

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO E ESTUDOS POR
IMAGENS EM PORCOS COM SINDACTILIA**

Pedro Luis Trevizan Justolin

Botucatu – SP

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO E ESTUDOS POR
IMAGENS EM PORCOS COM SINDACTILIA**

Pedro Luis Trevizan Justolin

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Biotecnologia para a obtenção do título
de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Titular Sheila Canevese
Rahal

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Justolin, Pedro Luis Trevizan.

Análise da locomoção e estudos por imagens em porcos com sindactilia / Pedro Luis Trevizan Justolin. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Capes: 50501003

1. Sindactilia. 2. Suíno - Doenças. 3. Tomografia. 4. Radiografia. 5. Locomoção animal.

Palavras-chave: Deformidade; Plataforma de pressão; Radiografia; Suíno; Tomografia.

PEDRO LUIS TREVIZAN JUSTOLIN

Análise da locomoção e estudos por imagens em porcos com sindactilia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Titular Dra. Sheila Canevese Rahal

Presidente e Orientadora

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dra . Maria Jaqueline Mamprim

Membro

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Titular Dr. Cássio Ricardo Auada Ferrigno

Membro

Departamento de Cirurgia

FMVZ – USP – SÃO PAULO

Botucatu, 27 de Agosto de 2015.

Agradecimentos

À professora Sheila, por ter aceitado orientar-me no mestrado e por sempre me atender de braços abertos, proporcionando-me essa grande oportunidade na vida.

Aos meus pais e à minha irmã, que sempre me apoiaram e me deram todo o respaldo em Piracicaba.

Aos meus amigos, em especial o Felipe Agostinho e sua esposa Isabela Agostinho, que sempre me receberam muito bem em Botucatu.

À Deus, por sempre estar a meu lado em todos os momentos.

Ao professor Carlos Teixeira, por disponibilizar os animais para a realização do nosso trabalho.

Ào programa de Pós-graduação em Biotecnologia animal e a toda FMVZ-Botucatu, pelo suporte para o desenvolvimento do trabalho.

À minha noiva Nathália, que, em todos os momentos da vida, fica ao meu lado.

À banca examinadora, pela ajuda no nosso trabalho.

Sumário

	LISTA DE ABREVIATURAS.....	I
	LISTA DE TABELAS.....	II
	LISTA DE FIGURAS.....	III
	Resumo	IV
	Abstract	V
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	4
	2.1 Sindactilia.....	5
	2.2 Aspectos anatômicos da extremidade distal dos membros torácicos e pélvicos de porcos.....	10
	2.3 Análise da locomoção.....	12
3	OBJETIVOS	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
	4.1 Animais e ambiente de experimentação.....	20
	4.2 Exames radiográficos e tomográficos.....	21
	4.3 Análise da locomoção por plataforma de pressão.....	23
	4.4 Análise estatística.....	24
5	RESULTADOS	25
6	DISCUSSÃO	37
7	CONCLUSÕES	42
8	REFERÊNCIAS	44
9	ANEXOS	50
10	ARTIGO CIENTÍFICO	52

Lista de Abreviaturas

S.....	Sindactilia Simples.
C1.....	Sindactilia Complexa 1.
C2.....	Sindactilia Complexa 2.
TC.....	Tomografia Computadorizada.
HU.....	Unidades Hounsfield.
UNESP.....	Universidade Estadual Paulista.
CEMPAS....	Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres.
PFV.....	Pico de Força Vertical.
IV.....	Impulso Vertical.
PC.....	Peso Corpório.
IS.....	Índice de Simetria.
LD.....	Lado Direito.
LE.....	Lado Esquerdo.
DP.....	Desvio Padrão.
G1.....	Grupo 1
G2.....	Grupo 2

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tipos de sindactilia (Simples – S, Sindactilia Complexa 1 - C1, Sindactilia Complexa 2 - C2), conforme membro e animal.....	29
Tabela 2 – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros torácicos de miniporcós brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo 1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).....	34
Tabela 3 – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros pélvicos de miniporcós brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo 1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).....	35
Tabela 4 – Comparação dos índices de simetria (%) dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros torácicos de miniporcós brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo 1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).....	35
Tabela 5 – Comparação dos índices de simetria (%) dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros pélvicos de miniporcós brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo 1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).....	36

