

VIVIAN CRISTINA MENDES PRADO

Estudo morfofuncional dos cascos de caprinos

São Paulo

2023

VIVIAN CRISTINA MENDES PRADO

Estudo morfofuncional dos cascos de caprinos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Departamento:

Departamento de Cirurgia

Área de concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientador:

Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Junior

Coorientadora:

Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

4309
FMVZ

Prado, Vivian Cristina Mendes

Estudo morfofuncional dos cascos de caprinos / Vivian Cristina Mendes Prado. –
2023.
93 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2023.

Programa de Pós-Graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientador: Prof. Dr Eduardo Harry Birgel Junior.

Coorientadora: Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo.

1. Cabras. 2. Unhas. 3. Piso. 4. Morfometria. 5. Baropodometria. I. Título.



Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Influência do piso da instalação (terra, cimento e ripado de madeira) nas características morfofuncionais dos cascos de caprinos", protocolada sob o CEUA nº 8865210319 (ID 008280), sob a responsabilidade de **Eduardo Harry Birgel Junior e equipe; Vivian Cristina Mendes Prado** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 12/08/2020.

We certify that the proposal "Influence of the floor of the installation (earth, cement and wood slats) on the morphofunctional characteristics of goat hooves", utilizing 39 Caprines (39 females), protocol number CEUA 8865210319 (ID 008280), under the responsibility of **Eduardo Harry Birgel Junior and team; Vivian Cristina Mendes Prado** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 08/12/2020.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **09/2020** a **08/2022**

Área: **Anatomia dos Animais Domésticos E Silvestres**

Origem:	Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	12
Espécie:	Caprinos			Peso:	20 a 70 kg		
Linhagem:	Saanen						
Origem:	Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	12
Espécie:	Caprinos			Peso:	20 a 70 kg		
Linhagem:	Saanen						
Origem:	Não aplicável biotério	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	15
Espécie:	Caprinos			Peso:	20 a 70 kg		
Linhagem:	Saanen						

Local do experimento: O estudo ocorrerá dentro do Campus Fernando Costa no município de Pirassununga, estado de São Paulo no Biotério de Pesquisa em Doenças dos Ruminantes do Departamento de Medicina Veterinária da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP) e no Setor de Caprinocultura da Prefeitura do Campus Fernando Costa.

São Paulo, 12 de agosto de 2020

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna

Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Camilla Mota Mendes

Vice-Coordenador

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Influência do piso da instalação (terra, cimento e ripado de madeira) nas características morfofuncionais dos cascos de caprinos", protocolada sob o CEUA nº 5542160120 (ID 001507), sob a responsabilidade de **Eduardo Harry Birgel Junior e equipe; Vivian Cristina Mendes Prado** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP (CEUA/FZEA) na reunião de 02/07/2020.

We certify that the proposal "Influence of the floor of the installation (earth, cement and wood slats) on the morphofunctional characteristics of goat hooves", utilizing 39 Caprines (39 females), protocol number CEUA 5542160120 (ID 001507), under the responsibility of **Eduardo Harry Birgel Junior and team; Vivian Cristina Mendes Prado** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Animal Science and Food Engineering - (São Paulo University) (CEUA/FZEA) in the meeting of 07/02/2020.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de 09/2020 a 08/2022 Área: Medicina Veterinária

Origem:	Setor de Ruminantes da Unidade Didática Clínico-Hospitalar						
Espécie:	Caprinos	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	15
Linhagem:	Saanen			Peso:	20 a 70 kg		
Origem:	Prefeitura do Campus da FZEA da USP						
Espécie:	Caprinos	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	12
Linhagem:	Saanen			Peso:	20 a 70 kg		
Origem:	Prefeitura do Campus da FZEA da USP						
Espécie:	Caprinos	sexo:	Fêmeas	idade:	12 a 120 meses	N:	12
Linhagem:	Saanen			Peso:	20 a 70 kg		

Local do experimento: O estudo ocorrerá dentro do Campus Fernando Costa no município de Pirassununga, estado de São Paulo no Biotério de Pesquisa em Doenças de Ruminantes do Departamento de Medicina Veterinária da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP) e no Setor de Caprinocultura da Prefeitura do Campus Fernando Costa.

Pirassununga, 02 de julho de 2020

Profa. Dra. Cristiane Gonçalves Titto
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

Profa. Dra. Daniele dos Santos Martins
Vice-Coodenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PRADO, Vivian Cristina Mendes

Título: **Estudo morfofuncional dos cascos de caprinos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

RESUMO

PRADO, V.C.M. **Estudo morfofuncional dos cascos de caprinos**. 2023. 93 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O crescimento desordenado dos cascos de caprinos, influenciado pelo tipo de ambiente e manejo a que são submetidos, os predispõe a alterações que podem levar a perdas produtivas. Sabendo da importância da saúde dos cascos dos caprinos, e da necessidade de se avançar nas pesquisas sobre o assunto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações morfofuncionais dos cascos de caprinos após sua apara corretiva, comparando as diferenças entre cada tipo de casco (laterais e mediais anteriores e posteriores), e entre os cascos expostos a diferentes tipos de piso (terra e madeira). Além disso, foram estudados os efeitos dos métodos de aparas corretivas (tesoura e lixadeira elétrica), podendo assim conhecer suas especificidades, visando adequar o manejo dentro das propriedades. Para isso, foram utilizadas 33 cabras da raça Saanen, divididas em três grupos alocados em baias com pisos diferentes durante seis meses e periodicamente eram coletados dados morfométricos, mensurados crescimento, desgaste, dureza, avaliada conformação e realizados exames de baropodometria dos cascos destes animais. Os animais com maior excedente córneo dos cascos após o período experimental, foram avaliados de forma seriada a cada etapa de sua apara corretiva utilizando diferentes ferramentas. Os dados coletados foram analisados através do software Statistical Analysis System versão 9.4, comparando os diferentes tipos de cascos em cada um dos meses, e verificando a interação entre cascos expostos aos dois tipos de piso e o tempo, além de observar a diferença entre cascos antes e após cada etapa das aparas corretivas. Os resultados mostram que os aspectos morfofuncionais dos cascos de caprinos são diferentes entre si, sendo que os de membros posteriores se tornam alongados, com reduzido ângulo de pinça e frequentemente deformados, enquanto os anteriores são maiores do que os posteriores na maioria dos parâmetros avaliados, tendo ponto de pressão máxima frequentemente localizado em região de pinça, e tendo os cascos mediais anteriores os maiores valores de pressão média e máxima ao longo dos meses. Ao se analisar o efeito da exposição dos cascos a diferentes tipos de pisos, vê-se que os cascos se tornaram mais alongados e deformados quando expostos a piso de terra e parecem sofrer maior influência da umidade, capaz de reduzir sua dureza, aumentar o contato da sola de seus cascos e a exposição a piso de madeira

por sua vez, alterou o local do centro de equilíbrio dos membros. A apara corretiva dos cascos com deformações severas foi mais eficaz quando se fez o uso de lixadeira elétrica após o uso da tesoura de casco, melhorando a distribuição de pressão máxima nos mesmos, ao transferi-las do talão para pinça dos cascos, além de reduzir o comprimento de talão e largura dos cascos o que pode estar relacionado com a redução da frequência de cascos deformados além do que a tesoura é capaz.

Palavras-chave: Cabras. Unhas. Piso. Morfometria. Baropodometria.

ABSTRACT

PRADO, V.C.M. **Morphofunctional study of goat's claws**. 2023. 93 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

The disorderly growth of goats' claws, influenced by the type of environment and management to which they are submitted, predisposes them to alterations that can lead to productive losses. Knowing the importance of the health of goats' claws, and the need to advance in research on the subject, the objective of this work was to evaluate the morphofunctional alterations of goats' claws after corrective trimming, comparing the differences between each type of claw (lateral and medial, fore and hind), and between claws exposed to different types of flooring (earth and wood). In addition, the effects of corrective trimming methods (scissors and angle grinder) were studied, thus being able to know their specificities, aiming to adapt the management within the properties. For this, 33 Saanen goats were used, divided into three groups allocated in stalls with different floors for six months and periodically morphometric data were collected, growth, wear, hardness were measured, conformation was evaluated and baropodometry examinations were performed on the claws of these animals. The animals with the highest claw horn excess after the experimental period were serially evaluated at each stage of their corrective trimming using different tools. The collected data were analyzed using the Statistical Analysis System version 9.4 software, comparing the different types of claws in each of the months, and verifying the interaction between claws exposed to the two types of floor and time, in addition to observing the difference between claws before and after each step of corrective trimmings. The results show that the morphofunctional aspects of the claws of goats are different from each other, with the claws of hind limbs becoming elongated, with a reduced toe angle and often deformed, while the claws of front limbs are larger in most of the evaluated parameters, having a point of maximum pressure often located in the toe region, and the medial claws of forelimbs having the highest mean and maximum pressure values over the months. When analyzing the effect of exposing the claws to different types of floors, it can be seen that the claws become more elongated and deformed when exposed to earth and seem to be more influenced by humidity, which is capable of reducing their hardness, increasing contact from the soles of their claws and exposure to wooden floors, in turn, altered the location of the limbs' center of balance. Corrective trimming of severely deformed claws was more effective when an

angle grinder was used after using the hoof scissors, improving the maximum pressure distribution on the claws by transferring them from the heel of the claw to its toe, in addition to reducing the heel length and width of the claws which may be related to the reduction in the frequency of deformed claws beyond what the scissor is capable of.

Keywords: Goats. Claws. Floor. Morphometry. Baropodometry

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	133
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	135
3	DESCRIÇÃO DOS ARTIGOS.....	138
4	EFFECT OF TRIMMING OF OVERGROWN AND DEFORMED CLAWS IN GOATS ON MORPHOMETRIC MEASUREMENTS	139
4.1	INTRODUÇÃO	139
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.2.1	Morphometry.....	21
4.2.2	Images	21
4.2.3	Baropodometry.....	21
4.2.4	Statistical analysis	1322
4.3	RESULTS.....	1323
4.4	DISCUSSION	24
	REFERENCES	1325
5	ANÁLISE DAS DIFERENÇAS MORFOFUNCIONAIS ENTRE CASCOS DE CAPRINOS AO LONGO DE SEIS MESES APÓS SUA APARA CORRETIVA	27
5.1	INTRODUÇÃO	1328
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
5.2.1	Morfometria.....	1329
5.2.2	Crescimento e desgaste dorsal.....	1330
5.2.3	Baropodometria.....	30
5.2.4	Deformação.....	32
5.2.5	Dureza.....	33
5.2.6	Análise estatística	33
5.3	RESULTADOS	34
5.4	DISCUSSÃO	1340
5.5	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO A.....	1349

6	INFLUÊNCIA DO PISO DA INSTALAÇÃO (RIPADO DE MADEIRA OU TERRA BATIDA) NAS CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONAIS DOS CASCOS DE CAPRINOS DA RAÇA SAANEN.....	58
6.1	INTRODUÇÃO	59
6.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
6.2.1	Caracterização dos pisos	61
6.2.2	Morfometria.....	13
6.2.3	Crescimento e desgaste	13
6.2.4	Baropodometria.....	64
6.2.4	Deformação.....	65
6.2.4	Dureza.....	65
6.2.4	Análise estatística	65
6.3	RESULTADOS	66
6.4	DISCUSSÃO	1375
6.5	CONCLUSÃO.....	1378
	REFERÊNCIAS	1379
	ANEXO B.....	1384
7	CONCLUSÕES	13
	REFERÊNCIAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

A cabra, animal que prospera mesmo em condições inóspitas ao desenvolvimento da maioria das espécies domésticas (ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019), possui cascos resistentes à exposição a solos úngremes, pedregosos e secos (GUY STRAUS, 1987; RIBEIRO, 1997; ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019). Quando confinadas, portanto, as cabras tendem a sofrer com a falta de acesso a solos abrasivos que desgastem seus cascos, ocasionando um acúmulo de tecido córneo (CHRISTODOULOPOULOS, 2009; DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; SAILER et al., 2021), que influencia negativamente seu bem-estar (ANZUINO et al., 2010; BATTINI et al., 2015; CAN et al., 2016) e sua produtividade, podendo refletir em perdas econômicas ao criador (EZE, 2002; PUGH, 2005).

A dinâmica de crescimento dos cascos, porém, não ocorre de maneira uniforme, sendo mais pronunciado o crescimento em paredes abaxiais do que nas demais porções dos cascos de caprinos e ovinos (AZARPAJOUH et al., 2018; SAILER et al., 2021), e alterações de conformação são mais frequentes em cascos de membros posteriores (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014; CANOTILHO, 2018; DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; PRADO et al., 2022; SAILER et al., 2021) muitas vezes determinando alterações na distribuição de pressão nas suas estruturas (HILL et al., 1997).

Mais estudos sobre instalações e manejos indicados a criações comerciais de cabras são necessários, já que se pode promover melhorias no bem-estar das cabras, sem prejudicar eficiência produtiva das criações modernas (ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019). Além disso, especialmente em rebanhos caprinos confinados, o corte periódico das unhas deve ser realizado (BATTINI et al., 2014; CHRISTODOULOPOULOS, 2009; DEEMING et al., 2022), sendo tesouras de casco e lixadeiras elétricas algumas das ferramentas comumente utilizadas neste processo (SAILER et al., 2021).

Apesar de muitos criadores ainda se absterem de realizar cuidados adequados com os cascos de seus animais (AGUIAR et al., 2011; ARUN, 2015; BOZ, 2015; HEMPSTEAD et al., 2021; HILL et al., 1997; MORDIA et al., 2018), considera-se que os procedimentos de apara do casco, bem como o ambiente adequado são de grande importância para a manutenção da saúde dos cascos dos caprinos e o estudo sobre os cascos das cabras resulta em benefícios diretos aos animais (SAILER et al., 2021).

Devido ao fato das pesquisas sobre a saúde do casco de caprinos ser, ainda, relativamente escassa se comparada a bovinos e ovinos (DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016) é mostrada a importância de se avançar nos estudos sobre o instalações, manejo e saúde dos cascos em caprinos.

O objetivo deste trabalho foi detalhar as diferenças morfométricas, baropodométricas, de crescimento e desgaste e dureza entre os diferentes tipos de cascos de caprinos, além de avaliar os efeitos da exposição a dois tipos de piso (madeira ou terra) sobre estes parâmetros dos cascos. O estudo também visou estudar o efeito de diferentes métodos de aparas corretivas, podendo assim conhecer as especificidades dos cascos dos caprinos, visando adequar seu manejo dentro das propriedades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os cascos de caprinos são capazes de preservar sua função adequada mesmo diante de irregularidades dos pisos (TIAN et al., 2019) como solos íngremes, pedregosos e secos (GUY STRAUS, 1987; RIBEIRO, 1997; ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019). Quando confinadas, porém, as cabras tendem a sofrer com o acúmulo de tecido córneo de seus cascos ocasionado pela falta de desgaste em solos abrasivos (CHRISTODOULOPOULOS, 2009; DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; SAILER et al., 2021).

O crescimento desregulado dos cascos de animais confinados torna-se então um problema comum, afetando mais da metade dos animais dentro dos rebanhos (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014; ANZUINO et al., 2010; HEMPSTEAD et al., 2021; HILL et al., 1997). O crescimento excessivo e a claudicação associada (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; CHRISTODOULOPOULOS, 2009) são fatores considerados de grande importância ao bem-estar das cabras (ANZUINO et al., 2010; BATTINI et al., 2015; CAN et al., 2016) que afetam a produtividade animal, podendo refletir em perdas econômicas ao produtor (EZE, 2002; PUGH, 2005).

Mais estudos sobre instalações e manejos indicados a criações comerciais de cabras são necessários, já que se podem promover melhorias no bem-estar dos animais, sem prejudicar a eficiência produtiva das criações modernas (ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019). A escolha do piso utilizado nas instalações pode, por exemplo, minimizar a fragilização do tecido córneo dos cascos por exposição à umidade (BERGSTEN, 2001; CHRISTODOULOPOULOS, 2009; EZE, 2002), como é o caso de baias elevadas, com piso de ripas de madeira espaçadas que permitem que os animais fiquem distantes do solo e dos dejetos (SANDOVAL JR et al., 2011). Instalações com piso de terra batida, por sua vez, tem baixo custo de implantação, e são preferencialmente utilizadas em regiões de clima seco (RIBEIRO, 1997; SANDOVAL JR et al., 2011).

Atenção deve ser dada à dinâmica de crescimento dos cascos destes animais, que não ocorre de maneira uniforme, sendo mais pronunciado o crescimento em paredes abaxiais do que nas demais porções dos cascos de caprinos e ovinos, podendo o tecido córneo dobrar-se sob a sola (AZARPAJOUH et al., 2018; SAILER et al., 2021). Alterações de conformação são mais frequentes em cascos de membros posteriores (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014; CANOTILHO, 2018; DEEMING et al.,

2022; HILL et al., 1997; PRADO et al., 2022; SAILER et al., 2021) enquanto cascos anteriores tendem a ser maiores (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016; PRADO et al., 2022; SAILER et al., 2021), contribuindo a sua maior resistência aos impactos e pressões sofridos (NUSS; SAUTER-LOUIS; SIGMUND, 2011).

O grau de excedente córneo na região dorsal do casco serve de parâmetro para classificação de sua deformação (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019), o que muitas vezes está associado a alterações na distribuição de pressão nas suas estruturas, como no caso de cascos “achinelados”, termo que caracteriza a distribuição alterada da pressão nos cascos dos caprinos, com sobrecarga dos talões (HILL et al., 1997). A maioria dos estudos de distribuição de pressão nos cascos de ruminantes foi feita usando técnicas de baropodometria em bovinos e ovinos (CARVALHO et al., 2006; FERRER; RAMOS, 2016; NUSS; MÜLLER; WIESTNER, 2019; OEHME et al., 2018; TELEZHENKO et al., 2008), sendo conhecido que a pressão não é distribuída igualmente entre os cascos de bovinos, ou entre suas regiões (MUGGLI et al., 2011; NUSS; HAESSIG; MUELLER, 2020; VAN DER TOL et al., 2002, 2004), e que, em ovinos, a pressão é depositada principalmente em suas paredes e talões (FERRER; RAMOS, 2016).

A má conformação dos cascos pode levar não apenas a limitações mecânicas do movimento, mas também a processos inflamatórios que causam dor, e, visando a correção destes desequilíbrios (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014), especialmente em rebanhos caprinos confinados, o corte periódico das unhas deve ser realizado (BATTINI et al., 2014; CHRISTODOULOPOULOS, 2009; DEEMING et al., 2022). Para tanto, algumas das ferramentas comumente utilizadas nas aparas corretivas de cascos caprinos, estão as tesouras de casco e lixadeiras elétricas (SAILER et al., 2021).

A tesoura é uma ferramenta facilmente adquirida e manuseada, que deve ser mantida afiada e utilizada com prudência a fim de se realizar aparas adequadas (BRANDÃO, 2020). A lixadeira elétrica por sua vez, pode ser utilizada em aparas mais precisas das superfícies das unhas de caprinos (KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016) e, em bovinos, de acordo com VAN AMSTEL e SHEARER (2006), remover tecido córneo excessivamente rígido e deformado, lembrando sempre dos cuidados necessários para se evitar lesões aos animais, por abrasão excessiva ou superaquecimento das estruturas do casco (BLOWEY, 1998; FERRER; RAMOS, 2016).

Sabendo da importância da saúde dos cascos dos caprinos, e considerando que o estudo sobre os cascos das cabras resulta em benefícios diretos aos animais (SAILER et al., 2021), apesar de muitos criadores ainda se absterem de realizar cuidados adequados com os cascos de seus animais (AGUIAR et al., 2011; ARUN, 2015; BOZ, 2015; HEMPSTEAD et al., 2021; HILL et al., 1997; MORDIA et al., 2018), é mostrada a importância de se avançar nas pesquisas sobre o assunto, que parece ainda ser escassa se comparada as demais espécies domésticas (DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016).

3 DESCRIÇÃO DOS ARTIGOS

Esta tese será apresentada na forma de artigos. O primeiro artigo, intitulado “Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements” foi publicado na revista Veterinary Research Communications, no ano de 2022, doi <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09890-y>

O segundo artigo, com o título “Análise das diferenças morfofuncionais entre unhas de caprinos ao longo de seis meses após sua apara corretiva”, será submetido para a revista Small Ruminant Research. Após a defesa e devidas correções o artigo colocado no formato da revista, traduzido e então submetido.

O artigo três, “Influência do piso da instalação (ripado de madeira ou terra batida) nas características morfofuncionais dos cascos de caprinos da raça Saanen” será submetido para a revista Veterinary Research Communications. Após a defesa e devidas correções o artigo colocado no formato da revista, traduzido e então submetido.

4 EFFECT OF TRIMMING OF OVERGROWN AND DEFORMED CLAWS IN GOATS ON MORPHOMETRIC MEASUREMENTS ¹

Veterinary Research Communications (2022) 46:947–954
<https://doi.org/10.1007/s11259-022-09890-y>

SHORT COMMUNICATION



Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements

Vivian Cristina Mendes Prado¹ · Juscelio Bassoto Filho² · Melina Marie Yasuoka³ · Rudiger Daniel Ollhoff⁴ · Sarita Bonagurio Gallo⁵ · Eduardo Harry Birgel Junior^{1,2}

Received: 16 July 2021 / Accepted: 18 January 2022 / Published online: 20 January 2022
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022

Abstract

Reduced welfare and productivity of dairy goats have often been associated with poor claw health, especially conditions such as claw overgrowth and deformations. It is known that periodic claw trimmings have prophylactic and therapeutic effects on these problems, and this study aimed to evaluate if the additional use of an angle grinder to finish trimming overgrown and deformed goat claws, after the usual trimming using hoof shears, could provide further changes in these claws. For this, twelve Saanen goats (57.29 ± 11.15 kg of body weight, 3.08 ± 1.78 years old) were selected by presence of severe claw overgrowth, and absence of claw alterations of other nature. Their claws were trimmed in two steps, first using hoof shears and then using an angle grinder. Morphometric, baropodometric, and conformational aspects of all claws were assessed before claw trimming and after each trimming step. To analyse the effects of the trimming steps in each claw, the Tukey's test was used on parametric data, with 5% probability, and descriptive statistics were used on non-parametric data. Although this is a small pilot study, results suggest that using an angle grinder after the use of hoof shears, could further reduce heel length and sole width of claws, as well as reduce the number of deformed claws. The incorporation of the second trimming tool, could also further increase the frequency with which the point of maximum pressure was found in the toes, rather than in the heels of the claws as seen in deformed claws.

Keywords Claws · Overgrowth · Deformations · Angle grinder · Baropodometry · Morphometry

Introduction

Goat claws are adapted to resist constant wear over hard, steep and dry ground (Zobel et al. 2019) and, when raised in farms, overgrown claws become a common problem, affecting more than half of animals within herds as shown in many different studies (Hill et al. 1997; Anzuino et al. 2010; Ajuda et al. 2014; Hempstead et al. 2021). Lack of trimming is one of the predisposing factors for this condition, which is known to be highly associated with lameness (Hill et al. 1997; Eze 2002; Ajuda et al. 2019; Deeming et al. 2019; Anzuino et al. 2010), impacting goats welfare (Anzuino et al. 2010; Battini et al. 2015; Can et al. 2016), and production (Eze 2002). Therefore, especially in confined goat herds, periodic claw trimming should be performed over two times a year (Battini et al. 2014; Christodouloupolos 2009) to rectify claw imbalances, reduce deformations and minimize possible inflammatory claw conditions associated with overgrowth (Ajuda et al. 2014).

✉ Vivian Cristina Mendes Prado
vivian.cmprado@gmail.com

¹ Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Surgery, University of Sao Paulo, São Paulo, SP, Brazil

² Faculty of Animal Science and Food Engineering, Department of Veterinary Medicine, University of Sao Paulo, Pirassununga, SP, Brazil

³ Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Medicine, Anhembí Morumbi University – Laureate International Universities, São Paulo, SP, Brazil

⁴ School of Life Science, Graduate Program in Animal Science, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brazil

⁵ Faculty of Animal Science and Food Engineering, Department of Animal Science, University of Sao Paulo, Pirassununga, SP, Brazil

¹ The Version of Record is available online at PRADO, V. C. M. et al. Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. *Veterinary Research Communications*, n. 0123456789, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11259-022-09890-y>.¹

Slipped foot, a condition characterized by altered pressure distribution on goats' claws, with overburden of its heels (Hill et al. 1997), is a kind of deformation associated with claw overgrowth (Ajuda et al. 2014, 2019). Most studies of claw pressure distribution were made using baropodometry technics in cattle and sheep (Carvalho et al. 2006; Telezhenko et al. 2008; Oehme et al. 2018; Nuss et al. 2019; Ferrer and Ramos 2016), but not yet in goats. It is well known, in cattle, that pressure is not equally distributed between claws or regions of claws (Van Der Tol 2002), and in sheep, pressure is mainly deposited on its walls and heels (Ferrer and Ramos 2016). The classical Dutch trimming method foresees these claw imbalances, and aims to prevent or correct it in cows.

A normal claw morphometry of Saanen goats, according to Koluan and Göncü (2016), has length of dorsal wall, length of claw, claw width and dorsal angle from forelimbs respectively equal 3.9 cm, 5.8 cm, 2.0 and 59.6°, and of hindlimbs equal 3.7 cm, 5.3 cm, 1.7 cm, 58.7°. Other researchers show different values for some of these measurements (Arun 2015; Ajuda et al. 2019).

For goats, claws with a wall overgrowth of more than 2.5 cm can be considered severe, according to Anzuino et al. (2010), and one of the most popular tools used for trimming this exceeding horn tissue, are hoof shears (Smith and Sherman 2009). This tool can easily be purchased and handled, but should be kept sharp, and the handler should be trained to trim the claws without causing injuries (Brandão 2020). Attention to the equipment and the technique is also important when using angle grinders to sand claws, causing no injuries to the animals, due to excessive abrasion or overheating of structures, when handled by a trained person (Blowey 1998; Ferrer and Ramos 2016).

In sheep, angle grinders are used to speed the process of hoof care, specially when dealing with a great number of animals (Ferrer and Ramos 2016). The angle grinder can also be used to perform more precise paring of claw surfaces in goats (Koluan and Göncü 2016), and according to van Amstel and Shearer (2006), cattle claws with excessively rigid and deformed horn tissue, can benefit from the progressive sand of these structures through the use of an

angle grinder. Such applications of the angle grinder could be further explored on goats claws.

Considering that claw overgrowth affect great percentage of goats, specially on large farms (Can et al. 2016) and that many farmers still refrain from performing adequate claw care (Mordia et al. 2018; Boz 2015; Aguiar et al. 2011; Arun 2015; Hill et al. 1997; Hempstead et al. 2021), the importance of further exploring new and effective claw trimming techniques, is shown. The lack of informations about claw conformation and lesions in goats are also significant, if compared to other domestic species (Deeming et al. 2019; Hill et al. 1997), therefore, this study aimed to evaluate if the additional use of an angle grinder to finish trimming overgrown and deformed goat's claws, after the traditional trimming using hoof shears, could provide further morphometric, conformational and baropodometric claw changes.

Materials and methods

The experimental procedures were approved by the Ethic Committee on Animal Use of the Faculty of Animal Science and Food Engineering—University of Sao Paulo. In this study, twelve non lactating female Saanen goats (mean \pm SD, 57.29 \pm 11 kg body weight, age 3.08 \pm 1.7 years), from the herd of the Faculty of Animal Science and Food Engineering at the University of Sao Paulo, were used. These animals were selected by presence of severe claw overgrowth according to Anzuino et al. (2010), having over 2.5 cm of exceeding horn tissue, and absence of claw alterations of other nature, such as infectious claw disease. The animals were kept in the same stall with a concrete floor, without bedding, in an area of 50m² and their diet consisted of corn silage and water ad libitum, balanced feed for goats in maintenance, and mineral salt for goats.

Claw trimming was performed twice a year in these animals and in the autumn, at the time of the experiment, six months after the last trimming, their claws were submitted to a two step trimming process by an experienced veterinarian. For the first step, a pair of hoof shears for small ruminants were used (Fig. 1a) and, for the second step, an angle grinder from SKIL™, model 9002, 650 W and 10.000 rpm (Fig. 1b),

Fig. 1 Tools used for the two step claw trimming: (a) hoof shears for small ruminants; (b) angle grinder (c) sanding flap disc



equipped with sanding flap disc from *Lotus*TM, model 4026, with nylon resin and zirconia alumina, 40-Grit, 114.3 mm diameter was used, enabling refinement and finishing of the claw trimming (Fig. 1c).

The first step, trimming with hoof shears, consisted of paring the excess horn tissue from abaxial and axial walls of the claw, that often were folded, and from the heels of the claws as necessary to assure the line of the claw bearing surface was parallel to the coronary band. The second step, refinement of the trimming using an angle grinder with a sanding disc, initially aimed to correct possible irregularities in the leveling of the bearing surface of walls, sole and heel, then it was used to shape the axial region of the heel and wall, where much keratinized tissue folds itself specially when the claw is axially rotated and, finally, to straighten the surface of the abaxial walls. Both trimming steps were performed with the animal in lateral recumbency that was placed on a mat and restrained by an assistant, allowing the tool operator to adequately shape the claw horn. In neither step of the trimming process the animals showed lameness, as confirmed by assessment of locomotion score proposed by Anzuino et al. (2010). The hardness of wall horn measured by a type D Shore Durometer from *Teclock*TM, and sole thickness assessed by digital sole compression, had no important changes in their values, suggesting adequate preservation of the claw structure.

During the experiment, all 96 claws of the 12 selected goats were analysed, and data were collected three times by the same person: before claw trimming; after trimming with hoof shears; after use of the angle grinder for refinement and finishing of the first trimming step.

