbustiva e a reduzir a carga combustível, com impacto direto na prevenção de incêndios rurais (Coelho e Reis, 2009). Além disso, a sua rusticidade e capacidade de aproveitamento de pastagens pobres tornam esta raça indispensável para a manutenção da biodiversidade agrícola e para a valorização de territórios marginais (Carolino et al., 2017).

2.1. Padrão da raça

O padrão racial da cabra Serpentina foi estabelecido com o objetivo de definir de forma clara as suas principais características morfológicas e garantir a manutenção da identidade genética e fenotípica da raça. Este padrão é utilizado como referência para a inscrição no Livro Genealógico, permitindo a seleção de reprodutores que assegurem a preservação e valorização da raça no contexto da biodiversidade caprina nacional. De acordo com a DGAV (2021b), a Serpentina, como já referido no tópico anterior, caracteriza-se por ser um animal de grande rusticidade, com um conjunto de características morfológicas bem definidos que a distinguem de outras raças caprinas portuguesas. Entre estes destacam-se a estatura elevada, a pelagem clara com listão preto na dorsal e a presença frequente de cornos em espiral.

A Tabela 2 sintetiza as principais características morfológicas descritas no padrão oficial da raça Serpentina e a Figura 3 evidencia exemplares da raça.

Tabela 2 – Padrão racial da raça caprina Serpentina (**Fonte:** DGAV, 2021b).

Tipo	Dolicocéfala, eumétrica [Machos (60-75kg); Fêmeas (45-60kg)], perfil reto, mediolínea, robusta e muscular
Altura	Altura à cernelha: machos 70cm; fêmeas 65cm.
Pelagem	Fundo branco ou creme, listão preto dorsal até à cauda; marcas negras no ventre, face, focinho, extremidades dos membros e interior das orelhas.
Cabeça	Grande, fonte larga e convexa, chanfro retilíneo.
Cornos	Largos na base, dirigidos para cima e para trás, divergentes, em espiral.
Pescoço	Médio, bem musculado, mais grosso nos machos; frequentemente com brincos.
Tronco	Amplo e profundo, cruz ligeiramente destacada, dorso quase horizontal.
Úbere	Medio, em forma de bolsa, tetos bem diferenciados.
Membros	Fortes, compridos, articulações volumosas e secas; unhas medias, duras, boa base de apoio.



Figura 3 - Exemplos da raça caprina Serpentina - pormenor da cabeça, pelagem clara com listão preto dorsal e cornos em espiral (Fonte: DGAV, 2021a).

3. Avaliação morfológica de caprinos

A avaliação morfológica de caprinos constitui um elemento fundamental no estudo e valorização das raças autóctones, desempenhando um papel central na caracterização fenotípica, na conservação da variabilidade genética e no apoio a programas de melhoramento animal. Ao contrário das descrições tradicionais, frequentemente mais subjetivas, a avaliação morfológica moderna recorre a metodologias mais objetivas e padronizadas, permitindo quantificar características estruturais que estão diretamente associadas ao desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Amills, et al., 2017).

Entre as abordagens de avaliação morfológica de caprinos mais utilizadas na atualidade, encontra-se a avaliação linear que se fundamenta num sistema de pontuação contínua das características observadas em diferentes regiões anatómicas (Álvarez, 2023). A classificação morfológica linear deverá respeitar o princípio de linearidade entre a pontuação atribuída e a característica avaliada, ou seja, a pontuação atribuída a cada característica deve corresponder proporcionalmente à sua expressão fenotípica, com escalas previamente definidas (p.ex. de 1 a 9 ou de 1 a 5) e que englobem toda a gama de variação esperada na população (Sañudo, 2009).

De acordo com Sañudo (2009), a aplicação rigorosa da avaliação linear permite distinguir com elevada precisão diferenças subtis entre animais, facilitando a

identificação de indivíduos melhor adaptados aos objetivos produtivos e ao sistema de produção. Esta abordagem é especialmente relevante em caprinos, cuja diversidade fenotípica e variedade de aptidões produtivas (leite, carne e rusticidade) exigem sistemas de avaliação morfológica, que combinem objetividade, repetibilidade e ligação com a funcionalidade zootécnica. Este método tem sido amplamente utilizado em raças leiteiras como a Murciano-Granadina, sendo reconhecido como uma ferramenta essencial para programas de melhoramento e conservação genética.

A morfologia dos animais resulta da ação conjunta de fatores genéticos e de fatores ambientais. Entre os fatores genéticos, destacam-se o potencial genético dos animais para diferentes características e respectivas correlações genéticas, bem como a capacidade de transmissão dos caracteres às gerações seguintes. Já entre os fatores ambientais, incluem-se o manejo geral dos animais, a alimentação, a sazonalidade e as condições climáticas, entre outros, com impacto direto na expressão fenotípica das características morfológicas (Vacca et al., 2016).

Do ponto de vista ambiental, características como a nutrição, o sistema de manejo, a estação do ano e até a altitude das explorações têm impacto significativo na expressão fenotípica de diversas características de interesse dos caprinos. Em regiões mediterrânicas, por exemplo, a disponibilidade de recursos forrageiros influencia o desenvolvimento estrutural dos animais e, conseqüentemente, a sua performance produtiva. Além disso, condições climáticas extremas podem afetar de forma diferenciada a morfologia de certas estruturas, como a robustez dos membros ou a conformação do tronco, resultando em variações adaptativas relevantes para a sobrevivência dos rebanhos (Senczuk et al., 2024).

A caracterização morfológica de regiões corporais, como o sistema mamário nas fêmeas, o sistema reprodutor nos machos, a estrutura corporal e os membros, constitui uma ferramenta eficaz para integrar dados fenotípicos, genéticos e produtivos (Vacca et al., 2016). Segundo estes autores, muitas dessas características morfológicas apresentam heritabilidade estimável, permitindo que sejam utilizadas como critérios objetivos para identificar indivíduos com maior valor zootécnico, mesmo na ausência de dados produtivos completos. Estudos em populações caprinas mediterrânicas evidenciam que a heritabilidade de certos caracteres morfológicos, com uma profundidade torácica ou a inserção do úbere, varia entre baixa a moderada, demonstrando que a resposta à seleção depende da combinação entre fatores genéticos e ambientais (Vacca et al., 2016). Além disso, características como a estrutura corporal ou conformação do úbere, têm uma relação comprovada com a eficiência funcional e a longevidade produtiva (Quadros, 2018). No contexto da conservação genética, este

autor destaca que a classificação morfológica desempenha um papel estratégico, ao permitir a preservação do tipo racial e de diferentes linhagens com maior variabilidade genética, contribuindo para manter a diversidade intra-racial. A robustez da avaliação morfológica linear não depende apenas da qualidade dos registos morfológicos obtidos, mas também da utilização de análises adequadas, que permitam compreender melhor a estrutura populacional (Fantazi et al., 2017).

A utilização em conjunto de dados morfológicos e produtivos, como a produção e composição do leite, fertilidade e longevidade, permite estabelecer índices de seleção mais completos e consistentes, proporcionando uma maior eficácia nos programas de melhoramento (Álvarez, 2023; Vacca et al., 2016). Esta metodologia de avaliação morfológica linear, devidamente integrada com outras ações realizadas no âmbito de programas de melhoramento genético, é particularmente relevante em raças autóctones, onde os objetivos de conservação da variabilidade genética e de progresso genético precisam de ser equilibrados para assegurar a sua viabilidade a longo prazo (Senczuk et al., 2024).

A avaliação morfológica de caprinos deve ser entendida como uma metodologia dinâmica, que alia a mensuração morfológica mais objetiva, mediante uma análise estatística adequada. No caso da raça Serpentina, a aplicação destas metodologias de avaliação morfológica permitirá não só caracterizar os indivíduos de forma mais precisa, mas também apoiar estratégias de conservação e melhoramento que assegurem a sustentabilidade genética e zootécnica da população a longo prazo (Álvarez, 2023; Fantazi et al., 2017).

3.1. Avaliação morfológica linear na raça Serpentina

A metodologia de avaliação linear permite reconhecer melhor o valor das características morfológicas individuais, a fim de tirar o máximo partido do potencial de melhoramento genético através da seleção (American Dairy Goat Association [ADGA], 2019). Esta metodologia procura descrever de forma objetiva e rigorosa as variações morfológicas existentes numa população, eliminando subjetividades inerentes às descrições morfológicas tradicionais (ADGA, 2019).

A classificação morfológica linear é realizada atribuindo a cada característica descritiva uma nota de 1 a 9. Trata-se de um sistema baseado na valorização dos caracteres morfológicos em escalas lineares que vão de um extremo biológico a outro. A nota 1 corresponde, assim, ao extremo morfológico inferior e, na maioria das características, à manifestação menos desejável, enquanto a nota 9 representa o outro extremo e, em

diversos casos, próximo do ideal funcional. A pontuação 5 corresponde a uma morfologia de valor medio, servindo como referência para a avaliação equilibrada (Álvarez, 2023; López, 2008).

No caso dos caprinos leiteiros, as características mais valorizadas nas avaliações lineares estão associadas ao sistema mamário, dada a sua relação direta com a produção de leite e persistência da lactação. Contudo, os outros sistemas ou grandes regiões, como a estrutura corporal, membros e sistemas reprodutor dos machos, são igualmente importantes, pois podem influenciar a longevidade produtiva, a resistência funcional e a eficiência reprodutiva (Álvarez, 2023).

Na raça Serpentina, a aplicação da avaliação linear assume particular importância. Sendo uma população de dimensão relativamente reduzida e em risco de erosão genética (Ginja et al., 2018), é fundamental associar os resultados da caracterização morfológica à conservação e à valorização produtiva. A análise linear permite identificar indivíduos que apresentem combinações de características corporais mais favoráveis à produção de leite, à adaptação a sistemas extensivos e à sustentabilidade reprodutiva (Carolino e Vicente, 2018).

Dentro da morfologia de avaliação linear aplicada à raça Serpentina, as características foram organizadas em secções correspondentes a diferentes sistemas anatómicos, subdivididos em caracteres descritivos específicos. Esta sistematização, inspirada em modelos internacionais (ADGA, 2019; López, 2008), foi adaptada em 2018 pela Associação Portuguesa de Caprinicultores de Raça Serpentina (APCRS), refletindo as particularidades desta população autóctone (APCRS, n.d.).

- **Estrutura**

- Estatura (altura à cernelha);
- Largura do peito;
- Profundidade corporal;
- Largura da garupa (coxo femoral);
- Ângulo da garupa.

- **Sistema mamário**

- Inserção anterior do úbere;
- Altura da inserção posterior do úbere;

- Largura posterior do úbere;
- Ligamento suspensor médio;
- Profundidade do úbere;
- Colocação dos tetos;
- Forma dos tetos;
- **Membros**
 - Vista posterior dos membros traseiros;
 - Vista lateral dos membros traseiros.
- **Sistema reprodutor**
 - Perímetro escrotal;
 - Conformação dos testículos (bipartição).

Na metodologia definida pela APCRS, a classificação linear segue igualmente a escala de 1 a 9, mas com particularidades adaptadas à realidade da raça. O parâmetro “profundidade do úbere” apresenta como valor ótimo o 7, uma vez que profundidades de úberes excessivas são indesejáveis (APCRS, n.d.).

Observa-se com frequência que alguns animais apresentam úberes divididos em duas metades, com pouca profundidade e tetos grandes e afunilados. Nestes casos, privilegia-se a seleção de fêmeas com úberes globulares e profundos e tetos em forma de dedo, mais funcionais e adaptados à ordenha (APCRS, n.d.).

Na pontuação final, cada região anatômica tem um peso diferente: 70% atribuído ao sistema mamário, 15% à estatura e 15% aos membros. O resultado é expresso numa escala percentual, com as seguintes classificações: excelente (EXC, 95-100 pontos), superior (SUP, 90-94), Muito Bom (MB, 85-89), Bom (B, 80-84), Suficiente (S, 75-79) e Insuficiente (INS, <75) (APCRS, n.d.).

Tabela 3 - Classificação Final dos caprinos com base na avaliação linear morfológica

(Fonte: APCRS, n.d.).

Classificação Final	Pontuação (%)
Excelente (EXC)	95-100
Superior (SUP)	90-94
Muito Bom (MB)	85-89
BOM (B)	80-84
Suficiente (S)	75-79
Insuficiente (INS)	<75

Nos machos, a avaliação linear incide sobre a largura e o ângulo da garupa, a estatura, a largura do peito, o perímetro escrotal e a bipartição escrotal. O perímetro escrotal é particularmente valorizado por estar diretamente associado ao número e qualidade dos espermatozoides, ao volume ejaculado e à mortalidade espermática. À semelhança das fêmeas, também os membros e a estrutura corporal são avaliados, garantindo a seleção de animais com maior robustez, longevidade e eficiência reprodutiva (APCRS, n.d.).

Assim, a avaliação linear da raça Serpentina não deve ser entendida apenas como uma ferramenta descritiva, mas sim como uma estratégia integrada de seleção e conservação genética, capaz de equilibrar os objetivos de produtividade e de preservação do património zootécnico nacional.

3.1.1 Sistema mamário

As cabras mais rentáveis são as que produzem mais leite durante mais tempo, e para que tal se verifique, as características do úbere são determinantes, tendo principal relevância a capacidade e forma do úbere e a inserção e colocação dos tetos (López, 2008).

Na avaliação linear, o sistema mamário das fêmeas é caracterizado através de um

conjunto de parâmetros objetivos, que incluem: a inserção anterior do úbere, o comprimento e altura da inserção posterior, a largura posterior, o ligamento suspensor médio, a profundidade do úbere, a colocação dos tetos e a forma e diâmetro dos tetos. Estes caracteres descritivos são pontuados numa escala de 1 a 9, onde os extremos correspondem a conformações indesejáveis ou excessivas, e o ponto médio (5) indica uma morfologia funcionalmente equilibrada (López, 2008; ADGA, 2019).

Estudos recentes demonstram que a morfologia mamária equilibrada está associada a maior longevidade produtiva e a uma menor incidência de patologias, nomeadamente mastites, fator crítico em sistemas tradicionais de ordenha manual ainda presentes em rebanhos da Serpentina (De Cremoux et al., 2024). O ligamento suspensor médio desempenha um papel fundamental, uma vez que sustenta o úbere ao longo das lactações e está positivamente relacionado com a constância da produção de leite (Busto et al., 2017).

Em raças mediterrânicas, como a Murciano-Granadina, verificou-se que as fêmeas com úberes de inserção firme e tetos corretamente posicionados apresentam maior eficiência de ordenha e persistência de lactação (Arnal et al., 2018). Estudos de morfometria 3D confirmaram ainda que medidas detalhadas de profundidade e simetria do úbere podem ser integradas em programas de seleção para aumentar a eficiência reprodutiva e produtiva (Marnet et al., 2024).

A influência de fatores ambientais e de manejo também é decisiva para a expressão fenotípica do úbere. Nutrição, ordem de partos, idade do animal e até a hierarquia social dentro do rebanho podem condicionar o desenvolvimento mamário e a composição do leite. Em ambientes mediterrânicos, como os que caracterizam parte do território da Serpentina, a irregularidade dos recursos forrageiros afeta diretamente a persistência da lactação e o enchimento do úbere (Senczuk et al., 2024).

Assim, a avaliação linear do sistema mamário, constitui uma ferramenta indispensável para a seleção de fêmeas com maior potencial produtivo e melhor adaptabilidade, contribuindo para a valorização dos produtos tradicionais e para o melhoramento genético da raça (Álvarez, 2023).

i. Profundidade do úbere

A profundidade do úbere é avaliada pela distância entre a base do úbere e a ponta dos curvilhões. Este parâmetro é particularmente relevante, uma vez que traduz não apenas a capacidade funcional do úbere, mas também a sua durabilidade produtiva. Um úbere

com profundidade adequada deve apresentar-se suficientemente desenvolvido para garantir uma boa capacidade leiteira, mas ao mesmo tempo recolhido e protegido, evitando a exposição a lesões, sujidade e risco de infeções (ADGA, 2019).

Quando o úbere se apresenta excessivamente descaído, aumenta a probabilidade de lesões, mastites e dificuldades na ordenha, sobretudo em sistemas mecânicos, nos quais a posição dos tetos em relação às unidades de ordenha é determinante. Por outro lado, úberes demasiado altos ou pouco profundos tendem a ter menor capacidade de armazenamento, o que pode comprometer a persistência da lactação (De Cremoux et al., 2024).

O recomendado são úberes intermédios, cuja base se situe aproximadamente à altura dos curvilhões. Esta conformação oferece um equilíbrio entre a capacidade volumétrica e a proteção anatômica, favorecendo a adaptação à ordenha mecânica e à longevidade produtiva das fêmeas (Álvarez, 2023).

Estudos em diferentes raças leiteiras de caprinos apontam que a profundidade do úbere apresenta uma heritabilidade moderada e uma correlação genética positiva com a vida produtiva e a eficiência da lactação. Assim, a inclusão deste parâmetro em programas de seleção contribui não apenas para a melhoria da morfologia mamária, mas também para a melhoria do estado higio-sanitário, produtividade e bem-estar animal (Busto et al., 2017).

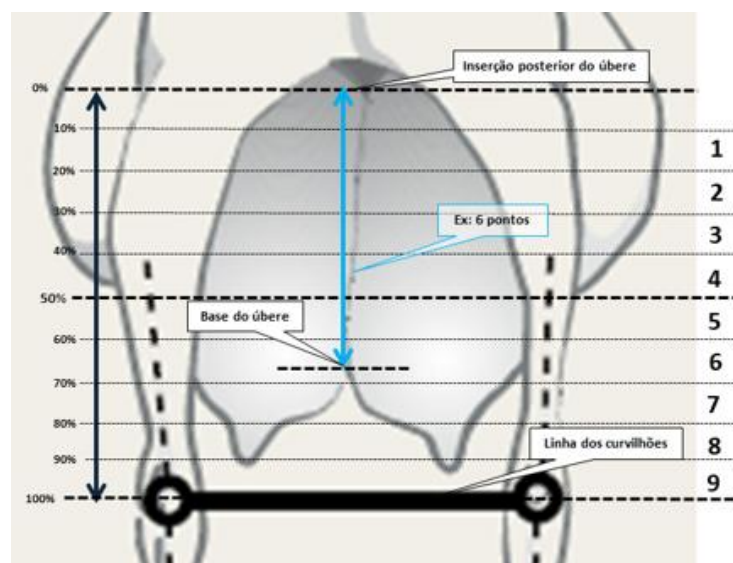
Na figura 4, na escala linear de 1 a 9, os extremos correspondem a fenótipos menos desejáveis ou excessivos:

Código 1 – Úbere raso: pouco desenvolvido, com reduzida capacidade volumétrica e limita a persistência de lactação.

Código 5 – Úbere intermédio: apresenta desenvolvimento moderado, considerado equilibrado em termos de capacidade de armazenamento e proteção anatômica.

Código 9 – Úbere profundo: apresenta desenvolvimento excessivo, ficando demasiado próximo do solo, o que aumenta a probabilidade de traumatismos, infeções e dificuldade na ordenha.

O valor ótimo é o 7, que corresponde a úberes intermédios e funcionais, suficientemente desenvolvidos para garantir boa capacidade de armazenamento, mas ao mesmo tempo recolhidos e protegidos, de forma a reduzir riscos de contacto com o solo e de lesões (Álvarez, 2023).



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Medida	Proporção entre a distância da base do úbere à linha dos curvilhões e a distância entre a inserção posterior do úbere e a linha dos curvilhões	Profundo	Intermédio	Raso	Código 7

Unidade de medida	Profundidade do úbere- Pontos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-100

Figura 4 - Esquema de avaliação linear da profundidade do úbere

(Fonte: Cachatra (2025) comunicação pessoal).

ii. Forma dos tetos

A forma dos tetos é avaliada pela sua morfologia na zona média, permitindo determinar o grau de adaptação às tetinas da máquina de ordenha (López, s.d). Tetos demasiado grossos ou afunilados podem causar problemas de adaptação aos equipamentos de ordenha, reduzindo a eficiência de extração e aumentando o risco de lesões. Por outro lado, tetos excessivamente finos ou estreitos tendem a dificultar a ordenha manual e a aumentar a probabilidade de entrada de agentes patogénicos (De Cremoux et al., 2024).

O desejável é a presença de tetos intermédios, simétricos e de diâmetro uniforme, que garantam uma boa adaptação às tetinas e proporcionem conforto à fêmea durante a ordenha. A seleção de animais com esta conformação contribui para uma melhor

eficiência produtiva e menor incidência de mastites, ao favorecer uma vedação correta entre o teto e a máquina de ordenha (De Cremoux et al., 2024).

Na raça Serpentina ainda coexistem sistemas de ordenha manual e mecânica, pelo que a valorização de tetos intermédios, bem posicionados e de formato cilíndrico é uma estratégia para a captação da raça a diferentes sistemas de produção e para a valorização dos produtos lácteos regionais (Álvarez, 2023).

Na escala (Figura 5), distinguem-se três categorias principais:

Código 1 – Tetos triangulares extremamente largos: diâmetro a rondar os 10 cm, com formato muito aberto, dificultando a ordenha e aumentado o risco de lesões.

Código 5 – Tetos intermédios: diâmetro médio de aproximadamente 5 cm, considerados equilibrados, adaptáveis tanto à ordenha manual como mecânica.

Código 9 – Tetos em forma de dedo: diâmetro reduzido, aproximadamente 2cm, de formato cilíndrico e regular, considerados o padrão ótimo por garantirem melhor adaptação às tetinas e maior proteção sanitária.

O valor ótimo corresponde ao 9, representando tetos em forma de dedo, simétricos e estreitos, que se adaptam de forma eficiente às tetinas e reduzem a probabilidade de traumatismos e mamites [Cachatra (2025) comunicação pessoal].

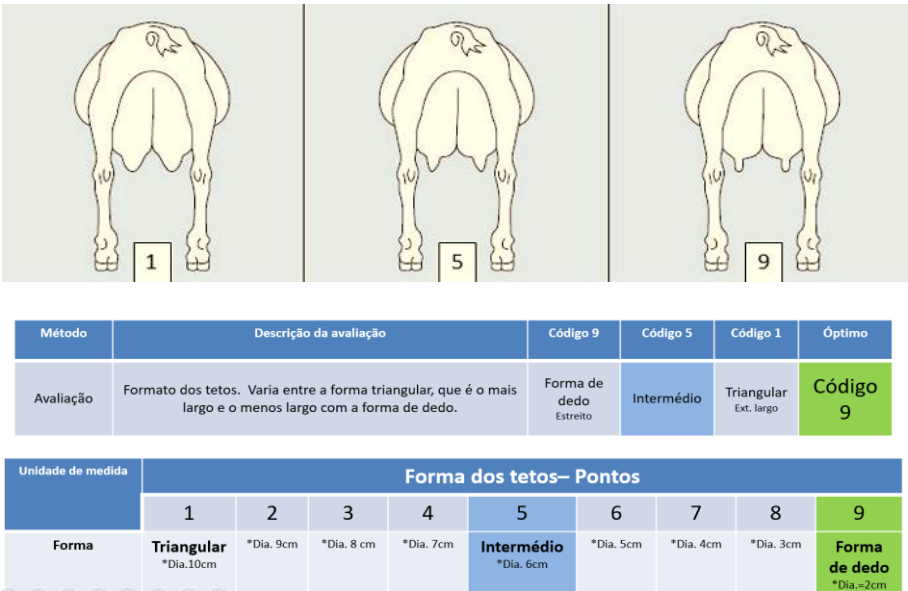


Figura 5 - Esquema de avaliação linear da forma dos tetos

(Fonte: Cachatra (2025) comunicação pessoal).

iii. Altura da inserção posterior do úbere

A altura da inserção posterior do úbere é avaliada através da distância entre o início do úbere e a vulva do animal. Quanto menor for esta distância, maior será a altura de inserção, indicando que o úbere se encontra firmemente fixado à parede abdominal e pélvica, o que confere maior capacidade de armazenamento de leite e melhor sustentação (ADGA, 2019).