Lista de Figuras

Figura 1 – (a) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro clinicamente normal. (b) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro com sindactilia.....	21
Figura 2 – Miniporco posicionado decúbito dorsal sobre anteparo acolchoado em forma de V, para posterior exame tomográfico.....	22
Figura 3 – Imagens radiográficas em projeção dorsopalmar (a) e tomográficas em reconstrução 3-D (b,c) da mão esquerda de um porco clinicamente normal (Grupo 1).....	27
Figura 4 – Imagens radiográficas (a) em projeção dorsoplantar e tomográficas em reconstrução 3-D do pé direito (b) e esquerdo (c) de um porco clinicamente normal (Grupo 1).....	28
Figura 5 - Imagens radiográficas em projeção dorsoplantar (a) e tomográficas em reconstrução 3-D (b,c) do pé esquerdo de um porco do Grupo 2. Sindactilia simples, com comprometimento do casco, porém sem fusão esquelética. Notar estruturas radiopacas entre as falanges média e distal dos dígitos III e IV.....	30
Figura 6 – Imagens radiográficas em projeção dorsopalmar (a) e tomográficas (b) em reconstrução 3-D da mão esquerda de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 1 com comprometimento do casco e presença de fusão completa das falanges distais dos dígitos III e IV.....	31
Figura 7 – Imagens radiográficas em projeção dorsopalmar e tomográficas em reconstrução 3-D da mão esquerda de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 2 com comprometimento do casco e presença de fusão completa das falanges média e distal dos dígitos III e IV.....	32
Figura 8 – Imagem radiográfica em projeção dorsopalmar da mão (a) esquerda e imagem radiográfica em projeção dorsoplantar do pé (b) esquerdo de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 2 com comprometimento do casco e presença de fusão parcial da falange média e completa da falange distal.....	33

Figura 9 – Ilustração da distribuição de pressão nas mãos e nos pés. Observe a presença de apenas um pico de pressão na superfície plantar das mãos e dos pés nos porcos com sindactilia, comparado aos dois picos de pressão nos animais clinicamente normais. A cor vermelha indica a pressão mais alta e a cor azul escura, a pressão mais baixa.....

JUSTOLIN, P.L.T. **Análise da locomoção e estudos por imagens em porcos com sindactilia**. Botucatu, 2015. 49p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi caracterizar, por exames de imagem, uma população de porcos naturalmente portadores de sindactilia, bem como avaliar-lhes os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais. Foram utilizados 10 miniporcos brasileiros (*Sus domesticus*), não castrados, com idade entre 6 e 8 meses, dos quais se constituíram dois grupos experimentais. O Grupo 1 foi composto de cinco animais clinicamente saudáveis, com massa corpórea entre 10,5 e 18,5 kg, enquanto o Grupo 2, por animais portadores de sindactilia, com massa corpórea entre 7,5 e 18,0 kg. Em ambos os grupos, efetuaram-se exames radiográficos e tomográficos dos membros torácicos e pélvicos, além da análise da locomoção com o emprego de plataforma de pressão. Pelos exames de imagem, os animais do grupo 2 apresentaram os quatro membros comprometidos. Nos membros torácicos, detectaram-se dois animais de membros com sindactilia complexa 1 e oito com sindactilia complexa 2. Nos membros pélvicos, observaram-se quatro indivíduos com sindactilia simples, um com sindactilia complexa 1 e cinco com sindactilia complexa 2. Entre os grupos, não se constatou diferença estatística nos valores cinéticos e têmporo-espaciais, bem como nos índices de simetria. A superfície plantar e a superfície palmar dos porcos clinicamente normais tinham dois picos de pressão, ao passo que os com sindactilia tinham apenas um pico de pressão. Foi possível concluir que, na população avaliada, o tipo de sindactilia mais comum foi a complexa 2 e, a despeito das alterações, a maioria dos dados obtidos com o uso da plataforma de pressão foi similar à dos animais normais.

Palavras-chave: Radiografia; Tomografia; Plataforma de pressão; Suíno; Deformidade.