Morphometry

Using an electronic digital caliper from *MTX*TM, model 316,119, with maximum permissible error of 0.02 mm, each claw of the selected goats was systematically measured three times: before claw trimming; after trimming with hoof shears; after use of the angle grinder for refinement

and finishing of the first trimming step. The collected data were: dorsal length (distance from the most dorsal point of the coronary band to the tip of the toe), sole length (distance from the most caudal point of the heel, to the tip of the toe), heel length (distance from the most caudal point of the coronary band to the most caudal point of the heel) and sole width (distance between the axial and abaxial walls of the claw, at its widest point) (Fig. 2).

Images

Images obtained from the dorsal, lateral, and palmar/plantar aspect of each claw of the goats standing still and supporting its weight on the four limbs, allowed further assessment of the claws before trimming, after trimming with hoof shears, and after use of the angle grinder for refinement and finishing of the first trimming step. The software used to process and analyse the images was *Fiji/ImageJ* (Schindelin et al., 2012) which enabled measurement of additional morphometric traits: claw angles (Fig. 3a), and sole areas. The actual sole areas of the claws were measured by positioning a tape on the hands that held the claws at the time of the image capture, to provide a reference, with known width, to the conversion of pixel values in the image, to centimeters (Fig. 3b; 3c). Classification of claw deformation was also performed through image analysis, being identified as deformed claws, the ones who were rotated or had lost its natural triangular form, as described by Ajuda et al. (2019).

Baropodometry

Static baropodometric examination of goats' footprints determines the pressure applied by each individual point of the claws over the ground and allows the localization of the point of maximum pressure. With this intent, a *Baroscan*TM baropodometry platform from *Podotech*TM, with 4096 pressure sensors and an active area of 2500 cm², and its *Barosys*TM software version 1.6 beta, were used in this study.

Fig. 2 Image adapted from Vermont and Greenough (1995), (a) lateral view of the hoof and (b) palmar/plantar view of the hooves; showing morphometric regions of interest. A = dorsal length; B = sole length; C = heel length; D = sole width

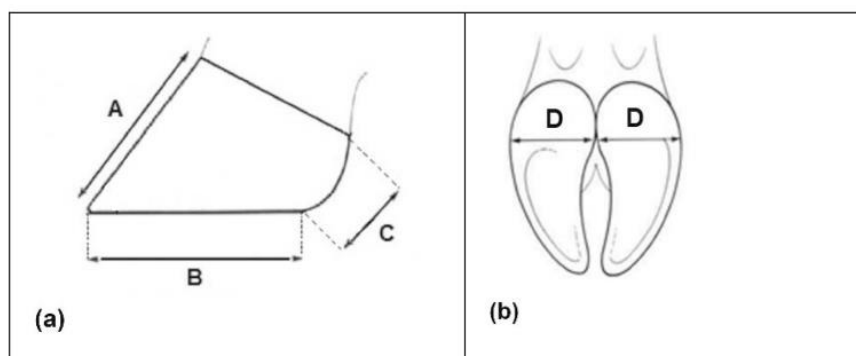




Fig. 3 Using the software *Fiji/ImageJ* (Schindelin et al., 2012), (a) the angle of the claw was measured using the *Angle Tool* that marked the required angle (red lines in the image), after three points were selected, providing its value in degrees, in the bottom box of the image. (b) To measure sole areas in cm^2 , through its photographs, the conversion rate from pixels to centimeters was established first. For this, the known width of a tape (1 cm) was selected in the image

(red line over the blue tape) using the *Straight Line Selection Tool* of the software. With this information, it was possible to use of the “set scale” option (shown in the box aside) to calculate the required pixel/cm ratio. (c) The measurement of sole areas (area within drawn red borders), where then possible using the *Freehand Selection Tool*, giving its values, in cm^2 , in the box aside

Examinations were performed in each animal by placing its fore limbs over the platform, until balanced and still to allow the software to process baropodometric records with acquisition frequency of 500 Hz, during 5 s. The same procedure was repeated for hind limbs. All animals were examined before trimming, after trimming with hoof shears, and after use of the angle grinder for refinement and finishing of the first trimming step.

The location of the maximum pressure point of each claw was determined first by measuring the longitudinal axis of their footprint through the software, then subdividing this axis into three equidistant segments (anterior/toe, middle/sole center, and posterior/heel), separated by imaginary transversal lines. This process allowed settlement of the point of maximum pressure in one of the three claw regions (Fig. 4).

Statistical analysis

Statistical analysis were performed to evaluate if additional use of an angle grinder to finish trimming overgrown and deformed goat's claws, after the traditional trimming using hoof shears, could provide further claw changes. For this, all 96 claws from the 12 selected goats were assessed. To analyse parametric data, represented by the morphometric traits in this study (dorsal length, sole area, claw angle, sole

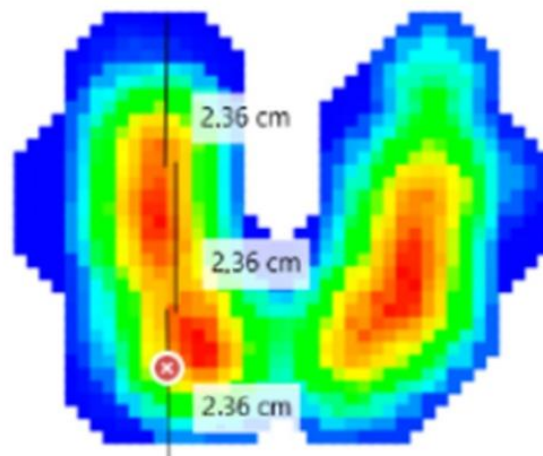


Fig. 4 In this baropodometric image of lateral and medial claws, the one on the left (lateral) had its longitudinal axis subdivided into three thirds (2.36 cm each) in order to determine in which one of the three specific regions, is located the point of maximum pressure of the claw (“X” within the red dot)

length, sole width and heel length), the claws were subdivided into four types: lateral claws of fore limbs; medial claws of fore limbs; lateral claws of hind limbs, and medial

claws of hind limbs. To analyse non-parametric data (deformation and location of the maximum pressure point), the claws were not subdivided.

The parametric analysis were performed through the computer program *Statistical Analysis System (SAS version 9.3)*, testing for normality using the Shapiro–Wilk test, the Proc GLM, Tukey test with 5% as significant level, to compare the morphometric traits of each type of claw before and after every step of the trimming process. For non-parametric analysis, the comparison of claws before and after each step of the trimming process was performed using descriptive statistics.

Results

Claw trimming using hoof shears created a significant decrease in dorsal length of lateral claws of fore limbs ($P < 0.0001$), medial claws of fore limbs ($P = 0.0005$), and lateral and medial claws of hind limbs ($P < 0.0001$) and also in the sole area of all assessed claws ($P < 0.0001$); the additional use of the angle grinder after the trimming with hoof shears, in turn, did not amplify these changes. Claw angle values were increased in lateral claws of fore limbs ($P = 0.0116$), medial claws of fore limbs ($P = 0.0009$) and lateral and medial claws of hind limbs ($P < 0.0001$) after trimming with hoof shears but remained unchanged with the additional use of the angle grinder.

None of claw interventions affected sole length values of lateral claws of fore limbs ($P = 0.5931$) and medial claws of fore limbs ($P = 0.1833$), but in lateral and medial claws of hind limbs, the trimming using hoof shears significantly reduced it ($P < 0.0001$), while additional use of the angle grinder after the hoof shears, did not cause further changes in these values. The hoof shears did not influence sole width of the claws or its heel length; however, additional use of the angle grinder after the hoof shears, was effective in reducing sole width in lateral claws of fore limbs ($P = 0.0010$), lateral claws of hind limbs ($P = 0.0767$), medial claws of hind limbs ($P = 0.0024$) and reduce heel length on lateral claws of fore limbs ($P < 0.0001$) medial claws of fore limbs ($P = 0.0002$), lateral claws of hind limbs ($P < 0.0001$) and medial claws of hind limbs ($P = 0.0006$) (Table 1).

The percentage of deformed claws was reduced from 84.37% (81/96) to 42.71% (41/96) after claw trimming using hoof shears and to 16.67% (16/96) after additional use of the angle grinder to refine and finish the first claw trimming. Regarding the distribution of the maximum pressure points in claw regions during the claw trimming process, initially, before any claw intervention, the heel was the region that most frequently received the maximum pressure point, with 61.46% (59/96) of the claws showing maximum pressure points in this region. After claw trimming using hoof shears, only 43.75% (42/96) of the claws had maximum pressure points on the heels and, conversely, the number of claws with maximum pressure points found on the toe rose from 20.83% (20/96) to 31.25% (30/96). A greater increase in

Table 1 Measurements of each claw of fore and hind limbs along the steps of the trimming process (means \pm SE)

Claw	Step	Dorsal Length (cm)	Sole Area (cm ²)	Claw Angle (Degrees)	Sole Length (cm)	Sole Width (cm)	Heel Length (cm)
FL	BT	4.62 ^a \pm 0.25	9.89 ^a \pm 0.47	57.61 ^b \pm 2.51	5.22 ^a \pm 0.21	2.49 ^a \pm 0.06	3.75 ^a \pm 0.09
	HS	3.51 ^b \pm 0.11	7.58 ^b \pm 0.30	66.35 ^a \pm 2.19	5.02 ^a \pm 0.07	2.53 ^a \pm 0.05	3.60 ^a \pm 0.09
	AG	3.35 ^b \pm 0.10	6.45 ^b \pm 0.18	65.09 ^a \pm 1.72	5.12 ^a \pm 0.08	2.25 ^b \pm 0.04	3.04 ^b \pm 0.08
<i>P-value</i>		<0.0001	<0.0001	0.0116	0.5931	0.0010	<0.0001
FM	BT	4.02 ^a \pm 0.17	8.30 ^a \pm 0.30	54.33 ^b \pm 2.02	5.36 ^a \pm 0.12	2.33 ^a \pm 0.05	3.40 ^a \pm 0.08
	HS	3.53 ^b \pm 0.13	6.70 ^b \pm 0.21	61.72 ^a \pm 1.65	5.13 ^a \pm 0.07	2.33 ^a \pm 0.05	3.21 ^a \pm 0.10
	AG	3.21 ^b \pm 0.10	5.99 ^b \pm 0.19	64.16 ^a \pm 1.83	5.21 ^a \pm 0.07	2.11 ^b \pm 0.04	2.87 ^b \pm 0.08
<i>P-value</i>		0.0005	<0.0001	0.0009	0.1833	0.0018	0.0002
HL	BT	4.31 ^a \pm 0.21	8.81 ^a \pm 0.72	37.36 ^b \pm 2.33	6.40 ^a \pm 0.24	2.06 ^a \pm 0.07	2.58 ^a \pm 0.06
	HS	3.08 ^b \pm 0.06	5.21 ^b \pm 0.31	48.45 ^a \pm 1.96	5.04 ^b \pm 0.08	1.95 ^a \pm 0.05	2.39 ^a \pm 0.05
	AG	2.95 ^b \pm 0.08	4.68 ^b \pm 0.17	52.81 ^a \pm 1.75	5.20 ^b \pm 0.08	1.87 ^a \pm 0.05	2.17 ^b \pm 0.05
<i>P-value</i>		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0767	<0.0001
HM	BT	4.26 ^a \pm 0.16	7.83 ^a \pm 0.31	47.15 ^b \pm 0.92	5.56 ^a \pm 0.13	2.06 ^a \pm 0.06	2.57 ^a \pm 0.07
	HS	3.00 ^b \pm 0.06	5.13 ^b \pm 0.21	62.9 ^a \pm 1.84	4.88 ^b \pm 0.08	2.06 ^a \pm 0.04	2.52 ^a \pm 0.06
	AG	2.78 ^b \pm 0.05	4.63 ^b \pm 0.17	65.20 ^a \pm 1.54	4.89 ^b \pm 0.07	1.86 ^b \pm 0.03	2.21 ^b \pm 0.07
<i>P-value</i>		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0024	0.0006

¹Abbreviations: Step=step of the trimming process; FL=fore limb lateral claw; FM=fore limb medial claw; HL=hind limb lateral claw; HM=hind limb medial claw; BT=before trimming; HS=after trimming with hoof shears; AG=after trimming with angle grinder;

^{abc} Means with different superscripts within a column are statistically different at $P < 0.05$; SE=Standard Error

the number of claws with maximum pressure point located in the toe region, occurred after the additional use of the angle grinder to refine and finish the claw trimming, reaching 43.75% (42/96) of the claws. The number of claws having the center of the sole as the region where the maximum pressure point was located, remained relatively constant throughout the trimming process (Table 2).

Discussion

This study shows that additional use of an angle grinder after the use of hoof shears, when trimming goats' claws, can be effective in further reducing its sole width and heel length, since this tool allows a more precise thinning and fine sanding of the horn (Koluan and Göncü 2016), being presumably useful for specific purposes.

In cattle, according to Toussaint Raven (1985), careful trimming of axial claw walls and modeling the axial site of the sole ulcer site, can reduce its sole width, widening its interdigital space, and in those claws axially rotated, that grows horn mostly towards the interdigital space, pairing the axial region is much needed (van Amstel 2017). Attention to overgrowth in this region of cattle claws is relevant to prevent local accumulation of dirt (van Amstel and Shearer 2006) important predisposing factor to foot rot, especially on rainy seasons.

On lateral claws of hind limbs, however, the sole width did not change statistically after any step of the trimming process. Their absolute values, though, were similar to those of the medial claws of hind limbs, which showed a significant change in sole width when the angle grinder was used to refine and finish the initial claw trimming with hoof shears. The disparity of these specific claws could be expected when considering that in different ruminant species, hind limb claws are more prone to disturbance (Ajuda et al. 2014; Hill et al. 1997; Muggli et al. 2011; Keller et al. 2009) and, in goats, mostly lateral claws are (Arun 2015). This could implicate that lateral claws of hind limbs are more difficult to shape, and could be one of the claws that can not have its structural normality restored through trimming (Ajuda et al. 2019).

On fore limb claws, the sole length was always the same before and after both steps of the trimming process, and this may be due to its greater wear (Ajuda et al. 2019). Hind limb claws, on the other hand, had a significant reduction in

sole length after being trimmed with hoof shears, probably due to the greater and more frequent accumulation of excess horn tissue in these claws, when compared to the claws of fore limbs (Ajuda et al. 2019). The additional use of the angle grinder after the trimming with hoof shears, was not effective in promoting a significant difference in sole length values on fore and hind limbs, therefore its use may not be necessary in this case.

Hoof shears alone, also showed to be effective when shaping and correcting the claw's angle, dorsal length and sole area, since the additional use of an angle grinder after the trimming with hoof shears, did not significantly change these morphometric traits.

After the trimming using hoof shears, as well as after the additional use of the angle grinder to finish the trimming, there was an evident decrease in the prevalence of deformed claws. The improvement in claw conformation, promoted by the use of the angle grinder in addition to the hoof shears, may be related to the fact that this tool changed two morphometric traits further than the hoof shears alone could: sole width and heel length. It also shows that if only the hoof shears were used, as occurs in many farms (Smith and Sherman 2009), probably overgrown and deformed claws would not benefit from the further improvements that an angle grinder could promote.

In each step of the trimming process, there was a change in distribution of maximum pressure points on goats' claws. Pressure distribution in cattle claws can also be influenced by trimming techniques (Telezhenko et al. 2008) and claw deformation (van Amstel and Shearer 2006; Hinterhofer et al. 2007). In this study, the frequency with which the maximum pressure points were located in the toe tended to increase, and in the heel decrease, after trimming with hoof shears and also after additional use of the angle grinder for refinement and finishing of the claw trimming. This demonstrates a change in the pattern showed by some overgrown claws, the pressure of which is deposited mainly on the heel (Ferrer and Ramos 2016) causing a condition sometimes referred to as "slipper hooves" also found in goats (Hill et al. 1997), characterized by exacerbatedly deepened heels and downward inclination of the coronary band (Deeming et al. 2019).

Overload of certain regions of cattle claws can predispose them to lesions (Hinterhofer et al. 2007; Telezhenko et al. 2008) and, as the trimming process restore the normal shape of the claws, with its greater toe angles, pressure is usually

Table 2 Frequency and absolute values with which the maximum pressure point is contained in each region of the claw along the trimming process

	Toe	Sole Center	Heel
Before trimming	20.83% (20/96)	17.71% (17/96)	61.46% (59/96)
After use of hoof shears	31.25% (30/96)	25.00% (24/96)	43.75% (42/96)
After use of angle grinder	43.75% (42/96)	21.88% (21/96)	34.38% (33/96)

anteriorized (van Amstel and Shearer 2006), as was also noticed in goats throughout this study. In sheep, when body weight is transferred forward towards its claw walls, its vertical structure is capable of better supporting the weight (Ferrer and Ramos 2016). Assuming that goats have claw biomechanics similar to sheep, the forward weight shift promoted by trimming techniques can be beneficial for them as well.

Although this is a small pilot study with limitations, the results suggest that using an angle grinder to refine and finish the trimming done with hoof shears, would benefit goats with severely overgrown or deformed claws. The additional use of the angle grinder further reduced heel length and sole width of claws, which can be associated to the reduction in the number of deformed claws this tool promoted even after previous trim with hoof shears. The use of the angle grinder in association with the hoof shears also contributed to improve pressure distribution of claws, moving the point of maximum pressure from its heels to the toes.

Statement of animal ethics

The experimental procedures were approved by the Ethic Committee on Animal Use of the Faculty of Animal Science and Food Engineering—University of Sao Paulo (CEUA number 5542160120, approved on July 02, 2020).

Acknowledgements Our thanks to CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for the scholarship.

Authors' contributions Conceptualization: V. C. M. Prado, E. H. Birgel Junior; Methodology: V. C. M. Prado, E. H. Birgel Junior; Formal analysis and investigation: V. C. M. Prado, J. Bassoto Filho, M. M. Yasuoka, R. D. Ollhoff, S. B. Gallo, E. H. Birgel Junior; Writing—original draft preparation: V. C. M. Prado, J. Bassoto Filho, M. M. Yasuoka, R. D. Ollhoff, S. B. Gallo, E. H. Birgel Junior; Writing—review and editing: V. C. M. Prado, M. M. Yasuoka, R. D. Ollhoff, S. B. Gallo, E. H. Birgel Junior; Resources: E. H. Birgel Junior; Supervision: S. B. Gallo, E. H. Birgel Junior. All authors read and approved the final manuscript.

Funding We thank CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for the scholarship.

Data Availability The datasets generated and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Code availability Not applicable.

Declarations

Conflict of interest statement The authors declare no conflict of interest.

Ethics approval The experimental procedures were approved by the Ethic Committee on Animal Use of the Faculty of Animal Science

and Food Engineering—University of Sao Paulo (CEUA number 5542160120, approved on July 02, 2020).

Consent to participate Not applicable.

Consent for publication Not applicable.

References

- Aguiar GMN, Simões SVD, Silva TR, Assis ACO, Medeiros JMA, Garino FJr, Riet-Correa F (2011) Foot rot and other foot diseases of goat and sheep in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Pesq Vet Bras* 31:879–884
- Ajuda IG, Vieira A, Stilwell G (2014) Are there differences in dairy goats claws' temperature, before and after trimming?. In: Proceedings of 2014 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Lisbon, Portugal, 11–12 June 2014. IEEE, Piscataway, pp 688–692. <https://doi.org/10.1109/MeMeA.2014.6860149>
- Ajuda IGG, Battini M, Stilwell GT (2019) The role of claw deformation and claw size on goat lameness. *Vet Anim Sci* 8. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100080>
- Anzuino K, Bell NJ, Bazeley KJ, Nicol CJ (2010) Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. *Vet Rec* 167:774–780. <https://doi.org/10.1136/vr.c5892>
- Arun MT (2015) Surgical management of hoof disorders in goats. Thesis for degree of Master of Veterinary Science, Anand Agricultural University, Anand, India, p 69. <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810056650>. Accessed 13 June 2020
- Battini M, Vieira A, Barbieri S, Ajuda I, Stilwell G, Mattiello S (2014) Invited review: Animal-based indicators for on-farm welfare assessment for dairy goats. *J Dairy Sci* 97:6625–6648. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7493>
- Battini M, Vieira A, Barbieri S, Ajuda I, Stilwell G, Mattiello S (2015) On-farm welfare assessment protocol for adult dairy goats in intensive production systems. *Animals* 5:934–950. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7493>
- Boz I (2015) Adoption of innovations and best management practices by goat farmers in eastern Mediterranean Region of Turkey. *J Agric Ext Rural Dev* 7:229–239. <https://doi.org/10.5897/JAERD2014.0668>
- Blowey R (1998) Cattle Lameness and Hoofcare - an illustrated guide, 1st edn. Farming Press, Ipswich
- Brandão A (2020) Casqueamento de caprinos e ovinos ajuda a manter a produtividade dos rebanhos. Portal Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52353594/casqueamento-de-caprinos-e-ovinos-ajuda-a-manter-a-produtividade-dos-rebanhos>. Accessed 23 Jun 2021
- Can E, Vieira A, Battini M, Mattiello S, Stilwell G (2016) On-farm welfare assessment of dairy goat farms using animal-based indicators: the example of 30 commercial farms in Portugal. *Acta Agric Scand A Anim Sci* 66:43–55. <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1208267>
- Carvalho VRC, Nääs IA, Bucklin RA, Shearer JK, Shearer L, Msafera V Jr, Sousa SRL (2006) Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing surfaces and pressure distributions. *Braz J Vet Res Anim Sci* 43:518–525
- Christodouloupolous G (2009) Foot lameness in dairy goats. *Res Vet Sci* 86:281–284. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.07.013>
- Deeming LE, Beausoleil NJ, Stafford KJ, Webster JR, Staincliffe M, Zobel G (2019) The development of a hoof conformation

- assessment for use in dairy goats. *Animals* 9. <https://doi.org/10.3390/ani9110973>
- Eze CA (2002) Lameness and reproductive performance in small ruminants in Nsukka Area of the Enugu State, Nigeria. *Small Rumin Res* 44:263–267. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00030-5)
- Ferrer LM, Ramos JJ (2016) *Las Cojeras en el Ganado Ovino Clínica y Prevención*, 1st edn. Servet, Navarra
- Hempstead MN, Lindquist TM, Shearer JK, Shearer LC, Cave VM, Plummer PJ (2021) Welfare Assessment of 30 Dairy Goat Farms in the Midwestern United States. *Front. Vet. Sci.* 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.646715>
- Hill NP, Murphy PE, Nelson AJ, Mouttotou N, Green LE, Morgan KL (1997) Lameness and foot lesions in adult British dairy goats. *Vet Rec* 141:412–416. <https://doi.org/10.1136/vr.141.16.412>
- Hinterhofer C, Apprich V, Polsterer E, Haider H, Stanek C (2007) Comparison of stress zones in finite element models of deformed bovine claw capsules. *J Dairy Sci* 90:3690–3699. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-817>
- Keller A, Clauss M, Muggli E, Nuss K (2009) Even-toed but uneven in length: the digits of artiodactyls. *Zoology* 112:270–278. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2008.11.001>
- Koluan N, Göncü S (2016) Measurements of healthy hooves, their interrelation and correlation with body mass in some improved goat breeds. *Int J Environ Agric Biotech* 1:108–116
- Mordia A, Sharma MC, Nagda RK, Gautam L (2018) Health care management practices of goat owners in Chittorgarh District of Rajasthan. *Vet Pract* 19:147–149
- Muggli E, Sauter-Louis C, Braun U, Nuss K (2011) Length asymmetry of the bovine digits. *Vet J* 188:295–300. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.05.016>
- Nuss K, Müller J, Wiestner T (2019) Effects of induced weight shift in the hind limbs on claw loads in dairy cows. *J Dairy Sci* 102:6431–6441. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15539>
- Nuss K, Haessig M, Mueller J (2020) Hind limb conformation has limited influence on claw load distribution in dairy cows. *J Dairy Sci* 103:6522–6532. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18024>
- Oehme B, Geiger SM, Grund S, Hainke K, Munzel J, Mülling CKW (2018) Effect of different flooring types on pressure distribution under the bovine claw - an ex vivo study. *BMC Vet Res* 14:259. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1579-9>
- Rodrigues CA (2008) *Sistema locomotor: semiologia do sistema locomotor de bovinos*. In: Feitosa FLF (ed) *Semiologia Veterinária: A Arte do Diagnóstico*, 2nd edn. Roca, São Paulo, Brazil, pp 497–513
- Smith MC, Sherman DM (2009) *Musculoskeletal System. Goat Medicine*, 2nd edn. Wiley-Blackwell, Ames, pp 85–162
- Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T et al (2012) Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat Methods* 9:676–682. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>
- Telezhenko E, Bergsten C, Magnusson M, Ventorp M, Nilsson C (2008) Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. *J Dairy Sci* 91:1874–1884. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0742>
- Toussaint Raven E (1985) *Trimming Cattle Footcare and Claw Trimming The Origin and Prevention of the Necrotising Inflammations of the Corium (Ulcerations of the Claw)*. Farming Press Books, Utrecht, pp 75–106
- van Amstel SR, Shearer J (2006) *Manual for Treatment and Control of Lameness in Cattle*, 1st edn. Blackwell Publishing, Oxford
- van Amstel SR (2017) Corkscrew Claw *Vet Clin Food Anim* 33:351–364. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.010>
- Van Der Tol PPJ, Metz JHM, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA (2002) The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *J Dairy Sci* 85:1476–1481. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74216-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74216-1)
- Zobel G, Neave HN, Webster J (2019) Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. *Transl Anim Sci* 3:212–224. <https://doi.org/10.1093/tas/txy145>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

5 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS MORFOFUNCIONAIS ENTRE CASCOS DE CAPRINOS AO LONGO DE SEIS MESES APÓS SUA APARA CORRETIVA

Vivian Cristina Mendes Prado^{1*}, Sarita Bonagurio Gallo², Eduardo Harry Birgel Junior³

¹ Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Avenida Orlando Marques Paiva, 87, São Paulo, SP, CEP 05508-270, Brasil.

² Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga, SP, CEP 13635-900, Brasil.

³ Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga, SP, CEP 13635-900, Brasil.

* Autor correspondente: Vivian C. M. Prado. Email: vivian.cmprado@gmail.com

RESUMO - A adequada conformação dos cascos de caprinos é de grande importância para a saúde, bem-estar e produtividade destes animais e, sabendo que existem consideráveis variações morfofuncionais demonstradas entre cascos laterais e mediais de membros posteriores e anteriores, em outras espécies de ruminantes domésticos, este estudo pretendeu identificar as diferenças morfofuncionais entre os cascos da espécie caprina, para melhor adequação das aparas corretivas. Assim, os cascos de 33 cabras da raça Saanen, com idade entre de $2,5 \pm 1,4$ anos e peso corporal médio de $65,55 \pm 2$ kg, foram analisados periodicamente quanto a características morfométricas, baropodométricas, dureza, taxas de desgaste e crescimento, bem como a incidência de deformações, durante seis meses a partir de sua apara corretiva, sendo comparados estatisticamente entre cascos laterais e mediais de membros anteriores e posteriores, através do pacote estatístico SAS. Os resultados mostram que à medida que crescem, os cascos posteriores tornam-se alongados com reduzido ângulo de pinça e deformados, sendo os laterais posteriores os que mais evidenciam tais características, principalmente a partir do 4º mês, quando

se indica para a corretiva para seu ajuste. Cascos anteriores, por sua vez, são maiores do que posteriores na maioria dos parâmetros morfométricos avaliados, tendo ponto de pressão máxima frequentemente localizado em região de pinça, e tendo os cascos mediais anteriores os maiores valores de pressão média e máxima ao longo dos meses e não mostrando necessidade de aparas corretivas tão frequentes quanto a de cascos posteriores.

Palavras-chave: caprinos, cascos, baropodometria, morfometria, deformação.

INTRODUÇÃO

O excedente córneo dos cascos de cabras é considerado um importante fator indicativo de maus cuidados nas propriedades (ANZUINO et al., 2010; MURI; STUBSJØEN; VALLE, 2013), principalmente em sistemas de criação em que o desgaste dos cascos destes animais é limitado às intervenções humanas (ARUN, 2015; FERRER; RAMOS, 2016; SANDOVAL JR et al., 2011; SMITH; SHERMAN, 2009). O crescimento excessivo e a claudicação associada (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; CHRISTODOULOPOULOS, 2009; EZE, 2002), são fatores considerados de grande importância ao bem-estar das cabras (ANZUINO et al., 2010; BATTINI et al., 2015) e à produtividade animal, podendo refletir em perdas econômicas ao produtor se descuidados (EZE, 2002; PUGH, 2005).

O crescimento do tecido córneo dos cascos, porém, não ocorre de forma uniforme, sendo mais pronunciado em paredes abaxiais do que nas demais porções dos cascos de caprinos e ovinos, podendo dobrar-se sob a sola (AZARPAJOUH et al., 2018; SAILER et al., 2021). O grau de excedente córneo na região dorsal do casco serve de parâmetro para classificação de sua deformação (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019), o que muitas vezes determina alterações na distribuição de pressão nas suas estruturas (HILL et al., 1997), podendo ser corrigido através de aparas corretivas (PRADO et al., 2022; TOUSSAINT RAVEN, 1985).

Alterações de conformação são mais frequentes em cascos de membros posteriores (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014; CANOTILHO, 2018; DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; PRADO et al., 2022; SAILER et al., 2021), o que pode ter relação com o fato de que as dimensões avantajadas dos cascos anteriores, observadas em bovinos, e também em caprinos (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019;

KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016; SAILER et al., 2021) contribuem com sua maior resistência aos impactos e pressões sofridos (NUSS; SAUTER-LOUIS; SIGMUND, 2011), que se distribuem de forma desigual entre os cascos, como evidenciado em estudos com cascos de bovinos (MEYER; WEISHAUPT; NUSS, 2007; MUGGLI et al., 2011; NUSS; HAESSIG; MUELLER, 2020; VAN DER TOL et al., 2004).