Um úbere bem inserido posteriormente apresenta vantagens funcionais, pois facilita a ordenha (manual e mecânica), melhora a eficiência da extração e diminui a probabilidade de traumatismos associados a úberes pendentes ou pouco sustentados. Esta característica está também associada à longevidade produtiva da fêmea, uma vez que reduz o desgaste estrutural do úbere ao longo das lactações (Busto et al., 2017).

Do ponto de vista funcional, alturas de inserção posteriores mais altas também contribuem para a redução da incidência de mastites, uma vez que asseguram um melhor posicionamento dos tetos e menor contacto com o solo. Já alturas de inserção baixas resultam em úberes descaídos, que não só dificultam a ordenha como aumenta a exposição do úbere a agentes patogénicos ambientais (De Cremoux et al., 2024).

Estudos em raças mediterrânicas mostram que a altura da inserção posterior apresenta heritabilidade moderada, o que significa que pode responder de forma eficaz à seleção genética (Álvarez, 2023).

De acordo com a figura 6, na escala linear, a característica é classificada de 1 a 9, em que:

Código 1 – Inserção extremamente baixa: o úbere apresenta uma sustentação deficiente, tendendo a ficar descaído, com menor capacidade de armazenamento e maior risco de traumatismo e infeções.

Código 5 – Inserção intermedia: o úbere encontra-se moderadamente sustentado, proporcionando alguma estabilidade, mas sem maximizar a sua durabilidade funcional.

Código 9 – Inserção extremamente alta: úbere firmemente fixado ao corpo, oferecendo maior capacidade de armazenamento, melhor eficiência de ordenha e reduzida probabilidade de problemas sanitários.

O valor ótimo é o 9, correspondente a inserções altas, que asseguram maior longevidade reprodutiva e produtiva da fêmea. A unidade de medida utilizada é o centímetro (cm), variando de aproximadamente 2,5 cm (código 9) até 10 cm (código 1),

o que permite quantificar objetivamente a qualidade da inserção [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].

.

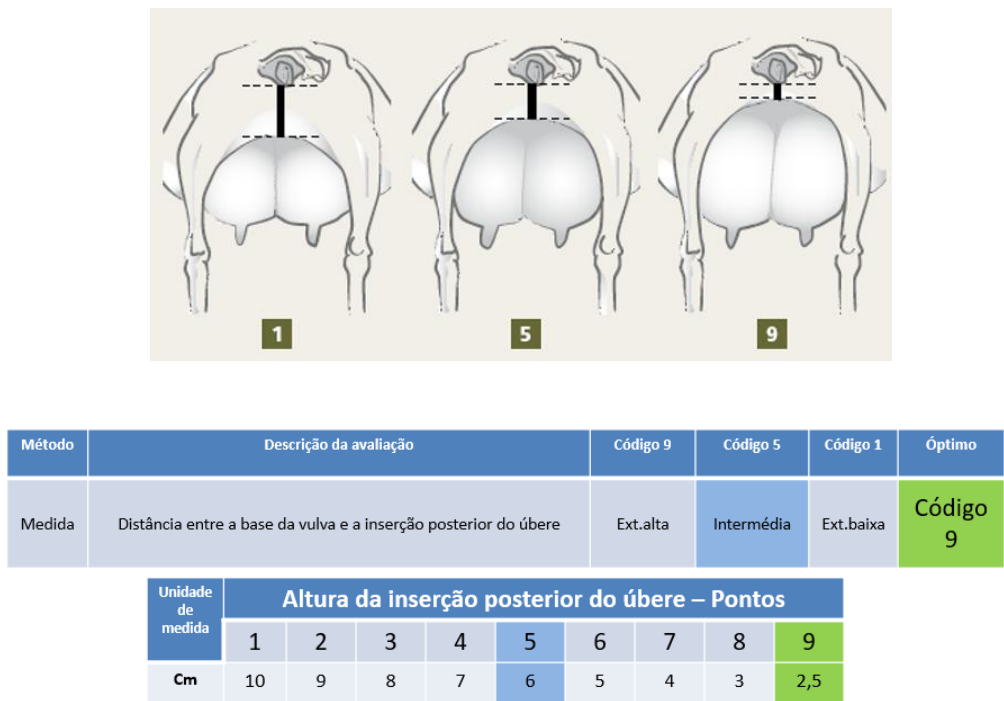


Figura 6 - Esquema de avaliação linear da altura da inserção posterior do úbere
(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

iv. Largura posterior do úbere

A largura posterior do úbere é classificada através da medição do comprimento da inserção posterior da glândula, avaliada alguns centímetros abaixo do ponto inicial de inserção. Na escala linear, os valores variam entre 1 e 9, correspondendo os extremos aos fenótipos menos desejáveis ou mais favoráveis. Este parâmetro expressa a capacidade lateral da glândula mamária e está diretamente relacionado com o volume de armazenamento do leite e a firmeza da sustentação do úbere (Novatna et al., 2018). Inserções posteriores mais largas oferecem maior superfície de fixação, permitindo melhor distribuição do peso da glândula e maior estabilidade, o que reduz a incidência de traumatismos e facilita a ordenha, tanto manual como mecânica. Por esta razão, são

preferidos animais com úberes de maior largura posterior, uma vez que estes apresentam maior probabilidade de manter boas condições produtivas ao longo de sucessivas lactações (Álvarez, 2023; Novatna et al., 2018).

Contudo, na raça Serpentina a valorização de fêmeas com úberes largos e bem inseridos posteriormente é essencial, pois garante não apenas maior capacidade funcional e adaptabilidade à ordenha mecânicas, mas também longevidade produtiva, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas extensivos tradicionais (Álvarez, 2023; Novatna et al., 2018).

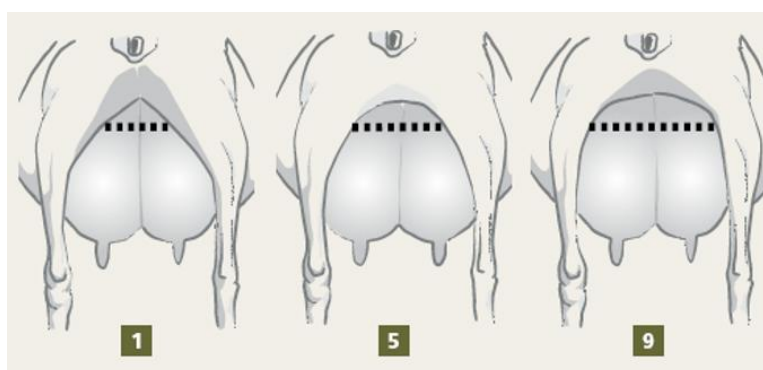
Em análise à Figura 7:

Código 1- úbere extremamente estreito: inserção posterior reduzida, pouca capacidade de armazenamento e menor sustentação, associada a úberes pendentes e menos produtivos.

Código 5 – úberes intermédios: largura moderada, que garante algum estabilidade e volume.

Código 9 – úbere extremamente largo: inserção posterior ampla, proporcionando maior capacidade de armazenamento, melhor sustentação e maior longevidade.

O valor ótimo estabelecido é o 9, correspondente a úberes largos e firmemente inseridos, que oferecem maior capacidade volumétrica, eficiência na ordenha e menor risco de traumatismos. A unidade de medida utilizada é o centímetro (cm), sendo que os valores superiores a 12 cm corresponde à pontuação máxima [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Medida	Comprimento da inserção posterior do úbere	Ext. larga	Intermédia	Ext. estreita	Código 9

Unidade de medida	Largura do úbere – Pontos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cm	4	5	6	7	8	9	10	11	+12

Figura 7 - Esquema de avaliação linear da largura posterior do úbere

(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

v. Inserção anterior do úbere

A inserção anterior do úbere corresponde à ligação da parte frontal da glândula mamária ao abdómen do animal. Para garantir maior funcionalidade, esta ligação deve prolongar-se firmemente para a frente, formando um ângulo próximo dos 120° e assegurando uma transição harmoniosa entre o úbere e a parede abdominal. Úberes com inserções anteriores bem definidas apresentam maior capacidade de armazenamento de leite e maior sustentação, reduzindo a probabilidade de traumatismos ou de descaimento prematuro (Sañudo, 2009).

Do ponto de vista funcional, inserções anteriores firmes contribuem para a longevidade produtiva da cabra, já que asseguram a estabilidade da glândula durante sucessivas lactações. Estudos em diferentes populações caprinas mostram que fêmeas com inserção anterior bem marcada apresentam maior persistência da lactação e menor incidência de problemas de saúde mamária, em comparação com animais de inserção mais reduzida (De Cremoux et al., 2024).

Do ponto de vista genético, a inserção anterior do úbere apresenta heritabilidade moderada, o que significa que pode ser melhorada de forma consistente através da seleção linear. Estudos recentes em caprinos mediterrâneos, como a raça Murciano-Granadina, evidenciam correlações positivas entre a firmeza da inserção anterior, a produção de leite e a vida produtiva das fêmeas (Álvarez, 2023).

Além disso, novas metodologias de avaliação, como a morfometria digital 3D, têm permitido quantificar com elevada precisão a inserção anterior e incorporá-la em programas de seleção, reforçando a sua importância como característica funcional (Marnet et al., 2024).

No caso da raça serpentina, a valorização de úberes com inserções anteriores firmes e estendidas para a frente é essencial, uma vez que assegura maior eficiência produtiva, melhor adaptação à ordenha mecânica e contribui para a sustentabilidade genética e zootécnica da população (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

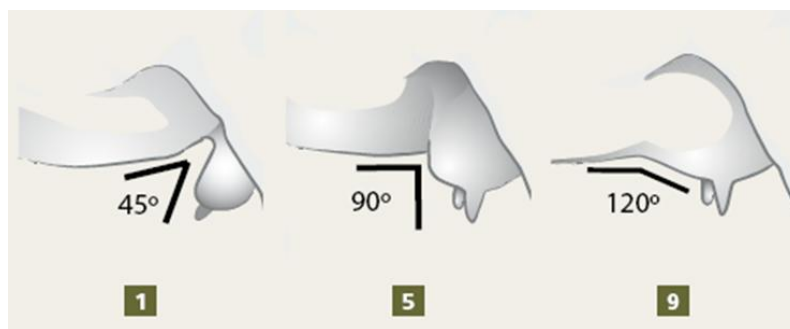
Na avaliação linear, esta característica é quantificada de acordo com o ângulo formado entre a linha de inserção anterior e a parede abdominal (Figura 8).

Código 1 (45°) – Inserção fraca, com ligação insuficiente ao abdómen. Nestes casos o úbere tende a ficar pendente, com menor capacidade e maior risco de traumatismos.

Código 5 (90°) – Inserção intermédia, em que o úbere apresenta uma ligação estável ao abdómen, mas sem maximizar a capacidade ou a firmeza da sustentação.

Código 9 (120°) – Inserção forte, considerada ótima, pois assegura maior volume do úbere, tem melhor sustentação e maior durabilidade produtiva.

O valor ótimo é o código 9, pois corresponde a úberes bem estendidos para a frente e com ligação sólida ao abdómen, o que facilita a ordenha e contribui para a longevidade reprodutiva e produtiva da fêmea [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Avaliado	Ângulo formado pela linha de inserção anterior do úbere e a parede abdominal	Extra forte	Intermédia	Extra fraco	Código 9

Unidade de medida	Inserção anterior do úbere – Pontos		
	1	5	9
Grau	45	90	120

Figura 8- Esquema de avaliação linear da inserção anterior do úbere

(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

vi. Ligamento suspensor médio

O ligamento suspensor médio constitui o principal suporte do úbere, dividido em 2 metades simétricas através do sulco intermédio. A sua função é essencial para a estabilidade da glândula mamária, influenciando tanto a conformação como a funcionalidade do úbere. Um ligamento bem desenvolvido garante que o úbere se apresenta equilibrado, compacto e firmemente sustentado, prevenindo o descaimento precoce e reduzindo o risco de traumatismos (Sañudo, 2009).

Do ponto de vista zootécnico, o ligamento suspensor médio é a característica morfológica que mais influencia a longevidade produtiva da fêmea, já que suporta o peso crescente da glândula durante a lactação. A fraqueza ou ausência deste ligamento resulta em úberes pendentes, com menor adaptação à ordenha mecânica e maior suscetibilidade a mastites (Novotna et al., 2018).

Estudos recentes destacam ainda a importância deste parâmetro na avaliação linear: úberes com ligamento suspensor médio forte apresentam correlações positivas com a produção de leite e a qualidade funcional, enquanto ligamentos mais fracos estão associados à elevada contagem de células somáticas e maior risco de infeções intramamárias (Quintas et al., 2020; Gabr et al., 2021).

Na escala linear de 1 a 9 a classificação segue 3 padrões iniciais (Figura 9):

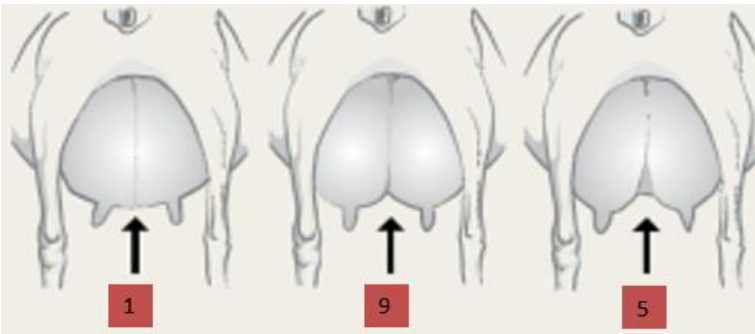
Código 1 - Fraco (0-1 cm): a ausência quase total de separação visível, resultando em

ombros arredondados e pendentes, com menor sustentação e maior suscetibilidade a traumatismos e mastites.

Código 5 – Forte (aproximadamente 9): a separação é demasiado profunda, o úbere surge claramente partido em 2 metades. Embora indique firmeza, este extremo pode comprometer a uniformidade do úbere e dificultar a ordenha.

Código 9 – Intermédio (aproximadamente 5): é considerado um valor ótimo, mostra um ligamento suficientemente firme para dividir e sustentar o úbere, mas sem o partir em excesso. Este grau assegura equilíbrio anatómico, longevidade produtiva e boa adaptação à ordenha.

Assim, o código 9 representa o estado desejável, em que o UBER se encontra bem sustentado e equilibrado, maximizando a funcionalidade e minimizando os riscos de patologias [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 1	Código 5	Código 9	Ótimo
Avaliado	Profundidade da depressão na base da face posterior do úbere.	Extra fraco	Extra forte	Intermédio	Código 9

Unidade de medida	Ligamento suspensor médio – Pontos		
	1	9	5
Cm	Extra fraco 0-1cm	Intermédio 5cm	Extra forte (úbere partido) 9 cm

Figura 9 - Esquema de avaliação linear do ligamento suspensor médio
(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

vii. Colocação dos tetos

A colocação dos tetos é dos parâmetros mais relevantes na avaliação linear do úbere, pela sua relação direta com a eficiência da ordenha mecânica, saúde mamária e longevidade produtiva. A posição ideal corresponde a tetos alinhados verticalmente, moderadamente afastados inseridos na parte inferior do úbere, de forma a facilitar o acoplamento das unidades de ordenha e reduzir riscos de traumatismos (Sañudo, 2009).

Tetos desviados lateralmente ou excessivamente próximos comprometem a extração de leite e podem favorecer lesões ou mastites (Novotna et al., 2018). Estudos em diferentes raças caprinas demonstram que a colocação dos tetos está fortemente associada às tetinas da máquina de ordenha, sendo também uma das características mais valorizadas em programas de seleção (Milerski et al., 2006; McLaren et al., 2016).

Do ponto de vista genético, a colocação dos tetos apresenta variabilidade moderada, o que permite a sua inclusão em programas de melhoramento. Trabalhos em populações mediterrânicas e centro europeias revelam correlações significativas entre a colocação adequada dos tetos, a profundidade do úbere e a qualidade do leite, reforçando a necessidade de integrar estas características na caracterização morfológica (Álvarez, 2023; Quintas et al., 2020).

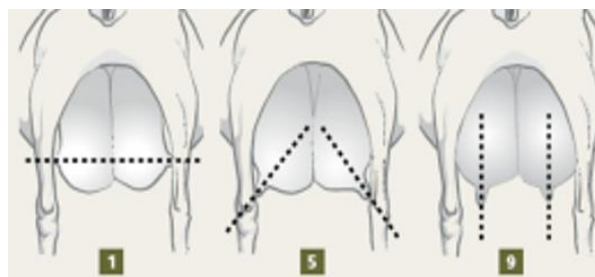
Na escala linear, distinguem-se as três situações apresentadas na Figura 10:

Código 1 – Tetos horizontais (90°): Representam a posição menos desejável, em que os tetos se encontram demasiado afastados e paralelos ao solo. Este posicionamento compromete a ordenha a mecânica e aumenta a probabilidade de traumatismos.

Código 5 – Tetos divergentes (45°): situação intermédia, com ângulo moderado. Embora funcional em alguns contextos, esta configuração não garante a máxima eficiência de ordenha nem a melhor vedação contra agentes externos.

Código 9 – Tetos verticais (0°): Considerados o formato ideal, em que os tetos se encontram alinhados verticalmente e orientados para baixo. Esta posição assegura a melhor adaptação às tetinas da ordenha mecânica, facilite a ordenha manual e reduz significativamente o risco de lesões infeções intramamárias.

O valor ótimo corresponde ao código 9, dado que a posição vertical dos tetos favorece a eficiência produtiva, a longevidade funcional do úbere e a redução de problemas sanitários [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Avaliado	Ângulo da posição do teto em relação ao eixo longitudinal do úbere	Verticais	Divergentes	Horizontais	Código 9

Unidade de medida	Colocação dos tetos – Pontos		
	1	5	9
Grau	90	45	0

Figura 10 - Esquema de avaliação linear da colocação dos tetos

(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

3.1.2 Sistema reprodutor (Machos)

O sistema reprodutor do macho desempenha um papel central na sustentabilidade dos programas de melhoramento genético em caprinos, uma vez que um único reprodutor pode ter impacto sobre várias gerações. A avaliação morfológica neste sistema centra-se em características externas facilmente mensuráveis, que se correlacionam fortemente com a qualidade do sêmen, a fertilidade e a eficiência reprodutiva (Gemeda e Workalemahu, 2017).

Entre os parâmetros mais utilizados destacam-se o perímetro escrotal, a conformação dos testículos (bipartição escrotal) e a simetria e integridade do escroto, os quais permitem inferir sobre o desenvolvimento gonadal e a capacidade de espermatogénica do animal (Gemeda e Workalemahu, 2017).

O perímetro escrotal é considerado o indicador mais prático e informativo, apresentando correlações positivas com o volume testicular, a concentração e mortalidade dos

espermatozoides e a precocidade sexual. Já a conformação dos testículos, incluindo a presença de uma bipartição escrotal bem definida, está associada a uma melhor termorregulação testicular e, conseqüentemente, a uma maior qualidade do ejaculado (Koyuncu et al., 2005; Mohamed e Mohamed, 2023).

Além da relevância funcional, estas características apresentam heritabilidade moderada, o que as torna adequadas para programas de seleção, contribuindo para ganhos consistentes na fertilidade dos rebanhos. No caso da raça Serpentina, a valorização do macho com parâmetros reprodutivos superiores é crucial para a preservação da diversidade genética e para garantir a competitividade desta população em sistemas extensivos (Osinowo et al., 2017).

i. Perímetro escrotal

O perímetro escrotal é um dos principais indicadores reprodutivos nos caprinos, sendo utilizado como medida indireta da capacidade testicular, produção de espermatozoides e fertilidade do macho. Esta característica é avaliada através da medição da circunferência da bolsa escrotal, geralmente com fita métrica, no ponto de maior diâmetro (Gemedá e Workalemahu, 2017).

Estudos em diferentes raças caprinas evidenciam uma correlação positiva entre o perímetro escrotal, o volume testicular e a qualidade do sêmen, incluindo parâmetros como a concentração espermática, a mortalidade e a viabilidade dos espermatozoides. Por este motivo, o perímetro escrotal é frequentemente utilizado em programas de seleção como critério de fácil e econômica mensuração, e altamente informativo sobre o potencial reprodutivo do macho (Gemedá e Workalemahu, 2017; Koyuncu et al., 2005).

Além disso verificou-se que esta característica apresenta heritabilidade moderada, o que permite obter ganhos genéticos consistentes quando integrado em programas de melhoramento genético (Koyuncu et al., 2005). Outro aspecto relevante é a sua associação com a precocidade sexual: animais com maiores perímetros escrotais tendem a atingir a puberdade mais cedo e a manter a fertilidade mais prolongada ao longo da vida produtiva (Mohamed e Mohamed, 2023).

Nesta raça, a valorização do macho com perímetro escrotal mais desenvolvidos constitui uma ferramenta estratégica para reforçar a eficiência reprodutiva, reduz a dependência de reprodutores externos e garante a sustentabilidade genética da população (Koyuncu

et al., 2005; Mohamed et al., 2023).

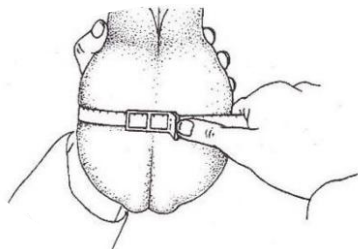
Com base na Figura 11, na avaliação linear, a classificação é expressa numa escala de 1 a 9, em que:

Código 1 (24cm) – corresponde a escrotos pequenos, geralmente associados a testículos de reduzido volume e menor capacidade reprodutiva.

Código 5 (28cm) – representa valores intermédios, que podem ser considerados aceitáveis, mas sem maximizar o potencial de fertilidade do macho.

Código 9 (32cm) – corresponde ao valor ótimo, em que o perímetro escrotal é grande e esta associado a maior concentração e qualidade do sêmen, precocidade sexual e maior longevidade reprodutiva.