JUSTOLIN, P.L.T. **Gait analysis and imaging studies in pigs with syndactyly**. Botucatu, 2015. 49p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

Ten Brazilian mini pigs (*Sus domesticus*), from 6 to 8 months old, were divided into two groups: Group 1 – five healthy animals weighing from 10.5 to 18.5 kg and Group 2 – five animals with syndactyly weighing from 7.5 to 18.0 kg. In both groups radiographic and computed tomography studies were performed in the fore and hind limbs. Moreover, gait analysis was performed by using pressure sensing walkway. Imaging studies showed that the animals had involvement of all limbs. In particular, one limb with complex-1 syndactyly and eight limbs with complex-2 syndactyly were detected in the forelimbs. In the hind limbs, four limbs with simple syndactyly, one limb with complex-1 syndactyly and five limbs with complex-2 syndactyly were observed. There were no significant differences of the kinetic and temporospatial values between groups as well as in the symmetry indices. The plantar surface of the feet and palmar surface of the hands of the clinically healthy pigs had two peak pressure plots whereas only one peak pressure plot was observed in pigs with syndactyly. In conclusion, in the evaluated population the most common type of syndactyly was complex-2 and despite of the lesions, most of data obtained using pressure sensing walkway was similar to those of normal pigs.

Key words: Radiography; Computed tomography; Pressure platform; Swine.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A sindactilia consiste em afeção congênita, que, de acordo com a espécie envolvida, pode comprometer apenas o casco, ou a pele e o tecido mole, ou incluir o osso (LEIPOLD e MORRIS, 1979; JEZKY, 1985; KOZIN, 2003). O defeito tem sido descrito em humanos, em várias raças bovinas e, menos frequentemente, em cordeiros, cães, gatos e porcos (BARR, 1981; TOWLE et al., 2007; KOZIN, 2003; HANSON, 2013). Em animais com casco fundido, a afeção tem sido também denominada com “mulefoot”, porque animais afetados apresentam casco fundido, ou não dividido, que se assemelha aos pés de mula (BARR, 1981; MADGWICK et al., 2011). A doença pode ocorrer de forma esporádica, ou como entidade genética (LEIPOLD e MORRIS, 1979; BARR, 1981; JEZYK, 1985).

Entre suínos, existe a raça Mulefoot Hog, cuja característica é o casco fundido; encontra-se, porém, em estado considerado crítico pela Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica (WWL-DAD:3) (KAPKE et al., 1996; SCHERF, 2000). Ademais, encontram-se relatos da presença de casos ocasionais em outras raças de suínos (LEIPOLD e DENNIS, 1972; LEMUS et al., 2003), com a possibilidade de ainda ocorrer em populações inteiras (MADGWICK et al., 2011). Aparentemente, um único gene dominante é responsável pela doença na espécie (OLLIVIER e SELLIER, 1982). Nessa direção, um estudo experimental em suínos conseguiu promover malformações congênitas de origem nutricional, incluindo sindactilia, pé torto e paralisia agitante (ROSS et al., 1945). Isso sugere que a condição pode ser multifatorial (MADGWICK et al., 2011).

Nela, pode ocorrer fusão parcial, ou completa, dos dígitos de um ou mais membros (HANSON, 2013). Pelas evidências radiográficas e por dissecação, observou-se que, em suínos, a fusão é diversa em caráter,

podendo, aparentemente, ser mais afetado o membro torácico (DETLEFSEN e CARMICHAEL, 1921; LEIPOLD e DENNIS, 1972; MADGWICK et al., 2011). A influência da sindactilia na locomoção é controversa em suínos, com citações de vantagens e benefícios locomotores advindos da lesão, enquanto outras com referência a andar mais restrito (MADGWICK et al., 2011).

O uso da plataforma de pressão, como método objetivo de análise, tem facilitado o estudo da locomoção, por permitir, entre outras ações, avaliar passos consecutivos e simultâneos, o que facilita a coleta dos dados (LASCELLES et al., 2006; AGOSTINHO et al., 2012; VERDUGO et al., 2013; MEIJER et al., 2014a; MEIJER et al., 2014b). O fato é de especial importância em animais de difícil manipulação, como os suínos (KARRIKER et al., 2013; MEIJER et al., 2014a; MEIJER et al., 2014b).

Visto serem poucos os estudos (MADGWICK et al., 2011) a avaliar a locomoção de animais acometidos pela sindactilia, o presente trabalho visou analisar uma população de porcos naturalmente acometida pela lesão, com o intuito de compreender a afecção em termos funcionais, com o auxílio de métodos de imagem. A hipótese principal foi que os porcos portadores da doença não necessariamente apresentariam alterações cinéticas e tempo-espaciais durante a locomoção em plataforma de pressão.

REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sindactilia

A sindactilia constitui uma disostose, caracterizada por falha congênita na diferenciação entre dois ou mais dígitos (KOZIN, 2003; MALIK, 2012). A afecção resulta em separação incompleta da pele, do tecido fibroso e/ou do osso na formação embrionária (LIGHT, 1996; MALIK, 2012). A primeira referência à doença em porcos atribui-se a Aristóteles, em redor de 350 AC (MADGWICK et al., 2011).