Considerando a importância da saúde dos cascos dos caprinos, e a relativa escassez de informações a respeito (DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016), o objetivo deste trabalho foi buscar compreender melhor a dinâmica de crescimento dos cascos de caprinos, detalhando as diferenças entre si, para que se possa conhecer as especificidades dos cascos da espécie, visando adequar o manejo de aparas corretivas dentro das propriedades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste experimento foram selecionadas 33 cabras sadias da raça Saanen, com idade média de $2,5 \pm 1,4$ anos e peso médio de $65,55 \pm 2$ kg, pertencentes à Universidade de São Paulo, localizada no município de Pirassununga – SP. Os animais foram alojados em baias com espaço mínimo de 2m^2 por animal conforme recomendado (RIBEIRO, 1997; SANDOVAL JR et al., 2011), e receberam dieta balanceada de acordo com o NRC (2007). Os animais, foram submetidos a apara corretiva de seus cascos, realizada no início do experimento, utilizando tesoura e lixadeira elétrica garantindo a ausência de lesões ou deformações nos mesmos.

Para avaliação da diferença entre os tipos de cascos (cascos laterais de membros anteriores, cascos mediais de membros anteriores, cascos laterais de membros posteriores e cascos mediais de membros posteriores), cada um deles foi avaliado a cada 30 dias quanto a suas taxas de crescimento e desgaste dorsal, e a cada 60 dias, quanto a sua morfometria, baropodometria, durometria e deformação, durante seis meses a partir da apara corretiva.

Morfometria

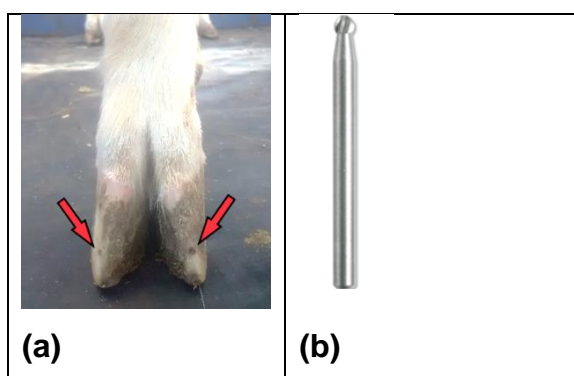
As avaliações das características morfométricas de cada um dos cascos de cada animal, foram feitas através da mesma técnica utilizada em Prado et al. (2022), para aferição dos seguintes parâmetros: Comprimento de parede dorsal do casco

(distância entre região mais cranial da coroa do casco, e pinça do casco); comprimento de sola do casco (distância entre pinça do casco e extremidade palmar/plantar do talão); comprimento do talão (distância mais palmar/plantar entre a coroa do casco e região de contato do talão com o solo); largura do casco (maior distância entre parede abaxial e parede axial, em aspecto palmar/plantar dos cascos); ângulo do casco (angulação entre superfície da muralha do casco e superfície da sola do casco, em região de pinça).

Crescimento e desgaste dorsal

As taxas de crescimento e desgaste dorsal dos cascos de cada animal foram aferidas empregando a técnica descrita em bovinos por Hahn et al. (1986), e adaptada neste estudo aos cascos dos caprinos. Para tanto, foram feitas marcações nas paredes dorsais dos cascos, com menos de 2mm de profundidade e a 5mm abaixo da borda coronária do dígito do animal (Fig. 1a), utilizando pequena broca de entalhe da marca Dremel® modelo 191, com 3,2mm de diâmetro (Fig. 1b), acoplada à micro retífica Dremel® modelo 4000, com velocidade regulável de 5.000 a 35.000 RPM., garantindo que não houvesse lesão do córium do animal.

Fig. 1. Aferição de crescimento e desgaste dos cascos. (a) Marcações em região dorsal dos cascos (setas vermelhas); (b) broca de entalhe utilizada.



Feitas as marcações, foram verificadas periodicamente as variações na distância entre a coroa do casco e a marcação, e na distância entre a marcação e o solo, que correspondem respectivamente às taxas de crescimento e de desgaste.

Baropodometria

A avaliação baropodométrica dos cascos foi feita utilizando plataforma de baropodometria humana da marca *Podotech* (Fig. 2) e software associado, *Barosys* versão 2.02 beta. A plataforma com sensores para aferição de pressões plantares possuía área ativa de 2.500cm² contendo 4.096 sensores de pressão calibrados, com capacidade de mensuração de pressão mínima de 0,05kgf/cm² e máxima de 10kgf/cm². A obtenção das imagens ocorreu na frequência de 50 frames por segundo, no modo estático.

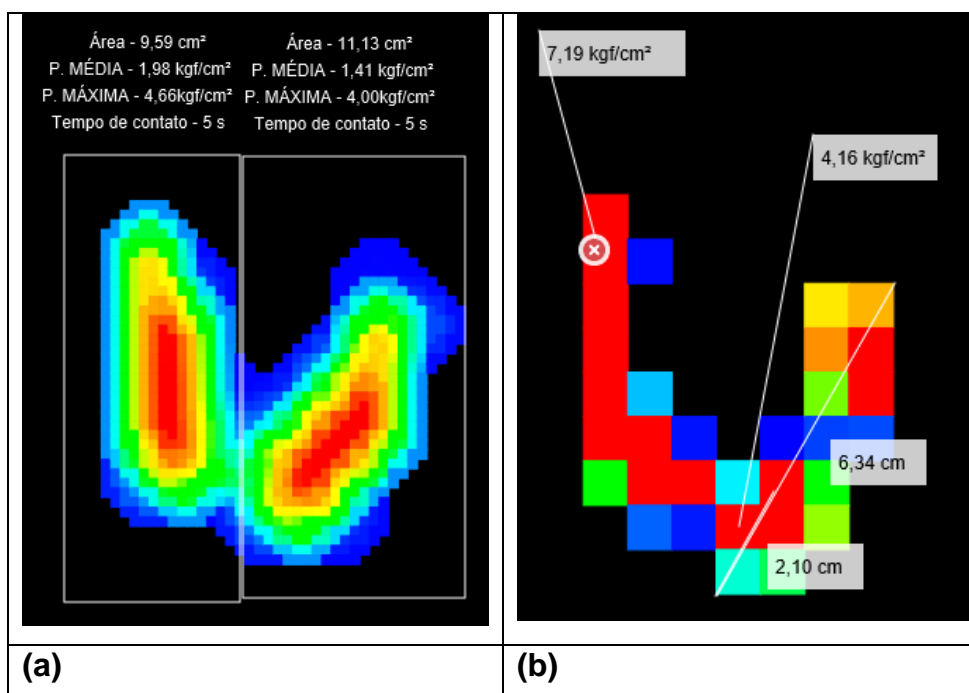
Fig. 2 - Plataforma de baropodometria da marca *Podotech*.



Para as aferições, cada um dos animais foi mantido em estação com seus membros anteriores sobre a plataforma durante cinco segundos e em seguida foi repetido o procedimento com os membros posteriores sobre a plataforma. Atenção especial foi dada ao posicionamento equilibrado do animal durante o exame, cessando sua manipulação e contenção no momento da captura das imagens, a fim de se evitar interferências que pudessem alterar os resultados.

As informações de interesse obtidas pelo exame foram: área de contato de cada casco sobre a plataforma de pressão (cm²), valor de pressão máxima de cada casco (kgf/cm²) valor de pressão média de cada casco (kgf/cm²) (Fig. 3a) e localização do ponto de pressão máxima de cada casco em regiões (Fig. 3b), determinadas ao se subdividir os cascos transversalmente em aproximadamente três terços de seu comprimento longitudinal (pinça, sola e talão).

Fig. 3 – Exame baropodométrico. (a) Quantificação automática de área de contato, pressão máxima e pressão média de cascos individuais através de seleção por ferramenta específica do software; (b) Em resolução mais baixa, mensuração do comprimento longitudinal da unha, e seccionamento em terços para determinação da região do casco em que se localiza o ponto de pressão máxima (identificados pelas legendas).

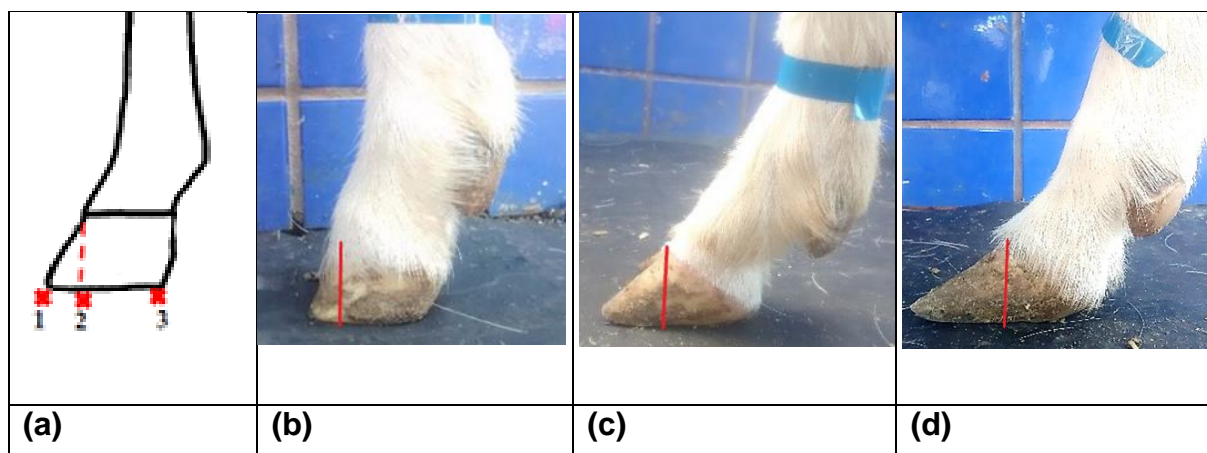


Deformação

A classificação da deformação dos cascos das cabras foi feita a cada sessenta dias, seguindo método adaptado de Deeming et al. (2019), fotografando o aspecto lateral de todos os cascos de cada animal, sendo as imagens posteriormente analisadas utilizando o software Fiji/ImageJ (SCHINDELIN et al. 2012) (Fig. 4).

Fig. 4 - Técnica para classificação do grau de deformação dos cascos (a) adaptada de Deeming et al (2019), utilizando três pontos de referências nas fotografias de aspecto lateral dos cascos, posicionados em pinça (1), alinhado à porção dorsal da coroa do casco (2), e em talão (3). A distância entre pontos 1 e 2, correspondente ao comprimento de pinça, a ser comparada com o comprimento restante do casco (distância entre pontos 2 e 3), para classificação do grau de deformação dos cascos.

(b) Classificação “ausente”: comprimento de pinça corresponde a menos da metade do comprimento restante do casco; (c) Classificação “moderada”: comprimento de pinça é maior que a metade do comprimento restante do casco; (c) Classificação “severa”: comprimento de pinça ultrapassa o comprimento total do restante do casco.



Dureza

A dureza dos cascos foi avaliada utilizando Durômetro de Shore do tipo D, sendo o dispositivo pressionado de forma consistente e perpendicular à muralha dorsal dos cascos em região plana e próxima à sua borda distal. A mensuração se repetiu três vezes em cada casco, sendo considerada a média obtida destes valores, todos expressos em escala de 0 a 100 Shore.

Análise estatística

O programa estatístico utilizado foi o SAS (Statistical Analysis System 9.4). Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro Wilk e o procedimento utilizado foi o GLM, sendo que as médias dos tratamentos (tipos de casco) foram comparadas pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência estatística entre 5% e 10%. Para os dados não paramétricos foi considerado distribuição binomial.

Para dados paramétricos (morfometria, dureza, pressões e taxas de crescimento e desgaste dos cascos) foi feita a comparação entre diferentes cascos (cascos laterais de membros anteriores; mediais de membros anteriores; laterais de membros posteriores e mediais de membros posteriores) mês a mês e avaliada a

evolução dos parâmetros para um mesmo casco ao longo do tempo, sendo os animais tidos como repetição.

Para dados não-paramétricos (deformação e local de ponto de pressão máxima), suas análises foram feitas considerando cada um dos tipos de casco ao longo do tempo.

RESULTADOS

O comprimento de parede dorsal dos cascos ao longo do tempo, foi diferente entre os cascos no mês 0, logo após sua apara corretiva, sendo que cascos mediais anteriores tiveram comprimento de parede dorsal maior do que de cascos mediais posteriores para este parâmetro ($P=0,0267$). Nos meses 2 e 4 não houve diferença entre os cascos para este parâmetro (meses 2 e 4, $P>0,05$), porém no mês 6, houve tendência a que cascos laterais posteriores tivessem comprimento de parede dorsal maior do que de cascos anteriores ($P=0,0996$).

O comprimento de sola não foi influenciado pelo tipo de cascos nos dois primeiros meses ($P>0,05$), mas a partir do mês 4, o comprimento de sola de cascos laterais posteriores superou o de unhas laterais anteriores ($P=0,0322$). No mês 6, comprimento de sola de todas as unhas foi superior ($P<0,0001$).

Comprimento do talão dos cascos recém aparados (mês 0), foi maior dentre os laterais anteriores do que dentre os mediais anteriores, tendo ambos comprimento do talão maior do que de cascos posteriores ($P<0,0001$). Nos demais meses avaliados, os valores de comprimento do talão foram sempre maiores em cascos anteriores do que posteriores ($P<0,0001$.)

A largura das unhas nos dois primeiros meses avaliados, foi maior em unhas mediais anteriores do que em unhas posteriores, sendo as laterais posteriores as que tiveram menor largura ($P<0,0001$). Nos meses seguintes, a largura das unhas anteriores foi sempre maior do que de unhas posteriores ($P<0,0001$).

O ângulo de pinça dos cascos, logo após a apara corretiva (mês 0), foi maior em cascos anteriores do que em posteriores ($P<0,0001$). Já nos meses seguintes, cascos laterais posteriores tiveram sempre o menor valor de ângulo de pinça, ao passo que cascos laterais anteriores, no mês 2, tiveram ângulo de pinça superior ao de cascos posteriores e, nos meses 4 e 6, maiores do que de todos os outros cascos ($P<0,0001$).

Ao longo do período avaliado, a área de contato de unhas posteriores foi menor que de unhas anteriores no mês 0 ($P < 0,0001$), e no mês seguinte unhas posteriores e anteriores tiveram área de contato com valor equivalente ($P > 0,05$). No mês 4, unhas mediais anteriores tiveram a maior área de contato e unhas mediais posteriores a menor área de contato ($P = 0,0107$), enquanto no mês 6 houve tendência a que unhas mediais anteriores tivessem maior área de contato do que laterais posteriores ($0,0570$).

A pressão média exercida pelas unhas sobre o solo, por sua vez, foi maior em mediais anteriores e menor em laterais anteriores no primeiro mês avaliado (mês 0, $P < 0,0001$). Nos meses 2 e 6, unhas mediais anteriores mantiveram-se com maior valor de pressão média, se comparado às demais unhas ($P < 0,0001$), e no mês 4 houve tendência a que a pressão média exercida por unhas mediais anteriores fosse maior do que a de mediais posteriores ($P = 0,0770$). A pressão máxima exercida pelos cascos sobre o solo foi sempre maior em cascos mediais anteriores do que nos demais ($P < 0,05$). A dureza das unhas, por sua vez, não foi significativamente diferente entre as unhas em nenhum dos meses avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Médias \pm EP das variáveis para cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.

Variável	Tipo de Casco	Tempo (meses)							
		0	2	4	6				
Comprimento da Parede									
Dorsal do Casco									
	CLMA	2,94 \pm 0,05	AB	3,72 \pm 0,09		3,96 \pm 0,13		4,20 \pm 0,16	A
	CMMA	2,99 \pm 0,05	B	3,67 \pm 0,09		4,11 \pm 0,13		4,17 \pm 0,16	A
	CLMP	2,83 \pm 0,05	AB	3,76 \pm 0,09		4,25 \pm 0,13		4,66 \pm 0,16	B
	CMMP	2,81 \pm 0,05	A	3,77 \pm 0,09		4,17 \pm 0,13		4,50 \pm 0,16	AB
	P-valor	0,0267		0,8517		0,4876		0,0996	
Comprimento de Sola do Casco									
	CLMA	5,05 \pm 0,08		5,29 \pm 0,09		5,42 \pm 0,13	A	5,48 \pm 0,16	A
	CMMA	5,13 \pm 0,08		5,35 \pm 0,09		5,71 \pm 0,13	AB	5,71 \pm 0,16	A
	CLMP	5,00 \pm 0,08		5,47 \pm 0,09		5,98 \pm 0,13	B	6,51 \pm 0,16	B
	CMMP	4,90 \pm 0,08		5,21 \pm 0,09		5,59 \pm 0,13	AB	5,81 \pm 0,16	A
	P-valor	0,2510		0,2170		0,0322		<0,0001	
Comprimento de Talão do Casco									
	CLMA	2,94 \pm 0,05	C	3,34 \pm 0,08	B	3,38 \pm 0,07	B	3,42 \pm 0,08	B
	CMMA	2,72 \pm 0,05	B	3,30 \pm 0,08	B	3,34 \pm 0,07	B	3,28 \pm 0,08	B
	CLMP	2,10 \pm 0,05	A	2,59 \pm 0,08	A	2,71 \pm 0,07	A	2,54 \pm 0,08	A
	CMMP	2,15 \pm 0,05	A	2,55 \pm 0,08	A	2,57 \pm 0,07	A	2,47 \pm 0,08	A

	P-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001				
Largura do Casco									
	CLMA	2,15 ± 0,03	BC	2,30 ± 0,04	BC	2,42 ± 0,06	B	2,37 ± 0,06	B
	CMMA	2,15 ± 0,03	C	2,33 ± 0,04	C	2,44 ± 0,06	B	2,39 ± 0,06	B
	CLMP	1,87 ± 0,03	A	1,97 ± 0,04	A	2,05 ± 0,06	A	2,04 ± 0,06	A
	CMMP	2,03 ± 0,03	B	2,16 ± 0,04	B	2,20 ± 0,06	A	2,11 ± 0,06	A
	P-valor	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Ângulo de Pinça									
	CLMA	66,85 ± 0,65	B	63,24 ± 1,14	C	61,32 ± 1,36	C	60,97 ± 1,71	C
	CMMA	66,32 ± 0,65	B	59,37 ± 1,14	BC	54,39 ± 1,36	B	54,03 ± 1,71	B
	CLMP	62,41 ± 0,65	A	47,53 ± 1,14	A	42,77 ± 1,36	A	39,02 ± 1,71	A
	CMMP	63,27 ± 0,65	A	56,53 ± 1,16	B	52,53 ± 1,36	B	50,65 ± 1,71	B
	P-valor	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Pressão Média do Casco									
	CLMA	0,56 ± 0,04	A	0,89 ± 0,05	A	0,89 ± 0,12	AB	1,10 ± 0,05	A
	CMMA	0,90 ± 0,04	C	1,26 ± 0,05	B	1,20 ± 0,12	B	1,41 ± 0,05	B
	CLMP	0,72 ± 0,04	B	0,94 ± 0,05	A	1,16 ± 0,12	AB	1,18 ± 0,05	A
	CMMP	0,70 ± 0,04	B	0,88 ± 0,05	A	0,84 ± 0,12	A	1,06 ± 0,06	A
	P-valor	<0,0001		<0,0001		0,0770		<0,0001	
Pressão Máxima do Casco									
	CLMA	1,69 ± 0,10	A	2,86 ± 0,20	A	3,01 ± 0,17	A	3,86 ± 0,21	A
	CMMA	2,44 ± 0,10	B	4,07 ± 0,20	B	4,02 ± 0,17	B	4,90 ± 0,21	B
	CLMP	2,04 ± 0,10	A	2,73 ± 0,20	A	2,84 ± 0,17	A	3,90 ± 0,21	A
	CMMP	2,05 ± 0,10	A	2,94 ± 0,20	A	2,95 ± 0,17	A	4,02 ± 0,21	A
	P-valor	<0,0001		<0,0001		<0,0001		0,0011	
Área de contato do Casco									
	CLMA	8,69 ± 0,25	B	8,44 ± 0,27		9,43 ± 0,27	AB	9,57 ± 0,27	AB
	CMMA	9,16 ± 0,25	B	8,85 ± 0,27		9,85 ± 0,27	B	9,92 ± 0,27	B
	CLMP	7,08 ± 0,25	A	8,07 ± 0,27		8,87 ± 0,27	AB	8,96 ± 0,27	A
	CMMP	7,06 ± 0,25	A	8,03 ± 0,27		8,70 ± 0,27	A	9,09 ± 0,27	AB
	P-valor	<0,0001		0,1082		0,0107		0,0570	
Dureza do Casco									
	CLMA	47,00 ± 1,08		50,07 ± 0,97		52,29 ± 1,00		56,58 ± 0,94	
	CMMA	45,09 ± 1,08		49,82 ± 0,97		51,36 ± 1,00		54,29 ± 0,94	
	CLMP	45,87 ± 1,08		49,50 ± 0,97		50,64 ± 1,00		54,38 ± 0,94	
	CMMP	47,01 ± 1,08		50,44 ± 0,97		52,15 ± 1,00		56,52 ± 0,94	
	P-valor	0,5203		0,9179		0,6266		0,1416	

CLMA - Casco Lateral do Membro Anterior; CMMA – Casco Medial do Membro Anterior; CLMP – Casco Lateral do Membro Posterior; CMMP – Casco Medial de Membro Posterior. ABC – Médias com letras diferentes em uma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

O crescimento da parede dorsal dos cascos mediais anteriores foi maior do que de cascos posteriores um mês após apara corretiva (mês 1) ($P=0,0005$). Nos meses 2, 4 e 5, o crescimento da parede dorsal dos cascos foi estatisticamente equivalente entre todos eles ($P>0,05$), já nos meses 3 e 6, houve tendência a que cascos mediais anteriores tivessem maior crescimento de parede dorsal do que mediais posteriores,

e que laterais anteriores tivessem maior crescimento do que cascos laterais posteriores, respectivamente ($P=0,0595$ e $P=0,0622$).

O desgaste da parede dorsal, nos meses 1, 4 e 5, foi equivalente entre todos os cascos ($P>0,05$). No mês 2, cascos anteriores tiveram maior desgaste de parede dorsal do que posteriores ($P<0,0001$), no mês 4 os cascos mediais anteriores tiveram tendência a um maior desgaste do que laterais posteriores ($P=0,0558$) e, no mês 6, cascos mediais anteriores tiveram desgaste maior se comparado ao de posteriores ($P=0,0004$, Tabela 2).

Tabela 2. Médias \pm EP das variáveis para cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.

Variável	Tipo de Casco	Tempo (meses)									
		1	2	3	4	5	6				
Crescimento da Parede											
Dorsal do Casco											
	CLMA	0,78 \pm 0,03	AB	0,64 \pm 0,04		0,57 \pm 0,05	AB	0,60 \pm 0,05	0,63 \pm 0,05	0,70 \pm 0,05	B
	CMMA	0,87 \pm 0,03	B	0,60 \pm 0,04		0,68 \pm 0,05	B	0,50 \pm 0,05	0,60 \pm 0,05	0,64 \pm 0,05	AB
	CLMP	0,71 \pm 0,03	A	0,71 \pm 0,04		0,63 \pm 0,05	AB	0,64 \pm 0,05	0,66 \pm 0,05	0,52 \pm 0,05	A
	CMMP	0,68 \pm 0,03	A	0,70 \pm 0,04		0,48 \pm 0,05	A	0,61 \pm 0,05	0,60 \pm 0,05	0,62 \pm 0,05	AB
	P-valor	0,0005		0,2161		0,0595		0,2568	0,8252	0,0622	
Desgaste da Parede											
Dorsal do Casco											
	CLMA	0,19 \pm 0,04		0,44 \pm 0,05	B	0,44 \pm 0,05	AB	0,43 \pm 0,06	0,47 \pm 0,06	0,52 \pm 0,09	AB
	CMMA	0,20 \pm 0,04		0,47 \pm 0,05	B	0,48 \pm 0,05	B	0,36 \pm 0,06	0,39 \pm 0,06	0,67 \pm 0,09	B
	CLMP	0,09 \pm 0,04		0,22 \pm 0,05	A	0,30 \pm 0,05	A	0,33 \pm 0,06	0,33 \pm 0,06	0,20 \pm 0,09	A
	CMMP	0,12 \pm 0,04		0,19 \pm 0,05	A	0,34 \pm 0,05	AB	0,46 \pm 0,06	0,42 \pm 0,06	0,23 \pm 0,09	A
	P-valor	0,1300		<0,0001		0,0558		0,3977	0,3823	0,0004	

CLMA - Casco Lateral do Membro Anterior; CMMA – Casco Medial do Membro Anterior; CLMP – Casco Lateral do Membro Posterior; CMMP – Casco Medial de Membro Posterior. AB – Médias com letras diferentes em uma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

O local do ponto de pressão máxima dos cascos, logo após a correção (mês 0) foi encontrado mais frequentemente em “pinça” em cascos laterais posteriores

e menos frequentemente em cascos mediais posteriores ($P=0,0249$). Já no mês 2, houve tendência a que cascos laterais anteriores superassem a frequência dos cascos laterais posteriores para esta classificação ($P=0,0859$), enquanto no mês 4, todos os cascos tiveram “pinça” como local do ponto de pressão máxima com frequência equivalente ($P=0,4073$). No mês 6, cascos anteriores foram os que com maior frequência tiveram “pinça” como o local do ponto de pressão máxima, enquanto cascos mediais posteriores novamente o tiveram com menor frequência ($P<0,0001$).

A frequência de “sola” como local do ponto de pressão máxima foi sempre equivalente entre todos os cascos em todos os meses ($P>0,05$), com exceção do mês 6, no qual houve tendência a que cascos mediais posteriores tivessem frequência superior desta classificação se comparadas aos cascos laterais anteriores ($P=0,0548$, Fig 16b). O “talão”, por sua vez, foi o local de ponto de pressão máxima mais frequente em cascos mediais posteriores se comparadas aos cascos laterais posteriores no mês 0 ($P=0,0289$), e no restante dos meses avaliados, sua frequência tornou-se equivalente entre todas as unhas.

A classificação de deformação dos cascos, no mês 0, logo após apara corretiva, foi “ausente” em todos os cascos ($P=1,0000$), mas esta classificação foi mais frequente em cascos anteriores do que posteriores em todos os demais meses avaliados ($P<0,0001$). Cascos com deformação “moderada” foram identificados a partir do mês 2, sendo os posteriores os mais frequentemente classificadas com este tipo de deformação neste mês ($P<0,0001$). No mês 4 cascos mediais posteriores receberam a classificação “moderada” com frequência maior do que os demais cascos ($P<0,0001$) e no mês 6 houve tendência a que os cascos laterais posteriores tivessem esta classificação mais frequentemente do que os cascos mediais posteriores ($P=0,0574$).

A deformação “severa” foi identificada nos cascos a partir do mês 2, com exceção de cascos mediais e laterais anteriores, que apresentaram cascos com esta classificação apenas a partir do mês 4 e 6, respectivamente. Nos meses 4 e 6, a deformação “severa” foi mais frequentemente observada em cascos laterais posteriores do que nos demais cascos, sendo que no mês 6, cascos mediais posteriores apresentaram a segunda maior frequência desta classificação, superando a de cascos mediais anteriores ($P<0,0001$, Tabela 3).

Tabela 3. Frequência \pm EP das classificações de deformação e de local do ponto de pressão máxima dos cascos ao longo dos meses avaliados.