O valor ótimo estabelecido é o código 9, dado que o desenvolvimento escrotal amplo está intimamente ligado a melhores indicadores de fertilidade e à sustentabilidade genética da raça [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 1	Código 5	Código 9	Ótimo
Medida	Perímetro do escroto	Pequeno	Médio	Grande	Código 9

Unidade de medida	Perímetro escrotal – Pontos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cm	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Figura 11 - Esquema de avaliação linear do perímetro escrotal

(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

ii. Conformação dos testículos (bipartição)

A conformação dos testículos, em particular a presença de bipartição escrotal, é uma característica anatômica relevante na avaliação reprodutiva de caprinos. Esta bipartição, definida como a divisão visível entre dois testículos, varia em extensão entre raças e indivíduos, podendo ir de poucos centímetros até mais de 50% do comprimento testicular (Singh, 2018).

Do ponto de vista funcional, a bipartição escrotal está associada a uma melhor termorregulação testicular, favorecendo a dissipação do calor e a manutenção da espermatogénese em condições ambientais adversas (Júnior et al., 2011). Em regiões tropicais e mediterrânicas, esta característica pode representar uma vantagem adaptativa, contribuindo para uma maior qualidade do sémen e resiliência reprodutiva dos machos (Júnior et al., 2012).

Estudos demonstram que os caprinos com bipartição escrotal até 50% apresentam produção diária de espermatozoides superior e maior eficiência reprodutiva em comparação com animais sem bipartição (Júnior et al., 2011; Júnior et al., 2012). Contudo, partições excessivas (>50%) podem estar associadas a assimetrias testiculares e problemas de fertilidade, sendo consideradas indesejáveis em programas de seleção (Singh, 2018).

A avaliação da conformação dos testículos é fundamental não apenas para assegurar o potencial reprodutivo dos reprodutores, mas também para integrar critérios de adaptação ambiental, uma vez que as condições mediterrânicas podem exercer pressão seletiva sobre a termorregulação testicular (Júnior et al., 2012.; Singh, 2018).

Na classificação linear, o grau de bipartição é convertido numa escala de 1 a 9, onde os extremos indicam fenótipos indesejáveis, como verificamos na Figura 12:

Código 1 - Ausência de bipartição: escroto completamente unido, menos eficiente na termorregulação, podendo comprometer a qualidade do sémen.

Código 5 - Bipartição intermédia (25-40% do comprimento testicular): considerada aceitável, depois garante alguma separação e o bom funcionamento fisiológico.

Código 9 - Bipartição acentuada (aproximadamente 50%): considerada o valor ótimo, pois permite uma melhor termorregulação, associando-se a uma maior produção espermática e eficiência reprodutiva.

Segundo Singh (2018), a bipartição até 50% do comprimento testicular está positivamente associada ao volume testicular, produção diária de espermatozóides e fertilidade. No entanto e segundo este autor, bipartições excessivas (>50%) podem levar

a assimetrias testiculares e a redução da fertilidade, sendo por isso indesejáveis em programas de melhoramento.

Assim, o código 5 representa o padrão ideal, garantindo o equilíbrio entre a funcionalidade reprodutiva e a adaptação ambiental, particularmente relevante em raças autóctones como a Serpentina, criadas em sistemas extensivos [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].

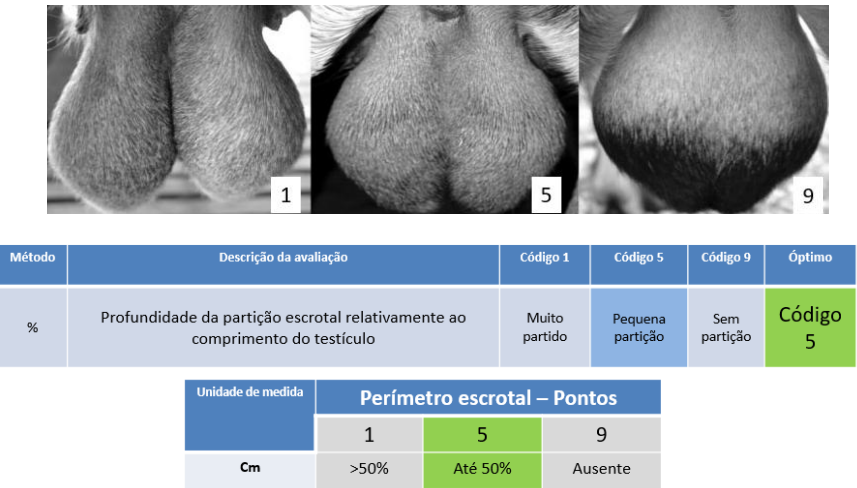


Figura 12 - Esquema de avaliação linear da conformação dos testículos(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

3.1.3 Estrutura

A estrutura constitui um dos pilares da avaliação morfológica linear em caprinos, dado que reflete não apenas a conformação física do animal, mas também a sua capacidade funcional, adaptabilidade ao meio e longevidade produtiva. A análise estrutural centra-se em parâmetros como a estatura, a largura do peito, a largura e o ângulo da garupa, entre outras características relacionados com o equilíbrio corporal e robustez (Álvarez, 2023).

Uma estrutura bem definida está associada à resistência locomotora, a eficiência alimentar e a capacidade de suportar produções leiteiras elevadas sem comprometer o bem-estar do animal. Nos machos reprodutores, a conformação estrutural assume ainda maior importância, pois influencia a sua capacidade de monta e de deslocação em sistemas extensivos (McLaren et al., 2016).

Estudos em diferentes raças caprinas demonstram que as características estruturais

apresentam variabilidade genética moderada a alta, permitindo a sua utilização em programas de melhoramento com um impacto significativo na sustentabilidade zootécnica. Além disso, fatores ambientais como a alimentação, sistema de manejo e condições climáticas, influenciam a expressão fenotípica da estrutura, reforçando a necessidade de avaliações sistemáticas (McLaren et al., 2016).

i. Ângulo da garupa (fêmeas e machos)

O ângulo da garupa é avaliado a partir da linha que liga o ponto mais alto da garupa à inserção da cauda, representando a inclinação da região pélvica. Trata-se de um parâmetro determinante na avaliação morfológica linear, por estar diretamente associado à conformação do sistema reprodutivo, à capacidade de parto e à eficiência locomotora (Álvarez, 2023).

Nas fêmeas, ângulos excessivamente descendentes podem dificultar o parto e predispor a distocias, enquanto ângulos muito horizontais comprometem a correta inserção do úbere e a harmonia da estrutura posterior. Nos machos, a inclinação da garupa afeta a capacidade de monta, uma vez que ângulos inadequados podem reduzir a eficiência na cópula e aumentar o risco de lesões articulares (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

Do ponto de vista zootécnico, o ângulo da garupa deve situar-se num valor intermédio, permitindo um equilíbrio entre a facilidade de parto, boa inserção do úbere, sustentação corporal e funcionalidade reprodutiva. Estudos de avaliação linear em caprinos evidenciam que esta característica apresenta heritabilidade baixa a moderada, o que indica que pode responder à seleção, embora também sofra forte influência ambiental (Álvarez, 2023; McLaren et al., 2016).

Na classificação representada abaixo (Figura 13), distinguem-se os três padrões principais:

Código 1 (aproximadamente 46°) – Garupa excessivamente inclinada, associada a riscos de distocias nas fêmeas e menor eficiência locomotora.

Código 5 (aproximadamente 42°) – Posição intermedia, que assegura alguma funcionalidade, mas não maximiza a eficiência reprodutiva nem a correta inserção do úbere.

Código 9 (aproximadamente 38°) – Considerado o valor ótimo, corresponde a uma garupa equilibrada, que facilita o parto, melhora a inserção posterior do úbere nas

fêmeas e garante maior aptidão reprodutiva e locomotora nos machos.

Segundo, Álvarez (2023) e McLaren et al (2016), estudos em caprinos demonstram que o ângulo da garupa, apesar de apresentar heritabilidade baixa a moderada, tem forte impacto sobre a eficiência produtiva e reprodutiva e deve ser considerado em programas de seleção.

No contexto da raça Serpentina, a correta valorização deste parâmetro permite selecionar animais mais adaptados ao manejo extensivo, com fêmeas que apresentem maior facilidade de parto e úberes funcionalmente inseridos e machos com maior longevidade reprodutiva [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Figura 13 - Esquema de avaliação linear do ângulo da garupa
(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

ii. **Largura da garupa**

A largura da garupa é um parâmetro morfológico avaliado através da distância entre as tuberosidades ilíacas. Esta medida fornece informação direta sobre a capacidade pélvica e a robustez estrutural do animal, influenciando de forma decisiva tanto a função reprodutiva como a eficiência locomotora (Álvarez, 2023).

Nas fêmeas, a largura da garupa esta diretamente associada à facilidade de parto, já que garupas mais amplas permitem uma passagem menos obstruída do feto, reduzindo a possibilidade de distocia e aumentando a eficiência reprodutiva. Uma largura adequada assegura uma melhor inserção posterior do úbere, o que contribui para maior longevidade produtiva (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

Do ponto de vista genético, esta característica apresenta variabilidade moderada, permitindo progressos constantes quando integrada em programas de melhoramento (Álvarez, 2023). Estudos de morfometria em caprinos e ovinos autóctones reforçam que a largura da garupa deve ser valorizada como critério funcional e reprodutivo, sendo também influenciada por fatores ambientais como a nutrição e o sistema de manejo (Álvarez, 2023; Sañudo 2009).

Na raça Serpentina, a correta avaliação da largura da garupa é essencial para assegurar fêmeas com maior eficiência reprodutiva e úberes bem inseridos, bem como machos com estrutura sólida e aptidão para a reprodução em regime extensivo, garantindo simultaneamente a sustentabilidade produtiva e a conservação da raça (Álvarez, 2023).

A avaliação linear apresenta uma escala de 1 a 9 (Figura 14), com a seguinte interpretação:

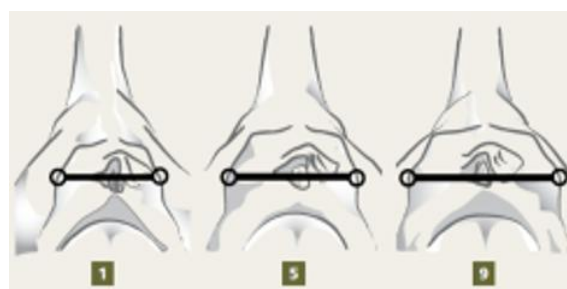
Código 1 – Garupa muito estreita (aproximadamente 12-13 cm nas fêmeas; 15-16 cm nos machos): representa animais com limitações funcionais, sobretudo nas fêmeas, devido à maior probabilidade de distocias e inserção menos estável do úbere;

Código 5 – Garupa intermédia (aproximadamente 16-17 cm nas fêmeas; 19 cm nos machos): considerada aceitável, embora não maximize a funcionalidade reprodutiva nem a eficiência produtiva;

Código 9 – Garupa muito larga (aproximadamente 20 cm nas fêmeas; 23 cm nos machos): considerado o valor ótimo, pois está associado a maior facilidade de parto, melhor inserção posterior do úbere e maior equilíbrio locomotor nos machos (Sañudo, 2009).

Estudos morfométricos confirmam que a largura da garupa apresenta heritabilidade moderada, sendo possível utilizá-la como critério de seleção sem deixar de considerar a sua forte dependência ambiental (Álvarez, 2023;).

Na raça Serpentina, a valorização de animais com garupas largas (código 9) é essencial para assegurar fêmeas com partos mais fáceis [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Medida	Distância entre as tuberosidades ilíacas	Muito larga	Intermédia	Muito estreita	Código 9

Unidade de medida	Largura da garupa – Pontos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fêmeas cm	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Machos cm	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Figura 14 - Esquema de avaliação linear da largura da garupa

(Fonte: Cachatra A. (2025) Comunicação pessoal).

iii. Estatura

A estatura é medida pela altura da cernelha ao solo e representa o porte corporal e o desenvolvimento esquelético do animal. Trata-se de um dos parâmetros básicos da avaliação linear definida pela Associação Portuguesa de Caprinicultores da Raça Serpentina (APCRS), sendo essencial para caracterizar a proporção e o equilíbrio estrutural dos reprodutores (ADGA, 2019).

Nos machos, a estatura está intimamente ligada à capacidade de monta, resistência física e adaptação ao meio extensivo. Animais demasiado baixos podem apresentar limitações de robustez e competitividade, enquanto indivíduos excessivamente altos podem comprometer a eficiência alimentar e a longevidade funcional. O valor ideal corresponde a um porte médio e proporcional, que assegure um equilíbrio entre a capacidade produtiva e a funcionalidade reprodutiva (McLaren et al., 2016).

Do ponto de vista genético, a estatura apresenta heritabilidade moderada, permitindo progressos consistentes em programas de melhoramento, embora esteja sujeita à influência de fatores ambientais como a alimentação e sistemas de manejo (Álvarez, 2023).

Esta característica é classificada numa escala linear de 1 a 9, onde cada código

corresponde a diferentes níveis de altura (Figura 15).

Código 1 (aproximadamente 60cm) – caracteriza machos de porte muito baixo, geralmente associados a menor robustez e menor competitividade no desempenho reprodutivo;

Código 5 (aproximadamente 80cm) – representa valores intermédios, que asseguram uma funcionalidade aceitável, mas sem maximizar o equilíbrio estrutural e reprodutivo;

Código 9 (aproximadamente 100cm) – considerado o valor ótimo, reflete machos de maior porte e desenvolvimento esquelético, com estrutura sólida, aptidão reprodutiva reforçada e melhor adaptação a sistemas extensivos.



Figura 15 - Esquema de avaliação linear da estatura

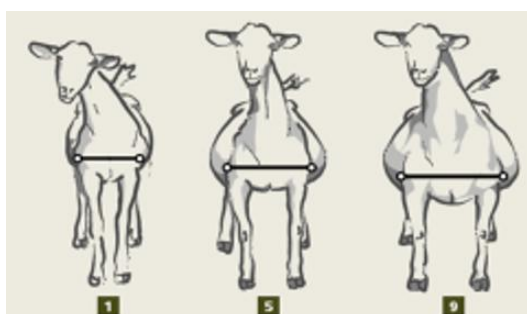
(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

Segundo os autores Álvarez (2023) e McLaren et al. (2016), do ponto de vista produtivo e reprodutivo, a estrutura demasiado baixa limita a capacidade de monta e a rusticidade, enquanto valores excessivos podem comprometer a eficiência alimentar. O código 9 garante, assim, um equilíbrio entre a resistência funcional, capacidade reprodutiva e valorização zootécnica [Cachatra (2025) Comunicação pessoal].

Logo, na raça Serpentina, a seleção de machos com estatura adequada é crucial para assegurar longevidade produtiva, eficiência produtiva e preservação da identidade morfológica da raça em condições extensivas (Álvarez, 2023).

iv. Largura do peito

A largura do peito é determinada pela distância entre as faces externas das articulações escápulo-umerais, refletindo a capacidade torácica, a robustez corporal e a harmonia estrutural. Segundo os critérios da ADGA (2019), este parâmetro é avaliado numa escala linear de 1 a 9 onde os extremos representam animais muito estreitos a muito largos (Figura 16).



Método	Descrição da avaliação	Código 9	Código 5	Código 1	Ótimo
Medida	Distancia entre as faces laterais das articulações escápulo-umeral	Muito largo	Intermédia	Muito estreito	Código 9

Unidade de medida	Machos - Largura do peito – Pontos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cm	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Figura 16 - Esquema de avaliação linear da largura do peito

(Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

Nos machos reprodutores, esta característica influencia diretamente a força locomotora, a estabilidade corporal e a eficiência respiratória. Animais com peito estreito tendem a apresentar menor resistência e equilíbrio, enquanto uma largura excessiva pode comprometer a proporcionalidade geral. O ideal situa-se num valor intermédio a alto, associado à maior robustez, longevidade e eficiência reprodutiva (Álvarez, 2023).

Segundo McLaren (2016), a largura do peito possui variabilidade genética moderada, o que permite a sua utilização em programas de seleção, embora fatores ambientais como nutrição e sistema de manejo influencia fortemente a sua expressão fenotípica.

Em análise à figura acima:

Código 1 (aproximadamente 17 cm) – Representa animais com peito muito estreito, associados a menor robustez, fraca capacidade respiratória e maior instabilidade locomotora;

Código 5 (aproximadamente 21 cm) – corresponde a valores intermédios, aceitáveis, mas não ideais em termos de eficiência funcional e harmonia corporal,

Código 9 (aproximadamente 25 cm) – considerado o valor ótimo, traduz animais completo largo e bem desenvolvido, associados a maior resistência física, equilíbrio estrutural eficiência reprodutiva (Álvarez, 2023).

3.1.4 Membros

A avaliação dos membros em caprinos constitui uma parte essencial da avaliação morfológica linear, pois está diretamente ligada à locomoção, longevidade e funcionalidade produtiva dos animais. A conformação dos membros influencia não só a capacidade de deslocação em pastoreio extensivo, mas também a resistência a lesões e a eficiência na ordenha mecânica, no caso das fêmeas (Álvarez, 2023; McLaren et al., 2016).

Entre os critérios mais valorizados destacam-se a vista posterior e lateral dos membros traseiros. A correta conformação dos aprumos garante maior estabilidade e equilíbrio corporal, reduzindo o risco de problemas ortopédicos que comprometem tanto a performance reprodutiva nos machos como a produção leiteira nas fêmeas (McLaren et al., 2016).

Segundo Álvarez (2023), as características relacionadas com os membros apresentam heritabilidade baixa a moderada, o que indica que a seleção pode ser eficaz, mas deve ser acompanhada por boas práticas de manejo e nutrição para assegurar a expressão fenotípica adequada. A avaliação rigorosa dos membros é fundamental para selecionar animais capazes de suportar longos períodos de pastoreio em terrenos acidentados mediterrânicos, assegurando tanto a sustentabilidade produtiva como a longevidade funcional dos reprodutores e das fêmeas leiteiras (Álvarez, 2023; McLaren et al., 2016).

i. Vista posterior dos membros traseiros

A vista posterior dos membros traseiros é avaliada observando o alinhamento das pernas quando o animal é visto por trás. Este parâmetro é essencial para determinar a correção dos aprumos e a capacidade locomotora, influenciando diretamente a longevidade produtiva e a eficiência reprodutiva em caprinos (ADGA, 2019).

Animais que apresentam aprumos desviados, como curvilhões fechados (em X) ou curvilhões abertos, estão mais sujeitos a problemas articulares, claudicações e menor resistência ao pastoreio em terrenos extensivos. Além disso, nas fêmeas, desvios acentuados podem comprometer o posicionamento do úbere e dificultar a ordenha mecânica, enquanto nos machos afetam a capacidade de monta e a estabilidade corporal (Álvarez, 2023).

O ideal é que os membros traseiros se apresentem retos e paralelos, proporcionando maior estabilidade, equilíbrio e distribuição uniforme do peso corporal. Este padrão é considerado o valor de referência (código 9) no sistema de avaliação linear (Figura 16), enquanto conformações desviadas recebem pontuações inferiores (McLaren et al., 2016).

Logo, uma avaliação rigorosa da vista posterior dos membros traseiros é fundamental para identificar animais adaptados ao pastoreio extensivo, capazes de manter a resistência física e longevidade produtiva, assegurando tanto a eficiência reprodutiva nos machos como a funcionalidade leiteira nas fêmeas (Álvarez, 2023; McLaren et al., 2016).

A figura 17 ilustra a avaliação linear da vista posterior dos membros traseiros, baseada na direção e alinhamento das pernas em relação aos curvilhões, variando a classificação numa escala de 1 a 9.

Código 1 – Membros muito fechados: os curvilhões convergem em direção ao interior (em X), resultando em menor estabilidade e maior predisposição para problemas articulares e locomotores;

Código 5 – Membros pouco fechados: conformação intermedia, aceitável, mas não ideal, podendo ainda comprometer o equilíbrio e a longevidade funcional;

Código 9 – Membros paralelos: considerado o valor ótimo, corresponde a aprumos corretos e bem alinhados, garantindo equilíbrio corporal, estabilidade e maior resistência física (ADGA, 2019).

Segundo os critérios da ADGA (2019), a conformação paralela dos membros traseiros é preferida porque assegura uma distribuição uniforme do peso e reduz o risco de lesões.



Figura 17 - Esquema de avaliação linear da vista posterior dos membros traseiros (Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

ii. Vista lateral dos membros traseiros

A vista lateral dos membros traseiros é avaliada observando o alinhamento das articulações quando o animal é visto de perfil. Este parâmetro mede a correção da angulação dos curvilhões e da articulação fêmuro-tibio-társica, sendo essencial para garantir a funcionalidade locomotora e a longevidade produtiva dos caprinos (ADGA, 2019).

Quando a angulação é excessiva (curvilhões muito curvados para a frente), os animais apresentam tendência a fadiga precoce e maior risco de lesões articulares. Por outro lado, membros excessivamente retos limitam a flexibilidade articular, aumentando a probabilidade de traumatismos e reduzindo a capacidade de absorção do impacto durante o movimento. O ideal situa-se num ângulo intermédio, que assegure equilíbrio entre a flexibilidade e estabilidade (McLaren et al., 2016). A valorização de animais com angulação correta dos membros traseiros é determinante para a adaptação a sistemas

extensivos, onde o deslocamento constante em terrenos irregulares exige resistência física, equilíbrio corporal e mobilidade funcional (Álvarez, 2023).

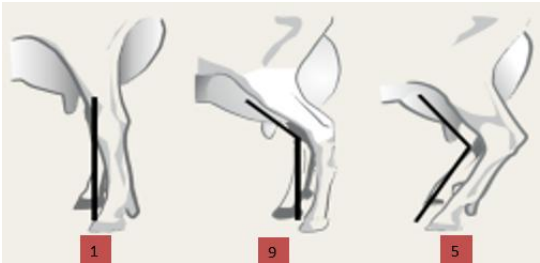
Álvarez (2023), demonstrou que a conformação lateral dos membros traseiros apresenta uma heritabilidade baixa a moderada, o que significa que pode ser melhorada através da seleção genética, embora a nutrição e o manejo sejam igualmente determinantes na sua expressão fenotípica.

A figura 18 apresenta a avaliação linear da vista lateral dos membros traseiros, baseada na curvatura do curvilhão. Essa característica é classificada numa escala de 1 a 9, refletindo extremos biológicos e o valor considerado ideal:

Código 1 - Membros direitos: ausência da curvatura, indicando aprumos excessivamente retos. Esta conformação compromete a flexibilidade articular, aumenta o risco de traumatismos e limita a absorção de impacto durante a locomoção;

Código 5 - Membros muito curvados: representa animais com excesso de angulação, que podem apresentar fadiga precoce, claudicações e menor resistência física em sistemas extensivos;

Código 9 – Curvatura ideal: corresponde ao padrão ótimo, no qual a angulação é equilibrada, assegurando flexibilidade articular, estabilidade locomotora e maior longevidade funcional.



Método	Descrição da avaliação	Código 1	Código 5	Código 9	Ótimo
Avaliado	Curvatura do curvilhão	Direito	Muito curvado	Curvatura Ideal	Código 9

Unidade de medida	Vista lateral dos membros traseiros – Pontos		
	1	9	5
Grau	Direito	Curvatura Ideal	Muito curvado

Figura 18 - Esquema de avaliação linear da vista lateral dos membros traseiros (Fonte: Cachatra (2025) Comunicação pessoal).