De fato, segundo Leipold e Morris (1979), a sindactilia, como formação isolada, tem sido relatada no bovino, no camundongo, no macaco do Novo Mundo, nos ovinos, nos cães, nos gatos e nas galinhas. Nessa direção, a afecção tem sido relatada em numerosas raças de bovino, prevalecendo no Holstein (HANSON, 2013). Também pode ocorrer em associação a outras malformações, tais como a ectrodactilia em primatas não-humanos (PRIMACK et al., 1972). Em humanos, considera-se uma das mais comuns malformações hereditárias dos membros, que pode ocorrer de forma isolada, ou como componente de mais de 300 anomalias sindrômicas (MALIK, 2012). Quando a afecção ocorre com outras anomalias é referida como sindactilia complicada (KOZIN, 2003).

O modo recessivo autossômico de hereditariedade da sindactilia do bovino e do camundongo distingue-se do sindactilismo humano, que se caracteriza, em sua maioria, por padrão dominante de transmissão genética (LEIPOLD e MORRIS, 1979). Contudo, em humanos, tem também sido descrita a recessiva autossômica e a recessiva ligada ao X (MALIK, 2012).

A doença é mais frequentemente observada em bovinos da raça Holstein, mas o gene recessivo é visto no Angus e em diversas outras raças (BARR, 1981). Segundo Johnson et al. (2006), mutações na perda de função recessiva autossômica em *Megf7/Lrp4* causa o processo em bovinos. Já em porcos, a sindactilia tem sido associada a um único gene dominante (OLLIVIER e SELIER, 1982).

Em pacientes humanos, a doença tem-se classificado por sistema anatômico simples, de forma embriológica e descritiva, ou por acesso clínico e genético (MALIK, 2012). Um dos sistemas usados em pacientes humanos inclui duas formas: simples e complexa, ou completa e incompleta (LIGHT, 1996; KOZIN, 2003; DAO et al., 2004; BAE, 2011). Quanto à primeira classificação, na sindactilia simples, a interligação entre dígitos adjacentes consiste apenas de pele e tecido fibroso, ao passo que, na complexa, há ausência de separação de ossos adjacentes, além de deformidades dos tecidos fibrosos e da pele (LIGHT, 1996; KOZIN, 2003). Já na segunda classificação, a sindactilia é chamada completa, quando dígitos adjacentes (falanges 1-3) estão ligados ao longo de todo o comprimento, com tecidos moles e/ou osso, e como incompleta se os dígitos não estão conectados em toda a extensão (KOZIN, 2003; DAO et al., 2004; BAE, 2011). Na sindactilia complicada, ocorre a interposição de falanges acessórias, ou ossos anormais, entre os dígitos (BAE, 2011).

Nos bovinos, os membros torácicos são mais afetados, mas um, ou todos os pés, também podem estar comprometidos (HANSON, 2013). Segundo Barr (1981), no bovino, o membro torácico direito é sempre o primeiro e o mais severamente afetado. Se dois membros forem afetados serão os torácicos. O membro pélvico direito é o próximo, e o membro pélvico esquerdo é o último e o menos provável a fundir-se. O bovino com sindactilia caminha mais vagarosamente, locomove-se com passos mais altos e mostra-se mais propenso à hipertermia. (HANSON, 2013).

Segundo Barr (1981), em bovinos, têm-se observado quatro grupos de fusão do casco: casco sem nenhum sinal de fusão externa; casco parcialmente fundido na borda axial-coronal; cascos fundidos, mas com encaixe do dedo para a extremidade do casco; cascos completamente fundidos. Contudo, não apenas o casco tem problema, a forma genética

sempre envolve fusão horizontal dos ossos. Além disso, como resultado dessa fusão óssea, temos a rigidez das articulações.

Ao avaliarem dois bovinos com sindactilia (Holstein-Frísia de 4 meses de idade, Holstein-Frísia X Japanese Black de 1 mês de idade), Taura et al. (1985) observaram que, radiograficamente, as falanges dos membros torácicos e pélvicos se encontravam completamente fundidas, enquanto a distal do membro pélvico direito se mostrava normal. No outro animal, todas as falanges do membro torácico esquerdo e a proximal do membro torácico direito estavam normais. O animal Holstein-Frísia X Japanese Black foi novamente radiografado aos 7 meses de idade, observando-se que o casco e os ossos digitais se tinham desenvolvido, mas as falanges distais estavam destruídas, indicando prognóstico ruim.