Variável	Tipo de Casco	Tempo (meses)						
		0	2	4	6			
Deformação “ausente”								
	CLMA	100% \pm 0	87% \pm 0,06	B	80% \pm 0,06	B	65% \pm 0,06	B
	CMMA	100% \pm 0	92% \pm 0,06	B	65% \pm 0,06	B	59% \pm 0,06	B
	CLMP	100% \pm 0	59% \pm 0,06	A	41% \pm 0,06	A	29% \pm 0,06	A
	CMMP	100% \pm 0	47% \pm 0,06	A	32% \pm 0,06	A	27% \pm 0,06	A
	P-valor	1,0000	<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Deformação “moderada”								
	CLMA	0% \pm 0	13% \pm 0,05	A	20% \pm 0,06	A	30% \pm 0,06	AB
	CMMA	0% \pm 0	7% \pm 0,05	A	33% \pm 0,06	A	29% \pm 0,06	AB
	CLMP	0% \pm 0	37% \pm 0,05	B	38% \pm 0,06	A	27% \pm 0,06	A
	CMMP	0% \pm 0	51% \pm 0,06	B	61% \pm 0,06	B	47% \pm 0,06	B
	P-valor	1,0000	<0,0001		<0,0001		0,0574	
Deformação “severa”								
	CLMA	0% \pm 0	0% \pm 0,02		0% \pm 0,03	A	4% \pm 0,05	A
	CMMA	0% \pm 0	0% \pm 0,02		1% \pm 0,03	A	12% \pm 0,05	AB
	CLMP	0% \pm 0	4% \pm 0,02		20% \pm 0,03	B	44% \pm 0,05	C
	CMMP	0% \pm 0	2% \pm 0,02		7% \pm 0,03	A	26% \pm 0,05	B
	P-valor	1,0000	0,2988		<0,0001		<0,0001	
Local do Ponto de Pressão Máxima em “pinça”								
	CLMA	54% \pm 0,06	AB	50% \pm 0,06	B	38% \pm 0,06	41% \pm 0,05	B
	CMMA	51% \pm 0,06	AB	44% \pm 0,06	AB	30% \pm 0,06	30% \pm 0,05	B
	CLMP	56% \pm 0,06	B	31% \pm 0,06	A	32% \pm 0,06	20% \pm 0,05	AB
	CMMP	32% \pm 0,06	A	33% \pm 0,06	AB	24% \pm 0,06	7% \pm 0,05	A
	P-valor	0,0249		0,0859		0,4073		<0,0001
Local do Ponto de Pressão Máxima em “sola”								
	CLMA	17% \pm 0,05		14% \pm 0,05		17% \pm 0,05	7% \pm 0,05	A
	CMMA	29% \pm 0,05		23% \pm 0,05		20% \pm 0,05	21% \pm 0,05	AB
	CLMP	26% \pm 0,05		25% \pm 0,05		17% \pm 0,05	23% \pm 0,05	AB
	CMMP	29% \pm 0,05		22% \pm 0,05		23% \pm 0,05	24% \pm 0,05	B
	P-valor	0,3228		0,4049		0,7964		0,0548
Local do Ponto de Pressão Máxima em “talão”								
	CLMA	29% \pm 0,05	AB	36% \pm 0,06		45% \pm 0,06	51% \pm 0,06	
	CMMA	20% \pm 0,05	AB	33% \pm 0,06		50% \pm 0,06	48% \pm 0,06	
	CLMP	18% \pm 0,05	A	44% \pm 0,06		51% \pm 0,06	57% \pm 0,06	
	CMMP	39% \pm 0,05	B	45% \pm 0,06		53% \pm 0,06	68% \pm 0,06	
	P-valor	0,0289		0,4430		0,8518		0,1080

CLMA - Casco Lateral do Membro Anterior; CMMA – Casco Medial do Membro Anterior; CLMP – Casco Lateral do Membro Posterior; CMMP – Casco Medial de Membro Posterior. AB – Frequências com letras diferentes em uma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

DISCUSSÃO

O comprimento de sola dos cascos de cabras foi equivalente nos dois primeiros meses avaliados, mas, a partir do mês 4, tornou-se maior em cascos laterais posteriores do que nos demais, o que era esperado, considerando que cascos deformados normalmente são mais compridos do que os não deformados (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019) e que, de forma similar ao que foi observado por (SAILER et al., 2021), em nosso estudo estes cascos tiveram deformação “severa” mais frequentemente do que os demais, a partir do mês 4. Outros autores (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; CANOTILHO, 2018; DEEMING et al., 2022; HILL et al., 1997; SAILER et al., 2021), mostraram que cabras tem cascos de membros posteriores mais afetados do que de anteriores, o que pode ser visto também neste estudo, se considerarmos que além dos cascos laterais posteriores deformados, os cascos mediais de membros posteriores também tiveram alta incidência de deformação, porém do tipo “moderada”, enquanto cascos anteriores tiveram deformação “ausente” mais frequentemente do que ambos posteriores.

Por haver relação entre comprimento de sola, e comprimento da parede dos cascos (BHARDWAJ et al., 2018), era esperado que cascos laterais posteriores tivessem também aumento no comprimento de sua parede dorsal nos últimos meses avaliados, o que foi constatado estatisticamente no mês 6. Tal fato provavelmente está associado ao menor desgaste da parede dorsal observado nos cascos posteriores, que provavelmente se justifica pelo fato de que o local do seu ponto de pressão máxima não foi tão frequentemente encontrado em “pinça” quanto cascos anteriores, que o tiveram em ao menos dois dos meses avaliados, principalmente em cascos laterais, o que geraria maior desgaste de sua parede dorsal.

O comprimento do talão, por sua vez, foi sempre menor nos cascos posteriores do que em cascos anteriores, fato verificado também em ovinos (FERRER; RAMOS, 2016) e em outro estudo com caprinos (SAILER et al., 2021), corroborando com a suposição de que diferentemente de cascos anteriores, o desgaste de cascos posteriores ocorra com maior intensidade nos talões provavelmente ao sofrer atrito do solo durante sua impulsão (BADOUX, 1975) momento em que as maiores forças são exercidas nas unhas (MEYER; WEISHAUP; NUSS, 2007). A posição mais anteriorizada do ponto de pressão máxima de cascos anteriores, promove maior

desgaste nesta região, o que segundo Ajuda et al. (2019), determina que haja menor incidência de deformações nestes cascos, se comparados aos posteriores, fato constatado também em nosso estudo.

Além do comprimento do talão, o ângulo de pinça dos cascos recém aparados também foi menor em cascos posteriores do que em anteriores, conforme verificado em outros estudos com caprinos (KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016), ovinos (AZARPAJOUH et al., 2018) e bovinos (MÜLLING; GREENOUGH, 2006). Nas avaliações feitas a partir do mês 2, cascos laterais posteriores tiveram sempre os menores valores de ângulo de pinça, provavelmente pelo excedente córneo na região de pinça destes cascos que, segundo Hill et al. (1997) torna os cascos “achinelados”, sendo esta condição observada com maior frequência em membros posteriores, o que condiz com achados deste e de outros estudos de caprinos (DEEMING et al., 2022; PRADO et al., 2022). Cascos laterais anteriores, por sua vez, tiveram valores de ângulo de pinça maiores do os demais cascos a partir do mês 2, o que era esperado já que, em valores absolutos, cascos laterais anteriores tiveram local do ponto de pressão máxima em “pinça” com maior frequência do que todos os cascos, e segundo Toussaint Raven (1985) e Prado et al. (2022), anteriorização das pressões está associado a maiores ângulos de pinça. Em ovinos, entretanto, (AZARPAJOUH et al., 2018) notou maiores ângulos de pinça em unhas mediais anteriores.

Com relação à largura dos cascos, nota-se que de forma geral cascos anteriores são mais largos do que posteriores, o que é condizente com achados de outros estudos em caprinos (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016; PRADO et al., 2022; SAILER et al., 2021), o que provavelmente se deve ao fato de que maior pressão exercida nos cascos é capaz de estimular o aumento de suas dimensões (GREENOUGH, 2007; IBRAHIM et al., 2018; SOMERS et al., 2005; VAN AMSTEL; SHEARER, 2006). Em ruminantes os cascos anteriores suportam maior pressão em movimento (KIM; BREUR, 2008; MEYER; WEISHAUPT; NUSS, 2007) e, em estação, cascos mediais anteriores são os que suportam maior pressão (VAN DER TOL et al., 2002), conforme observado neste estudo.

Vale notar que cascos laterais posteriores tiveram as menores larguras e ao mesmo tempo comprimento de sola e de parede dorsal maior do que os demais, principalmente nos últimos meses avaliados, sendo, portanto, mais finos e compridos se comparados principalmente aos cascos anteriores. Cascos anteriores, por sua vez, tiveram maior largura, comprimento de talão, e ângulo de pinça, assim como mostrado

por Koluman e Göncü (2016) e Ajuda et al. (2019), sendo descritas em bovinos como cascos mais volumosos (VAN AMSTEL; SHEARER, 2006) e aptos a suportar maiores pressões (NUSS; SAUTER-LOUIS; SIGMUND, 2011).

Apesar de cascos laterais posteriores terem este aspecto mais afilado, possuem área de contato equivalente à de cascos mediais posteriores ao longo dos meses avaliados, possivelmente porque dentre os cascos posteriores de ruminantes é o que suporta maior pressão (MEYER; WEISHAUPT; NUSS, 2007; NUSS; HAESSIG; MUELLER, 2020) tendo, em valores absolutos, a segunda maior pressão média dentre todos os tipos de cascos neste estudo, inferior apenas à pressão de cascos mediais anteriores. Possivelmente devido ao fato de suportar maiores pressões, foi verificado que em bovinos estes cascos têm solas mais finas e propensas a amolecimento quando em contato com umidade (VAN AMSTEL; SHEARER; PALIN, 2004), o que aumentaria o contato de regiões da sola com o piso (GREGORY et al., 2006). Outra suposição é que seu crescente comprimento de sola aumente sua área de contato, tornando-a equiparável a do casco medial posterior. Ressalta-se também que no primeiro mês avaliado, logo após a correção, os cascos posteriores tiveram área de contato consideravelmente menor do que os cascos anteriores, mas aumentaram equiparando-se ao de cascos anteriores já no segundo mês avaliado.

Desconsiderando as análises estatísticas, verifica-se que cascos mediais anteriores, provavelmente por serem os que suportam as maiores pressões médias e máximas, tiveram os maiores valores de área de contato ao longo dos meses avaliados, o que é esperado quando se considera que maior estímulo de crescimento pode ocorrer em cascos que recebem maior pressão (GREENOUGH, 2007; IBRAHIM et al., 2018; SOMERS et al., 2005). Estatisticamente, porém, a área de contato de cascos mediais e laterais de membros anteriores foram equivalentes, comprovando que a correção foi feita de acordo com indicações de Toussaint Raven (1985) e Nuss et al. (2019) em bovinos, não sendo, porém, obtida equivalente distribuição de pressão entre os cascos como esperado, sendo pressões médias e máximas mais altas em cascos mediais anteriores se comparados aos demais.

Cascos anteriores tem maiores dimensões que os tornam capazes de suportar maiores pressões, como observado em nosso estudo especificamente em cascos mediais anteriores, o que pode ser devido a forma como os membros anteriores se ligam ao tronco, através de tendões e músculos influenciando a forma como as

pressões de cascos anteriores se distribuem (MUGGLI et al., 2011), sobrecarregando cascos mediais principalmente quando o animal esta em estação (MEYER; WEISHAUPT; NUSS, 2007), enquanto o centro de gravidade de seu corpo não é deslocado caudalmente no momento de sua impulsão (BADOUX, 1975). Outros posicionamentos podem também aumentar a pressão em cascos mediais e laterais, por exemplo quando o animal afasta seus membros anteriores para captar alimento em cochos muito baixos (MUGGLI et al., 2011; VAN AMSTEL; SHEARER, 2006).

Exceção, porém, foi verificada no mês 4, em que estatisticamente o valor de pressão média de todos os cascos tornou-se equivalente, uma vez que a pressão média de cascos laterais posteriores teve aumento considerável, enquanto o valor de pressão máxima no mesmo período permaneceu inalterado, sendo maior em cascos mediais de membros anteriores. Tal fato que condiz com achados de (VAN DER TOL et al., 2004) em seu estudo, no qual observou que por vezes quando se reduz a pressão média a pressão máxima permanece inalterada, podendo-se questionar se é correto tentar reduzir e igualar as pressões dos cascos ou se seria mais eficaz direcionar as maiores pressões para regiões do casco mais aptas a suportá-las, sendo em que em nosso trabalho as maiores pressões máximas chegam a 4,9kgf/cm².

O crescimento dorsal, por sua vez, foi maior em cascos mediais anteriores no primeiro mês avaliado, o que pode ser devido a associação entre sua recente apara corretiva e a grande pressão que recebem. Ou seja, sabendo que a apara corretiva dos cascos quatro semanas antes, promoveu abrasão do tecido córneo, capaz de estimular o fluxo sanguíneo regional e o crescimento (HEPWORTH; MICHAEL; KENYON, 2004) e que, conforme mostrado neste estudo, cascos mediais anteriores de forma geral tem pressão maior que das demais (AJUDA; BATTINI; STILWELL, 2019; NUSS; MÜLLER; LÜCHINGER, 2019; VAN AMSTEL; SHEARER, 2006) o que tende a estimular seu crescimento (GREENOUGH, 2007; IBRAHIM et al., 2018; SOMERS et al., 2005), justifica-se que estes cascos tenham apresentado maiores valores de crescimento dorsal no primeiro mês avaliado.

A dureza dos cascos, por sua vez, aumentou com o passar do tempo, mas não foi diferente entre os cascos em nenhum dos meses avaliados, enquanto (KOLUMAN; GÖNCÜ, 2016) observaram em caprinos, maior dureza nos cascos de membros posteriores do que anteriores, o que pode talvez ter a ver com a exposição desigual dos cascos à umidade ambiental, capaz de amolecer seu tecido córneo que em bovinos, em Shore D, tem média de 78,4 nas paredes dorsais sem contato com

umidade ambiental (BORDERAS et al., 2004), e em nosso estudo foi de no máximo 56,58, o que contradiz a alegação de König e Liebich (2012) sobre dureza de cascos de caprinos serem maiores do que de bovinos neste caso.

CONCLUSÃO

Conclui-se que há diferenças entre os tipos de cascos das cabras, à medida que crescem os cascos posteriores tornam-se alongados, com reduzido ângulo de pinça e deformados, sendo os laterais posteriores os que mais evidenciam tais características, sendo que já a partir do 4º mês, nova apara corretiva pode ser necessária para corrigi-las.

Cascos anteriores, por sua vez, são maiores do que cascos posteriores na maioria dos parâmetros morfométricos avaliados, tendo ponto de pressão máxima frequentemente localizado em região de pinça, e tendo os cascos mediais anteriores os maiores valores de pressão média e máxima ao longo dos meses, não mostrando necessidade de aparas corretivas tão frequentes quanto a de cascos posteriores.

RECONHECIMENTO

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código 001.

Declarações de interesse: Nenhuma

REFERÊNCIAS

AJUDA, I. DE G. G.; BATTINI, M.; STILWELL, G. T. The role of claw deformation and claw size on goat lameness. **Veterinary and Animal Science**, v. 8, n. September, p. 4, 2019.

AJUDA, I. G.; VIEIRA, A.; STILWELL, G. **Are there differences in dairy goats claws' temperature, before and after trimming?** IEEE MeMeA 2014 - IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, Proceedings. **Anais...**Lisbon, Portugal: IEEE, Piscataway, 2014.

ANZUINO, K. et al. Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. **Veterinary Record**, v. 167, n. 20, p. 774–780, 2010.

ARUN, M. T. **Surgical Management of Hoof Disorders in Goats**. Thesis in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Masters of Veterinary Science in Veterinary and Radiology—[s.l.] College of Veterinary Science and Animal Husbandry. Anand Agricultural University, 2015.

AZARPAJOUH, S. et al. Anatomical characterization of hoof growth pattern in six Iranian sheep breeds and its possible implication for trimming recommendations. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, n. 6, p. 1343–1348, 2018.

BADOUX, D. M. Bioestática e Biomecânica. Em: **Sisson e Grossman - Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, 1975. v. 1p. 47–79.

BATTINI, M. et al. On-farm welfare assessment protocol for adult dairy goats in intensive production systems. **Animals**, v. 5, n. 4, p. 934–950, 2015.

BHARDWAJ, V. et al. An objective method for assessment of foot conformation in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 167, n. August, p. 22–28, 2018.

BORDERAS, T. F. et al. Claw Hardness of Dairy Cows: Relationship to Water Content and Claw Lesions. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 7, p. 2085–2093, 2004.

CANOTILHO, C. F. P. A. E. C. **Avaliação dos efeitos sobre bem estar do sobrecrecimento das unhas de cabras leiteiras. Estudos preliminares**. Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa, 2018.

CHRISTODOULOPOULOS, G. Foot lameness in dairy goats. **Research in Veterinary Science**, v. 86, n. 2, p. 281–284, 2009.

DEEMING, L. E. et al. The development of a hoof conformation assessment for use in dairy goats. **Animals**, v. 9, n. 11, 1 nov. 2019.

DEEMING, L. E. et al. Evaluating the long-term conformation and hoof growth effects of starting hoof trimming at 5 months of age in New Zealand dairy goats. **Journal of Dairy Science**, dez. 2022.

EZE, C. A. Lameness and reproductive performance in small ruminants in Nsukka Area of the Enugu State, Nigeria. **Small Ruminant Research**, v. 44, n. 3, p. 263–267, 2002.

FERRER, L. M.; RAMOS, J. J. **Las Cojeras en el Ganado Ovino Clínica y Prevención**. 1. ed. Navarra, España: Servet, 2016.

GREENOUGH, P. R. **Bovine Laminitis and Lameness: A Hands-on Approach**. 1. ed. Philadelphia, USA: Elsevier Ltd, 2007.

GREGORY, N. et al. Softening of cattle hoof soles and swelling of heel horn by environmental agents. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 8, p. 1223–1227, ago. 2006.

HAHN, M. V.; MCDANIEL, B. T.; WILK, J. C. Rates of Hoof Growth and Wear in Holstein Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 8, p. 2148–2156, 1986.

HEPWORTH, K.; MICHAEL, N.; KENYON, S. Hoof Anatomy, Care and Management in Livestock. **Purdue Extension**, v. 10, n. 04, p. 9, 2004.

HILL, N. P. et al. Lameness and foot lesions in adult British dairy goats. **Veterinary Record**, v. 141, n. 16, p. 412–416, 1997.

IBRAHIM, A. et al. A pilot study on surgical trimming impact on severely overgrown claws in sheep: Behavioral, physiological, and ruminal function aspects. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, v. 23, p. 66–75, 2018.

KIM, J.; BREUR, J. G. Temporospacial and kinetic characteristics of sheep walking on a pressure sensing walkway. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 72, p. 50–55, 2008.

KOLUMAN, N.; GÖNCÜ, S. Measurements of Healthy Hooves, Their Interrelation and Correlation With Body Mass in Some Improved Goat Breeds. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 108–116, 2016.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Anatomia dos Animais Domésticos. Texto e Atlas Colorido**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed, 2012.

MEYER, S. W.; WEISHAUPT, M. A.; NUSS, K. A. Gait pattern of heifers before and after claw trimming: A high-speed cinematographic study on a treadmill. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 2, p. 670–676, 2007.

MUGGLI, E. et al. Length asymmetry of the bovine digits. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 3, p. 295–300, 2011.

MÜLLING, C. K. W.; GREENOUGH, P. R. **Functional synergism of the biomechanical systems of the bovine claw**. 14th International Symposium & 6th Conference on Lameness in Ruminants. **Anais...Colonia**, Uruguay: IVIS, 2006.

MURI, K.; STUBSJØEN, S. M.; VALLE, P. S. Development and testing of an on-farm welfare assessment protocol for dairy goats. **Animal Welfare**, v. 22, n. 3, p. 385–400, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. [s.l.] National Academy Press, 2007.

NUSS, K.; HAESSIG, M.; MUELLER, J. Hind limb conformation has limited influence on claw load distribution in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 7, p. 6522–6532, 2020.

NUSS, K.; MÜLLER, J.; LÜCHINGER, I. **How to trim the forelimb claws – claw loads with different sole heights**. Proceedings of the 20th International Symposium and 12th Conference Lameness in Ruminants. **Anais...Tokio Asakusa**: 2019.

NUSS, K.; SAUTER-LOUIS, C.; SIGMUND, B. Measurements of forelimb claw dimensions in cows using a standardised sole thickness: A post-mortem study. **Veterinary Journal**, v. 190, n. 1, p. 84–89, 2011.

PRADO, V. C. M. et al. Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. **Veterinary Research Communications**, n. 0123456789, 2022.

PUGH, D. G. Enfermidades do Sistema Musculoesquelético. Em: **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. p. 513.

RIBEIRO, S. D. DE A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. 1st. ed. São Paulo - SP: Nobel, 1997.

SAILER, L. M. et al. Influence of housing and management on claw health in swiss dairy goats. **Animals**, v. 11, n. 7, 1 jul. 2021.

SANDOVAL JR, P. et al. **Manual de Criação de Caprinos e Ovinos**. 1. ed. Brasília: CODEVASF, 2011.

SCHINDELIN, J. , et al. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. **Nature Methods**, v. 9, n. 7, p. 676–682, 2012.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. Musculoskeletal System. Em: **Goat Medicine**. 2nd. ed. Ames, USA: Wiley-Blackwell, 2009. p. 85–162.

SOMERS, J. G. C. J. et al. Development of claw traits and claw lesions in dairy cows kept on different floor systems. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 1, p. 110–120, 2005.

TOUSSAINT RAVEN, E. Trimming. Em: **Cattle Footcare and Claw Trimming. The origin and prevention of the necrotising infammations of the corium (ulcerations of the claw)**. Utrecht: Farming Press Books, 1985. p. 75–106.

VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. **Manual for Treatment and Control of Lameness in Cattle**. 1. ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006.

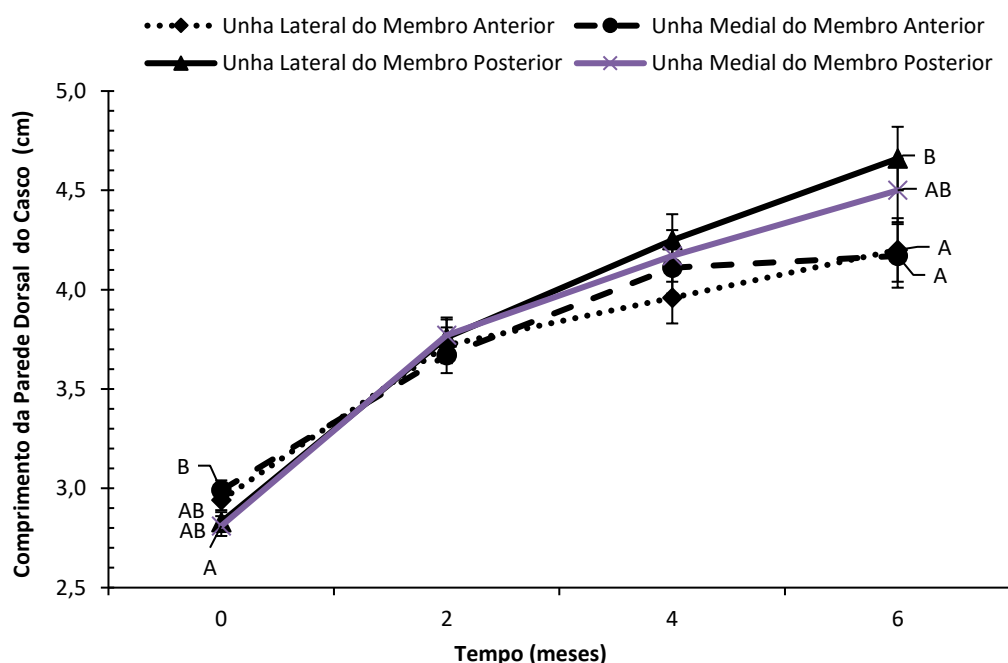
VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. K.; PALIN, F. L. Moisture Content, Thickness, and Lesions of Sole Horn Associated with Thin Soles in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 3, p. 757–763, 2004.

VAN DER TOL, P. P. J. et al. The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1476–1481, 2002.

VAN DER TOL, P. P. J. et al. The effect of preventive trimming on weight bearing and force balance on the claws of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 6, p. 1732–1738, 2004.

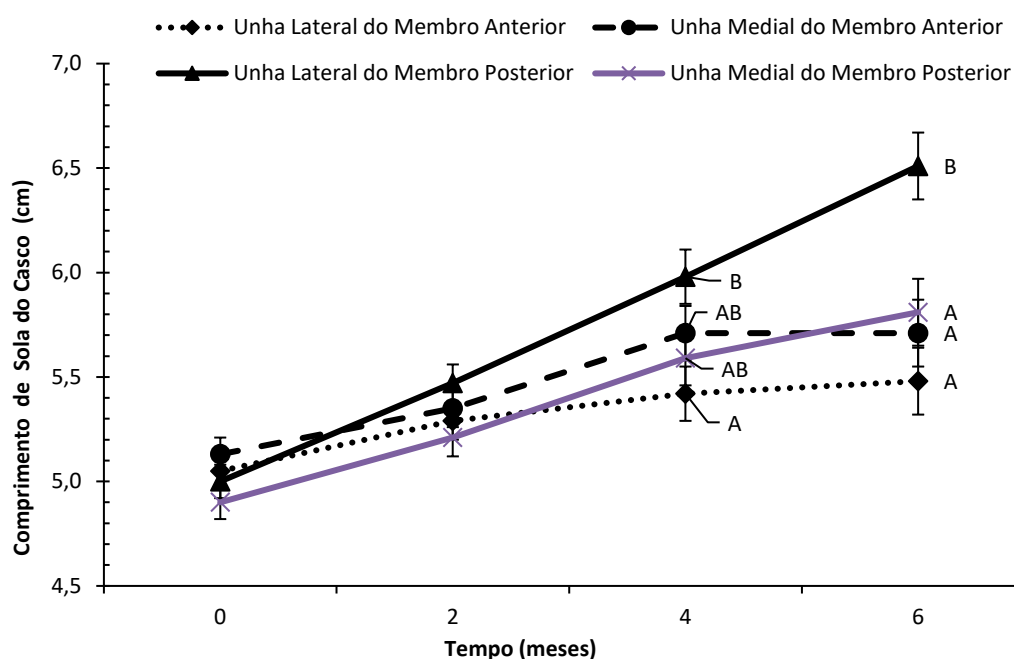
ANEXO A

Fig. 5. Médias de comprimento de parede dorsal (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



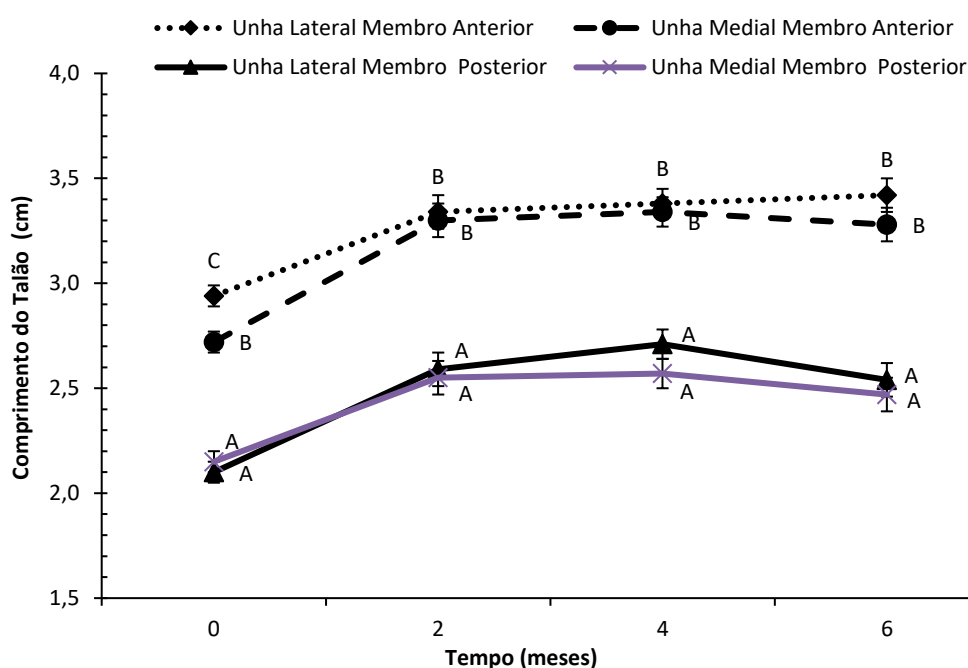
AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 6. Médias de comprimento de sola (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



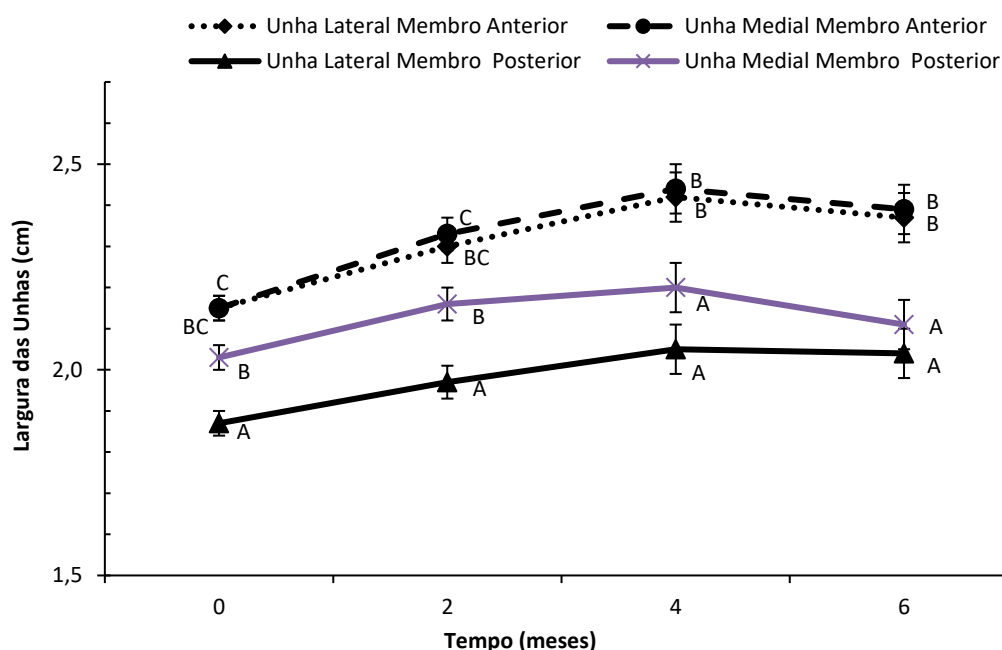
AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 7. Médias de comprimento do talão (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



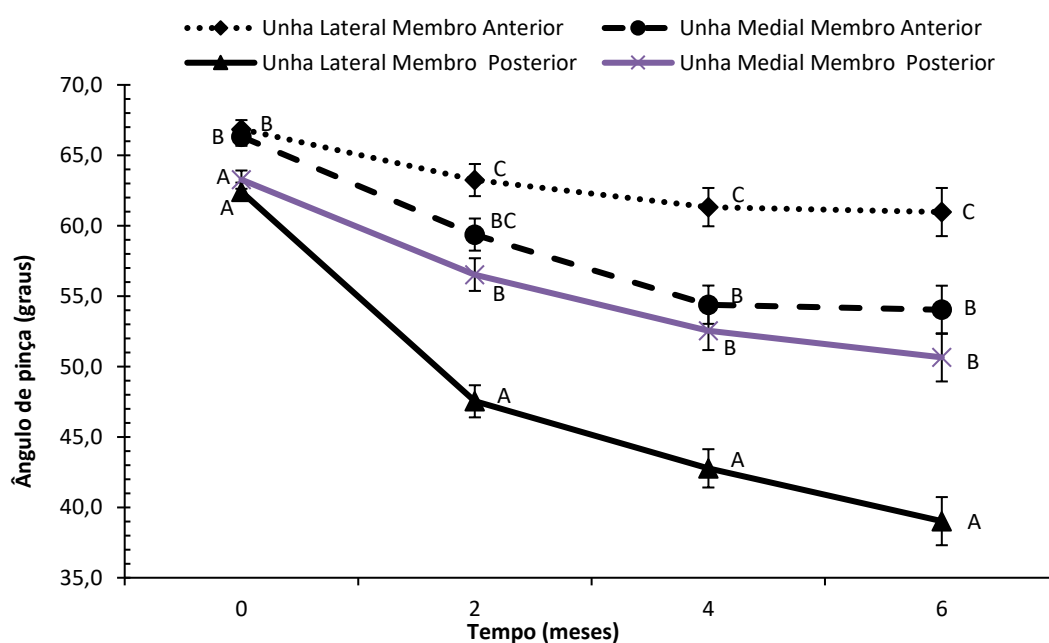
ABC – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 8. Médias de largura (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