Segundo os critérios da ADGA (2019), a conformação ideal é a que apresenta uma curvatura moderada, garantindo equilíbrio entre a estabilidade e a capacidade de absorção de impacto.

4. Parâmetros genéticos e ambientais das características lineares

Ao longo da história da domesticação animal, a intervenção humana no processo de seleção foi determinante para moldar as populações domésticas. Através da escolha deliberada dos indivíduos a reproduzir, o homem conduziu uma acumulação progressiva de modificações genéticas que se refletiram em transformações marcantes da morfologia, fisiologia e até do comportamento das espécies. Este processo, inicialmente empírico e baseado na observação de qualidades fenotípicas desejáveis, evoluiu para práticas mais estruturadas que hoje se enquadram no conceito de melhoramento genético, entendido como a utilização planificada da seleção de reprodutores para aumentar a frequência de características de interesse na população (Oldenbroek e Waaij, 2014).

A seleção corresponde ao processo, através do qual, determinados animais são escolhidos para a reprodução, de modo a transmitir às futuras gerações as características pretendidas, enquanto os outros são excluídos (Carolino, 2017).

A avaliação de características morfológicas lineares tem vindo a assumir uma crescente importância nos programas de seleção animal, sobretudo em raças autóctones, pela sua ligação direta à funcionalidade, à adaptação ao meio e à valorização zootécnica (Saldaña et al., 2010). No caso da raça Serpentina, reconhecida como raça autóctone portuguesa em risco de erosão genética (DGAV, 2021a), a conservação e valorização desta população passam necessariamente pelo conhecimento aprofundado da componente genética que determina a expressão dessas características.

O conhecimento dos parâmetros genéticos de qualquer característica de interesse de uma população, com destaque para a heritabilidade, para além das correlações genéticas e ambientais com outras características, é essencial para a adequada predição do valor genético aditivo dos animais, para prever a resposta esperada à seleção e tomar decisões tecnicamente fundamentadas nos programas de melhoramento genético. A desagregação da variância fenotípica total nas suas componentes genéticas e ambientais constitui um pilar essencial da genética

quantitativa (Falconer e Mackay, 1996).

As características morfológicas lineares são, geralmente, mensuradas ou classificadas através de esquemas de avaliação padronizados. Embora esta avaliação contenha algum grau de subjetividade, a sua utilização sistemática por avaliadores devidamente preparados, permite disponibilizar um conjunto de informação que utilizada através de métodos e modelos estatísticos apropriados, como os modelos lineares mistos mediante a estimação por máxima verosimilhança restrita, permitem obter estimativas fiáveis dos parâmetros genéticos (Fajardo, 2023).

Para assegurar a estimativa de parâmetros genéticos e a predição dos valores genéticos em populações de caprinos, a metodologia mais utilizada é o BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), aplicado através do modelo animal. Esta constitui a metodologia de referência na avaliação genética de espécies pecuárias. A sua importância decorre da capacidade em considerar simultaneamente todos os graus de parentesco conhecidos numa população, permitindo estimar valores genéticos individuais de forma imparcial e com máxima precisão estatística. Uma das principais vantagens do BLUP é a integração no mesmo modelo, de efeitos fixos (como o rebanho, ano de parto ou idade do animal) e de efeitos aleatórios (incluindo o valor genético aditivo dos animais), assegurando assim uma separação rigorosa entre fatores genéticos e ambientais (Carolino, 2017). Segundo este autor, esta abordagem tem vindo a ser aplicada de forma generalizada em espécies como bovinos, ovinos, caprinos, suínos, aves e equinos, assumindo-se como ferramenta essencial tanto em programas de melhoramento intensivo como em esquemas de conservação de raças autóctones.

4.1. Heritabilidade das características morfológicas lineares

A heritabilidade (h^2) é um dos principais parâmetros genéticos utilizados no melhoramento animal, representando a fração da variância fenotípica que é atribuída à variância genética aditiva. No contexto da morfologia linear, este parâmetro permite estimar o grau em que as diferenças fenotípicas observadas entre indivíduos são transmitidas de geração em geração. A sua correta estimativa é crucial para o delineamento de programas de seleção eficientes, uma vez que determina a previsibilidade do progresso genético (Falconer e Mackay, 1996).

Segundo o modelo genético clássico $P = G + E$, a expressão fenotípica (P) de um carácter resulta da ação dos seus componentes genéticos (G) e ambientais (E). A componente genética pode ser composta por efeitos aditivos, dominantes e epistáticos, sendo que apenas os efeitos aditivos são transmissíveis para a descendência, logo,

úteis para a seleção (Falconer e Mackay, 1996).

Segundo Falconer e Mackay, (1996), a Heritabilidade (h^2) é matematicamente expressa como:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2}$$

Onde:

- σ_A^2 : Variância genética aditiva;
- σ_P^2 : Variância fenotípica total.

A heritabilidade, enquanto proporção da variância fenotípica correspondente à variância genética aditiva, é um parâmetro indispensável para a determinação da resposta esperada à seleção e, assim, para a definição de estratégias de melhoramento. Tal como salientam Falconer e Mackay (1996), este conceito é essencial para quantificar a transmissibilidade das características e fundamentar a escolha dos reprodutores, constituindo a base do progresso genético esperado.

Segundo Hill (2013), importa ainda distinguir a heritabilidade em sentido lato (H^2), que inclui toda a variância genética (aditiva, dominância e epistasia), da heritabilidade em sentido restrito (h^2) que considera apenas a variância genética aditiva e que, por isso, é mais relevante em programas de seleção animal.

A heritabilidade assume valores no intervalo entre 0 e 1, sendo que estimativas próximas da unidade refletem maior grau de transmissibilidade da característica em causa. De acordo com Gama (2002), é possível classificar as características em três categorias:

- Baixa transmissibilidade ($h^2 < 0,20$), por exemplo em características reprodutivas;
- Transmissibilidade moderada ($0,20 \leq h^2 \leq 0,40$), associada a características produtivas e de crescimento;
- Elevada heritabilidade ($h^2 > 0,40$), observada normalmente em caracteres de composição e qualidade dos produtos.

A heritabilidade não deve ser confundida com uma medida de determinismo genético absoluto. Visscher et al. (2008) e Hill (2013), salientam que h^2 não é uma propriedade fixa de uma característica, mas depende da população e do ambiente em que é estimada, variando ao longo do tempo com alterações de manejo e da própria estrutura genética da população. Além disso, estes autores referem também outras interpretações erróneas frequentes, nomeadamente a ideia de que uma elevada h^2 elimina o papel do

ambiente ou que valores de h^2 podem ser diretamente comparados entre populações distintas.

Assim, no estudo das características morfológicas lineares em caprinos, a heritabilidade deve ser entendida como uma ferramenta indispensável, mas sujeita a variação conforme o contexto. De acordo com Falconer e Mackay (1996), a sua correta estimação constitui a base para prever adequadamente a resposta à seleção, permitindo otimizar os ganhos genéticos desejados. Já Hill (2013) realça que as características morfológicas, pela sua natureza, apresentam em geral valores moderados e elevados de h^2 , o que justifica a possibilidade de serem incluída em programas de melhoramento.

4.2. Efeitos ambientais

As características morfológicas lineares resultam da expressão combinada dos fatores genéticos e ambientais, sendo que os fatores ambientais podem influenciar significativamente a manifestação fenotípica dos indivíduos, particularmente em raças adaptadas a sistemas de produção extensivos como a Serpentina (Ginja et al., 2018).

De acordo com a genética quantitativa clássica, a variância fenotípica total (V_p) pode ser decomposta em variância genética (V_a) e variância ambiental (V_e), permitindo avaliar até que ponto a variação observada nos animais é transmitida geneticamente ou resulta do meio (Falconer & Mackay, 1996). Segundo estes autores, esta distinção é essencial, uma vez que as decisões zootécnicas devem basear-se na capacidade dos animais de transmitir as suas características à descendência, não em fenótipos distorcidos por fatores externos.

Nos sistemas extensivos do Alentejo, onde predominam explorações de baixa densidade, com elevada variedade de alimentação, clima e práticas de manejo, os efeitos ambientais assumem um peso ainda mais relevante. Fatores como estações de nascimento, idade da mãe, tipo de parto, alimentação disponível, parasitismo e condições climáticas podem alterar significativamente a expressão de características como o ângulo da garupa, aprumos ou inserção do úbere (Oyieng et al., 2022).

Alguns estudos demonstraram que, em raças mediterrânicas como a Murciano-Granadina, a omissão dos efeitos ambientais adequados nos modelos estatísticos leva à subestimação da variância genética e à redução da precisão dos valores genéticos estimados (Vacca et al., 2016). O risco é aplicável à Serpentina, dado que a sua produção ocorre em condições igualmente heterogêneas, onde o ambiente pode ocultar

o verdadeiro valor genético dos animais (Ginja et al., 2010). Para minimizar esse risco, a utilização de modelos estatísticos, como os baseados no BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) é fundamental, pois permite a inclusão de efeitos fixos (sexo, idade ao registo) e aleatórios (animal e o ambiente residual), separando com maior precisão os componentes genéticos e ambientais (Falconer & Mackay, 1996).

Além dos efeitos ambientais temporários, os efeitos ambientais permanentes, como o sistema de alimentação na fase de crescimento ou recria ou o tipo de alojamento durante a lactação, podem influenciar características que se repetem ao longo da vida, como a morfologia do sistema mamário, e devem ser considerados nos modelos de análise. Quando ignorados, estes fatores ambientais permanentes contribuem para erros na identificação dos melhores reprodutores, atrasando o progresso genético e comprometendo a conservação funcional da raça (Falconer & Mackay, 1996).

Presentemente, vários tipos de métodos estatísticos e de algoritmos podem ser utilizados para estimar os componentes de (co)variância. Inicialmente a análise de variância (ANOVA) ou a análise de regressão linear foram as metodologias mais utilizadas. Posteriormente utilizaram-se os "Métodos de Henderson" (1953), que são referidos como uma adaptação da ANOVA para dados não balanceados (Thompson et al., 2005).

Com a evolução ocorrida ao nível de meios de software, foram desenvolvidos alguns métodos importantes para a determinação de componentes de (co)variância, tais como: ML-Maximum Likelihood (Hartley e Rao, 1967), MINQUEMinimum Norm Quadratic Unbiased Estimation e MIVQUE-Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimation (Rao, 1971; LaMotte, 1973) e REML – Restricted Maximum Likelihood (Patterson e Thompson, 1971), que apresentam algumas vantagens, nomeadamente a garantia de que as estimativas obtidas não saiam do espaço paramétrico e levando em conta toda a informação sobre a genealogia dos indivíduos.

Atualmente, REML – Restricted Maximum Likelihood (Patterson e Thompson, 1971) é considerado como o melhor método devido às suas propriedades. Esta metodologia trata-se duma modificação do ML-Maximum Likelihood, O REML adequa-se às equações do modelo misto (Henderson, 1973), ainda que seja um método exigente em termos computacionais. No entanto, com o desenvolvimento de novas técnicas informáticas e de alguns algoritmos, também baseados nas equações de Henderson (1973), bem como a capacidade informática, o REML tornou-se um método bastante atrativo, na área do melhoramento animal.

O interesse da utilização do modelo animal, na estimativa dos componentes de

variância, é generalizado e indiscutível. Este interesse deve-se ao facto de resultar em estimativas BLUE (Best Linear Unbiased Estimator - Melhor Estimador Linear não Enviesado) dos efeitos fixos e BLUP (Best Linear Unbiased Predictor- Melhor Preditor Linear não Enviesado) dos efeitos aleatórios. Permite ainda a utilização de todas as relações de parentesco conhecidas, e a estimativa dos componentes de variância levando em conta a existência de seleção e consanguinidade (Henderson, 1973).

A utilização do modelo animal na estimativa de componentes de variância esteve limitada até que se desenvolveram e aperfeiçoaram metodologias e modelos que possibilitassem a sua resolução numérica. Neste contexto, o DFREML é um precioso instrumento para a aplicação do modelo animal na estimação de componentes de (co)variância em análises univariadas e multivariadas, através de diferentes tipos de modelos (Thompson, 2008).

As verdadeiras variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas de uma característica, na realidade, nunca são conhecidas, podendo apenas obter-se estimativas destas, por métodos estatísticos adequados, utilizando modelos de análise apropriados consoante o tipo de carácter em questão (Searle, 1970). A escolha do modelo mais apropriado para a análise de determinado carácter sujeito aos efeitos genéticos e a efeitos ambientais permanentes, ou a efeitos maternos poderá ser complicada, porque o modelo deverá representar as características biológicas do carácter em questão e ter aplicabilidade (Willham, 1972).

Vários tipos de modelos têm sido aplicados e estudados, e descritas as suas principais vantagens e desvantagens. De um modo geral, quanto mais informação o modelo incluir, maiores serão as suas necessidades computacionais. Por outro lado, quanto mais simples for o modelo, maiores dificuldades podem surgir na estimativa dos componentes, já que a exclusão de um fator importante pode resultar em estimativas incorretas dos componentes de variância (Willham, 1972).

Considerando os diferentes fatores que afetam um registo fenotípico de uma característica morfológica linear de uma cabra, podemos admitir que o valor genético, efeito de dominância e de epistasia, e efeitos ambientais permanentes são aqueles que se repetem de um registo para outro, enquanto os efeitos ambientais temporários são específicos de um determinado registo (Visscher et al., 2008).

A repetibilidade de um carácter (correlação entre registos repetidos de um indivíduo) corresponde à proporção da variância fenotípica que resulta das variâncias genética aditiva, de dominância, de epistasia e ambiental permanente, constituindo assim o limite superior da heritabilidade (Johnson e Thompson, 1995).

As matrizes de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios, considerados em análise univariada no modelo com registros repetidos pode ser representada do seguinte modo (Johnson e Thompson, 1995):

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

- A é a matriz de parentesco, composta pelo numerador do coeficiente de parentesco de Wright, com a_{ij} correspondente ao coeficiente de parentesco entre os indivíduos i e j;
- I corresponde à matriz identidade em ordem ao número de animais com registros;

σ_a^2 = variância de efeitos genéticos;

σ_{pe}^2 = variância de efeitos ambientais permanentes;

σ_e^2 = variância residual;

No modelo com registros repetidos a h^2 e a repetibilidade (r_e) são obtidas a partir das seguintes expressões (Johnson e Thompson, 1995):

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \text{ e } r_e = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

As estimativas dos parâmetros genéticos e as soluções para os efeitos fixos, valores genéticos e efeitos ambientais permanentes, no modelo com registros repetidos, podem ser obtidas a partir das equações do “Modelo Misto”, da seguinte forma (Johnson e Thompson, 1995):

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'Z \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1}\alpha & Z_a'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_p + IY \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_a'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \text{ e } \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2}$$

III. Materiais e métodos

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir da base de dados do Livro Genealógico da raça caprina Serpentina, reunindo informação de 3751 registos de avaliação morfológica linear de 3693 animais e, provenientes de 20 criadores, e obtido entre os anos de 2016 e 2024 (Tabela 4). Todos os indivíduos com registos de avaliação morfológica linear e incluídos neste trabalho possuíam identificação completa (data de nascimento e progenitores conhecidos).

A Tabela 4, como a distribuição do número de avaliações lineares segundo o ano, demonstra que nos anos de 2016 e 2018 realizaram-se um maior número de classificações, respetivamente, 759 e 803.

Tabela 4 - Distribuição do número de avaliações lineares pelos anos de classificação.

Ano de	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
classificação									
Nº de	759	67	803	501	305	287	195	433	401
observações									

As características morfológicas lineares analisadas foram as seguintes:

- Ângulo da garupa (AG);
- Largura da garupa (LG);
- Profundidade do úbere (PU);
- Forma dos tetos (FT);
- Altura da inserção posterior do úbere (AIPU);
- Largura posterior do úbere (LPU)
- Inserção anterior do úbere (IAU);
- Ligamento suspensor médio (LSM);
- Colocação dos tetos (CT);
- Vista posterior dos membros traseiros (VPMT);

- Vista lateral dos membros traseiros (VLTM);
- Estatura (E);
- Largura do peito (LP);

As avaliações das características morfológicas lineares anteriormente referidas foram realizadas de acordo com a grelha de avaliação linear definida para a raça Serpentina, com uma escala de 1 a 9 pontos, em que valores mais baixos corresponde a menor expressão ou dimensão da característica avaliada e valores mais elevados a uma expressão mais acentuada.

As características lineares estudadas foram inicialmente submetidas a algumas análises preliminares com os PROC's FREQ, MEANS e GLM do programa SAS® 9.4 (2019), com o objetivo de se obter as frequências e principais estatísticas descritivas e identificar eventuais anomalias com os registos.

A base de dados inicial compreendia 3856 registos de características lineares de 3698 animais, mas após uma primeira verificação, constataram-se algumas pontuações para além do valor da escala (1 a 9), tendo sido eliminadas. Para assegurar uma maior consistência nos resultados das análises foram ainda excluídos registos dos criadores que apresentavam menos de 2 observações. Adicionalmente, os registos dos machos também foram retirados da análise, uma vez que a quantidade de registos disponíveis sobre os machos era escassa, não permitindo uma avaliação rigorosa.

Após as referidas exclusões ficaram disponíveis para análise 3751 registos de classificações lineares de 3548 animais, provenientes de 20 criadores, embora o número de registos varie consoante as características, entre 3548 avaliações do AG as 3735 da VPMT, como se observa na tabela 5.

Tabela 5 - Número de observações analisadas de cada característica.

Características	Nº observações
AG	3548
LG	3728
E	1227
LP	1460
PU	3720
AIPU	3654
LPU	3747
IAU	3720
LSM	3714
FT	3743
CT	3745
VLMT	3737
VPMT	3735

Notas: AG - ângulo da garupa; LG - largura da garupa; E - estatura; LP - largura do peito; PU - profundidade do úbere; AIPU - altura da inserção posterior do úbere; LPU - largura posterior do úbere; IAU - inserção anterior do úbere; LSM - ligamento suspensor médio; FT - forma dos tetos; CT - colocação dos tetos; VLMT - vista lateral dos membros traseiros; VPMT - vista posterior dos membros traseiros

Estimativas de parâmetros genéticos, efeitos fixos e predição de valores genéticos

As estimativas e parâmetros genéticos e efeitos fixos foram obtidas por máxima verossimilhança restritiva, através do BLUP – Modelo Animal, em análises univariadas,

com um critério de convergência de $\text{Var}[-2\log(L)] < 1 \times 10^{-9}$ (em que L representa a função de verosimilhança), utilizando-se para o efeito o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995).

As características em estudo foram avaliadas através de um modelo animal com registos repetidos. Neste modelo foram considerados como efeitos fixos o criador* ano de classificação, a época e a idade do animal à classificação (covariável linear e quadrática). Como efeitos aleatórios foram incluídos os efeitos genéticos e ambientais permanentes dos animais pontuados e o erro residual. Em notação matricial o modelo pode ser expresso da seguinte forma (Boldman et al., 1995):

$$y = Xb + Z_a a + Z_p p + e$$

em que:

- y é o vetor de observações;
- b é o vetor de efeitos fixos;
- a é o vetor de efeitos genéticos aditivos;
- p é o vetor de efeitos ambientais permanentes;
- e é o vetor de efeitos residuais;
- X, Z_a, Z_p, são matrizes de incidência conhecidas que, consoante o tipo de modelo, relacionam os efeitos fixos (X) e aleatórios (Z_a e/ou Z_p) com o vector de observações y.

A matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios em análise univariada pode ser assumida da seguinte forma (Johnson e Thompson, 1995):

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

A é a matriz de parentesco, composta pelo numerador do coeficiente de parentesco de Wright, com a_{ij} correspondente ao coeficiente de parentesco entre os indivíduos i e j;

I corresponde à matriz identidade em ordem ao número de animais com registos;

σ_a^2 = variância de efeitos genéticos;

σ_{pe}^2 = variância de efeitos ambientais permanentes;

σ_e^2 = variância residual;

No modelo com registros repetidos a heritabilidade (h^2) e a repetibilidade (r_e) são obtidas a partir das seguintes expressões (Johnson e Thompson, 1995):

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \quad r_e = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

Os erros padrões dos parâmetros foram estimados através do procedimento do Doderhoff et al. (1998), baseado no algoritmo de informação média de Johnson e Thompson (1995), que se encontra incluído no programa MTDFREML.

As predições dos valores genéticos e dos efeitos ambientais permanentes, bem como as soluções para os efeitos fixos no modelo de registros repetidos podem ser obtidas a partir das equações do Modelo Misto, da seguinte forma (Johnson e Thompson, 1995).

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1} & Z_a'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_p + I\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_p'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad \text{e} \quad \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2}$$

IV. Resultados e discussão

1. Estatísticas descritivas das características morfológicas lineares

As principais estatísticas descritivas das características lineares analisadas, designadamente, ângulo da garupa (AG), largura da garupa (LG), estatura (E), largura do peito (LP), profundidade do úbere (PU), altura da inserção posterior do úbere (AIPU), largura posterior do úbere (LPU), inserção anterior do úbere (IAU), ligamento suspensor médio (LSM), forma dos tetos (FT), colocação dos tetos (CT), vista lateral dos membros traseiros (VLMT), vista posterior dos membros traseiros (VPMT), e de fêmeas da raça Serpentina, avaliadas entre 2016 e 2024, encontram-se na Tabela nº 6.

Para cada característica, apresentam-se o número de registos (N), a média, o desvio-padrão (DP), a mediana, o coeficiente de variação (CV), bem como os valores mínimos e máximos observados.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas dos registros da classificação linear.

Características	Nº obs.	Média	DP	Mediana	CV (%)	Mín.	Máx.
AG	3548	3,61	1,6	3	45,49	1	9
LG	3728	6,35	1,25	6	19,63	1	9
E	1227	4,30	1,22	4	28,34	1	8
LP	1460	3,44	1,85	3	53,84	1	9
PU	3720	5,06	1,48	5	29,27	1	9
AIPU	3654	5,85	1,26	6	21,63	1	9
LPU	3747	6,22	2,09	6	33,64	1	9
IAU	3720	3,77	0,99	4	26,35	1	9
LSM	3714	4,69	1,23	5	26,20	1	9
FT	3743	5,81	1,66	6	28,65	1	9
CT	3745	6,76	1,71	7	25,33	1	9
VLMT	3737	2,84	1,49	2	52,30	1	9
VPMT	3735	2,39	1,40	2	58,62	1	9

Notas: As características correspondem às pontuações lineares (escala de 1 a 9, adimensionais); AG - ângulo da garupa; LG - Largura da garupa; E - estatura; LP - largura do peito; PU - profundidade do úbere; AIPU - altura da inserção posterior do úbere; LPU - largura posterior do úbere; IAU - inserção anterior do úbere; LSM - ligamento suspensor médio; FT - forma dos tetos; CT - colocação dos tetos; VLMT - vista lateral dos membros traseiros; VPMT - vista posterior dos membros traseiros; DP- Desvio Padrão; CV- coeficiente de variação (%)

1.1. Ângulo da garupa (AG)

A distribuição das pontuações atribuídas ao ângulo da garupa (Figura 19) mostra que a maioria dos animais foi classificado entre os valores 2 e 4, com destaque para a nota 3, com 1339 registos, seguida das pontuações 2 e 4, com 836 e 663 registos, respetivamente. O ângulo da garupa dos animais foi pouco classificado com as notas 1 e 9, bem como as notas intermédias (5 a 7). Este gráfico indica uma concentração das classificações como ângulos de garupa mais inclinados, embora exista alguma variabilidade fenotípica dentro da população Serpentina.