Hart-Elco et al. (1987) diferenciaram a anatomia normal daquela com sindactilia em fetos de bovinos da raça Holstein. A sinostose falangeal foi sempre confinada aos dígitos 3º e 4º, caracterizadas por sinostose horizontal completa ou parcial. Em geral, o membro torácico direito tinha sinostose completa das três falanges pareadas. No membro torácico esquerdo ou nos membros pélvicos direito ou esquerdo, as segundas falanges mostraram-se as mais sinostóticas, seguidas pela primeira e a terceira. Sinostose parcial ocorreu no membro torácico esquerdo de três fetos e no pélvico esquerdo de um feto.

Leipold et al. (1998) analisaram 25 bovinos da raça Angus com sindactilia, dos quais 84% tinham comprometimento dos quatro membros, 12%, de três membros e 4%, de dois membros. Os animais caminhavam com considerável dificuldade. O casco dos mais velhos tornavam-se curvados e inclinavam lateral ou medialmente, com aspecto de cone truncado. A maioria dos cascos foi completamente fundida. Radiografias e dissecações de membros de 19 animais revelaram um padrão consistente de fusão. As lesões incluíam uma ou mais das seguintes características: desaparecimento dos encaixes intertrocleares metacarpal ou metatarsa; fusão horizontal de um ou mais ossos carpais ou tarsais; fusão de sesamóides proximais; um sesamóide distal e fusão de falanges pareadas. Os dados foram consistentes com a herança recessiva em um único locus.

Em cães e gatos domésticos, a afecção, aparentemente, não é muito frequente, com número relativamente pequeno de casos relatados (JEZYK, 1985; RICHARDSON et al., 1994; TOWLE et al., 2007; MACRÌ et al., 2013; RODRÍGUEZ-ALARCÓN et al., 2014). Geralmente, as formas genéticas são bilaterais, enquanto os casos esporádicos, unilaterais (JEZYK, 1985).

Foi descrito, por Richardson et al. (1994), o tratamento de um cão da raça Golden Retriever com sindactilia simples. A mão direita apresentava ausência da separação cutânea entre os dígitos e tinha confluência dos coxins digital e metacarpal. Após vigoroso exercício, o cão tinha claudicação intermitente sem suporte de peso do membro afetado, devido à aderência da pele, que requereu intervenção cirúrgica para liberação. Houve melhora da claudicação após avaliação de 11 semanas de pós-operatório.

Towle et al. (2007) relataram o caso de uma cadela, 5 meses de idade, com claudicação decorrente de sindactilia incompleta simples (fusão do coxim digital 3º e 4º) no membro pélvico esquerdo, com contratura secundária dos tendões flexores digitais profundos dos 3º e 4º dígitos. Foi realizada, inicialmente, a onicectomia da terceira falange e, seis meses após, a remoção parcial da segunda falange. Com o último procedimento cirúrgico, o animal manteve-se sem claudicação.

O caso de sindactilia completa, envolvendo os quatro membros de um cão macho, de 3 meses de idade, foi relatado por Macrì et al. (2013). Nenhuma separação foi detectada no comprimento inteiro de cada dígito em todas as patas. Observou-se, também, a ausência de alguns coxins. Não se detectou outra anormalidade congênita e o exame radiográfico não revelou alteração óssea. Os outros seis animais da mesma ninhada não tinham sinais da doença. O cão era incapaz de usar os membros. A análise citogenética excluiu aberrações de cromossomo estruturais, ou numéricas.

Rodríguez-Alarcón et al. (2014) descreveram o caso de um cão, Pastor Malinois Belga, 2 meses de idade, com sindactilia simples e completa e agenesia do coxim do tarso/metacarpo em todos os quatro membros. Além disso, o animal tinha contratura do tendão flexor digital profundo nos membros torácicos e pélvicos, sendo necessária a tenotomia no membro torácico, vista a presença de claudicação intermitente sem suporte de peso sob vigoroso

exercício. O animal foi o único da ninhada com problema e não apresentava outras alterações congênitas.