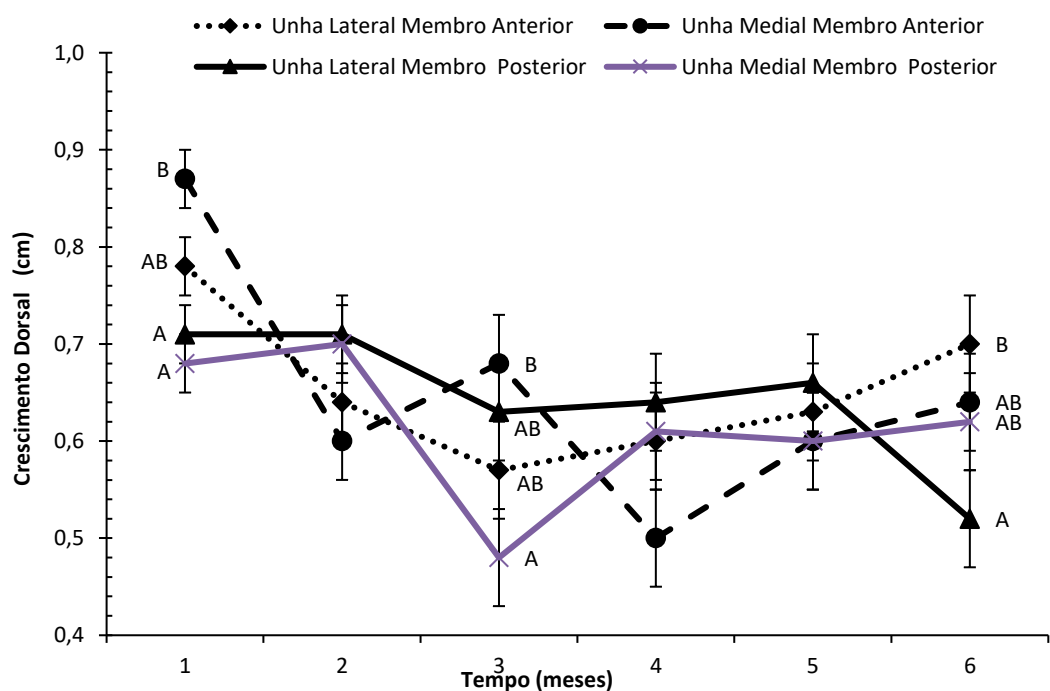
ABC – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 9. Médias de ângulo de pinça (graus) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



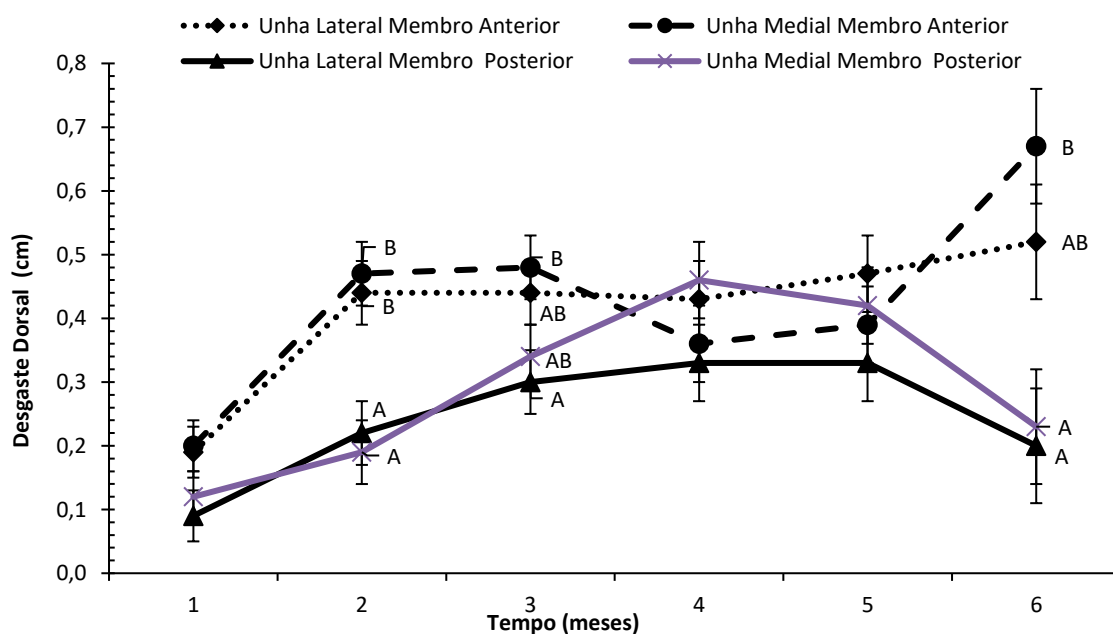
ABC – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 10. Médias de crescimento de parede dorsal (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 11. Médias de desgaste de parede dorsal (cm) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 12. Médias de dureza (Shore) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.

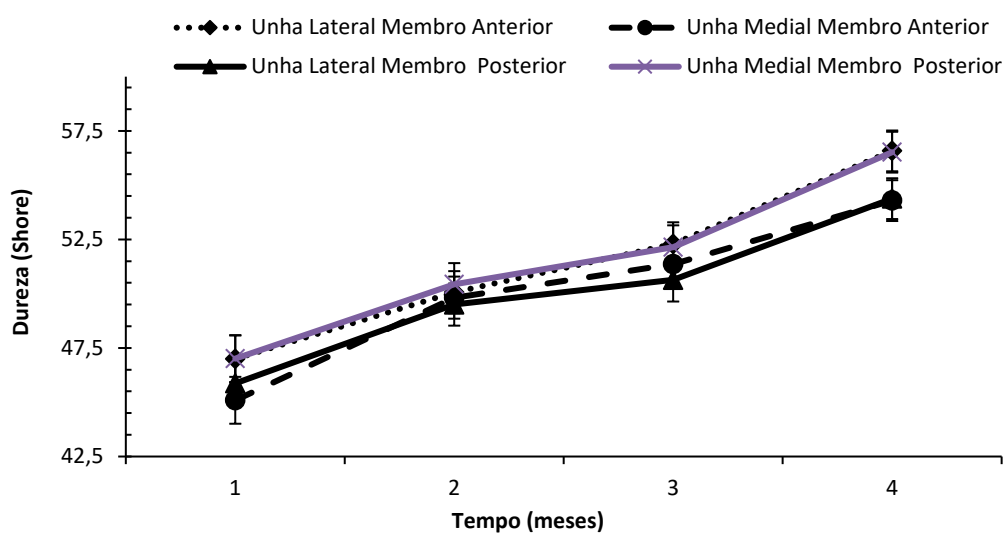
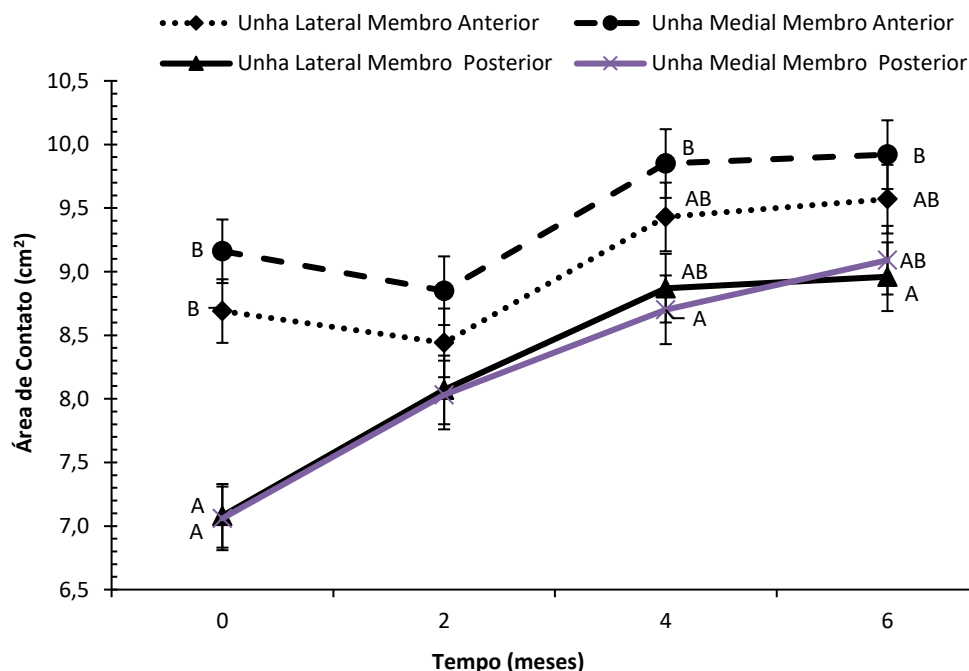
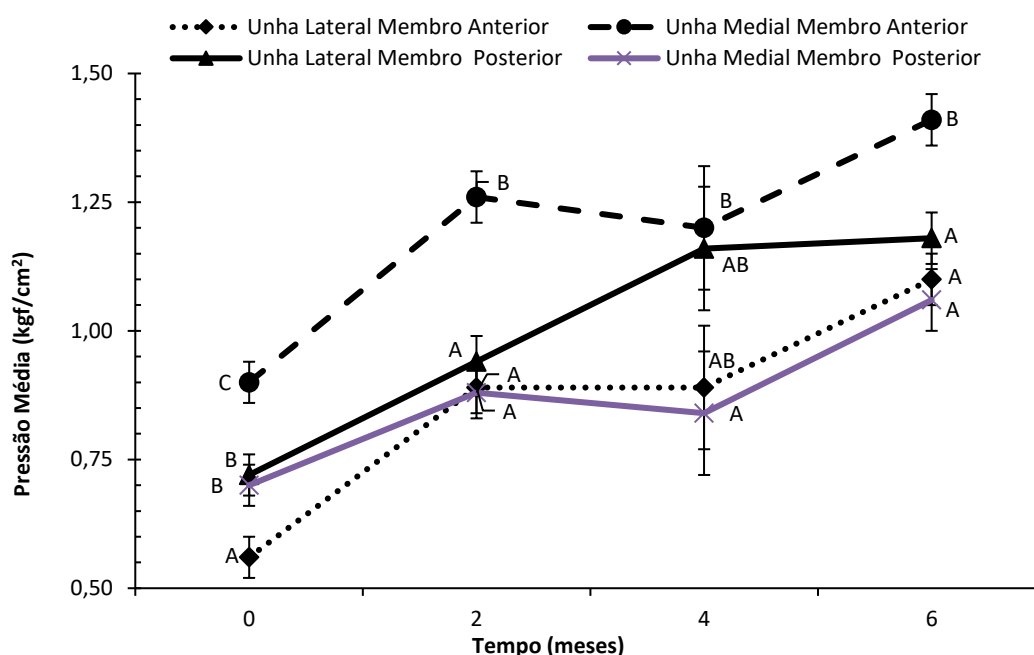


Fig. 13. Médias de área de contato (cm^2) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



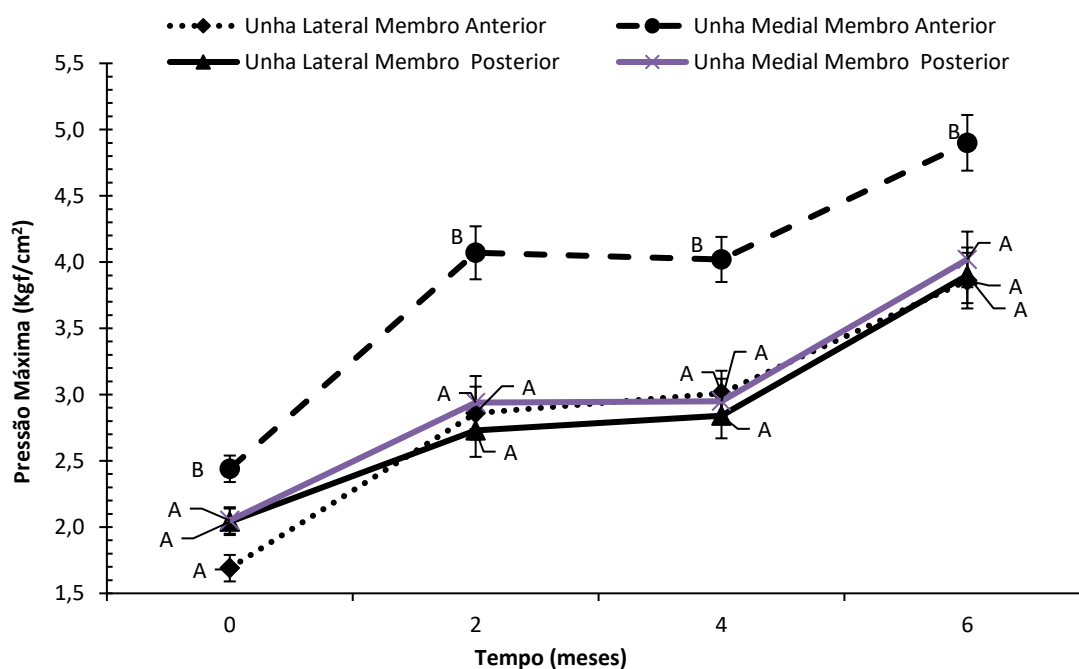
AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 14. Médias de pressão média (kgf/cm²) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.



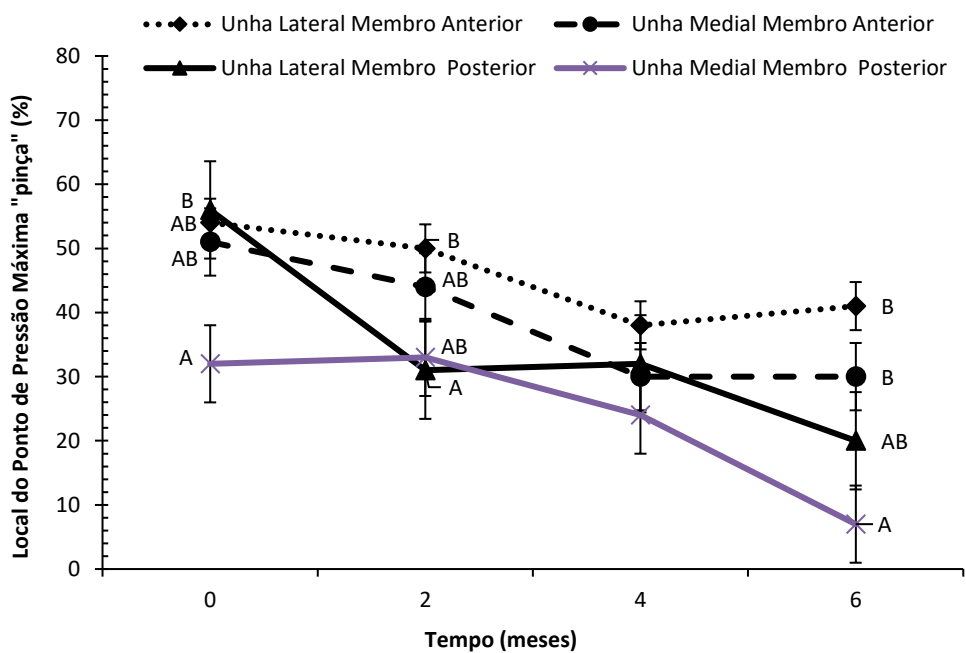
ABC – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

Fig. 15. Médias de pressão máxima (kgf/cm²) de cada tipo de casco, ao longo dos meses avaliados.

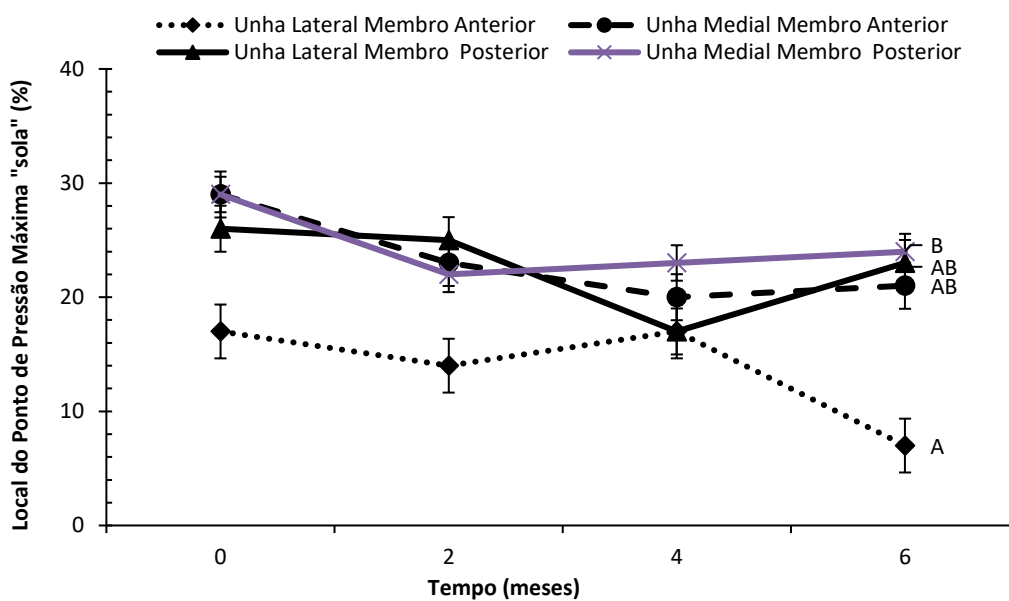


AB – Médias com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

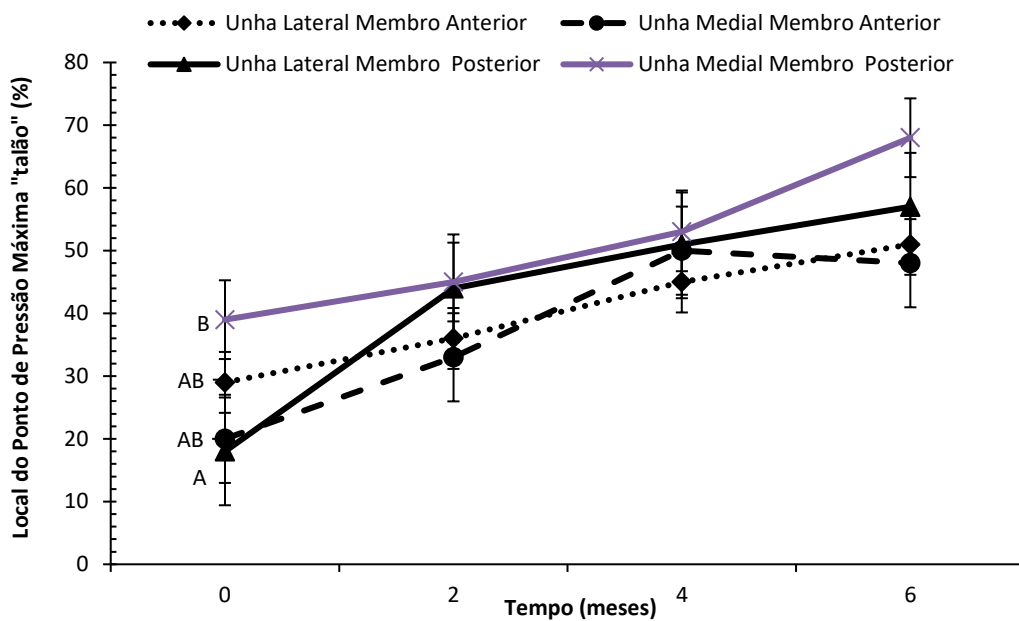
Fig. 16. Frequência com que cada tipo de casco teve o local do ponto de pressão máxima em (a) “pinça”, (b) “sola” e (c) “talão”, ao longo dos meses avaliados.



(a)



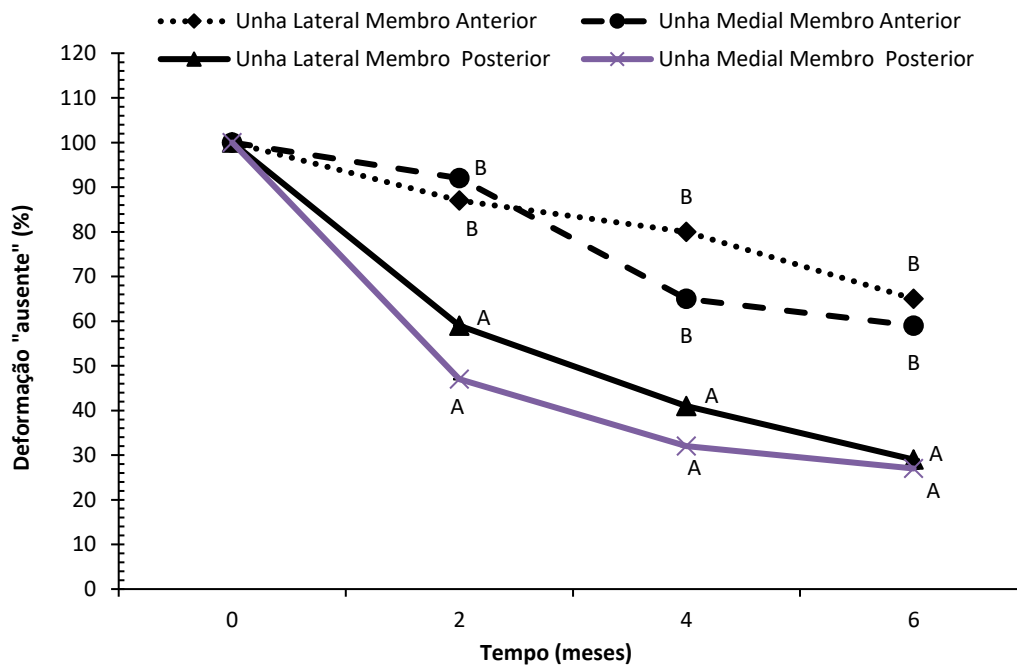
(b)



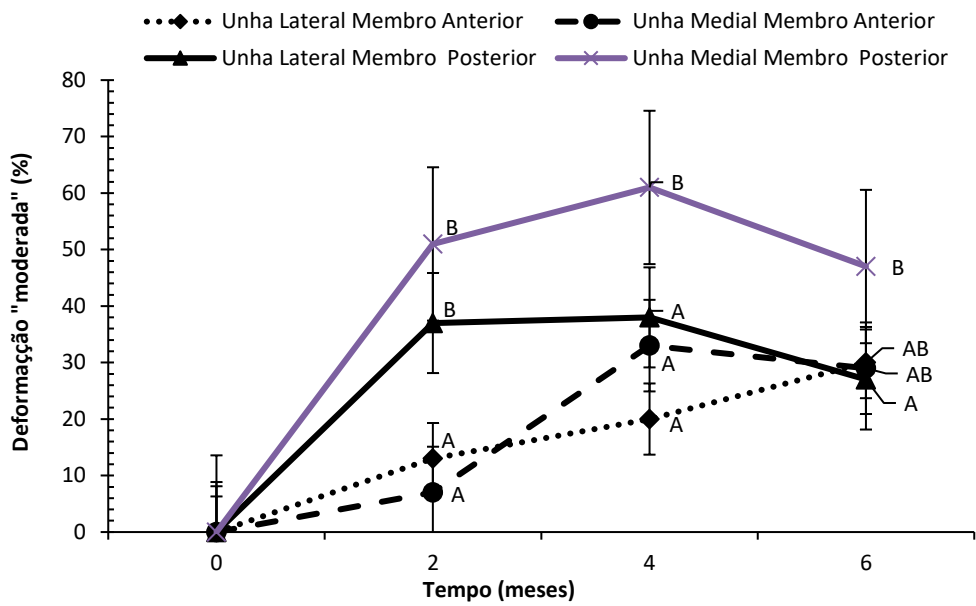
(c)

ABC – Frequências com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

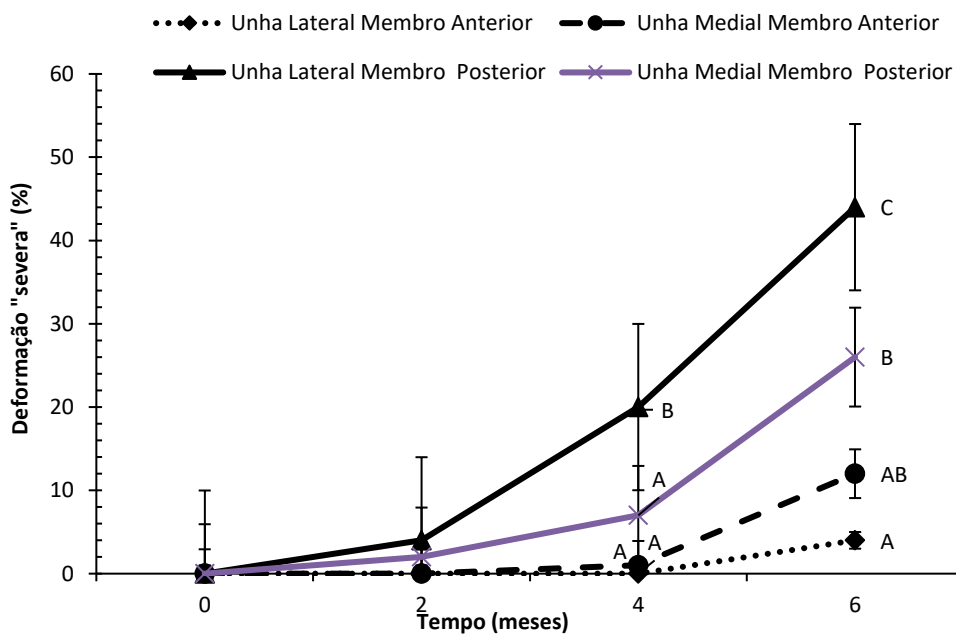
Fig. 17. Frequência com que cada tipo de casco teve a deformação classificada como (a) “ausente”, (b) “moderada” e (c) “severa”, ao longo dos meses avaliados.



(a)



(b)



(c)

ABC – Frequências com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% e tendência entre 5% e 10%.

6 INFLUÊNCIA DO PISO DA INSTALAÇÃO (RIPADO DE MADEIRA OU TERRA BATIDA) NAS CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONAIS DOS CASCOS DE CAPRINOS DA RAÇA SAANEN

Vivian Cristina Mendes Prado^{1*}, Sarita Bonagurio Gallo², Eduardo Harry Birgel Junior³

¹ Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Avenida Orlando Marques Paiva, 87, São Paulo, SP, CEP 05508-270, Brasil.

² Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga, SP, CEP 13635-900, Brasil.

³ Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga, SP, CEP 13635-900, Brasil.

* Autor correspondente: Vivian C. M. Prado. Email: vivian.cmprado@gmail.com

Contribuições dos autores:

Conceituação: Vivian Cristina Mendes Prado, Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior;

Metodologia: Vivian Cristina Mendes Prado, Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior;

Análise formal e investigação: Vivian Cristina Mendes Prado, Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior;

Escrita – prepare do rascunho original: Vivian Cristina Mendes Prado, Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior;

Escrita – revisão e edição: Vivian Cristina Mendes Prado, Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior;

Recursos: Eduardo Harry Birgel Junior;

Supervisão: Sarita Bonagurio Gallo, Eduardo Harry Birgel Junior.

RESUMO

Cabra é um animal afetado negativamente pelo mau estado de seus cascos, principalmente em sistemas confinados, em que cascos se tornam excessivamente crescidos com rapidez. A escolha do piso das instalações é um fator relevante frente a este problema, portanto o objetivo deste trabalho foi identificar diferenças morfofuncionais, baropodométricas, de crescimento, desgaste, dureza e deformação entre cascos expostos a dois tipos de pisos comuns como terra batida e ripado de madeira suspenso. Utilizou-se para tanto, 21 cabras da raça Saanen, com idade entre $2,2 \pm 1$ anos, peso corporal médio de $71,20 \pm 10$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em dois tratamentos que eram o piso de madeira e o de terra. As medidas do casco foram feitas por um período de 6 meses e as análises estatísticas foram feitas usando o pacote estatístico SAS. A exposição dos cascos a piso de terra os tornou mais alongado e deformados do que cascos expostos a piso de madeira ($P < 0,0001$ e $P = 0,0004$, respectivamente), e os tornou mais susceptíveis à influência da umidade. A exposição a piso de madeira, por sua vez, alterou a posição do centro de equilíbrio do membro ($P = 0,0121$), nenhum dos pisos, porém, promoveu significativa diferença nas taxas de crescimento ou desgaste dos cascos, mas considerando que cascos expostos a piso de terra tiveram maior número de deformações e alterações nas variáveis estudadas, conclui-se que o piso de madeira seja mais indicado à saúde dos cascos.

PALAVRAS-CHAVE: caprinos; sanidade; instalações; criação; cascos; morfometria.