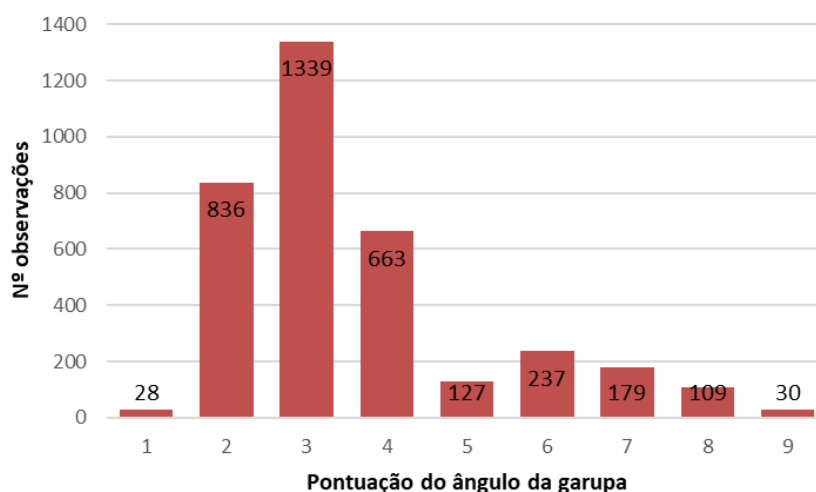


Figura 19 – Distribuição de pontuação do ângulo da garupa.

1.2. Largura da garupa (LG)

A distribuição das pontuações atribuídas à largura da garupa (Figura 20) mostra uma evidente acumulação nas notas 5 a 7 da escala, com destaque para a classe dos 6 pontos, com 1148 registos (32,5%). Estes valores (6 pontos) correspondem, em média, a garupas de largura intermédia a ligeiramente larga, sendo o tipo predominante na população avaliada. A largura da garupa das fêmeas Serpentinhas inscritas no Livro Genealógico da raça são predominantemente do tipo 6 e 7 pontos, observando-se poucos animais com LG de 1 e 2 pontos

A pontuação da largura da garupa apresenta uma distribuição simétrica relativamente à média de 6,35 pontos.

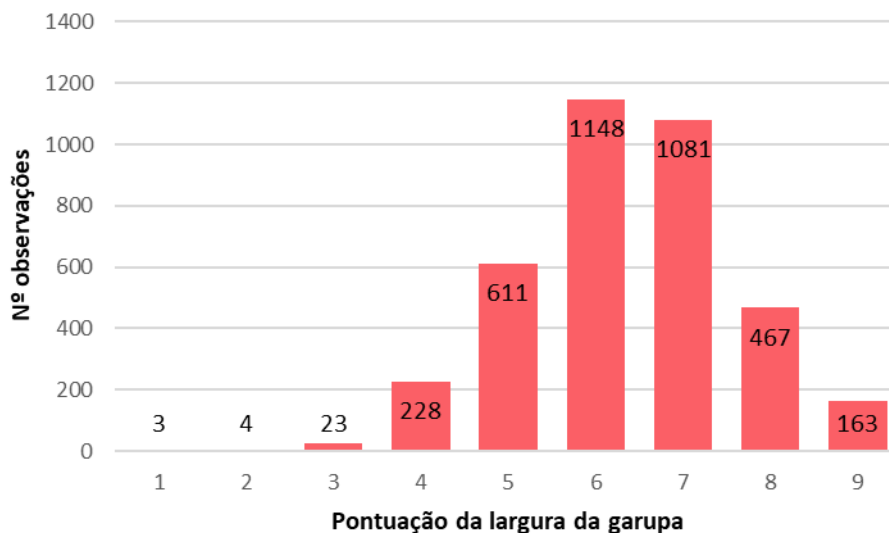


Figura 20 - Distribuição de pontuação da largura da garupa.

1.3. Estatura (E)

Na Figura 21 observamos que a maioria das fêmeas obtém entre 4 e 5 pontos (384 e 301 registos, respetivamente) na avaliação da estatura (E). Estes valores correspondem a alturas de cernelha entre 75 e 80 cm, indicando que a maioria dos animais da raça Serpentina apresentam uma estatura intermédia, a ligeiramente baixa. As fêmeas Serpentinhas, em termos de estatura, foram pouco classificadas com as notas 8 e 9, correspondentes à pontuação de animais de estatura mais elevada

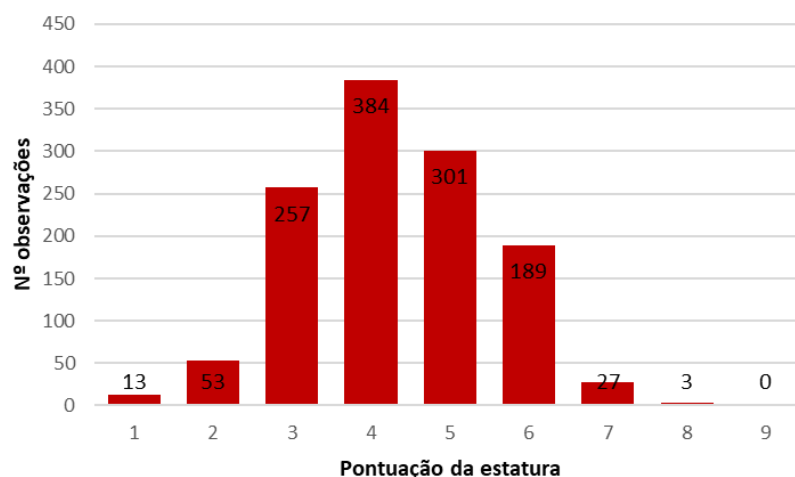


Figura 21 – Distribuição de pontuação da estatura.

1.4. Largura do peito (LP)

Na Figura 22 observa-se uma predominância de animais avaliados com notas entre 2 e 3 pontos na largura do peito, correspondendo a 283 e 290 registros, respectivamente, o que confirma a prevalência de fenótipos com peito relativamente estreitos em fêmeas Serpentinhas. As notas 8 e 9 foram atribuídas a um número reduzido de animais, evidenciando a baixa frequência e fêmeas com peito largo.

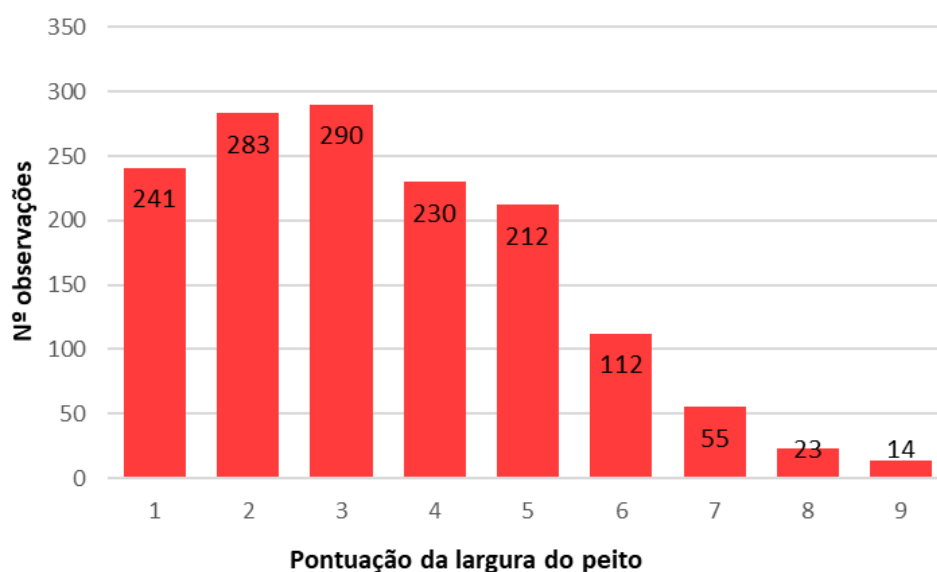


Figura 22 - Distribuição de pontuação da largura do peito.

1.5. Profundidade do úbere (PU)

A distribuição das pontuações atribuídas à profundidade do úbere (Figura 23) evidenciam uma maior frequência da nota 4, com 1123 registos, que corresponde a cerca de 30% do total observado. Este valor indica que a maioria dos úberes apresenta uma profundidade intermédia, situando-se entre 40% e 49%, correspondendo a um equilíbrio morfológico e funcional desejável para essa característica.

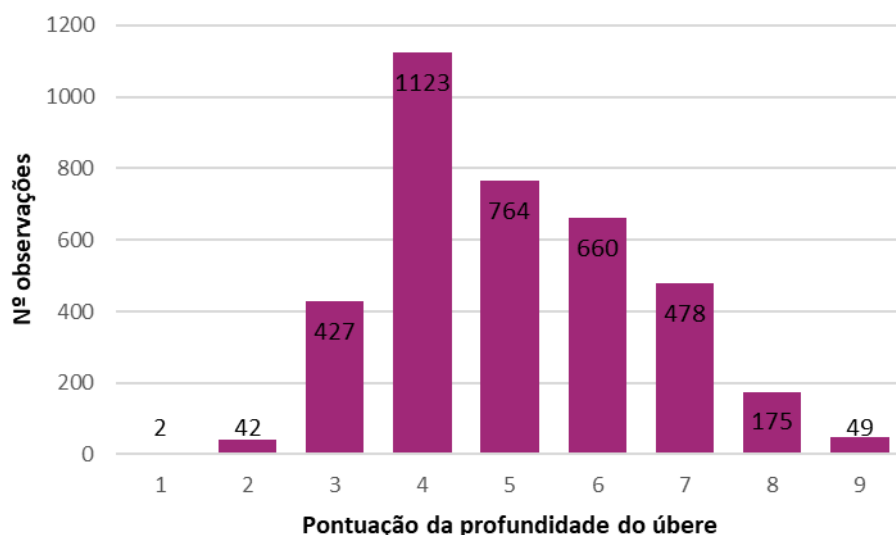


Figura 23 - Distribuição de pontuação da profundidade do úbere.

1.6. Altura da inserção posterior do úbere (AIPU)

A distribuição das pontuações da altura da inserção posterior do úbere (Figura 24) evidencia uma clara predominância das notas 5 e 7, com 1393 (41,5%) e 1267 (37,8%) registos, respetivamente. Estes valores indicam que a maioria dos animais apresenta inserções de úbere de altura intermédia a elevada.

A altura da inserção posterior do úbere de fêmeas da raça Serpentina foi raramente classificada com as notas 1 e 2, apenas 7 vezes (0,2% do total de registros) o que demonstra uma reduzida ocorrência de úberes com inserção posterior baixa nos animais avaliados.

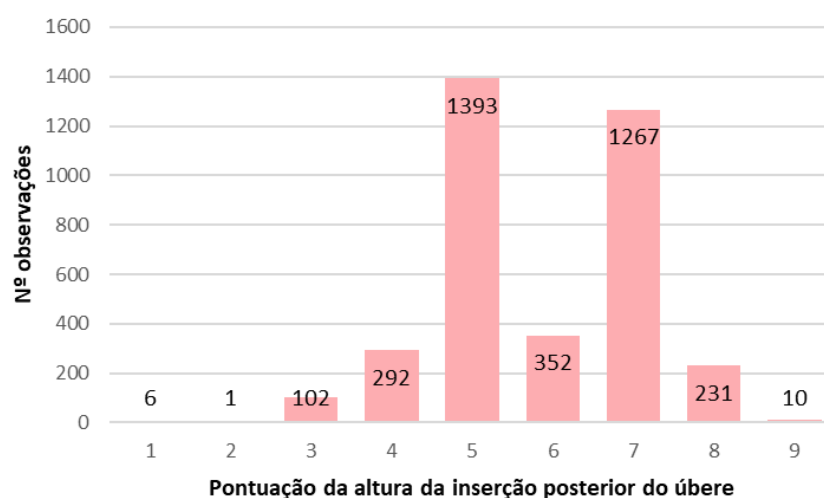


Figura 24 - Distribuição de pontuação da altura da inserção posterior do úbere.

1.7. Largura posterior do úbere (LPU)

De acordo com os resultados apresentados na figura 25, verifica-se que a maioria dos animais foi classificada com nota 5, 1106 pontuações (34,3% do total). Segue-se as notas 7 e 9, com 856 (26,6%) e 992 (30,8%) registros, respectivamente. Estes valores evidenciam uma predominância de úberes com largura média a larga.

Notas mais baixas, como 1 e 2, foram raramente registradas, totalizando apenas 54 observações (cerca de 1,7%), o que demonstra uma reduzida frequência de úberes estreitos na raça Serpentina.

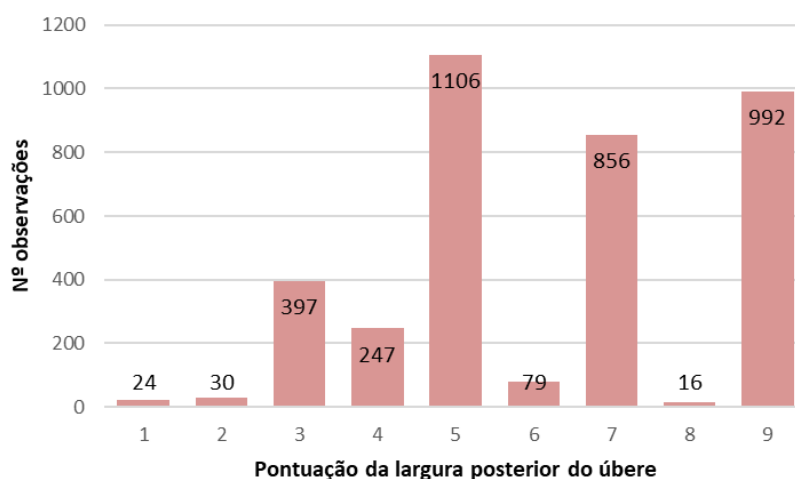


Figura 25 - Distribuição de pontuação da largura posterior do úbere.

1.8. Inserção anterior do úbere (IAU)

De acordo com a figura 26, observa-se uma predominância de fêmeas classificadas com as notas 3 e 4, com 1650 (44,3%) e 1097 registros (29,5%), respectivamente. Estes resultados indicam que a maioria dos animais apresenta inserções anteriores de intensidade fraca a intermedia, mostrando uma ligação do úbere ao abdômen de uma firmeza moderada. As notas 8 e 9 foram utilizadas apenas 5 vezes (0,1%) na classificação destas características lineares do úbere para o que demonstra uma ocorrência escassa de úberes com inserção anterior muito forte na raça Serpentina.

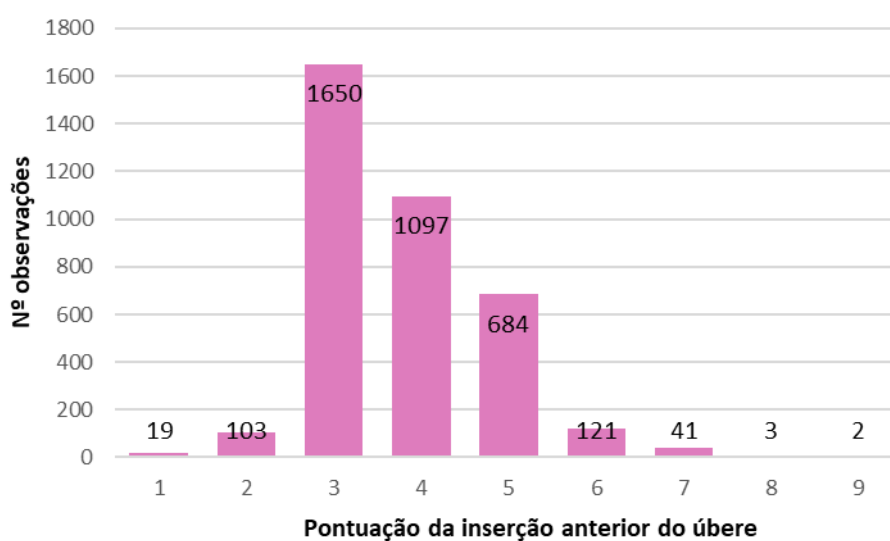


Figura 26 - Distribuição de pontuação da inserção anterior do úbere.

1.9. Ligamento suspensor médio (LSM)

O ligamento suspensor médio das cabras Serpentinhas (Figura 27) foi avaliado maioritariamente com as notas 4 (984 registos, 26,6%) e 5 (1504 registos, 40,5%), evidenciou uma predominância de valores intermédios nesta raça. Estes resultados indicam que a maioria das fêmeas apresenta um suporte mamário de intensidade moderada, suficiente para garantir a funcionalidade do úbere.

As cabras Serpentinhas submetidas às avaliações morfológicas lineares apenas obtiveram 51 vezes a nota 9 no ligamento suspensor médio (1,4%), demonstrando que os úberes com ligamento suspensor médio bem definido são raros na raça.

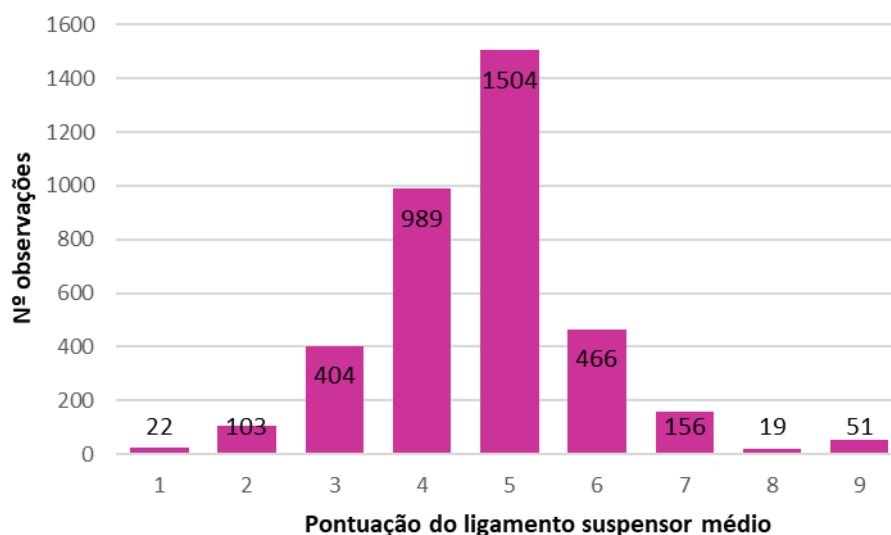


Figura 27 - Distribuição de pontuação do ligamento suspensor médio.

1.10. Forma dos tetos (FT)

De acordo com a figura 28, observa-se que a maioria das cabras foram avaliadas com as pontuações 6 (815 registos, 21,8%) e 7 (949 registos, 25,4%). Estes valores indicam que a forma dos tetos é maioritariamente em forma de dedo, considerada funcionalmente desejável por facilitar a ordenha e contribuir para a durabilidade do úbere.

As fêmeas avaliadas apenas obtiveram 14 vezes a nota 1 na forma dos tetos (0,37%), correspondendo a tetos mais finos ou estreitos, e menos favoráveis do ponto de vista zootécnico.

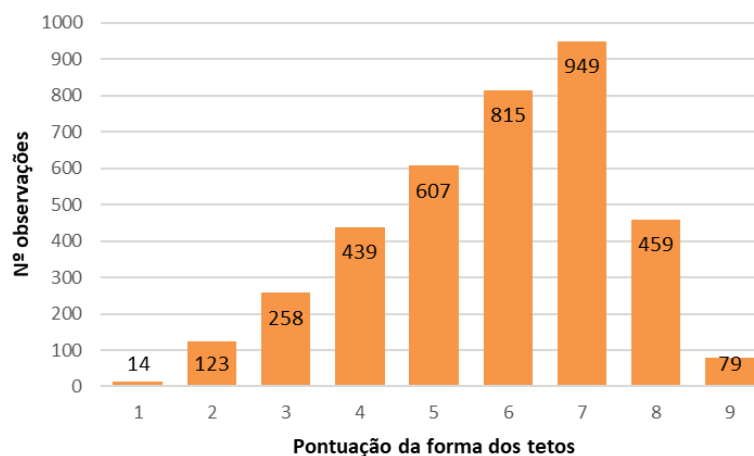


Figura 28 - Distribuição de pontuação da forma dos tetos.

1.11. Colocação dos tetos (CT)

Observa-se que a colocação dos tetos (Figura 29) da maioria das cabras foi avaliada com as notas 6 (683 registros, 18,3%), 7 (832 registros, 22,3%) e 9 (737 registros, 19,7%), o que demonstra uma predominância de tetos bem posicionados e verticalizados, ajudam a realizar uma ordenha eficiente e contribuem para a longevidade funcional do úbere.

Apenas 26 cabras foram avaliadas com as notas 1 (6 registros, 0,16%) e 2 (20 registros, 0,53%), correspondendo a tetos mal posicionados ou divergentes, menos adequados para a ordenha mecânica.

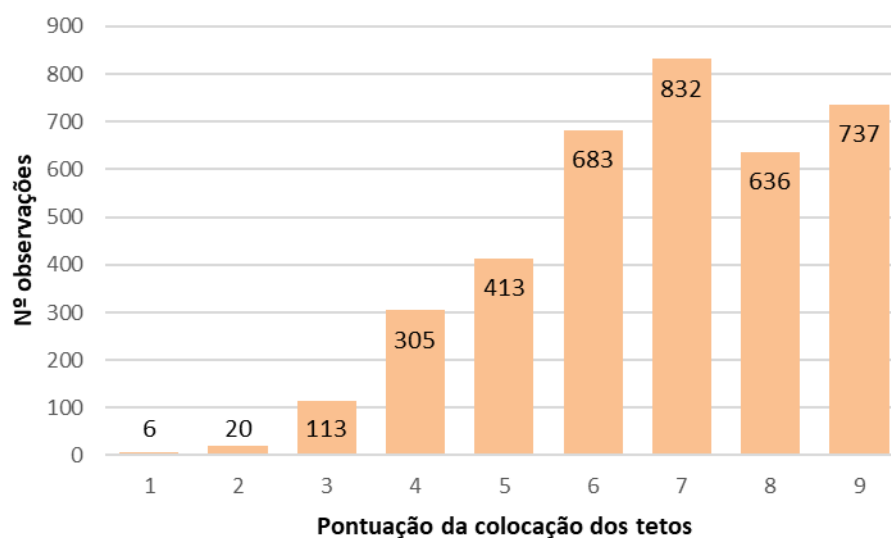


Figura 29 - Distribuição de pontuação da colocação dos tetos.