INTRODUÇÃO

A cabra é animal rústico que prospera mesmo em condições ambientais inóspitas ao desenvolvimento da maioria das espécies domésticas (ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019), tem cascos resistentes à exposição a solos íngremes, pedregosos e secos (GUY STRAUS, 1987; RIBEIRO, 1997), sendo capaz de preservar sua função adequada diante destas irregularidades (TIAN et al., 2019).

No entanto, na caprinocultura leiteira, é comum a cabra lactante ficar em ambiente fechado, com pisos não abrasivos, o que pode levar seus cascos a ter um excedente córneo (CHRISTODOULOPOULOS, 2009; DEEMING et al., 2022; HILL et

al., 1997; SAILER et al., 2021) sendo, em contrapartida, incomum que haja desgaste excessivo do casco, havendo relatos do tipo apenas em situações de aparas corretivas descuidadas (ARUN, 2015; SHAKESPEARE, 2009). A má conformação dos cascos, ocasionada pelo excedente córneo dos cascos pode determinar alterações mecânicas do movimento, bem como inflamações que causam dor (AJUDA; VIEIRA; STILWELL, 2014), fatores que influenciam o bem-estar animal (ANZUINO et al., 2010; BATTINI et al., 2015).

A criação de caprinos de forma livre, na vegetação nativa, é comum na região nordeste do Brasil (CORDEIRO et al., 2016; COSTA et al., 2008)), detentora do maior rebanho nacional de caprinos (IBGE 2021), já na região sudeste, voltada à produção de leite de cabra, a criação de caprinos é feita de forma intensiva (CORDEIRO et al., 2016; GONÇALVES et al., 2008; RIBEIRO, 1997) sendo variados os tipos de estruturas utilizadas para alojamento dos animais (CORDEIRO et al., 2016). Alguns exemplos são as instalações com piso de terra batida, que tem baixo custo de implantação e são utilizados principalmente em regiões de clima seco (RIBEIRO, 1997; SANDOVAL JR et al., 2011), evitando a fragilização do tecido córneo dos cascos expostos a umidade (BERGSTEN, 2001; CHRISTODOULOPOULOS, 2009), e as baias elevadas com piso de ripas de madeira espaçadas, indicadas a regiões onde se tem maior umidade, por permitir que animais fiquem distantes do solo e dos dejetos (SANDOVAL JR et al., 2011).

Diante da importância do tema, é incoerente que a maior parte das informações sobre instalações e manejo indicadas a criações comerciais de cabras não se baseie em estudos científicos, mas se restrinja a conhecimentos práticos (ZOBEL; NEAVE; WEBSTER, 2019). Considerando a hipótese de que os cascos apresentam variações morfofuncionais de acordo com o piso a que são expostos, optou-se pela realização da presente pesquisa, cujo objetivo é identificar diferenças morfométricas, baropodométricas, de dureza, crescimento e desgaste e deformação entre cascos expostos a diferentes tipos de piso, ao longo de seis meses após sua apara corretiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Vinte e uma cabras sadias da raça Saanen, com idade média de $2,2 \pm 1$ anos e peso médio de $71,20 \pm 10,32$ Kg, pertencentes à Universidade de São Paulo, no município de Pirassununga -SP, foram selecionadas para este experimento após

triagem que, através da apara corretiva, avaliou os cascos quanto a ausência de lesões e deformações. Estes animais foram então divididos em dois grupos, e introduzidos a baias com tipo específico de piso durante seis meses, tendo nutrição balanceada de acordo com recomendações do NRC (2007).

As baias eram cobertas e tinham espaço de 2m² por animal, conforme recomendado (RIBEIRO, 1997; SANDOVAL JR et al., 2011), e os tratamentos foram o piso de terra batida ou piso ripado de madeira suspenso. O grupo alocado em piso de terra tinha a disposição duas baias vizinhas de mesmas dimensões e características, para sua realocação diária, permitindo que a baia recém utilizada fosse limpa e que permanecesse vazia possibilitando melhor secagem do solo, para que os animais no dia seguinte retornassem. A pluviosidade (mm de chuva) foi de 65; 201; 207; 318; 272; 107; 0,4mm de chuva, respectivamente nos meses 0 a 6.

Durante o período experimental, todas as oito unhas de cada cabra (unhas laterais e mediais de membros anteriores e posteriores), foram avaliadas a cada 30 dias, quanto a suas taxas de crescimento e desgaste dorsal, morfometria, e a cada 60 dias sua dureza, baropodometria e deformação. As coletas de informações dos cascos consistiam em mensuração com paquímetro, exame baropodométrico, fotografias e aferição de sua dureza.

Caracterização dos pisos

A estrutura de madeira suspensa, utilizada no experimento consistia em ripas com arestas arredondadas com cerca de 5cm de largura e 1 m de comprimento, fixadas paralelamente em seu eixo mais longo, tendo espaçamento de 2cm de largura entre si. Para caracterização da madeira do piso utilizado neste experimento, foram retiradas aleatoriamente quatro ripas da estrutura, e estas amostras foram levadas ao Laboratório de Madeiras e de estruturas de Madeira (LaMEM), do Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP), onde foram realizados ensaios de rugosidade e de compressão das amostras.

O ensaio de rugosidade da madeira foi feito com rugosímetro digital portátil modelo TR-100 da marca TIME, obtendo valores de rugosidade média de 0,74Ra em sentido longitudinal das fibras da madeira, e 1,12Ra em sentido transversal das fibras. Já o ensaio de dureza da madeira, foi feito utilizando a “Máquina Universal de Ensaio”

da marca AMSLER, acusando resistência média a compressão de 422,5 KN/cm² (43.032 Kgf/cm²).

Para a caracterização do piso de terra, foram coletadas três amostras de 500g de terra em locais aleatórios de cada uma das baias, atingindo profundidade de cerca de 10cm, e encaminhadas ao Laboratório de Solos do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo para sua análise granulométrica. A composição física do solo, que indica sua capacidade de retenção de água, foi classificada como solo tipo 2, variando sua textura entre argilosa e médio argilosa. Análise do grau de compactação do solo também foi realizada, utilizando aparelho “Penetrolog versão 141”, da marca Falker, que indicou pressão máxima de 361,5 KPa (3,69 Kgf/cm²) considerando a média de 3 pontos aleatórios aferidos em cada baia.

Morfometria

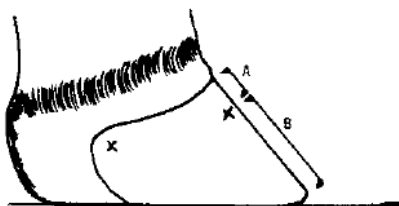
As avaliações das características morfométricas de cada um dos cascos dos animais, foram realizadas conforme técnica de utilizada por Prado et al. (2022), para aferição dos seguintes parâmetros: Comprimento de parede dorsal do casco (distância entre região mais cranial da coroa do casco, e pinça do casco); comprimento de sola do casco (distância entre pinça do casco e extremidade palmar/plantar do talão); comprimento do talão (distância mais palmar/plantar entre a coroa do casco e região de contato do talão com o solo); largura do casco (maior distância entre parede abaxial e parede axial, em aspecto palmar/plantar dos cascos); ângulo do casco (angulação entre superfície da muralha do casco e superfície da sola do casco, em região de pinça).

Crescimento e desgaste

Para aferição das taxas de crescimento e desgaste de cada um dos cascos dos animais, foi empregada a técnica descrita em bovinos por (HAHN; MCDANIEL; WILK, 1986), e adaptada neste estudo aos cascos dos caprinos (Figura 1).

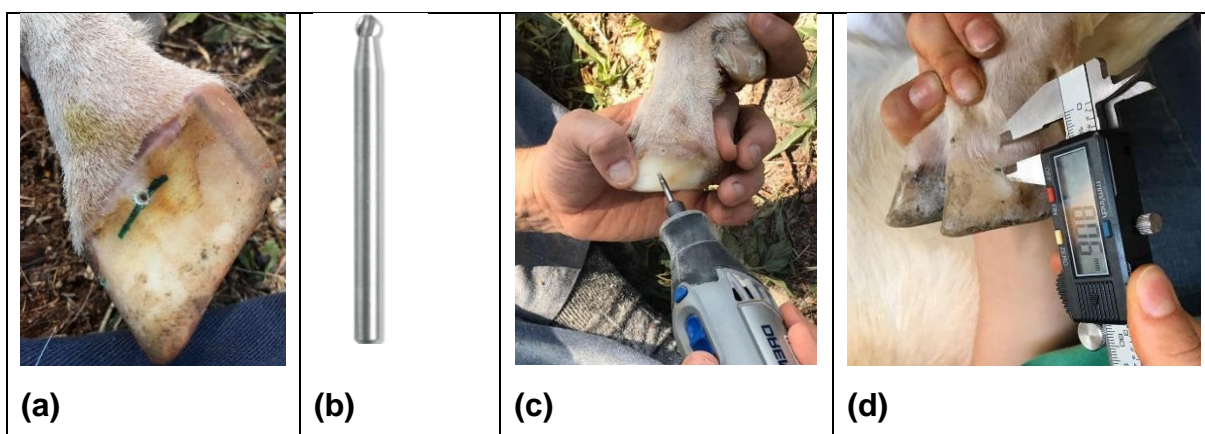
Fig. 1 Ilustração da técnica para aferição de taxa de crescimento e desgaste dos cascos, adaptado de (HAHN; MCDANIEL; WILK, 1986). A variação nos valores de

distância “A” e “B” permite quantificar as taxas de crescimento e desgaste dos cascos ao longo do tempo



Para realização da técnica, foram feitas duas marcações na parede dos cascos, a primeira em região lateral (abaxial) (Figura 2a), e outra em região dorsal do casco. As marcações tiveram aproximadamente 2mm de profundidade, e se situavam 5mm abaixo da borda coronária do dígito do animal, sendo confeccionadas utilizando pequena broca de entalhe da marca *Dremel* modelo 191, com 3,2mm de diâmetro (Figura 2b) acoplada à micro retífica *Dremel* modelo 4000, com velocidade regulável de 5.000 a 35.000 RPM (Figura 2c). Tais marcações serviram de parâmetro para mensuração do crescimento e desgaste de casco (Figura 2d).

Fig. 2 (a) Marcação em região lateral do casco, à 5mm de distância da coroa do casco; (b) Broca de entalhe utilizada na marcação de pontos de referência nos cascos; (c) marcação dos cascos utilizando micro retífica; (d) mensuração da distância entre a coroa do casco e a marcação lateral realizada no casco, com paquímetro digital



A variação mensal da distância entre as marcações realizadas e a coroa do casco, representa o valor de crescimento do casco, já a variação de distância entre as marcações realizadas e a borda distal da parede do casco, perpendicular ao local das marcações, representa o valor de desgaste do casco.

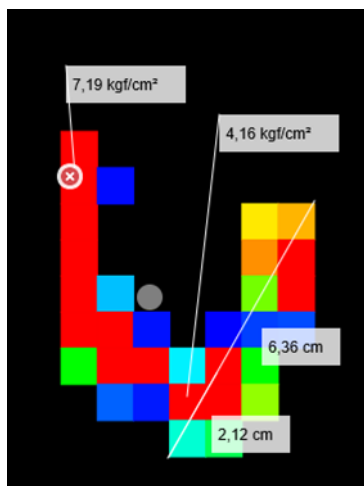
Baropodometria

A avaliação baropodométrica dos cascos de caprinos foi feita a cada sessenta dias ao longo de seis meses, utilizando plataforma de baropodometria humana da marca *Podotech* e software associado, *Barosys* versão 2.02 beta. A plataforma com sensores para aferição de pressões plantares possuía área ativa de 2.500cm² contendo 4.096 sensores de pressão calibrados, com capacidade de mensuração de pressão mínima de 0,05Kgf/cm² e máxima de 10Kgf/cm². A obtenção das imagens ocorreu na frequência de 50 frames por segundo, no modo estático.

Para as aferições, cada um dos animais foi mantido em estação com seus membros anteriores sobre a plataforma durante cinco segundos e em seguida foi repetido o procedimento com os membros posteriores sobre a plataforma. Atenção especial foi dada ao posicionamento equilibrado do animal durante o exame, cessando sua manipulação e contenção no momento da captura das imagens, a fim de se evitar interferências que pudessem alterar os resultados.

As informações de interesse obtidas pelo exame foram: área de contato de cada casco sobre a plataforma de pressão (cm²), valor de pressão máxima de cada casco (kgf/cm²) e valor de pressão média de cada casco (kgf/cm²) através de ferramenta automática do software. Além disso foi identificada a localização do ponto de pressão máxima de cada casco em “pinça”, “sola” ou “talão”, determinada utilizando subdivisão anatômica dos cascos transversalmente em aproximadamente três terços de seu comprimento longitudinal, e também foi localizado o centro de equilíbrio do membro, em “interdígito”, “casco lateral” ou “casco medial” (Figura 3).

Fig. 3 Determinação da região de cada casco em que se localiza o ponto de pressão máxima (sensores identificados com legenda de sua pressão máxima em kgf/cm²) através da divisão do comprimento longitudinal do casco em terços (representada na unha direita); e verificação do local do centro de equilíbrio do membro (círculo cinza) em interdígito, já que não está incluso na área de nenhuma das unhas



Deformação

A classificação da deformação dos cascos das cabras foi feita a cada sessenta dias, ao longo de seis meses, seguindo método adaptado de (DEEMING et al., 2019), fotografando o aspecto lateral de todos os oito cascos de cada animal, sendo as imagens posteriormente analisadas utilizando o software Fiji/ImageJ (Schindelin et al. 2012), permitindo a classificação da deformação dos cascos como “ausente”, “moderada” ou “severa”.

Dureza

A dureza dos oito cascos de cada animal foi avaliada ao longo de seis meses em intervalos de sessenta dias, utilizando Durômetro de Shore do tipo D, sendo o dispositivo pressionado de forma consistente e perpendicular à muralha dorsal dos cascos, em região plana e próxima à sua borda distal. A mensuração se repetiu três vezes em cada casco, sendo considerada a média obtida destes valores, todos expressos em escala de 0 a 100 Shore.

Análise estatística

O programa estatístico utilizado foi o SAS (Statistical Analysis System 9.4). Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro Wilk e o procedimento utilizado foi o GLM, sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey com

probabilidade de 5%. Para os dados não-paramétricos foi considerada distribuição binomial.

Para dados paramétricos (morfometria, dureza, pressões e taxas de crescimento e desgaste dos cascos) foi feita a comparação entre diferentes cascos (anteriores mediais, anteriores laterais, posteriores mediais e posteriores laterais), ao longo do tempo, e avaliada a evolução dos parâmetros para um mesmo casco ao longo do tempo, sendo o animal a repetição.

Para dados não-paramétricos (deformação, local de ponto de pressão máxima e local do centro de equilíbrio do membro), suas análises foram feitas considerando cada um dos quatro tipos de casco ao longo do tempo e suas interações.

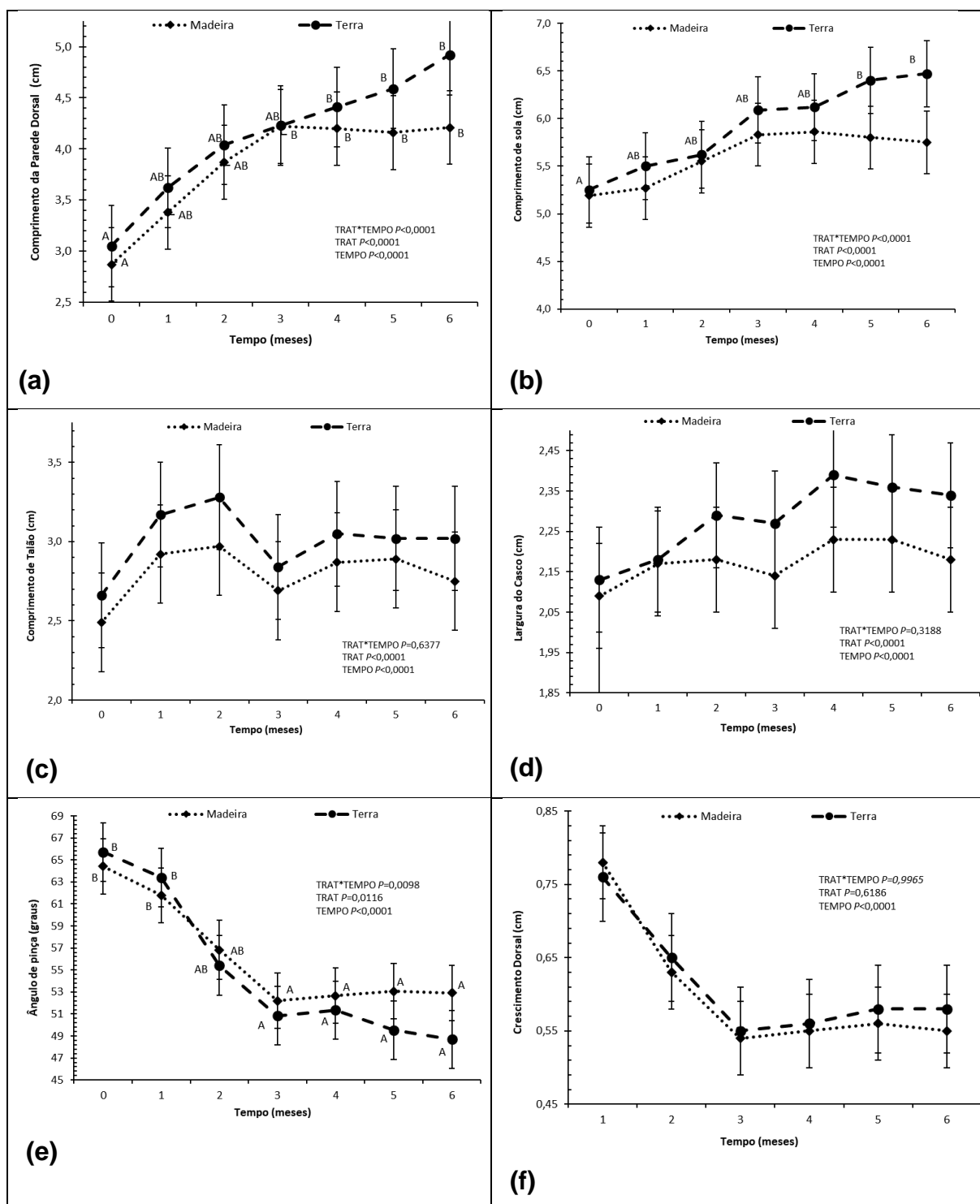
RESULTADOS

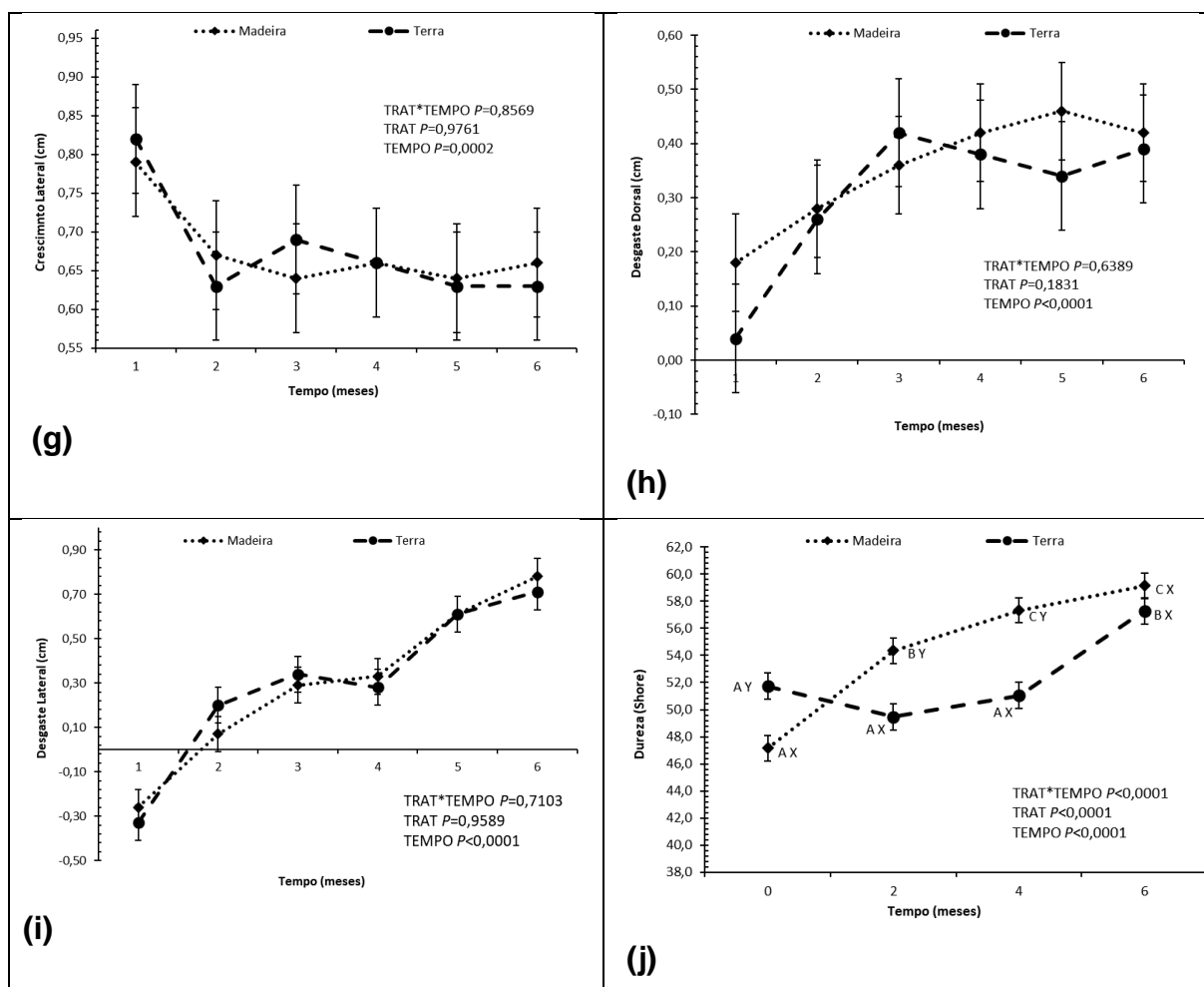
O comprimento da parede dorsal dos cascos foi igual entre os tratamentos, porém, no piso de madeira os cascos tiveram aumento deste parâmetro a partir do mês 3, enquanto no piso de terra aumentou a partir do mês 4 ($P < 0,0001$, Figura 4a). O comprimento da sola dos cascos, por sua vez, variou apenas dentre os expostos a piso de terra, que aumentaram a partir do mês 5, se comparadas ao mês 0 ($P < 0,0001$, Figura 4b). Comprimento do talão ($P = 0,6377$, Figura 4c) e largura dos cascos ($P = 0,3188$, Figura 4d) não foram influenciados pelos tratamentos e ao longo do tempo. O ângulo de pinça dos cascos expostos a piso de madeira e a piso de terra, diminuiu a partir do mês 3, se comparado aos dois primeiros meses avaliados ($P = 0,0098$, Figura 4e).

O crescimento da parede dorsal dos cascos, foi igual entre os tratamentos e ao longo do tempo ($P = 0,9965$, Figura 4f). Crescimento de parede lateral, da mesma forma, foi estatisticamente igual entre os tratamentos e ao longo do tempo ($P = 0,8569$, Figura 4g). Da mesma forma, o desgaste dorsal ($P = 0,6389$, Figura 4h) e o desgaste lateral ($P = 0,7103$, Figura 4i) não foram influenciados pelo tratamento ou tempo.

A dureza dos cascos foi maior dentre os expostos a piso de terra do que a piso de madeira no mês 0, o que se inverteu nos meses 2 e 4 e, no mês 6, foi igual entre os cascos dos dois tratamentos. Ao longo dos meses, cascos expostos a piso de madeira tiveram aumento de dureza no mês 2, e a partir do mês 4, já cascos expostos a piso de terra, tornaram-se mais duros apenas no mês 6, se comparado aos demais meses ($P < 0,0001$, Figura 4j).

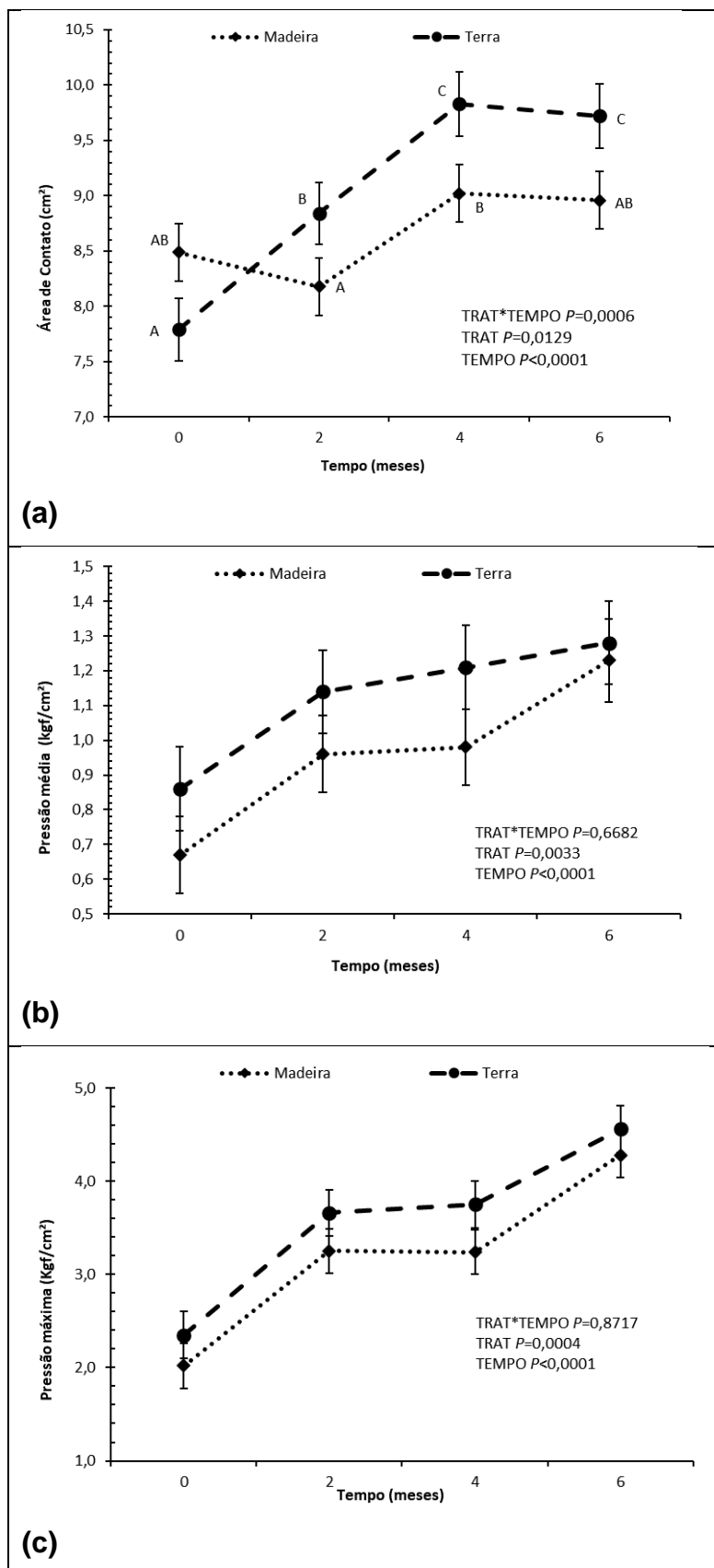
Fig. 4 Representação gráfica das médias das variáveis: (a) comprimento da parede dorsal do casco; (b) comprimento da sola do casco; (c) comprimento do talão do casco; (d) largura do casco; (e) ângulo de pinça do casco; (f) crescimento da parede dorsal do casco; (g) crescimento da parede lateral do casco; (h) desgaste da parede dorsal do casco; (i) desgaste da parede lateral do casco; (j) dureza do casco; em cada um dos dois tratamentos e ao longo do tempo. Diferentes letras indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre tratamentos (X,Y) e ao longo do tempo (AB)





A área de contato dos cascos expostos a piso de madeira foi menor no mês 2 se comparado ao mês 4. Cascos expostos a piso de terra, por sua vez, tiveram área de contato maior no mês 2, se comparado ao mês 0, e novamente maior a partir do mês 4, se comparado aos meses 0 e 2 ($P=0,0006$, Figura 5a). A pressão média ($P=0,6682$, Figura 5b) e a pressão máxima ($P=0,8717$, Figura 5c) exercida pelos cascos foram sempre estatisticamente iguais entre os cascos expostos a diferentes tipos de pisos e ao longo do tempo.