1.12. Vista posterior dos membros traseiros (VPMT)

A vista posterior dos membros traseiros, representada na figura 30, mostra que a maioria das cabras foi avaliada com as notas 1 (916 registros, 19,4%) e 2 (1721 registros, 36,4%), evidenciando uma forte predominância de membros excessivamente fechados ou muito juntos, o que se afasta do padrão funcional desejável.

Apenas 23 cabras foram avaliadas com as notas 8 e 9 (0,62%), o que demonstra que são raras as cabras com membros traseiros perfeitamente aprumados.

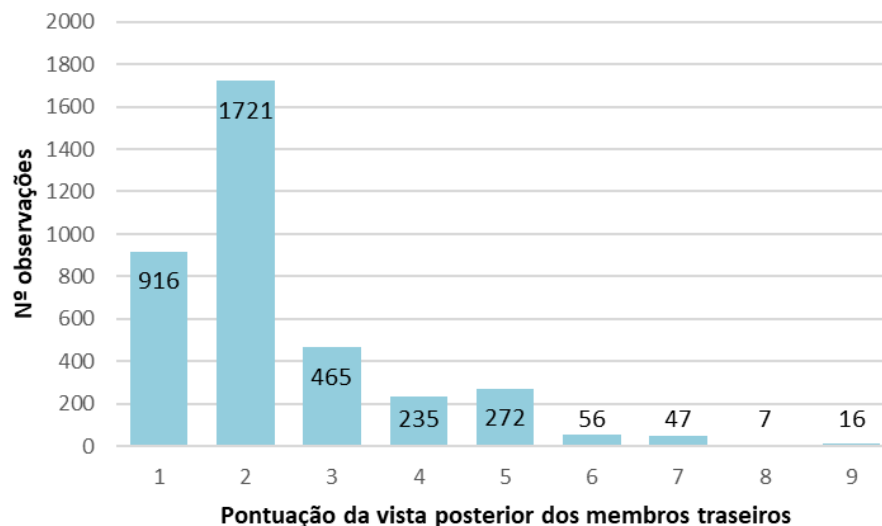


Figura 30 - Distribuição de pontuação da vista posterior dos membros traseiros.

1.13. Vista lateral dos membros traseiros (VLMT)

Conforme apresentado na figura 31, a maioria das cabras foi avaliada com a nota 2 (2201 registros, 50,6%), revelando uma maior incidência de membros posteriores excessivamente diretos, afastando-se do padrão funcional desejável.

Apenas 40 cabras foram avaliadas com as notas 8 (12 registros, 0,32% e 9 (28 registros, 0,75%), demonstrando que são poucas as cabras com conformação posterior considerada ideal.

Estes resultados sugerem que a falta de angulação nos membros traseiros é uma característica dominante nas cabras avaliadas, podendo estar associada a menor longevidade funcional e maior propensão para problemas locomotores.

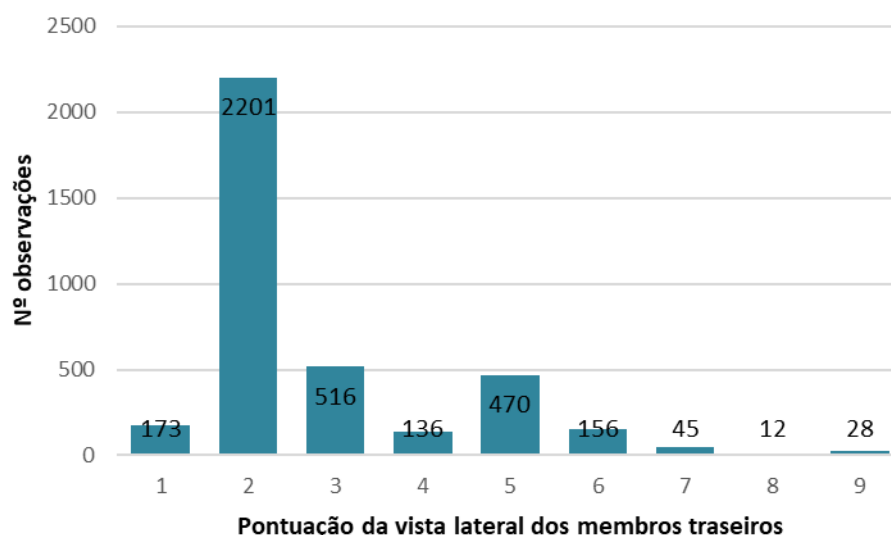


Figura 31 - Distribuição de pontuação da vista lateral dos membros traseiros.

2. Soluções para os efeitos fixos

2.1. Efeito ambiental da exploração e ano de classificação

A interação entre a exploração e o ano de classificação evidencia o impacto combinado do ambiente e do manejo de cada exploração em cada ano sobre a expressão morfológica dos animais. Este efeito reflete a influência das condições específicas de cada exploração, tais como a alimentação, o alojamento e manejo reprodutivo, que podem variar ao longo dos anos e interferir na avaliação das características lineares (Ávarez, 2023; Sañudo, 2009).

As maiores variações observadas ocorreram nas características AG, FT, LPU e VLMT, que apresentaram amplitudes de dispersão mais elevadas e padrões de variação mais consistentes ao longo dos anos.

De acordo com a figura 32, os valores do AG variam consoante com os anos de classificação. Dos 0 aos 12 meses, observaram-se valores negativos próximos de -2, correspondendo a garupas mais horizontais. Entre os 18 e 30 meses, ocorreu um aumento gradual, atingindo novamente um valor máximo de +4 pontos, indicando uma melhoria na inclinação da garupa.

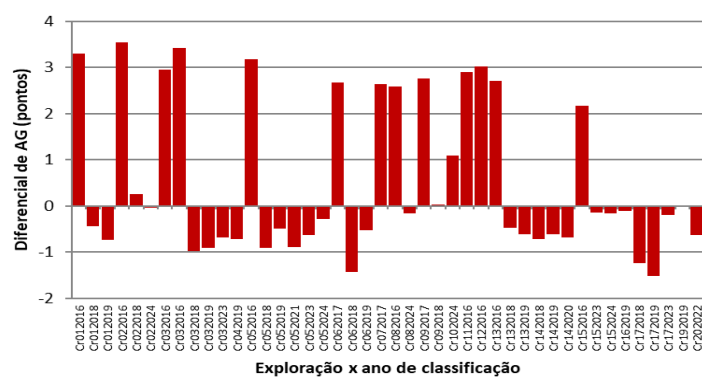


Figura 32 - Efeito ambiental da exploração x ano de classificação para o ângulo da garupa (AG).

A FT apresentou uma variação moderada ao longo dos anos de classificação (Figura 33). Até aos 12 meses, os valores mantiveram-se próximos de 0 pontos. Entre os 18 e 24 meses, atingiu o valor máximo de +3 pontos, indicando uma melhoria na forma dos tetos. Após os 30 meses, registou-se uma ligeira diminuição.

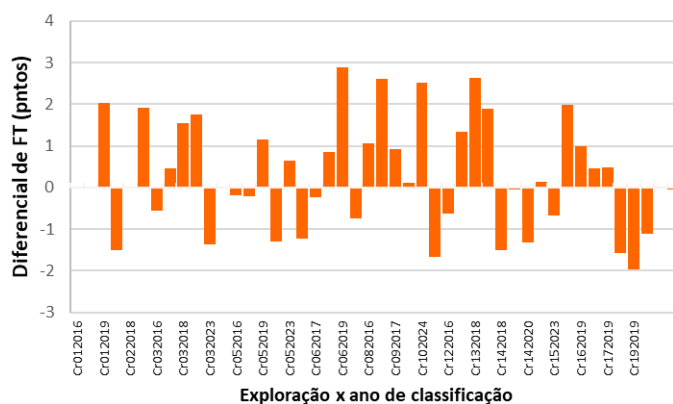


Figura 33 - Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da forma dos tetos (FT).

A LPU apresentou uma tendência crescente ao longo dos anos (Figura 34). Nos primeiros meses, (até cerca de 15 meses), os valores foram próximos de 1 ponto, aumentando progressivamente até atingir o valor máximo de cerca de +2 pontos a partir dos 40 meses, o que indica uma melhoria gradual na conformação do úbere.

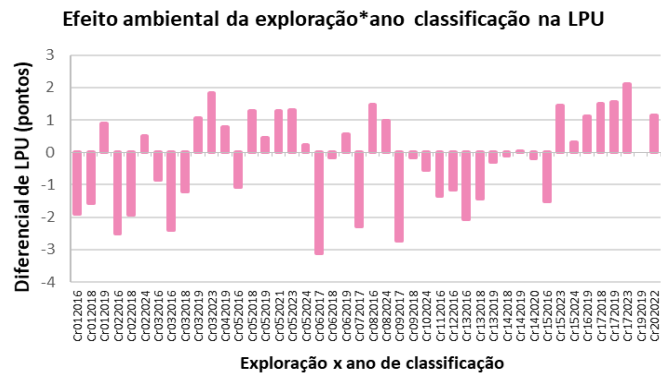


Figura 34 - Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da largura posterior do úbere (LPU).

A VLMT, apresentou diferenças marcadas entre os anos (Figura 35). Nos primeiros meses (até aos 10 meses), registaram-se valores positivos, próximos de +3 pontos. O contrário se registou entre os 25 e 40 meses, pois registou-se uma diminuição dos valores para cerca de -1,5 pontos, indicando membros mais direitos. Esta variação pode estar associada ao tipo de piso, manejo e idade das cabras avaliadas.

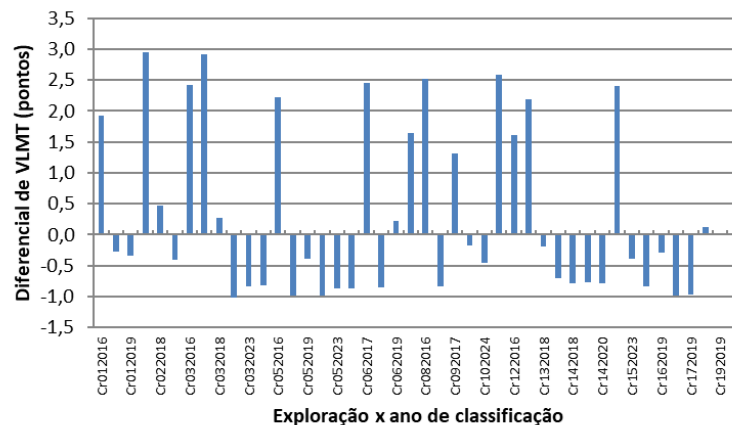


Figura 35 - Efeito ambiental da exploração x ano de classificação da vista lateral dos membros traseiros (VLMT).

2.2. Efeito ambiental da época de classificação

A época de classificação constitui um importante efeito ambiental na expressão fenotípica das características morfológicas lineares, refletindo as variações no manejo, condição corporal e condições climáticas em cada fase do ano e associadas ao período produtivo (Sañudo, 2009; Álvarez, 2023).

De acordo com a figura 36, observa-se uma diferença negativa de -0,9 pontos entre cabras avaliadas no inverno e avaliadas na primavera, indicando que os animais avaliados durante o inverno obtiveram pontuações ligeiramente inferiores no ângulo da garupa em comparação com os animais avaliados na primavera.



Figura 36 - Efeito ambiental da época de classificação no ângulo da garupa (AG) (diferencial inverno - primavera).

A diferença de pontuação sugere que as condições ambientais e de manejo, associadas à época de classificação podem influenciar a expressão fenotípica desta característica, possivelmente devido às variações nutricionais e de condições corporais entre as estações (Álvarez, 2023).

Na figura 37 com o efeito ambiental da época de classificação na LG, verifica-se uma diferença positiva de 0,3 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e as avaliadas na primavera.

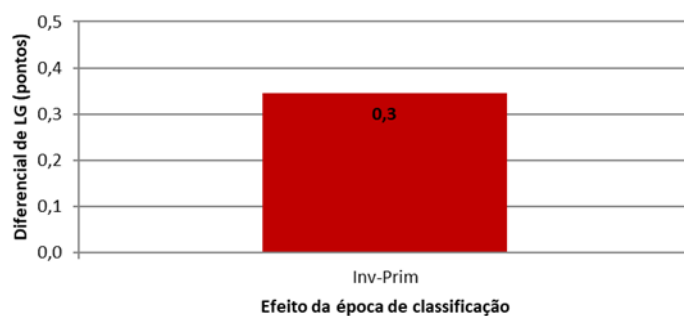


Figura 37 - Efeito ambiental da época de classificação na largura da garupa (LG) (diferencial inverno - primavera).

O resultado referente à figura 38, indica que as fêmeas avaliadas no inverno apresentam garupas ligeiramente mais largas em comparação com as fêmeas avaliadas na primavera.

O efeito ambiental da época de classificação na E evidencia uma diferença positiva de 0,3 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e as avaliadas na primavera, indicando que os animais avaliados no inverno apresentaram, em média, maior estatura. (Gráfico 21).

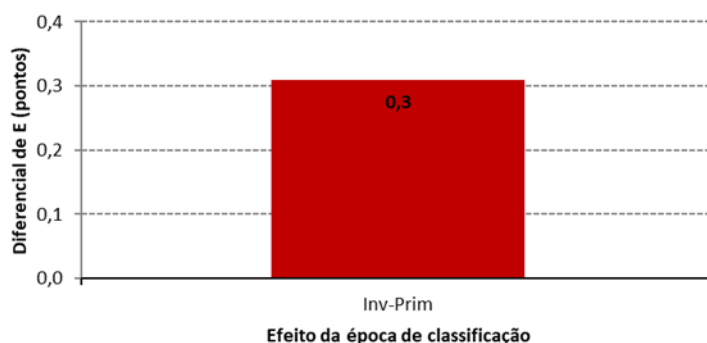


Figura 38 - Efeito ambiental da época de classificação na estatura (E) (diferencial inverno - primavera).

Conforme ilustrado na figura 39, na característica da LP, a diferença entre as cabras avaliadas do inverno e na primavera foi nula, o que indica que a época de classificação não exerceu influência sobre a largura do peito. Este resultado sugere uma estabilidade fenotípica nesta característica, que se mantém relativamente constante independentemente das variações sazonais.

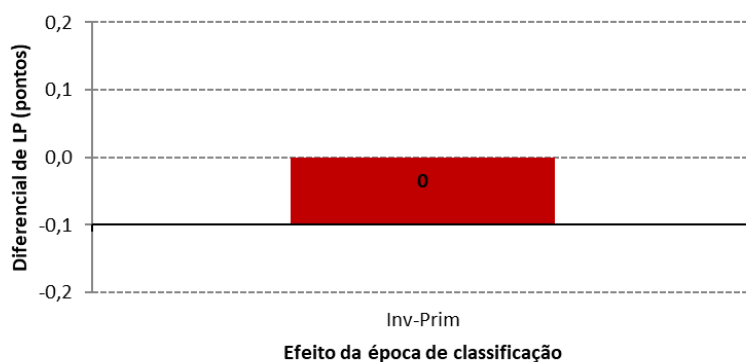


Figura 39 - Efeito ambiental da época de classificação na largura do peito (LP) (diferencial inverno - primavera).

As características do sistema mamário também foram avaliadas de forma a compreender o impacto da época de classificação na sua expressão morfológica.

Na figura 40, sobre a PU, observa-se uma ligeira diferença positiva de 0,1 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, indicando que as fêmeas avaliadas no inverno apresentaram úberes ligeiramente mais profundos.

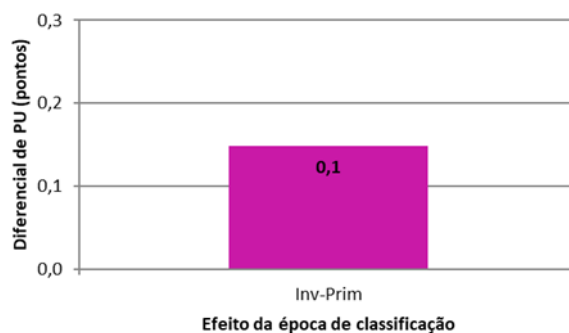


Figura 40 - Efeito ambiental da época de classificação na profundidade do úbere (PU) (diferencial inverno - primavera).

O efeito ambiental da época de classificação na pontuação da AIPU, representada na figura 41, evidencia uma diferença positiva de 0,3 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, mostrando que as fêmeas avaliadas no inverno apresentam úberes com inserção posterior mais elevada.

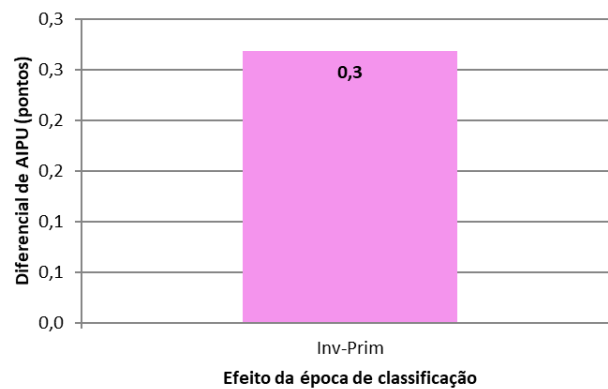


Figura 41 - Efeito ambiental da época de classificação na altura da inserção posterior do úbere (AIPU) (diferencial inverno - primavera).

Na LPU (Figura 42), nota-se uma diferença positiva 0,9 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, indicando que as fêmeas avaliadas no inverno apresentaram úberes mais largos. Este resultado sugere que as condições ambientais alimentares durante o inverno poderão ter favorecido um melhor desenvolvimento mamário, refletindo-se numa confirmação mais ampla e funcional do úbere (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

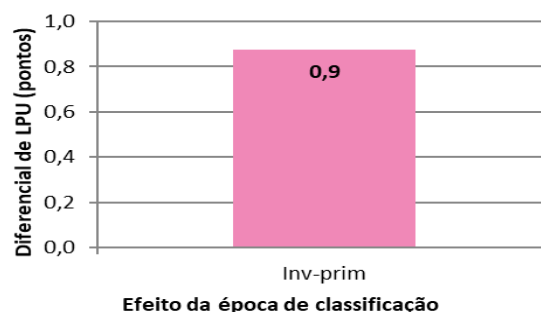


Figura 42 - Efeito ambiental da época de classificação na largura posterior do úbere (LPU) (diferencial inverno - primavera).

Na figura 43, com o efeito ambiental da época de classificação na IAU, revela uma diferença negativa de -0,6 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, o que indica que as fêmeas avaliadas no inverno apresentam inserções anteriores do úbere mais fracas.

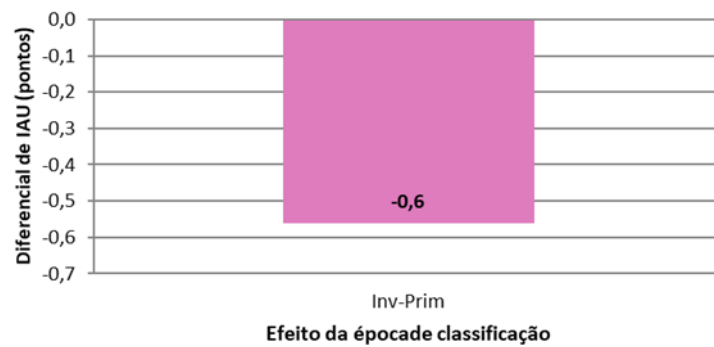


Figura 43 - Efeito ambiental da época de classificação na inserção anterior do úbere (IAU) (diferencial inverno - primavera).

Na figura 44 relativo à característica do LSM, mostra uma diferença de -0,4 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, o que indica que as fêmeas avaliadas no inverno apresentam um ligamento suspensor médio mais definido.

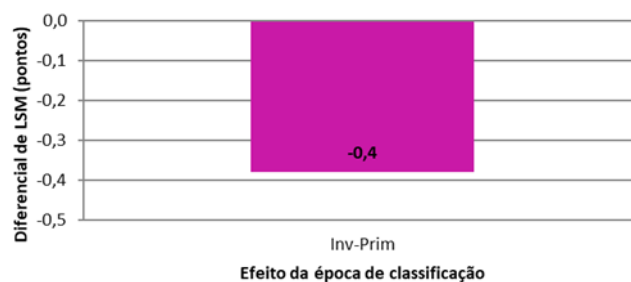


Figura 44 - Efeito ambiental da época de classificação no ligamento suspensor médio (LSM) (diferencial inverno - primavera).

O gráfico da FT (Figura 45), evidencia uma diferença de -1,1 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, indicando que as fêmeas avaliadas no inverno apresentam tetos com formato menos desejável. Esta diferença poderá estar relacionada com o impacto das condições ambientais mais exigentes no inverno.

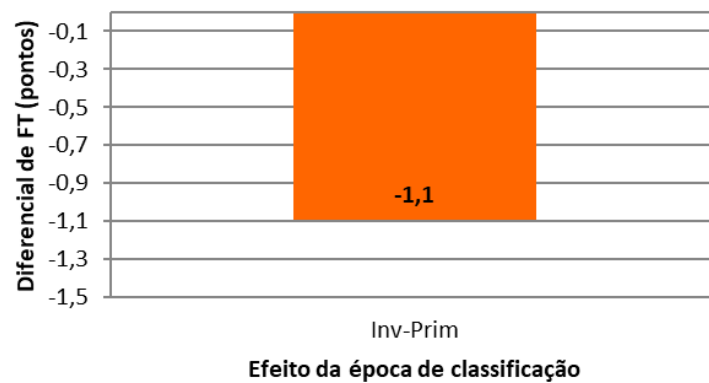


Figura 45 - Efeito ambiental da época de classificação na forma dos tetos (FT) (diferencial inverno - primavera).

Na CT (Figura 46), verifica-se uma diferença de -0,8 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, mostrando que os animais avaliados no inverno apresentam tetos com colocação menos favoráveis. Este resultado tende a influenciar negativamente o posicionamento dos tetos, comprometendo a eficiência da ordenha (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

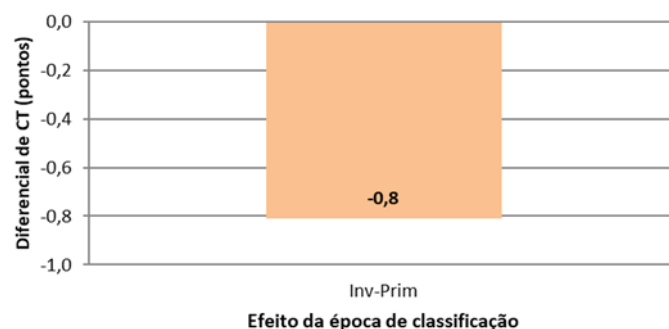


Figura 46 - Efeito ambiental da época de classificação na colocação dos tetos (CT) (diferencial inverno - primavera).

As características dos membros estão associadas à capacidade de suporte e à durabilidade produtiva dos animais, sendo influenciadas por fatores ambientais como a época de parto (Sañudo, 2009).

Na figura 47, da VPMT, observa-se uma diferença de -0,7 pontos entre as cabras avaliadas no inverno e na primavera, indicando que as fêmeas avaliadas no inverno apresentaram pior conformação dos membros traseiros.

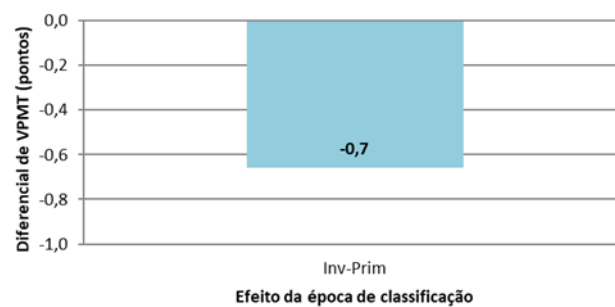


Figura 47 - Efeito ambiental da época de classificação na vista posterior dos membros traseiros (VPMT) (diferencial inverno - primavera).

De forma semelhante na VLMT (Figura 48), verifica-se uma diferença de -0,5 pontos, o que indica que as cabras avaliadas no inverno tendem a apresentar uma postura dos membros traseiros menos favorável do que as cabras avaliadas na primavera. Esta diferença pode estar associada à diferença de piso e manejo durante o inverno, o que influenciam a locomoção e o aprumo dos animais.

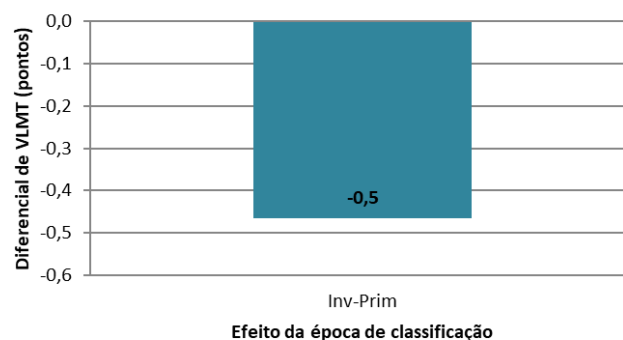


Figura 48 - Efeito ambiental da época de classificação na vista lateral dos membros traseiros (VLMT) (diferencial inverno - primavera).

De forma geral, as diferenças observadas entre as épocas de classificação evidenciam a influência das condições ambientais e de manejo sobre a expressão morfológica das cabras Serpentina. As fêmeas avaliadas no inverno tendem a apresentar piores classificações em várias características estruturais e funcionais, refletindo o impacto de fatores sazonais, como a alimentação, o alojamento e o clima, na conformação corporal e no sistema mamário (Álvarez, 2023; Manfredi et al., 2016; McLaren et al., 197; Sañudo, 2009).

2.3. Efeito da idade à classificação

A idade à classificação é um dos fatores ambientais mais relevantes na avaliação morfológica dos animais, uma vez que influencia de forma significativa a expressão fenotípica das características lineares. O avanço da idade reflete as alterações fisiológicas e estruturais associadas ao crescimento, maturidade e envelhecimento, afetando de modo distinto as várias regiões anatómicas do corpo (Miglior et al., 2005; Berry et al., 2005). A interpretação de resultados de avaliações morfológicas lineares de animais deve considerar que parte da variação observada se deve ao efeito natural da idade e não apenas à variação genética entre indivíduos.

Nas características estruturais, o aumento da idade está geralmente associado à consolidação do desenvolvimento corporal e à melhoria do equilíbrio morfológico até à idade adulta. Contudo, em idades mais avançadas, observa-se frequentemente um declínio relacionado com a perda de firmeza muscular e alterações ósseas, que podem comprometer a expressão ideal de certas características morfológicas (Yang et al., 2024).

Os resultados dos efeitos ambientais da idade à classificação nas características estruturais, AG, LG, E e LP, evidenciam que esta variável exerce influência diferenciada nas diferentes características.

Na figura 49, com o efeito ambiental da idade à classificação na AG, observa-se um aumento da pontuação da AG até cerca dos 72 meses, seguindo-se uma diminuição das pontuações após esta idade. Este padrão de associação sugere que os animais atingem a conformação ideal de inclinação da garupa próximo da idade adulta, refletindo o equilíbrio morfofuncional máximo nesta fase da vida. O declínio após os 72 meses poderá estar associado à perda gradual de tecido muscular, consequência do

envelhecimento e do desgaste produtivo das fêmeas.

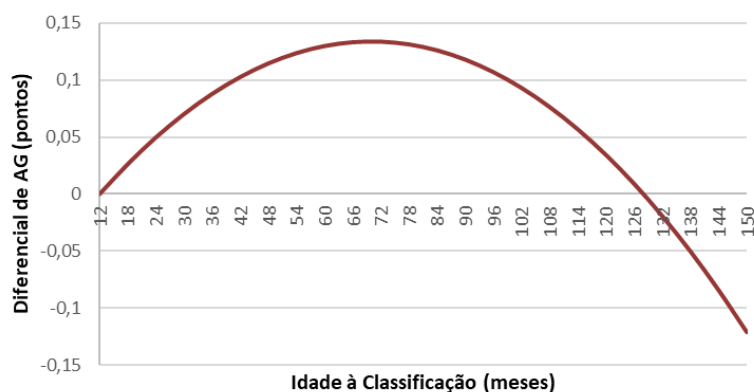


Figura 49 - Efeito ambiental da idade à classificação no ângulo da garupa (AG).

De forma semelhante, relativo à LG (Figura 50), atinge o valor máximo entre os 78 e 90 meses, período correspondente ao pico do desenvolvimento corporal. Estes resultados indicam que a garupa se alarga progressivamente com o crescimento dos animais, estabilizando na fase adulta, entre os 6 e 8 anos, para diminuir em animais com mais avançadas.

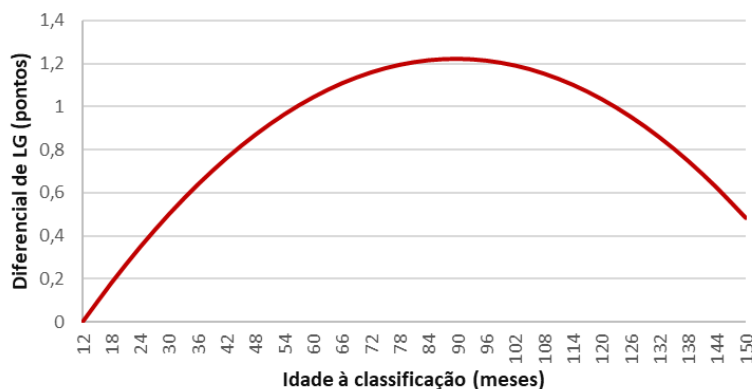


Figura 50 - Efeito ambiental da idade à classificação na largura da garupa (LG).

A idade da cabra à avaliação influenciou a classificação da característica da E, verificando que as fêmeas com idades intermédias apresentam valores mais baixos do que as fêmeas avaliadas com idades mais avançadas. Observou-se um aumento gradual até cerca de 10º meses de idade, ponto a partir do qual a tendência se inverteu,

registrando uma ligeira diminuição dos valores (Figura 51).

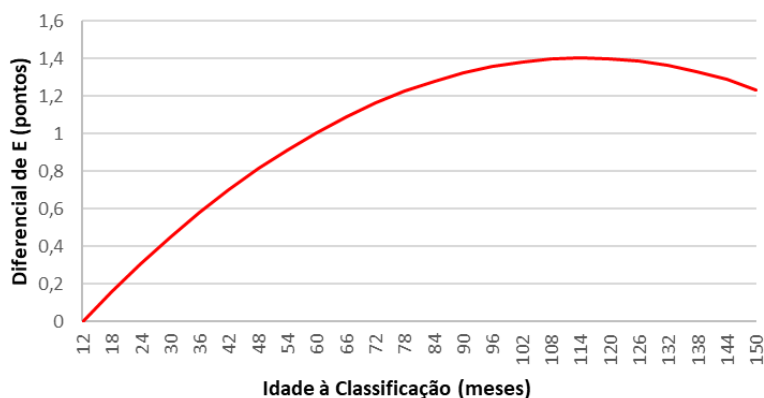


Figura 51 - Efeito ambiental da idade à classificação na estatura (E).

O efeito ambiental da idade à classificação na avaliação da LP (Figura 52) é praticamente linear, com uma tendência para a nota atribuída à LG ser mais elevada com a idade dos animais (em média, a largura do peito é avaliada com mais 0.015 pontos, por cada mês a mais na idade da cabra à classificação. Estes resultados sugerem um aumento contínuo da capacidade torácica com a idade.

De forma global, os resultados indicam que as características estruturais atingem a expressão fenotípica ideal para raça Serpentina ótima entre os 5 e os 8 anos de idade.

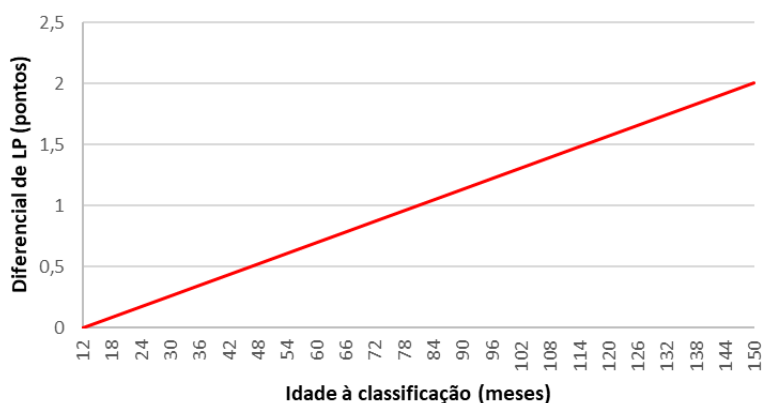


Figura 52 - Efeito ambiental da idade à classificação na largura do peito (LP).

Nas características do sistema mamário, o efeito da idade é particularmente evidente, pois reflete o desenvolvimento funcional e estrutural do úbere ao longo das lactações. Animais mais jovens tendem a apresentar úberes menos desenvolvidos e com inserções

mais frágeis, enquanto fêmeas adultas mostram maior capacidade mamária e melhor conformação. No entanto, com o aumento da idade e do número de lactações, é comum observar-se um aumento da profundidade e perda de firmeza do úbere, resultantes do desgaste funcional (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

Na PU (Figura 53), observa-se um crescimento progressivo até cerca dos 100 a 110 meses, altura em que o diferencial atinge o seu máximo, seguindo de um ligeiro decréscimo. Este comportamento indica que a profundidade do úbere aumenta com o avanço da idade e do número de lactações, atingindo o seu pico durante a maturidade produtiva, antes de decrescer ligeiramente devido ao relaxamento dos tecidos de suporte e à perda de elasticidade da pele.

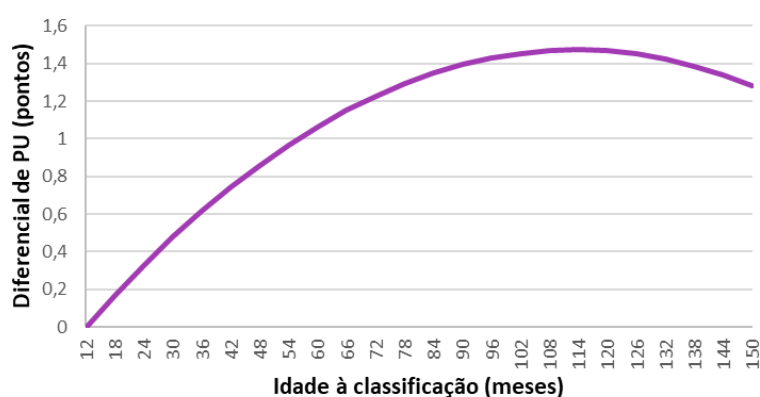


Figura 53 - Efeito ambiental da idade à classificação na profundidade do úbere (PU).

A AIPU (Figura 54), inicia-se com valores próximos do zero, diminui até cerca dos 90 meses, e volta a subir nas idades avançadas. Este padrão pode indicar uma redução inicial da altura da inserção do úbere (durante os primeiros ciclos produtivos), seguida de uma recuperação acentuada em animais mais velhos, possivelmente associada a fenótipos mais adaptados estruturalmente à ordenha.

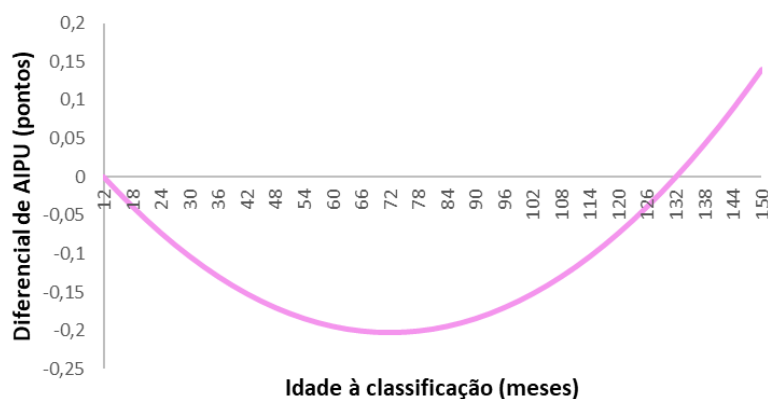


Figura 54 - Efeito ambiental da idade à classificação na altura da inserção posterior do úbere (AIPU).

Na figura 55, a LPU, evidencia um aumento até aproximadamente os 80 meses e um declínio progressivo após essa idade. Esta variação reflete o desenvolvimento máximo da glândula mamária na idade adulta, seguindo de uma ligeira regressão morfológica, consequência natural do envelhecimento dos tecidos e da diminuição da capacidade produtiva.

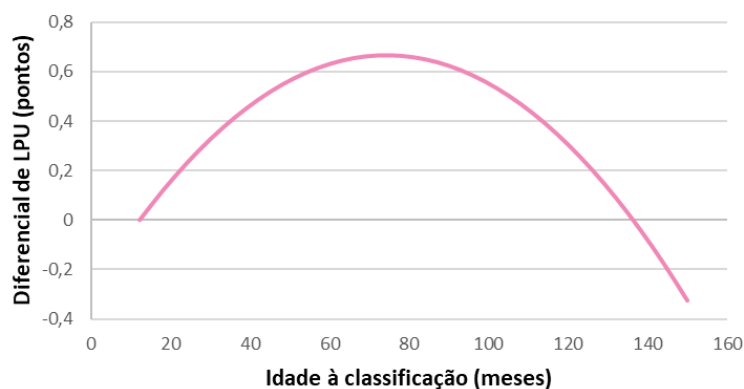


Figura 55 - Efeito ambiental da idade à classificação na largura posterior do úbere (LPU).

O efeito ambiental da idade à classificação na avaliação da IAU representada na figura 56, verifica-se que há um efeito linear, com uma tendência para os animais obterem mais pontos na IAU à medida que aumenta a idade. Este resultado sugere que, com o avanço da idade, as fêmeas adquirem uma inserção anterior mais firme, o que pode ser consequência de seleção indireta por úberes bem fixos, uma característica funcionalmente vantajosa.

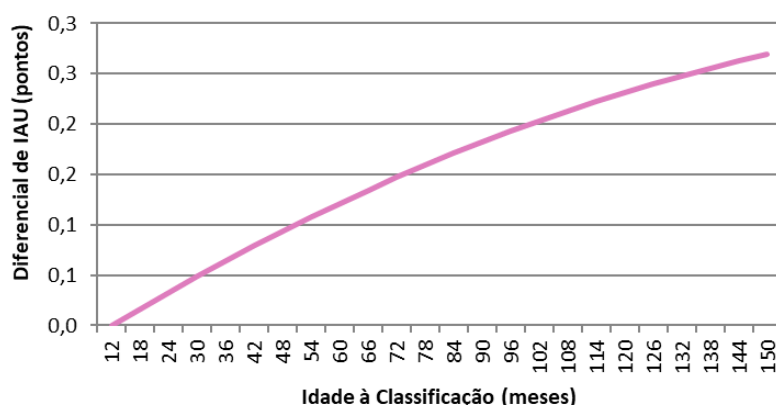


Figura 56 - Efeito ambiental da idade à classificação na inserção anterior do úbere (IAU).

O efeito ambiental da idade à classificação na pontuação do LSM (Figura 57) é tipicamente quadrático. A pontuação do LSM aumenta até aos 90 meses, momento em que atinge o valor máximo, seguindo de um ligeiro decréscimo. Esta evolução é compatível com o fortalecimento progressivo do suporte do úbere até à maturidade, e o posterior enfraquecimento estrutural decorrente da idade e do número de lactações.

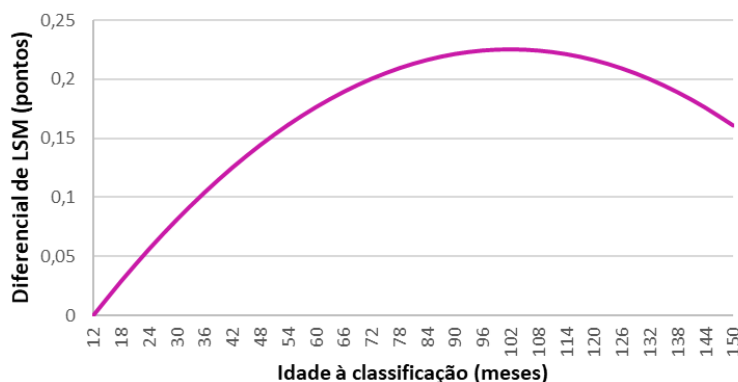


Figura 57 - Efeito ambiental da idade à classificação do ligamento suspensor médio (LSM).

Em contraste, a FT apresenta um comportamento negativo e quase linear (Figura 58), com decréscimo contínuo até cerca dos 130 meses, momento em que a curva estabiliza. Este padrão indica uma degradação gradual da forma ideal dos tetos com o envelhecimento, possivelmente associada ao relaxamento dos tecidos e ao aumento do volume das glândulas mamárias ao longo dos anos de produção.

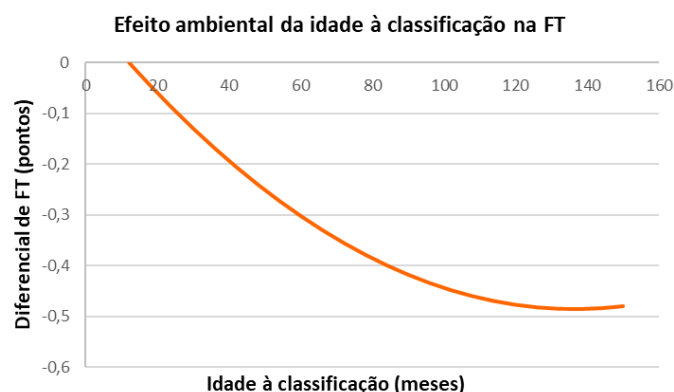


Figura 58 - Efeito ambiental da idade à classificação na forma dos tetos (FT).

A CT, presente à figura 59, atinge o seu máximo aos 72 meses, seguido de um declínio. Este resultado indica que a disposição dos tetos é mais funcional durante a maturidade fisiológica, deteriorando-se ligeiramente nas idades mais avançadas devido à perda de firmeza e simetria do úbere.

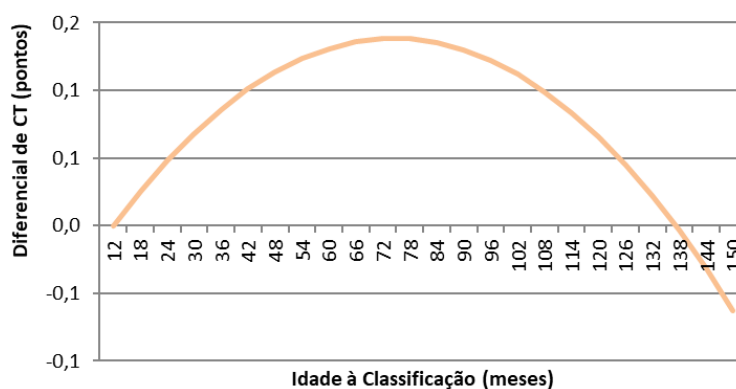


Figura 59 - Efeito ambiental da idade à classificação na colocação dos tetos (CT).

De uma forma geral, os resultados demonstram que as características do sistema mamário apresentam máxima expressão fenotípica entre os 6 e 9 anos de idade, coincidindo com o pico produtivo das cabras adultas. Após esta fase, observa-se uma tendência de declínio gradual, coerente com o envelhecimento funcional da glândula mamária.

Quanto aos membros, as alterações associadas à idade manifestam-se através de modificações na postura e na angulação articular. O envelhecimento provoca maior carga sobre os membros e perda de elasticidade dos ligamentos, o que tende a reduzir a correção estrutural e a firmeza das articulações (Álvarez, 2023).

Estas mudanças têm impacto direto na mobilidade e na longevidade produtiva dos animais (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

No caso da VPMT (Figura 60), observa-se que há um aumento ligeiro até cerca dos 48 a 60 meses, atingindo o valor máximo próximo da maturidade morfológica, seguindo de uma diminuição gradual com o avanço da idade.

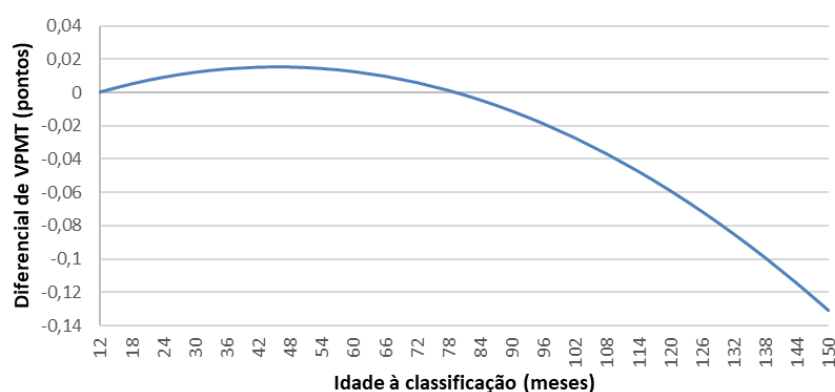


Figura 60 - Efeito ambiental da idade à classificação na vista posterior dos membros traseiros (VPMT).

Este comportamento sugere que os animais jovens tendem a apresentar membros mais corretamente alinhados, enquanto animais mais velhos evidenciam ligeiros desvios estruturais, possivelmente associados à perda de firmeza muscular e desgaste articular. Assim, verifica-se uma redução progressiva da correção postural após os cinco anos de idade, o que reflete um efeito fisiológico esperado (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

Por outro lado, a VLMT apresenta uma tendência linear negativa, com o diferencial a decrescer de forma contínua à medida que aumenta a idade. Este resultado indica que os animais mais velhos tendem a exibir membros progressivamente mais retos e menos angulados, uma condição menos desejável do ponto de vista funcional (Figura 61).