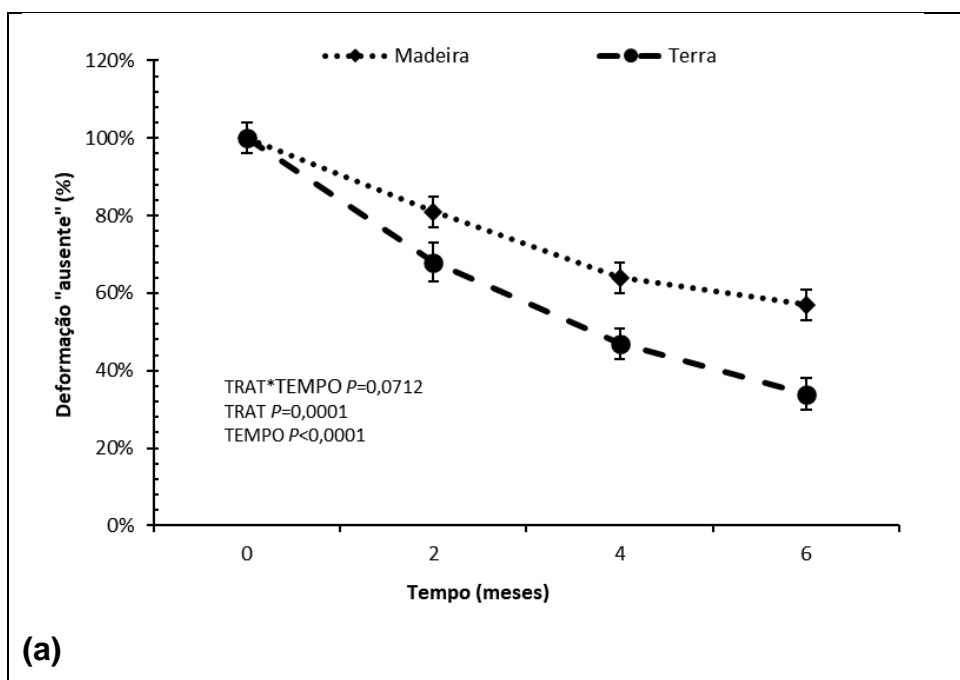
Fig. 5 Representação gráfica das médias das variáveis: (a) área de contato do casco; (b) pressão média do casco; (c) pressão máxima do casco; em cada um dos dois tratamentos e ao longo do tempo. Diferentes letras indicam diferença significativa ($P<0,05$) ao longo do tempo (AB)

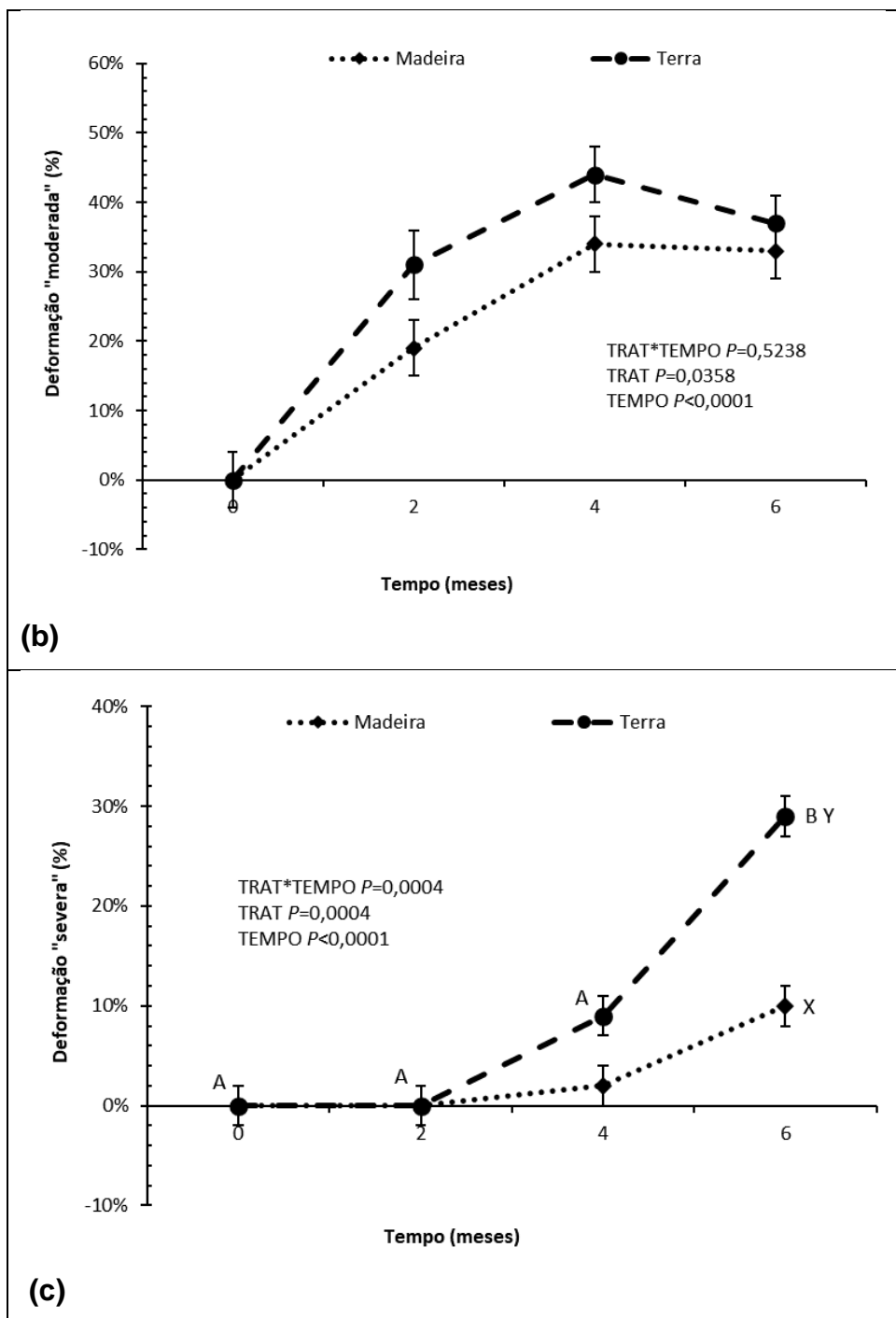


Dentre os cascos expostos a piso de madeira, a frequência de classificação de deformação “ausente” teve tendência a se reduzir a partir do mês 6, se comparado

aos meses 0 e 2. No tratamento piso de terra, houve tendência de redução no mês 2, e novamente a partir do mês 4. No último mês avaliado (mês 6), a frequência de cascos com classificação de deformação “ausente” teve tendência a ser maior em cascos expostos a piso de madeira do que a terra ($P=0,0712$, Figura 6a). A deformação “moderada” não apresentou variação de sua frequência entre os cascos expostos a pisos diferentes ou ao longo do tempo ($P=0,5238$, Figura 6b), já a frequência de cascos com deformação “severa” tornou-se maior no último mês avaliado nos cascos expostos a piso de terra. Também no último mês avaliado, cascos expostos a piso de terra foram os mais frequentemente classificados com deformação “severa”, se comparados aos expostos a piso de madeira ($P=0,0004$, Figura 6c).

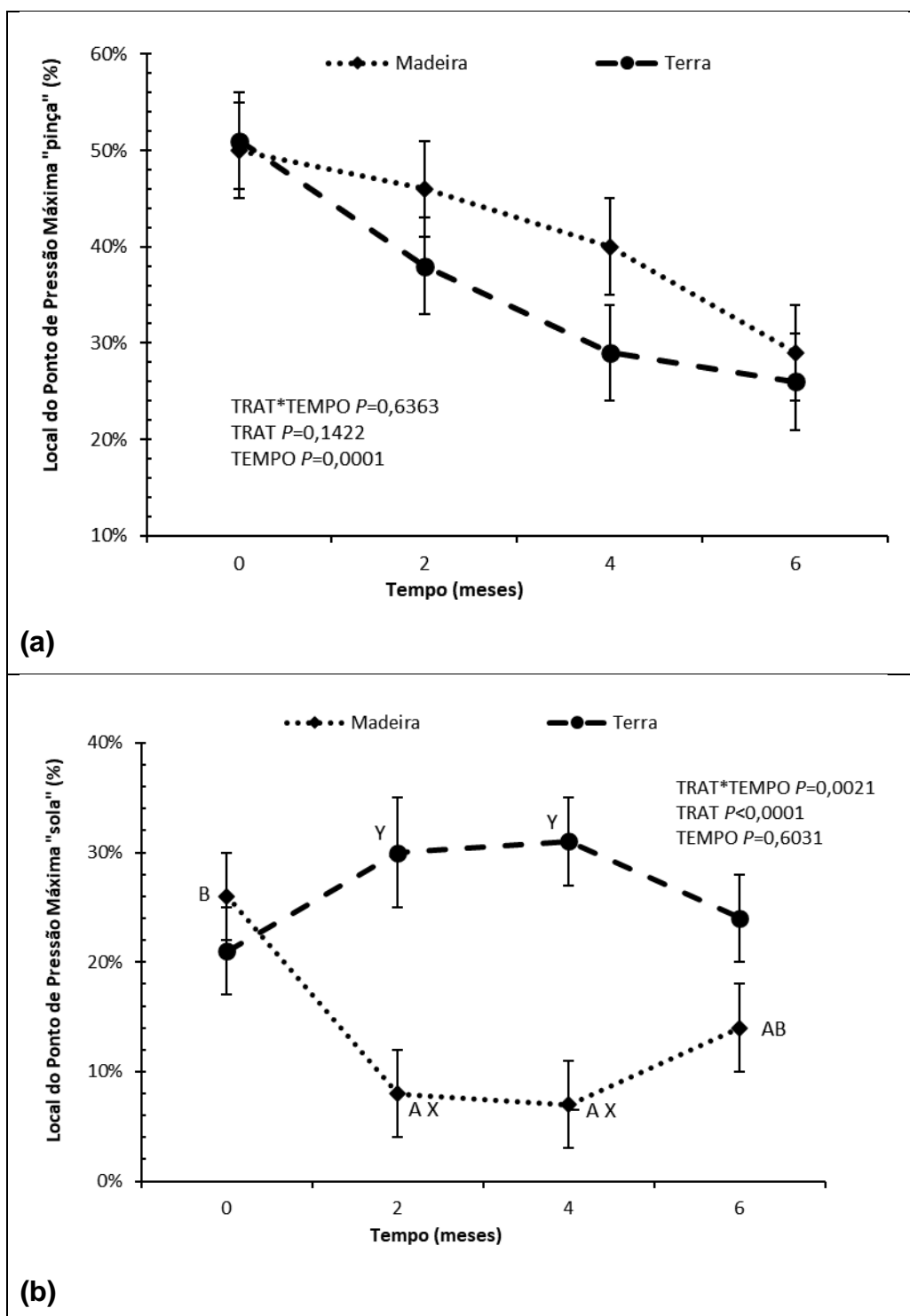
Fig. 6 Representação gráfica das frequências das classificações de deformação: (a) “ausente”; (b) “moderada”; (c) “severa”; em cada um dos dois tratamentos e ao longo do tempo. Diferentes letras indicam diferença significativa ($P<0,05$) entre tratamentos (X,Y) e ao longo do tempo (AB)

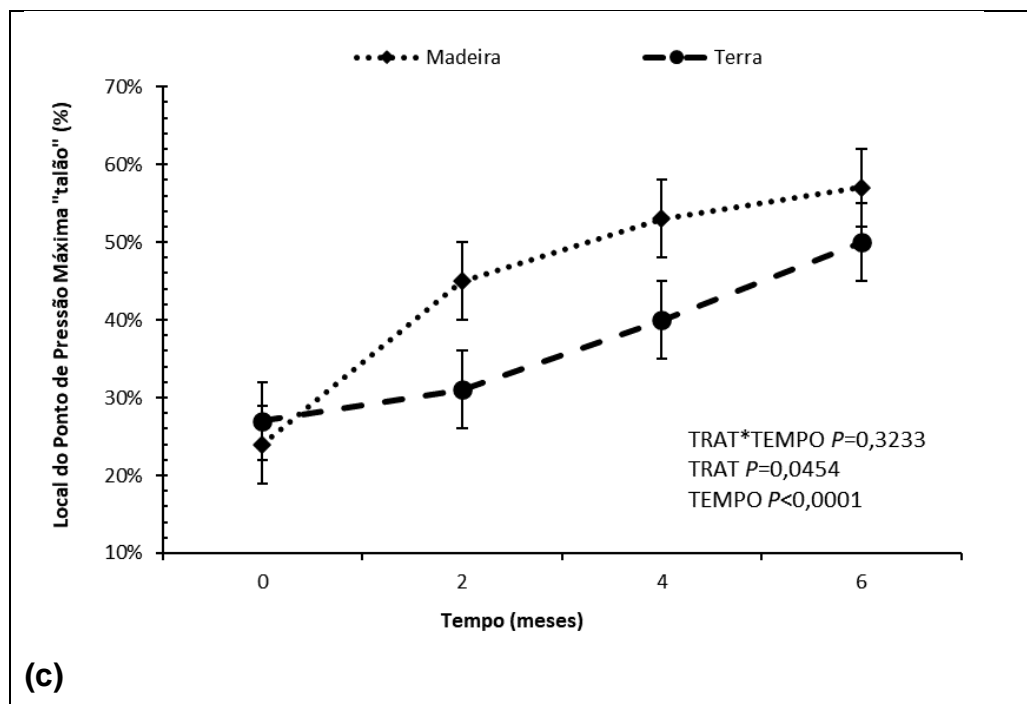




A localização do ponto de pressão máxima em “pinça” e em “talão” variou de forma equivalente entre os cascos expostos aos dois tipos de piso e ao longo dos meses avaliados ($P=0,6363$ e $P=0,3233$, respectivamente, Figura 7a, 7b). Já a localização do ponto de pressão máxima em “sola” em cascos expostos a piso de terra, foi mais frequente no mês 0 do que nos meses 2 e 4. A frequência desta classificação também foi maior em cascos expostos a piso de terra do que a piso de madeira, nos meses 2 e 4 ($P=0,0021$, Figura 7c).

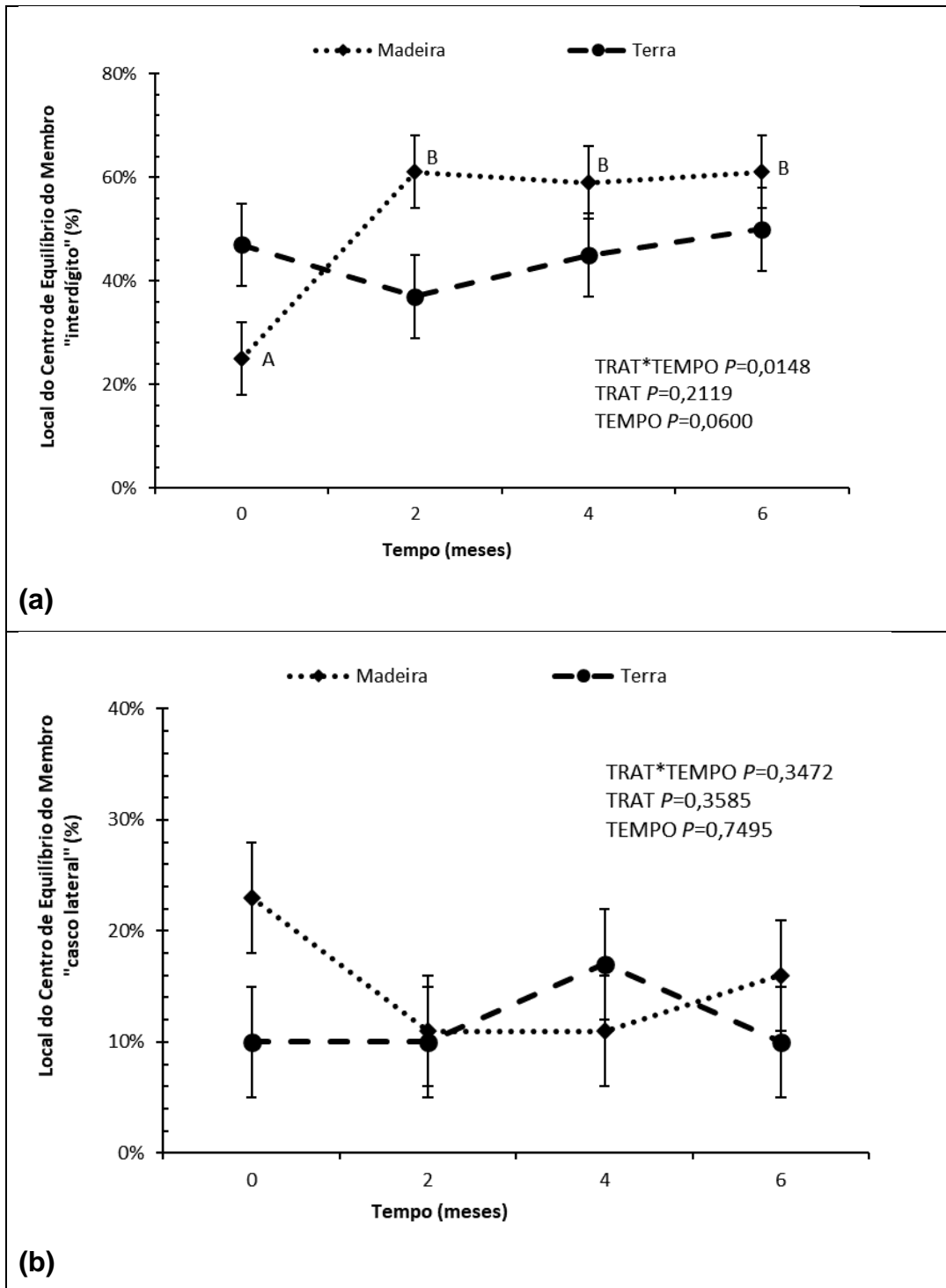
Fig. 7 Representação gráfica das frequências dos locais do ponto de pressão máxima nos cascos: (a) “pinça”; (b) “sola”; (c) “talão”; em cada um dos dois tratamentos e ao longo do tempo. Diferentes letras indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre tratamentos (X,Y) e ao longo do tempo (AB)

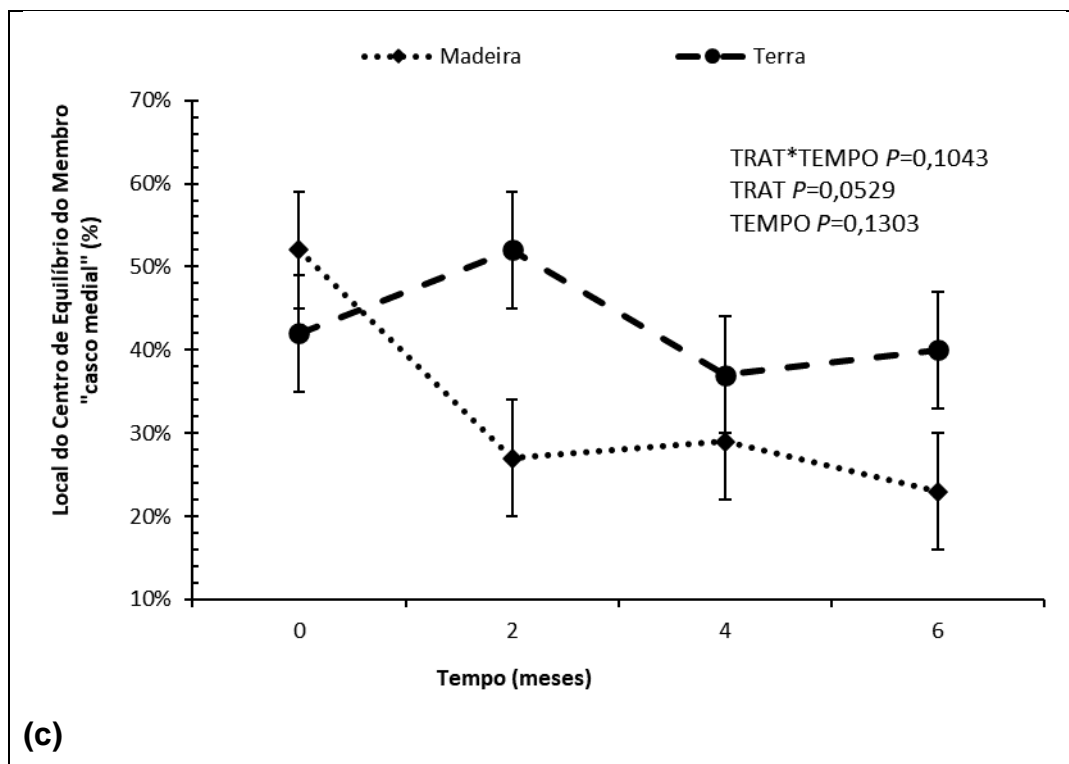




A localização do centro de equilíbrio em “interdígito” aumentou a partir do mês 2 em membros expostos a piso de madeira ($P=0,0121$, Figura 8a), já a frequência de membros com localização do centro de equilíbrio em “casco lateral” e em “casco medial” variou de forma equivalente dentre os expostos aos dois tipos de piso e ao longo dos meses avaliados ($P=0,5239$ e $P=0,2242$, respectivamente, Figura 8b, 8c).

Fig. 8 Representação gráfica das frequências dos locais do centro de equilíbrio do membro: (a) “interdígito”; (b) “casco lateral”; (c) “casco medial” ; em cada um dos dois tratamentos e ao longo do tempo. Diferentes letras indicam diferença significativa ($P<0,05$) ao longo do tempo (AB)





DISCUSSÃO

Comprimento de parede dorsal, nos cascos expostos a piso de madeira aumentou a partir do mês 3 e de cascos expostos a piso de terra aumentou no mês seguinte. De forma similar, o ângulo de pinça dos cascos expostos aos dois tipos de piso se reduziu significativamente no mês 3, o que condiz com estudos que demonstram que a medida que o comprimento da parede dorsal dos cascos de cabras aumenta, especialmente em posteriores, seu talão torna-se mais baixo (DEEMING et al., 2019; HILL et al., 1997) e seu ângulo de pinça também tende a diminuir (PRADO et al., 2022), o que foi demonstrado em bovinos e ovinos (AZARPAJOUH et al., 2018; SOMERS et al., 2005; VERMUNT; GREENOUGH, 1996). Em seu estudo, Ouweltjes et al. (2009) notaram que o ângulo de pinça dos cascos posteriores dos bovinos também se tornou menor a partir do mês 3, evidenciando a necessidade de aparas corretivas neste intervalo, principalmente em sistemas confinados, como indica Deeming et al. (2022) e Pugh (2005), evitando assim mais graves alterações morfológicas dos cascos.

Segundo Ajuda et al. (2019) cascos deformados são significativamente mais compridos do que os não deformados, podendo ser classificados de acordo com a proporção entre seu comprimento de pinça e comprimento de sola (DEEMING et al.,

2019). O significativo aumento do comprimento de sola de cascos expostos a piso de terra a partir do mês 5, pressupõem então que haja também maior frequência de deformação, o que foi observado, sendo “severa” a deformação mais frequente nestes cascos a partir do mês 5. Cascos expostos a piso de madeira, em contrapartida, tiveram maior frequência de cascos com deformação “ausente” no mesmo período.

Sabendo que a parede dos cascos de pequenos ruminantes tem tendência a se dobrar sob a sola a medida que crescem (AZARPAJOUH et al., 2018; SAILER et al., 2021), o aumento no comprimento de sola pode estar relacionado à forma como o casco se dobra em cada um dos pisos, o que foi um fator complicador para aferição das taxas de desgaste dos cascos. Possivelmente a exposição dos cascos a um piso mais macio como a terra, cuja resistência a força de compressão é inferior à pressão máxima exercida pelos cascos das cabras em muitos dos meses avaliados ($3,69\text{Kgf/cm}^2$), estimula mais sua dobradura do que seu desgaste, tornando seu comprimento de sola maior a partir do mês 5, bem como tornando sua deformação “severa” mais frequente no mês 6. O piso de madeira, por sua vez, oferece maior resistência à forças de compressão (43mil Kgf/cm^2) e maior rugosidade, principalmente em sentido transversal das fibras da madeira ($1,12\text{Ra}$), superando inclusive a rugosidade de pisos de concreto com acabamento grosseiro ($\text{Ra } 0,296$) estudados por (FRANCK et al., 2007). Em seu estudo com bovinos, Hahn et al. (1986), demonstrou que quando expostos a piso de concreto, o desgaste dos cascos foi maior do que a piso de terra, sugerindo inclusive que os animais fossem transferidos para terra após confinamento em pisos abrasivos, para permitir a recuperação de seus cascos (SHAKESPEARE, 2009).

Observando a diferença de frequência entre locais do ponto de pressão máxima, observa-se que “pinça” e “talão” tiveram frequências sempre constantes, já “sola” foi o mais frequente local do ponto de pressão máxima de cascos expostos a piso de terra nos meses 2 e 4, se comparado aos cascos expostos a piso de madeira. Isto possivelmente se relaciona com uma maior umidade dos cascos nos meses 2 e 4, que coincidiram com a estação chuvosa na região onde o estudo foi conduzido, apesar das baias utilizadas serem cobertas e terem sido diariamente intercaladas, as chuvas neste período provavelmente retardam a secagem da umidade proveniente principalmente da urina dos animais. Isso possivelmente torna o piso de terra ainda mais macio, aumentando o contato da sola do casco com o piso (FERRER; RAMOS, 2016), e amolecendo os cascos (BONSER; FARRENT; TAYLOR, 2003; GREGORY

et al., 2006) uma vez que, se a dureza das paredes destes cascos foi menor do que de cascos expostos a piso de madeira nos meses 2 e 4, pode-se supor que a região de sola destes cascos também tenha sido afetada pela umidade, já que a sola normalmente tem mais intenso e precoce amolecimento do que as demais porções do casco (BORDERAS et al., 2004), o que também favorece seu contato com o piso (NILSSON, 1988). Vale notar que as aferições de área de contato dos cascos expostos a piso de terra, neste estudo foram sempre maiores do que daqueles expostos a piso de madeira, com exceção da primeira aferição, feita logo após a apara corretiva, o que, apesar de não ser estatisticamente significativo, pode ser explicado por tais fatos aqui tratados. Na primeira aferição a dureza dos cascos expostos a piso de terra foi também maior do que daqueles expostos a piso de madeira.

Apesar da madeira também ter ligeiras alterações em suas propriedades quando expostas a altas umidades (ABNT 1997), baias com piso ripado de madeira evitam que a umidade se torne um problema, por permitir que os dejetos sejam escoados, mantendo a baia sempre limpa e seca, diferente das baias de terra que, apesar de serem mais baratas de se contribuir e manter, requerem cuidados constantes com a higiene (SANDOVAL JR et al., 2011).

Smith et al. (2014), mostrou que ovinos a pasto, de forma geral tem equilíbrio entre as taxas de crescimento e desgaste dos cascos, muitas vezes não sendo necessárias aparas corretivas, o que também se observa em ungulados selvagens, cujos cascos podem se descamar naturalmente por perda da adesão intercelular dos queratinócitos mais superficiais do casco, caso seja insuficientemente desgastados (GREENOUGH, 2007). Sailer et al. (2021), estudando caprinos também mostrou que sistemas extensivos geram menor incidência de cascos com excedente córneo se comparadas às cabras confinadas, que sofrem com falta de desgaste de seus cascos e deve-se dar atenção especial à frequência de aparas corretivas nestes casos (DEEMING et al., 2022), ainda mais se considerado que tais fatos influenciam diretamente no bem-estar animal, sendo considerado hoje um importante fator indicativo de maus cuidados nas propriedades (ANZUINO et al., 2010; MURI; STUBSJØEN; VALLE, 2013).

Em nosso estudo, porém, apesar de ter havido crescimento mais acelerado nos dois primeiros meses, e ausência de desgaste no primeiro mês, provavelmente em resposta ao estímulo provocado pela apara corretiva dos cascos, as taxas de crescimento e desgaste dos cascos expostos aos dois tipos de pisos foi equivalente,

não havendo, portanto, necessariamente um piso mais indicado à manutenção natural do comprimento adequado dos cascos. O fato dos cascos estarem mais deformados, decorrente a dobradura dos cascos indicaria que nos sistemas de baia com terra haveria necessidade de uma área maior para que os animais se movimentassem mais para promover maior retirada dos excessos que determinam as dobraduras.

A exposição a diferentes pisos também não modificou o comprimento de talão, largura dos cascos, pressões médias e pressões máximas exercidas pelos cascos, diferentemente do que alguns autores observaram em cascos de bovinos expostos a pisos abrasivos e macios (HAHN; MCDANIEL; WILK, 1986; OUWELTJES et al., 2009; TELEZHENKO et al., 2008), em seu estudo, Somers et al. (2005), não verificaram diferença entre desgaste e crescimento dos cascos expostos a pisos de qualidades diferentes, bem como nos valores morfométricos que aferiu, excetuando-se o ângulo de pinça dos cascos, assemelhando-se em parte portanto aos resultados de nosso estudo.

Enquanto a frequência de membros com localização do centro de equilíbrio em “casco lateral” e em “casco medial” variou de forma equivalente dentre os expostos aos dois tipos de piso e ao longo dos meses avaliados, indicando movimentação do centro de equilíbrio de acordo com os cascos que suportam maior pressão, sendo os laterais posteriores ou mediais anteriores (MEYER; WEISHAUPT; NUSS, 2007). O “interdígito”, entretanto, teve maior frequência a partir do mês 2, apenas em cascos expostos a piso de madeira, o que pode estar relacionado com a capacidade de afastamento dos dígitos do animal que o auxiliam na absorção de impacto durante a pisada do animal (KÖNIG; LIEBICH, 2012), possivelmente tornando-se exacerbada devido ao espaçamento das ripas de madeira, que, segundo (SANDOVAL JR et al., 2011), quando superior a 2 cm pode ser prejudicial aos aprumos dos caprinos.

CONCLUSÃO

Cascos expostos a piso de terra tornaram-se mais alongados e deformados do que cascos expostos a piso de madeira e parecem sofrer maior influência da umidade, capaz de reduzir sua dureza, aumentar o contato da sola de seus cascos. Cascos expostos a piso de madeira por sua vez, parecem ter o centro de equilíbrio do membro em “interdígito”, indicando alteração na pisada dos animais.

Nas condições deste estudo, nenhum dos pisos promoveu diferença significativa nas taxas de crescimento ou desgaste dos cascos, não sendo possível indicar algum que promovesse melhor manutenção do comprimento adequado dos cascos, e também não promoveu alteração em comprimento de talão, largura de cascos, e valores de pressão média e máxima. Considerando, porém o maior número de deformações e alterações morfométricas e baropodométricas de cascos expostos a piso de terra, acredita-se que o piso de madeira seja mais indicado à saúde dos cascos à saúde dos cascos em situações nas quais os animais não possam se locomover com total liberdade.

RECONHECIMENTO

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código 001.

DECLARAÇÃO DE ÉTICA ANIMAL

O procedimento experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo (CEUA número 5542160120, aprovado em 02 de Julho de 2020).