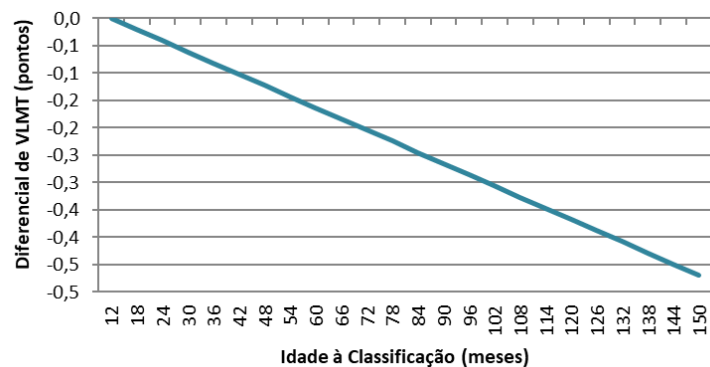


Figura 61 - Efeito ambiental da idade à classificação na vista lateral dos membros traseiros (VLMT).

De forma geral, os resultados reforçam a importância de considerar o efeito da idade à classificação na avaliação morfológica, uma vez que esta variável influencia diretamente a expressão fenotípica de características estruturais associadas à funcionalidade locomotora e longevidade produtiva (Álvarez, 2023).

3. Parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, designadamente, heritabilidade (h^2), a variância genética aditiva (σ_a^2) e a variância fenotípica (σ_p^2), das características morfológicas lineares da raça caprina Serpentina, obtidas a partir do modelo animal e utilizando-se o programa MTDFREML, estão apresentados na tabela 7.

O conhecimento dos parâmetros genéticos e fenotípicos na raça Serpentina é essencial para compreender a importância relativa da componente genética e ambiental na expressão das características lineares avaliadas, permitindo estimar o potencial de expressão das dessas características na descendência, bem como o a resposta à seleção de cada característica morfológica linear (Álvares, 2023; Falconer e Mackay, 1996).

Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos das características morfológicas lineares na raça caprina Serpentina.

Característica	AG	LG	E	LP	PU	AIPU	LPU	IAU	LSM	FT	CT	VLMT	VPMT
Média	3,61	6,36	4,3	3,44	5,06	5,85	6,22	3,77	4,69	5,81	6,76	2,84	2,39
Va	0,146	0,153	0,544	0,551	0,206	0,092	0,245	0,187	0,054	0,105	0,178	0,156	0,032
Vpe	0	0	0	0	0,025	0,02	0	0	0,057	0	0,017	0	0,081
Ve	0,528	1,037	0,496	1,337	1,49	0,908	2,603	0,363	1,173	1,449	1,239	0,338	0,788
Vp	0,674	1,19	1,041	1,888	1,721	1,02	2,847	0,55	1,284	1,554	1,435	0,494	0,9
h²±EP	0,216± 0,024	0,129± 0,033	0,523± 0,045	0,292± 0,063	0,12± 0,034	0,09± 0,03	0,086± 0,033	0,34± 0,046	0,042± 0,024	0,067± 0,026	0,124± 0,031	0,317± 0,044	0,035± 0,025
c²±EP	0±0,139	0±0,137	0±0,182	0±0,193	0,014±0, 141	0,019±0, 154	0±0,161	0±0,079	0,045±0,12 6	0±0,148	0,012±0,15 4	0±0,105	0,09±0,11
re	0,216	0,129	0,523	0,292	0,134	0,109	0,086	0,34	0,087	0,067	0,136	0,317	0,125
e	0,784	0,871	0,477	0,708	0,866	0,891	0,914	0,66	0,913	0,933	0,864	0,683	0,875

Notas: *Va* – variância genética aditiva; *Vpe* – variância ambiental permanente; *Ve* – variância residual; *Vp* – variância fenotípica; *h²* – heritabilidade; *c²* – efeitos ambientais permanentes; *re* – repetibilidade; *e* – variância residual; *EP_h²* – erro padrão da heritabilidade; *EP_PE* – erro padrão do ambiente permanente. Características morfológicas lineares: AG – Ângulo da garupa, LG – Largura da garupa, E – Estatura, LP – Largura do peito, PU – Profundidade do úbere, AIPU – Altura da inserção posterior do úbere, LPU – Largura posterior do úbere, IAU – Inserção anterior do úbere, LSM – Ligamento t, VPMT – Vista posterior dos membros traseiros.

Na tabela 7 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos das características morfológicas lineares da raça caprina serpentina. Observa-se uma ampla variação entre as características, tanto ao nível das variâncias fenotípicas como das estimativas de h^2 .

As estimativas h^2 obtidas para as características morfológicas lineares da raça caprina Serpentina mostraram valores baixos a moderados. No presente estudo, as h^2 variam entre 0,12 (PU) e 0,52 (E), evidenciando uma expressiva influência genética em determinadas características estruturais e uma maior dependência ambiental nas características associadas ao sistema mamário. O estudo de Álvarez (2023), desenvolvido na raça Murciano-Granadina, relatou padrões semelhantes, com h^2 moderadas e elevadas em características estruturais e valores mais baixos nas características associadas ao sistema mamário. O autor destaca que as características relacionadas com a estrutura apresentam menor sensibilidade a fatores ambientais, resultando em estimativas mais consistentes e fiáveis. Assim os resultados obtidos na população da raça Serpentina enquadram-se neste mesmo padrão, confirmando que as características da estruturais, como a E e o AG, são determinadas com maior frequência pela variação genética aditiva.

As características do sistema mamário, nomeadamente a PU, a LPU e a AIPU, evidenciam valores mais baixos de h^2 entre 0,09 e 0,12. Estes resultados indicam que a expressão destas características depende mais de fatores ambientais, o que é consistente com as observações de Álvarez (2023), que refere que as características do sistema mamário estão sujeitas à influência de variáveis como a fase de lactação, a idade fêmea e o manejo alimentar. Contudo, estas características são de grande relevância zootécnica, dado seu impacto direto na eficiência da ordenha, na sanidade do úbere e na longevidade funcional do animal (Sañudo, 2009).

As características dos tetos, como FT e a CT, também apresentam h^2 baixa, entre 0,08 e 0,12, estimativas concordantes com o trabalho de Álvarez (2023), que descreve heritabilidades inferiores a 0,20 para estas características. O autor indica que, embora apresentem menor controlo genético, os tetos têm um papel de grande relevância funcional, estando geneticamente associados a características como a facilidade de ordenha e a resistência à mastite, o que justifica a sua integração nos programas de avaliação morfológica linear.

As características dos membros traseiros, tanto a VLMT como a VPMT, apresentam estimativas mais baixas de h^2 observada neste trabalho. Este resultado pode ver-se a dificuldade na avaliação objetiva destas características e a sua natureza mais complexa,

em que a variação genética tem menor expressão face às influências ambientais e a confirmação geral do animal. Ainda assim, estas características são indispensáveis na avaliação morfológica, pois influenciam diretamente a locomoção, a postura e a longevidade produtiva das cabras, aspectos essenciais em raças autóctones criadas em regime extensivo (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009).

Os valores fenotípicos obtidos para as características morfológicas lineares da raça caprina Serpentina demonstram que as características estruturais apresentam maior variabilidade ambiental, enquanto as do sistema mamário e dos membros exibem menor amplitude de variação. Estes resultados são consistentes com a natureza biológica das características, que refletem mais fortemente a base genética, enquanto as funcionais dependem de fatores ambientais e de manejo (Álvarez, 2023).

De acordo com McLaren et al. (2016), as h^2 variam entre 0,10 e 0,45 nas características estruturais e entre os 0,15 e 0,40 nas características relacionadas com o sistema mamário. O valor obtido para a E ($0,523 \pm 0,029$) é ligeiramente superior ao citado por estes autores, sugerindo uma forte influência genética e uma menor variabilidade ambiental nesta característica.

No que respeita o sistema mamário, as h^2 observadas no presente estudo (0,12-0,20) foram inferiores às descritas por McLaren et al. (2016), o que poderá refletir a menor variabilidade genética destas características na raça Serpentina.

De modo semelhante, Manfredi et al. (2001), ao estudarem as raças Saanen e Alpine, obtiveram h^2 elevadas para as características estruturais (0,41-0,50), moderadas para o sistema mamário ($\approx 0,30$) e baixas para os membros (0,05-0,16). Os resultados obtidos para a raça Serpentina seguem o mesmo padrão, com valores mais altos nas características associadas à estrutura corporal e mais baixos nas relativas à morfologia dos membros. Esta semelhança indica que apesar de se tratarem de diferentes populações caprinas e diferentes tipos de produção, há alguma semelhança na proporção da influência genética nestas características.

De forma geral, os resultados obtidos neste trabalho confirmam que a variação genética aditiva existente na população serpentina é suficiente para permitir um progresso genético através da seleção, sobretudo em características estruturais e do sistema mamário. A consistência das estimativas entre estudos conduzidos em diferentes raças e países reforça fiabilidade dos valores obtidos e demonstra o seu potencial nos programas de melhoramento genético orientados para a produtividade e longevidade das fêmeas da raça serpentina (Álvarez, 2023; Manfredi et al., 2001 e McLaren et al., (2016).

V. Conclusão

A avaliação morfológica linear tem vindo a assumir um papel fundamental na caracterização e valorização das raças autóctones, permitindo descrever de forma objetiva e quantificar as características morfofuncionais dos animais. Esta metodologia, desenvolvida como uma alternativa às avaliações tradicionais, possibilita uma análise detalhada de cada característica em relação aos extremos biológicos previamente definidos, fornecendo assim informação mais precisa e útil para a seleção genética (Álvarez, 2023; Sañudo, 2009; Vacca et al., 2016).

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidas neste estudo demonstram que o sistema de pontuação linear constitui uma ferramenta eficiente para descrever e quantificar as características morfológicas lineares da raça caprina Serpentina.

As heritabilidades estimadas evidenciam que existe variabilidade genética suficiente para a implementação de programas de melhoramento genético, sobretudo em características estruturais e do sistema. Estes resultados reforçam o potencial da avaliação morfológica linear enquanto complemento indispensável para as avaliações genéticas, favorece aos criadores informação detalhada e objetiva sobre os seus animais.

Verificou-se que os efeitos ambientais, nomeadamente a exploração, o ano e a época de parto, bem como a idade à classificação, influenciam significativamente a expressão fenotípica das características lineares.

A implementação sistemática da avaliação morfofuncional linear da raça Serpentina constitui um passo para a consolidação do programa de melhoramento genético nacional. Este método permitirá aumentar a precisão na identificação de reprodutores superiores e orientar a seleção para características que promovam a funcionalidade, a longevidade e a eficiência produtiva.

VI. Bibliografia

ADGA – American Dairy Goat Association (2019). *Linear Appraisal Program Rules and Guidelines*. American Dairy Goat Association, Spindale, NC, USA.

Álvarez, J. F. (2023). *Genetic Parameters of Zoometric/Linear Appraisal Traits in Murciano-Granadina Goat Breed and their Relationship with other Functional Traits*. [Tese de doutoramento, Universidade de Córdoba, Espanha].

Amills, M., Capote, J., & Tosser-Klopp, G. (2017). Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biolocal and molecular data with missing pieces. *Animal Genetics*, 48(6), 583-597.

Arnal, M., Chauveau, B., Castel, M., Piedrafita, J., & Hémon, C. (2018). Diversity of dairy goat lactation curves in France. *Journal of Dairy Science*, 101(12), 11040-11051.

Associação de Criadores da Raça Serpentina (2018). *Proposta de Avaliação Linear para Caprinos da Raça Serpentina*. Documento técnico interno, Évora.

Associação Portuguesa de Caprinicultores de Raça Serpentina (APCRS) (n.d.). *Associação Portuguesa de Caprinicultores de Raça Serpentina*. Recuperado de <https://www.cabraserpentina.pt/conteudo.php?cat=3&cat1=0&cat2=0&cat3=0&idioma=pt>

Berry, D. P., Buckey, F., Dillon, P., Evans, R. D., Veerkamp, R. F. (2024). Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 4363-4371.

Busto, C. V. J., & Montaldo, H. H. (2017). Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 366-645.

Carolino, N. (2017). Estratégias de seleção nas espécies pecuárias. In: *A genética ao serviço da produção animal*. Rute Guedes dos Santos Edição, pp. 7-20.

Carolino, N., & Vicente, A. (2018). Genetic improvement of local goats. In: S. Simões (Ed.), *Sustainable Goat Production on Adverse Environments*. Springer.

Carolino, N., Sousa, C. B., Carolino, I., Santos-Silva, F., Oliveira e Sousa, C., Vicente, A., Ginja, C., & Gama, L. T. (2017). Biodiversidade caprina em Portugal. In J. E. Vargas Bayona, L. Zaragoza Martínez, J. V. Delgado Bermejo & G. Rodríguez Galván (Eds.), *Biodiversidad caprina iberoamericana* (pp.57-66). Universidade de Córdoba.

Coelho, I. & Reis, P., (2009). Pastoralismo mediterrâneo: competitividade, sustentabilidade dos territórios e diversificação da economia rural. *Pastagens e*

Forragens, 29/30: 99-117.

De Cremoux, R., Lgris, M., Clément, V., & Brochard, M. (2024). Study of the relationship between the presence of milk cysts, udder imbalances, udder morphological traits and somatic cell counts. *Small Ruminant Research*, 230, 107675.

DGADR (2014). *Agricultura Familiar: Revista Rede Rural*, nº5. Recuperado de https://www.dgadr.gov.pt/images/af/minutas/Agricultura_Familiar__Revista_Red_Rural-5.pdf

DGAV – Direção Geral de Alimentação e Veterinária (2021a). *Catálogo Oficial de Raças Autoctones Portuguesas*. Lisboa: DGAV. Disponível em: <https://www.dgav.pt/>

DGAV (2021b). *Raça caprina Serpentina – folheto técnico*. Direção-Geral de Alimentação e Veterinária.

Dodenhoff, J., Van Vleck, L. D., Kachman, S. D. & Koch, R. M. (1998). Parameter estimates for direct, maternal, and grandmaternal genetic effects for birth weight and weaning weight in Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 76(10), 2521-2527.

Fajardo, F. M. (2023). *Study of the origin and impact of bias in national genetic and genomic evaluations: the case of dairy sheep*. [Tese de mestrado, Universidade de Toulouse].

Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Longman Group, Harlow, Essex, UK.

Fantazi, K., Tolone, M., Amato, B., & Sahraoui, H. (2017). Characterization of morphological traits in Algerian indigenous goats by multivariate analysis. *Genetics and Biodiversity jornal*, 1(2), 20-30.

Fialho, J. (1995). *A Cabra Serpentina*. Ovinicultura e Caprinicultura. Recuperado de <https://www.ovinosecaprinos.com/bibliografia/fialho95.PDF>

Fonseca, A., Fernandes, L., Minhoto, M., Cachatra, A., Carreira, P., & Saraiva, V. (2018). *A produção de caprinos de raça Serpentina: Análise das explorações e dos produtores*. Repositório da Universidade de Évora.

Gabr, A., Farrag, F. H., & Ahmed, M. E. (2021). Relationship of production traits and udder morphometry with somatic cell count in Zaraibi goats. *Journal of Animal and Poultry Production*, 12(3), 57-66.

Gama, L. T. (2002). *Melhoramento genético animal*. Lisboa. Escolar editora. 306 pp.

Gemeda, A. E; Workalemahu, K. (2017). Body Weight and Scrotal-Testicular Biometry in Three Indigenous Breeds of Bucks in Arid and Semiarid Agroecologies, Ethiopia.

Hindawi Journal of Veterinary Medicine, 1, 5276106.
<https://doi.org/10.1155/2017/5276106>

Ginja, C., Cortés, O., & Gama, L. T (2018). Conservation of goat populations from Southwestern Europe based on molecular diversity criteria. In: S. Simões (Ed.), *Sustainable Goat Production in Adverse Environments*. Springer.

Hartley, H. O. & Rao, J. N. (1967). Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, 54(1-2), 93-108.

Henderson, C. R. (1973). Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, (issue Symposium), 10-41.

Hill, W. G. (2013). Heritability. In: *Brenner's Encyclopedia of Genetics*. Academic Press, pp. 485-487.

INE – Instituto Nacional de Estatística (2025). *Estatísticas Agrícolas 2025*. Lisboa: INE. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE

INIAV – Instituto Nacional de Estatística Agrária e Veterinária. (2019). *Relatório de atividades do setor caprino em Portugal*. Lisboa: INIAV

Johnson, D. L. & Thompson, R. (1995). Restricted maximum likelihood estimation of variance components for univariate animal models using sparse matrix techniques and average information. *Journal of Dairy Science*, 78(2), 449-456.

Júnior, A. A. N. M., Neto, A. C. A., Júnior, A. S., et al. (2011). Daily sperm production and testicular morphometry in goats according to external scrotal conformation. *Animal Reproduction Science*, 126(1-2), 64-69.

Júnior, A. A. N. M., Oliveira, L. S., Neto, A. C. A., Alves, F. R., Lima, A. K. F., & Silva, A. R. (2012). Spermatogenesis in goat with and without scrotum bipartition. *Animal Reproduction Science*, 132(1-2), 94-100.

Koyuncu, M; Uzun, K., Ozis, S. & Duro, S. (2005). Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age and body weight in growing Kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech Journal of Animal Science*, 50(6), 243–248

LaMotte, L. R. (1973). Quadratic estimation of variance components. *Biometrics*, 29, 311.

López, I. R. (2008). *Valoración morfológica lineal en ganado caprino lechero: cabra Murciano-Granadina*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Disponível em: <https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=6163&ALIAS=PUBT&IDADIC=1222&ARCHIVO=Texto+Completo+1+Valoraci%C3%B3n+morfol%C3%B3gica+en+gana>

do+caprino+lechero.+Cabra+murciano-granadina.pdf&RASTRO=c32\$m1259,20559

Manfredi, E., Pierce, A., Lahaye, P., & Bibé, B. (2001). Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. *Livestock Production Science*, 70(1-2), 183-189.

Marnet, P. G., Laurent, D., Michel, D. J., Thibault, L., & Rupp, R. (2024). High-precision scanning system for complete 3D goat udder and teat imaging, and analysis of morphological traits. *Small Ruminant Research*, 230, 107662. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107194>

McLaren, A., Mucha, S., Mrode, R., Coffey, M. & Conington, J. (2016). Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1438-1448.

Mebratie, W., Tekuar, S., Alemayehu, K. & Dessie T. (2022). Body weight and linear body measurements of indigenous goat population in Awi Zone, Amhara region, Ethiopia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 71, 89-97.

Miglior, F., Muir, B. L., & Van Doormaal, B. J., (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*, 88,1255-1263.

Milerski, M., Margetín, M., Capistrak, A., et al. (2006). Relationship between external and internal udder measurements and the linear scores for udder morphology traits in dairy sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 51(9), 383-390.

Mohamed, R. H, & Mohamed, R. S. (2023). Semen quality, testicular characteristic, biochemical profile and histopathology of testes of goats under heat stress conditions. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 69, 76-87.

Novatna, K., Svitáková, A., Rychtářová, J., & Fantová, M. (2018). Methodology of udder description and effect on somatic cell count in Czech With Shorthaired goat breed. *Medvědyňa Weterynaryjna*, 74(8), 508-512.

Oldenbroek, K. & van der Waaij, L. (2014). *Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc Students*. Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, University and Research Centre: Wageningen, The Netherlands. 262 pp

Osinowo, O. A., Abubakar, B. Y., & Akpa, G. N. (2017). Scrotal circumference as a predictor of testicular characteristics and sperm output in goats. *Nigerian Journal of Animal Science*, 19(1), 45-53.

Oyieng, E., et al. (2022). Genetic parameters and genetic trends for growth traits of the Red Maasai Sheep and its crosses to Dorper sheep under extensive production system in Kenya. *Small Ruminant Research*, 206, 106588.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106588>

Patterson, H. D. & Thompson, R. (1971). Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58(3), 545-554.

Pereira F. 2011. Novos produtos cárneos de ovinos e caprinos. Em: Teixeira A, editor. *Evolução recente dos sistemas de produção de pequenos ruminantes no sul de Portugal*; Reunião da SPOC; 25 de maio; Universidade de Évora. Santarém: SPOC. p. 3-17.

Portaria nº.618/2008, de 10 de julho. Diário da República, 1ª série, p.1234-1236. Recuperado de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/618-2008-456533>.

Quadros, D. G. (2018). *Cadeia produtiva da caprinocultura*. ResearchGate. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Danilo-Quadros/publication/358271669_Value_chains_of_sheep_and_goats_Cadeia_Produtiva_da_Ovinocultura_e_da_Caprinocultura_in_Portuguese/links/61f9af4d4393577abe06ceab/Value-chains-of-sheep-and-goats-Cadeia-Produtiva-da-Ovinocultura-e-da-Caprinocultura-in-Portuguese.pdf

Quintas, H., Margatho, H. Q; G., & Rodríguez-Estévez, V. (2020). Udder morphometry and its relationship with intramammary infections and somatic cell count in Serrana goats. *Animals*, 10(9), 1534.

Rao, C. R. (1971). Estimation of variance and covariance components—MINQUE theory. *Journal of Multivariate Analysis*, 1(3), 257-275.

Sadaña, B. H. A., Martínez, A. J. A., Rincónb, S. A. M., Vera, A. W., Arbiza, S. I. (2010). Applications of biotechnology and genomics in goats. *Small Ruminant Research*, 89(10), 81–90.

Salhab, S. A., Zarkawi, M., Wardeh, M., Al-Masri, M. R., & Kassem, R. (2001). Development of testicular dimensions and their relationship to age, body weight and semen characteristics in Damascus goats. *Small Ruminant Research*, 40(2), 187-191.

Sañudo, C. (2009). *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Sociedad Española de Zooetnólogos, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Searle, S. R. (1970). Large sample variances of maximum likelihood estimators of variance components using unbalanced data. *Biometrics*, 26:505.

Senczuk, G., Macrì, M., Di Civita, M., Mastrangelo, S., Fresno, M. del R., Capote, J., Pilla, F., Delgado, J. V., Amills, M., & Martínez, A. (2024). The demographic history and adaptation of Canarian goat breeds to environmental conditions through the use

of genome-wide SNP data. *Genetics Selection Evolution*, 56(1), 2.
<https://doi.org/10.1186/s12711-023-00869-0>

Singh, M. (2018). *evaluation of breeding soundness of Beetal bucks in relation to body morphometry and testicular conformation*. [Tese de Mestrado, College of Veterinary Science].

Thompson, R. (2008). Estimation of quantitative genetic parameters. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275 (1635), 679-686.

Thompson, R., Brotherstone, S. & White, I. M. (2005). Estimation of quantitative genetic parameters. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361 (1459), 1469-1477.

Vacca, G.M., Paschino, P., & Dettori, M. L. (2016). Environmental, morphological and productive characterization of Sardinian goats and use of latent explanatory factors for population analysis. *Journal of Animal Science*, 94(9), 3947-3958.

Visscher, P. M., Hill, W. G., & Wray, N. R (2008). Heritability in the genomics era – concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics*, 9(4), 255-266.

Wilham, R. L. (1972). The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Journal of Animal Science*, 35(6), 1288-1293.

Yang, R., Zhou, D., Tan, X., Zhao, Z., Lv, Y., Tian, X., Ren, L., Wang, Y., li, J., Zhao, Y., & Zhang, J. (2024). Genome-Wide Association Study of Body Conformation Traits in Tashi Goats (*Capra hircus*). *Animals*, 14(8), 1145. <https://doi.org/10.3390/ani14081145>.