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses

DECLARAÇÕES

Financiamento: Nós agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses

Disponibilidade de dados e material: Os dados gerados e/ou analisados durante o atual estudo estão disponíveis pelo autor correspondente por meio de solicitação

Disponibilidade de Código: Não aplicável

Aprovação Ética: O procedimento experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo (CEUA número 5542160120, aprovado em 02 de Julho de 2020).

Consentimento de participação: Não aplicável

Consentimento de publicação: Não aplicável

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira**. NBR 7190 ed. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.].

AJUDA, I. DE G. G.; BATTINI, M.; STILWELL, G. T. The role of claw deformation and claw size on goat lameness. **Veterinary and Animal Science**, v. 8, n. September, p. 4, 2019.

AJUDA, I. G.; VIEIRA, A.; STILWELL, G. **Are there differences in dairy goats claws' temperature, before and after trimming?** IEEE MeMeA 2014 - IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, Proceedings. **Anais...**Lisbon, Portugal: IEEE, Piscataway, 2014.

ANZUINO, K. et al. Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. **Veterinary Record**, v. 167, n. 20, p. 774–780, 2010.

ARUN, M. T. **Surgical Management of Hoof Disorders in Goats**. Thesis in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Masters of Veterinary Science in Veterinary and Radiology—[s.l.] College of Veterinary Science and Animal Husbandry. Anand Agricultural University, 2015.

AZARPAJOUH, S. et al. Anatomical characterization of hoof growth pattern in six Iranian sheep breeds and its possible implication for trimming recommendations. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, n. 6, p. 1343–1348, 2018.

BATTINI, M. et al. On-farm welfare assessment protocol for adult dairy goats in intensive production systems. **Animals**, v. 5, n. 4, p. 934–950, 2015.

BERGSTEN, C. EFFECTS OF CONFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEM ON HOOF AND LEG DISEASES AND LAMENESS IN DAIRY COWS. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 17, n. 1, mar. 2001.

BONSER, R. H. C.; FARRENT, J. W.; TAYLOR, A. M. Assessing the Frictional and Abrasion-resisting Properties of Hooves and Claws. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 2, p. 253–256, 2003.

BORDERAS, T. F. et al. Claw Hardness of Dairy Cows: Relationship to Water Content and Claw Lesions. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 7, p. 2085–2093, 2004.

CHRISTODOULOPOULOS, G. Foot lameness in dairy goats. **Research in Veterinary Science**, v. 86, n. 2, p. 281–284, 2009.

CORDEIRO, A. G. P. C. et al. **Anais do 13º Workshop sobre Produção de caprinos na região da Mata Atlântica**. (V. P. Guimarães et al., Eds.)XIII Workshop sobre Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica. **Anais...**Coronel Pacheco, MG: Embrapa Caprinos e Ovinos, jul. 2016. Disponível em: <[https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=658001&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BRUSCHI, J. H. \(Ed.\).%22&qFacets=autoria:%22BRUSCHI, J. H. \(Ed.\).%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=658001&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BRUSCHI, J. H. (Ed.).%22&qFacets=autoria:%22BRUSCHI, J. H. (Ed.).%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1)>

COSTA, R. G. et al. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 195–205, 2008.

DEEMING, L. E. et al. The development of a hoof conformation assessment for use in dairy goats. **Animals**, v. 9, n. 11, 1 nov. 2019.

DEEMING, L. E. et al. Evaluating the long-term conformation and hoof growth effects of starting hoof trimming at 5 months of age in New Zealand dairy goats. **Journal of Dairy Science**, dez. 2022.

FERRER, L. M.; RAMOS, J. J. **Las Cojeras en el Ganado Ovino Clínica y Prevención**. 1. ed. Navarra, España: Servet, 2016.

FRANCK, A. et al. Frictional Interactions between Bovine Claw and Concrete Floor. **Biosystems Engineering**, v. 96, n. 4, p. 565–580, 2007.

GONÇALVES, A. L. et al. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, 2008.

GREENOUGH, P. R. **Bovine Laminitis and Lameness: A Hands-on Approach**. 1. ed. Philadelphia, USA: Elsevier Ltd, 2007.

GREGORY, N. et al. Softening of cattle hoof soles and swelling of heel horn by environmental agents. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 8, p. 1223–1227, ago. 2006.

GUY STRAUS, L. Upper paleolithic ibex hunting in southwest Europe. **Journal of Archaeological Science**, v. 14, n. 2, p. 163–178, 1987.

HAHN, M. V.; MCDANIEL, B. T.; WILK, J. C. Rates of Hoof Growth and Wear in Holstein Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 8, p. 2148–2156, 1986.

HILL, N. P. et al. Lameness and foot lesions in adult British dairy goats. **Veterinary Record**, v. 141, n. 16, p. 412–416, 1997.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2021**. Rio de Janeiro: [s.n.].

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Anatomia dos Animais Domésticos. Texto e Atlas Colorido**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed, 2012.

MEYER, S. W.; WEISHAUPT, M. A.; NUSS, K. A. Gait pattern of heifers before and after claw trimming: A high-speed cinematographic study on a treadmill. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 2, p. 670–676, 2007.

MURI, K.; STUBSJØEN, S. M.; VALLE, P. S. Development and testing of an on-farm welfare assessment protocol for dairy goats. **Animal Welfare**, v. 22, n. 3, p. 385–400, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. [s.l.] National Academy Press, 2007.

NILSSON, C. **Floors in animal houses: Technical design with respect to the biological needs of animals in reference to the thermal, friction and abrasive characteristics and the softness of the flooring material**. Dissertation—Lund: Swedish University of Agricultural Sciences, 1988.

OUWELTJES, W. et al. Effects of two trimming methods of dairy cattle on concrete or rubber-covered slatted floors. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 960–971, 2009.

PRADO, V. C. M. et al. Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. **Veterinary Research Communications**, n. 0123456789, 2022.

PUGH, D. G. **Enfermidades do Sistema Musculoesquelético**. Em: **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. p. 513.

RIBEIRO, S. D. DE A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. 1st. ed. São Paulo - SP: Nobel, 1997.

SAILER, L. M. et al. Influence of housing and management on claw health in swiss dairy goats. **Animals**, v. 11, n. 7, 1 jul. 2021.

SANDOVAL JR, P. et al. **Manual de Criação de Caprinos e Ovinos**. 1. ed. Brasília: CODEVASF, 2011.

SCHINDELIN, J. , et al. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. **Nature Methods**, v. 9, n. 7, p. 676–682, 2012.

SHAKESPEARE, A. S. Inadequate thickness of the weight-bearing surface of claws in ruminants. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 80, n. 4, p. 247–253, 2009.

SMITH, E. M. et al. Dynamics and impact of footrot and climate on hoof horn length in 50 ewes from one farm over a period of 10 months. **Veterinary Journal**, v. 201, n. 3, p. 295–301, 1 set. 2014.

SOMERS, J. G. C. J. et al. Development of claw traits and claw lesions in dairy cows kept on different floor systems. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 1, p. 110–120, 2005.

TELEZHENKO, E. et al. Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 1874–1884, 2008.

TIAN, W. et al. Cushion Mechanism of Goat Hoof Bulb Tissues. **Applied Bionics and Biomechanics**, v. 2019, p. 11, 2019.

VERMUNT, J. J.; GREENOUGH, P. R. **CLAW CONFORMATION OF DAIRY HEIFERS IN TWO MANAGEMENT SYSTEMS** *Br. vet.J.* [s.l: s.n.].

ZOBEL, G.; NEAVE, H. W.; WEBSTER, J. Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 1, p. 212–224, 2019.

ANEXO B

Tabela 1. Comprimento da parede dorsal do casco

Tipo de piso	Tempo (meses)												Média ± EP	P-valor		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Madeira	2,87 ± 0,36	A	3,38 ± 0,36	AB	3,87 ± 0,36	AB	4,22 ± 0,36	B	4,20 ± 0,36	B	4,16 ± 0,36	B	4,21 ± 0,36	B	3,85 ± 0,15	<0,0001
Terra	3,05 ± 0,40	A	3,62 ± 0,39	AB	4,04 ± 0,39	AB	4,23 ± 0,39	AB	4,41 ± 0,39	B	4,59 ± 0,39	B	4,92 ± 0,39	B	4,12 ± 0,15	
Média ± EP	2,96 ± 0,26		3,50 ± 0,26		3,96 ± 0,26		4,23 ± 0,27		4,31 ± 0,26		4,37 ± 0,26		4,56 ± 0,26			
P-valor																

AB médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes a $P < 0,05$; EP = Erro Padrão

Tabela 2. Comprimento da sola do casco

Tipo de piso	Tempo (meses)												Média ± EP	P-valor		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Madeira	5,19 ± 0,33	A	5,27 ± 0,33	A	5,55 ± 0,33	A	5,83 ± 0,33	A	5,86 ± 0,33	A	5,80 ± 0,33	A	5,76 ± 0,33	A	5,61 ± 0,12	<0,0001
Terra	5,25 ± 0,35	A	5,50 ± 0,35	AB	5,62 ± 0,35	AB	6,09 ± 0,35	AB	6,12 ± 0,35	AB	6,40 ± 0,35	B	6,47 ± 0,35	B	5,92 ± 0,14	
Média ± EP	5,22 ± 0,24		5,39 ± 0,24		5,58 ± 0,24		5,96 ± 0,24		5,99 ± 0,24		6,10 ± 0,24		6,11 ± 0,24			
P-valor																

AB médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes a $P < 0,05$; EP = Erro Padrão

Tabela 3. Comprimento do talão do casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	0	1	2	3	4	5		
Madeira	2,49 ± 0,31	2,92 ± 0,31	2,97 ± 0,31	2,69 ± 0,31	2,87 ± 0,31	2,89 ± 0,31	2,75 ± 0,31	2,80 ± 0,12
Terra	2,66 ± 0,33	3,17 ± 0,33	3,28 ± 0,33	2,84 ± 0,33	3,05 ± 0,33	3,02 ± 0,33	3,02 ± 0,33	3,00 ± 0,13
Média ± EP	2,57 ± 0,22	3,04 ± 0,22	3,12 ± 0,22	2,77 ± 0,22	2,96 ± 0,22	2,96 ± 0,22	2,88 ± 0,22	
P-valor								0,6377

Tabela 4. Largura do casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	0	1	2	3	4	5		
Madeira	2,09 ± 0,13	2,17 ± 0,13	2,18 ± 0,13	2,14 ± 0,13	2,23 ± 0,13	2,23 ± 0,13	2,18 ± 0,13	2,18 ± 0,05
Terra	2,13 ± 0,13	2,18 ± 0,13	2,29 ± 0,13	2,27 ± 0,13	2,39 ± 0,13	2,36 ± 0,13	2,34 ± 0,13	2,28 ± 0,05
Média ± EP	2,11 ± 0,09	2,18 ± 0,09	2,249 ± 0,09	2,20 ± 0,09	2,31 ± 0,09	2,30 ± 0,09	2,26 ± 0,09	
P-valor								0,3188

Tabela 5. Ângulo de pinça

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	0	1	2	3	4	5		
Madeira	64,43 ± 2,51	B 61,78 ± 2,51	B 56,83 ± 2,67	AB 52,20 ± 2,51	A 52,67 ± 2,51	A 53,07 ± 2,52	A 52,92 ± 2,51	56,27 ± 0,96
Terra	65,71 ± 2,65	B 63,40 ± 2,65	B 55,40 ± 2,72	AB 50,85 ± 2,65	A 51,35 ± 2,65	A 49,53 ± 2,65	A 48,69 ± 2,65	54,99 ± 1,04
Média ± EP	65,07 ± 1,82	62,59 ± 1,82	56,11 ± 1,90	51,52 ± 1,82	52,01 ± 1,82	51,30 ± 1,82	50,80 ± 1,82	
P-valor								0,0098

AB médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes a $P < 0,05$; EP = Erro Padrão

Tabela 6. Crescimento da Parede Dorsal do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
Madeira	0,78 ± 0,05	0,63 ± 0,05	0,54 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,60 ± 0,02	
Terra	0,76 ± 0,06	0,65 ± 0,06	0,55 ± 0,06	0,56 ± 0,06	0,58 ± 0,06	0,58 ± 0,06	0,61 ± 0,02	
Média ± EP	0,77 ± 0,04	0,64 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,56 ± 0,04	0,57 ± 0,04	0,57 ± 0,04		
P-valor								0,9965

Tabela 7. Crescimento da Parede Lateral do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
Madeira	0,79 ± 0,07	0,67 ± 0,07	0,64 ± 0,07	0,66 ± 0,07	0,64 ± 0,07	0,66 ± 0,07	0,68 ± 0,03	
Terra	0,82 ± 0,07	0,63 ± 0,07	0,69 ± 0,07	0,66 ± 0,07	0,63 ± 0,07	0,63 ± 0,07	0,68 ± 0,03	
Média ± EP	0,81 ± 0,05	0,65 ± 0,05	0,66 ± 0,05	0,66 ± 0,05	0,63 ± 0,05	0,65 ± 0,05		
P-valor								0,8569

Tabela 8. Desgaste da Parede Dorsal do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
Madeira	0,18 ± 0,09	0,28 ± 0,09	0,36 ± 0,09	0,42 ± 0,09	0,46 ± 0,09	0,42 ± 0,09	0,35 ± 0,04	
Terra	0,04 ± 0,10	0,26 ± 0,10	0,42 ± 0,10	0,38 ± 0,10	0,34 ± 0,10	0,39 ± 0,10	0,30 ± 0,04	
Média ± EP	0,11 ± 0,07	0,27 ± 0,07	0,39 ± 0,07	0,40 ± 0,07	0,40 ± 0,07	0,41 ± 0,07		
P-valor								0,6389

Tabela 9. Desgaste da Parede Lateral do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	1	2	3	4	5	6		
Madeira	-0,26 ± 0,08	0,07 ± 0,08	0,29 ± 0,085	0,33 ± 0,08	0,61 ± 0,08	0,78 ± 0,08	0,30 ± 0,03	
Terra	-0,33 ± 0,08	0,20 ± 0,08	0,34 ± 0,08	0,28 ± 0,08	0,61 ± 0,08	0,71 ± 0,08	0,30 ± 0,03	
Média ± EP	-0,29 ± 0,06	0,14 ± 0,06	0,32 ± 0,06	0,30 ± 0,06	0,61 ± 0,06	0,74 ± 0,06		
P-valor								0,7103

Tabela 10. Área de Contato do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)						Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6				
Madeira	8,49 ± 0,26	AB 8,18 ± 0,26	A 9,02 ± 0,26	B 8,96 ± 0,26	AB 8,66 ± 0,13			
Terra	7,79 ± 0,28	A 8,84 ± 0,28	B 9,83 ± 0,29	C 9,72 ± 0,29	C 9,04 ± 0,15			
Média ± EP	8,14 ± 0,19	8,51 ± 0,19	9,42 ± 0,19	9,34 ± 0,19				
P-valor							0,0006	

ABC médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes a $P < 0,05$; EP = Erro Padrão

Tabela 11. Pressão Média do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	0,67 ± 0,11	0,96 ± 0,11	0,98 ± 0,11	1,23 ± 0,12	0,96 ± 0,05	0,6682
Terra	0,86 ± 0,12	1,14 ± 0,12	1,21 ± 0,12	1,28 ± 0,12	1,12 ± 0,06	
Média ± EP	0,76 ± 0,08	1,05 ± 0,08	1,09 ± 0,08	1,25 ± 0,08		
P-valor						0,6682

Tabela 12. Pressão Máxima do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	2,02 ± 0,24	3,25 ± 0,24	3,24 ± 0,24	4,28 ± 0,24	3,20 ± 0,12	0,8717
Terra	2,35 ± 0,25	3,66 ± 0,25	3,75 ± 0,25	4,56 ± 0,25	3,58 ± 0,13	
Média ± EP	2,18 ± 0,17	3,46 ± 0,17	3,50 ± 0,17	4,42 ± 0,17		
P-valor						0,8717

Tabela 13. Dureza do Casco

Tipo de piso	Tempo (meses)								Média ± EP	P-valor
	0		2		4		6			
Madeira	47,15 ± 0,93	A X	54,34 ± 0,93	B Y	57,32 ± 0,93	C Y	59,13 ± 0,93	C	54,49 ± 0,46	<0,0001
Terra	51,73 ± 0,98	A Y	49,46 ± 0,98	A X	51,05 ± 0,98	A X	57,28 ± 0,98	B	52,38 ± 0,51	
Média ± EP	49,44 ± 0,68		51,90 ± 0,68		54,19 ± 0,68		58,20 ± 0,68			
P-valor										<0,0001

ABC - Médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$; XY médias com diferentes letras em uma coluna são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$. EP = Erro Padrão

Tabela 14. Deformação "ausente"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	100% ± 0,04	81% ± 0,05	64% ± 0,04	57% ± 0,04	75% ± 0,02	0,0712
Terra	100% ± 0,04	68% ± 0,05	47% ± 0,04	34% ± 0,04	62% ± 0,02	
Média ± EP	100% ± 0,03	74% ± 0,03	55% ± 0,03	45% ± 0,03		
P-valor						0,0712

ABC - Médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$; XY médias com diferentes letras em uma coluna são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$. EP = Erro Padrão

Tabela 15. Deformação "moderada"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	0% ± 0,04	19% ± 0,04	34% ± 0,04	33% ± 0,04	21% ± 0,02	0,5238
Terra	0% ± 0,04	31% ± 0,05	44% ± 0,04	37% ± 0,04	28% ± 0,02	
Média ± EP	0% ± 0,03	25% ± 0,03	39% ± 0,03	35% ± 0,03		
P-valor						0,5238

Tabela 16. Deformação "severa"

Tipo de piso	Tempo (meses)								Média ± EP	P-valor
	0		2		4		6			
Madeira	0% ± 0,02	A X	0% ± 0,02	A X	2% ± 0,02	A X	10% ± 0,02	A X	3% ± 0,01	0,0004
Terra	0% ± 0,02	A X	0% ± 0,02	A X	9% ± 0,02	A X	29% ± 0,02	B Y	9% ± 0,01	
Média ± EP	0% ± 0,02		0% ± 0,02		5% ± 0,02		19% ± 0,02			
P-valor										0,0004

ABC - Médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$; XY médias com diferentes letras em uma coluna são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$. EP = Erro Padrão

Tabela 17. Local do Ponto de Pressão Máxima em "pinça"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	50% ± 0,05	46% ± 0,05	40% ± 0,05	29% ± 0,05	41% ± 0,02	0,6363
Terra	51% ± 0,05	38% ± 0,05	29% ± 0,05	26% ± 0,05	36% ± 0,03	
Média ± EP	51% ± 0,04	42% ± 0,04	34% ± 0,04	28% ± 0,04		
P-valor						0,6363

Tabela 18. Local do Ponto de Pressão Máxima em "sola"

Tipo de piso	Tempo (meses)								Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6	0	2	4	6		
Madeira	26% ± 0,04	B 8% ± 0,04	A X 7% ± 0,04	A X 14% ± 0,04	AB	14% ± 0,02				
Terra	21% ± 0,04	30% ± 0,05	Y 31% ± 0,04	Y 24% ± 0,04	27% ± 0,02					
Média ± EP	24% ± 0,03	19% ± 0,03	19% ± 0,03	17% ± 0,03						
P-valor									0,0021	

AB - Médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$; XY médias com diferentes letras em uma coluna são estatisticamente diferentes com $P < 0,05$. EP = Erro Padrão

Tabela 19. Local do Ponto de Pressão Máxima em "talão"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	0,24% ± 0,05	0,45% ± 0,05	0,53% ± 0,05	0,57% ± 0,05	0,45% ± 0,02	
Terra	0,27% ± 0,05	0,31% ± 0,05	0,40% ± 0,05	0,50% ± 0,05	0,37% ± 0,03	
Média ± EP	0,26% ± 0,04	0,38% ± 0,04	0,46% ± 0,04	0,53% ± 0,04		
P-valor						0,3233

Tabela 20. Local do Centro de Equilíbrio do Membro em "interdígito"

Tipo de piso	Tempo (meses)								Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6	0	2	4	6		
Madeira	25% ± 0,07	A 61% ± 0,07	B 59% ± 0,07	B 61% ± 0,07	B	52% ± 0,04				
Terra	47% ± 0,08	A 37% ± 0,08	A 45% ± 0,08	A 50% ± 0,08	A	45% ± 0,04				
Média ± EP	36% ± 0,05	49% ± 0,05	52% ± 0,05	56% ± 0,05						
P-valor									0,0148	

AB médias com diferentes letras em uma linha são estatisticamente diferentes a $P < 0,05$; EP = Erro Padrão

Tabela 21. Local do Centro de Equilíbrio do Membro em "casco lateral"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	23% ± 0,05	11% ± 0,05	11% ± 0,05	16% ± 0,05	15% ± 0,03	
Terra	10% ± 0,05	10% ± 0,05	17% ± 0,05	10% ± 0,05	12% ± 0,03	
Média ± EP	16% ± 0,04	11% ± 0,04	14% ± 0,04	13% ± 0,04		
P-valor						0,3472

Tabela 22. Local do Centro de Equilíbrio do Membro em "casco medial"

Tipo de piso	Tempo (meses)				Média ± EP	P-valor
	0	2	4	6		
Madeira	52% ± 0,07	27% ± 0,07	29% ± 0,07	23% ± 0,07	33% ± 0,04	
Terra	42% ± 0,07	52% ± 0,07	37% ± 0,07	40% ± 0,07	43% ± 0,04	
Média ± EP	47% ± 0,05	40% ± 0,05	33% ± 0,05	31% ± 0,05		
P-valor						0,1043

7 CONCLUSÕES

Com este trabalho, conclui-se que os aspectos morfofuncionais entre os cascos de caprinos são diferentes, sendo que cascos de membros posteriores se tornam alongados, com reduzido ângulo de pinça e frequentemente deformados, o que é observado principalmente em cascos laterais posteriores, sendo que a partir do 4º mês, nova apara corretiva pode ser necessária para corrigi-los. Cascos anteriores, por sua vez, são maiores do que cascos posteriores na maioria dos parâmetros avaliados, tendo ponto de pressão máxima frequentemente localizado em região de pinça, e tendo os cascos mediais anteriores os maiores valores de pressão média e máxima ao longo dos meses e menor frequência de deformações.

Considerando o efeito da exposição dos cascos a diferentes tipos de pisos, vê-se que os cascos se tornaram mais alongados e deformados quando expostos a piso de terra do que aqueles expostos a piso de madeira, e parecem sofrer maior influência da umidade, capaz de reduzir sua dureza, aumentar o contato da sola de seus cascos. Cascos expostos a piso de madeira por sua vez, tem o centro de equilíbrio do membro em interdígito, indicando alteração na pisada dos animais. Nenhum dos pisos promoveu diferença significativa nas taxas de crescimento ou desgaste dos cascos, porém, o maior número de deformações e alterações morfofuncionais de cascos expostos a piso de terra mostra que, nas condições experimentais, o piso de madeira foi mais indicado à saúde dos cascos.

Para auxiliar na correção de deformações severas dos cascos, o uso de lixadeira elétrica, em adição ao uso da tesoura de casco, mostrou-se eficaz, melhorando a distribuição de pressão máxima nos mesmos, ao transferi-las do talão para pinça dos cascos. A lixadeira elétrica também reduziu comprimento de talão e largura dos cascos o que pode estar relacionado com a redução da frequência de cascos deformados além do que a tesoura é capaz.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. M. N. et al. Foot rot and other foot diseases of goat and sheep in the semiarid region of northeastern Brazil. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 31, n. 10, p. 879–884, 2011.

AJUDA, I. DE G. G.; BATTINI, M.; STILWELL, G. T. The role of claw deformation and claw size on goat lameness. **Veterinary and Animal Science**, v. 8, n. September, p. 4, 2019.

AJUDA, I. G.; VIEIRA, A.; STILWELL, G. **Are there differences in dairy goats claws' temperature, before and after trimming?** IEEE MeMeA 2014 - IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, Proceedings. **Anais...**Lisbon, Portugal: IEEE, Piscataway, 2014.

ANZUINO, K. et al. Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. **Veterinary Record**, v. 167, n. 20, p. 774–780, 2010.

ARUN, M. T. **Surgical Management of Hoof Disorders in Goats**. Thesis in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Masters of Veterinary Science in Veterinary and Radiology—[s.l.] College of Veterinary Science and Animal Husbandry. Anand Agricultural University, 2015.

AZARPAJOUH, S. et al. Anatomical characterization of hoof growth pattern in six Iranian sheep breeds and its possible implication for trimming recommendations. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, n. 6, p. 1343–1348, 2018.

BATTINI, M. et al. Invited review: Animal-based indicators for on-farm welfare assessment for dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, p. 6625–6648, 2014.

BATTINI, M. et al. On-farm welfare assessment protocol for adult dairy goats in intensive production systems. **Animals**, v. 5, n. 4, p. 934–950, 2015.

BERGSTEN, C. EFFECTS OF CONFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEM ON HOOF AND LEG DISEASES AND LAMENESS IN DAIRY COWS. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 17, n. 1, mar. 2001.

BLOWEY, R. **Cattle Lameness and Hoofcare - an illustrated guide**. 1. ed. Ipswich - UK: Farming Press, 1998.

BOZ, I. Adoption of innovations and best management practices by goat farmers in eastern Mediterranean Region of Turkey. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, v. 7, n. 7, p. 229–239, 2015.

BRANDÃO, A. **Casqueamento de caprinos e ovinos ajuda a manter a produtividade dos rebanhos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52353594/casqueamento-de-caprinos-e-ovinos-ajuda-a-manter-a-produtividade-dos-rebanhos>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

CAN, E. et al. On-farm welfare assessment of dairy goat farms using animal-based indicators: the example of 30 commercial farms in Portugal. **Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences**, v. 66, n. 1, p. 43–55, 2016.

CANOTILHO, C. F. P. A. E C. **Avaliação dos efeitos sobre bem estar do sobrecrecimento das unhas de cabras leiteiras. Estudos preliminares**. Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa, 2018.

CARVALHO, V. R. C. et al. Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing and pressure distributions. **Article in Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 4, p. 518–525, 2006.

CHRISTODOULOPOULOS, G. Foot lameness in dairy goats. **Research in Veterinary Science**, v. 86, n. 2, p. 281–284, 2009.

DEEMING, L. E. et al. Evaluating the long-term conformation and hoof growth effects of starting hoof trimming at 5 months of age in New Zealand dairy goats. **Journal of Dairy Science**, dez. 2022.

EZE, C. A. Lameness and reproductive performance in small ruminants in Nsukka Area of the Enugu State, Nigeria. **Small Ruminant Research**, v. 44, n. 3, p. 263–267, 2002.

FERRER, L. M.; RAMOS, J. J. **Las Cojeras en el Ganado Ovino Clínica y Prevención**. 1. ed. Navarra, España: Servet, 2016.

GUY STRAUS, L. Upper paleolithic ibex hunting in southwest Europe. **Journal of Archaeological Science**, v. 14, n. 2, p. 163–178, 1987.

HEMPSTEAD, M. N. et al. Welfare Assessment of 30 Dairy Goat Farms in the Midwestern United States. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, n. May, 2021.

HILL, N. P. et al. Lameness and foot lesions in adult British dairy goats. **Veterinary Record**, v. 141, n. 16, p. 412–416, 1997.

KOLUMAN, N.; GÖNCÜ, S. Measurements of Healthy Hooves, Their Interrelation and Correlation With Body Mass in Some Improved Goat Breeds. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 108–116, 2016.

MORDIA, A. et al. Health care management practices of goat owners in Chittorgarh District of Rajasthan. **Veterinary Practitioner**, v. 19, n. 1, p. 147–149, 2018.

MUGGLI, E. et al. Length asymmetry of the bovine digits. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 3, p. 295–300, 2011.

NUSS, K.; HAESSIG, M.; MUELLER, J. Hind limb conformation has limited influence on claw load distribution in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 7, p. 6522–6532, 2020.

NUSS, K.; MÜLLER, J.; WIESTNER, T. Effects of induced weight shift in the hind limbs on claw loads in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 7, p. 6431–6441, 2019.

NUSS, K.; SAUTER-LOUIS, C.; SIGMUND, B. Measurements of forelimb claw dimensions in cows using a standardised sole thickness: A post-mortem study. **Veterinary Journal**, v. 190, n. 1, p. 84–89, 2011.

OEHME, B. et al. Effect of different flooring types on pressure distribution under the bovine claw - an ex vivo study. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, p. 1–9, 2018.

PRADO, V. C. M. et al. Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. **Veterinary Research Communications**, n. 0123456789, 2022.

PUGH, D. G. Enfermidades do Sistema Musculoesquelético. In: **Clínica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. p. 513.

RIBEIRO, S. D. DE A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. 1st. ed. São Paulo - SP: Nobel, 1997.

SAILER, L. M. et al. Influence of housing and management on claw health in swiss dairy goats. **Animals**, v. 11, n. 7, 1 jul. 2021.

SANDOVAL JR, P. et al. **Manual de Criação de Caprinos e Ovinos**. 1. ed. Brasília: CODEVASF, 2011.

TELEZHENKO, E. et al. Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 1874–1884, 2008.

TIAN, W. et al. Cushion Mechanism of Goat Hoof Bulb Tissues. **Applied Bionics and Biomechanics**, v. 2019, p. 11, 2019.

VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. **Manual for Treatment and Control of Lameness in Cattle**. 1. ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006.

VAN DER TOL, P. P. J. et al. The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1476–1481, 2002.

VAN DER TOL, P. P. J. et al. The effect of preventive trimming on weight bearing and force balance on the claws of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 6, p. 1732–1738, 2004.

ZOBEL, G.; NEAVE, H. W.; WEBSTER, J. Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 1, p. 212–224, 2019.