Há alguns relatos em felinos domésticos, incluindo o de Towle et al. (2007), no qual a lesão foi observada em quatro gatos de uma ninhada de seis. Em um deles, todos os quatro membros foram afetados, enquanto, nos outros três, apenas os pélvicos. As sindactílias foram consideradas complexas (falta de separação de ossos adjacentes em adição às deformidades de tecido fibroso e da pele) e não complicadas (sem outras anormalidades). O histórico ambiental e familiar não pôde ser obtido, visto a gata-mãe ter sido adotada por meio de uma sociedade protetora. Nenhum dos animais apresentaram claudicação, ou necessitaram de medicação ou de tratamento cirúrgico. Segundo os autores, em outros quatro relatos em gatos, da literatura consultada, também não foi referido histórico de claudicação.

O porco da raça Mulefoot, avaliado por estudo genotípico por Kapke et al. (1996), caracterizou-se pela presença de sindactília e pela cor toda preta, com eventuais pontos brancos. Segundo os autores, essa raça foi desenvolvida nos Estados Unidos, provavelmente pelo cruzamento do javali Berkshire e do nativo Razorback, tendo sido muito popular no vale do Mississippi durante os anos de 1800. Com o passar do tempo, a popularidade da raça diminuiu, estando em fase de extinção, com o último registro efetuado no ano de 1975.

Scherf (2000) citou que, segundo a Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica (WWL-DAD:3), nos Estados Unidos, a raça Mulefoot está em estado considerado crítico, encontrada apenas no Missouri (Iowa). A raça é similar aos porcos "Poland China", porém com dedos fundidos, não se devendo confundir com suínos com pé de mula.

Lemus et al. (2003), em estudo morfológico sobre porcos mexicanos nativos (Mexican Hairless Pig, Mulefoot e Cuino), observaram que a raça Mulefoot apresentava sindactília nos membros torácicos e pélvicos. A primeira falange mostrou-se similar à dos porcos sem sindactília, porém a segunda, mais curta, com a presença de outra falange entre os dedos principais, o que resultou em cinco falanges, em vez das quatro normais. Observou-se, também, uma terceira falange entre os dedos principais, mais

longa, se comparada à dos animais sem sindactilia. A segunda e a terceira falanges dos dedos principais fundiram-se, o que não lhes permitia a separação, mantendo o casco de mula.

No Brasil, segundo Cavalcante-Neto (2013), há hipóteses de que o porco casco de burro, também chamado pata-de-burro, pata-de-mula ou casco-de-mula, pode ter origem, ou na raça “Mulefoot”, encontrada nos Estados Unidos, ou ibérica. Como os porcos cascos-de-burro possuem o número diploide $2n = 38$ cromossomos, é possível que esse grupo genético não se relacione ao javali.

Leipold e Dennis (1972) descreveram o caso de um porco de 8 meses de idade, fêmea, cruzamento de Hampshire com York, com a presença de sindactilia no membro pélvico. Nenhum outro animal com esse tipo de lesão tinha sido previamente observado na fazenda. O animal acabou submetido à eutanásia, devido a um problema de tosse. Radiograficamente, a metade inferior das segundas falanges fundiu-se medialmente. Os metatarsianos tinham duas trócleas distais, a primeira e a terceira falanges estavam separadas e as superfícies articulares pareciam normais. Não havia outras malformações associadas.

Por sua vez, Ross et al. (1945) promoveram, experimentalmente, malformações congênitas em suínos — sindactilia, pé torto e paralisia agitante — com o emprego de uma ração basal deficiente em um fator, ou vários fatores, necessários para promover a reprodução e a lactação normais.

2.2 Aspectos anatômicos da extremidade distal dos membros torácicos e pélvicos de porcos

Conforme Liebich et al. (2009), o esqueleto da mão forma o autopódio dos membros torácicos, que consiste de três segmentos: basipódio (ossos do carpo), metapódio (ossos do metacarpo), acropódio (falanges).

Em porcos, há oito ossos do carpo: fileira proximal composta dos ossos carpo radiais, carpo intermédio, carpo ulnar e carpo acessório; e fileira

distal composta dos ossos carpo primeiro, carpo segundo, carpo terceiro e carpo quatro (LIEBICH et al., 2009; PASQUINI et al., 2003). O carpo radial é o maior osso do carpo (PASQUINI et al., 2003). Com relação aos metacarpos, há quatro ossos, sendo maiores o terceiro e o quarto, que sustentam os principais dígitos; já o segundo e o quinto são menores e comportam os dígitos acessórios (SISSON e GROSSMAN, 1986; PASQUINI et al., 2003). O primeiro metacarpo é ausente (SISSON e GROSSMAN, 1986; LIEBICH et al., 2009). O peso é suportado pelos ossos metacarpianos terceiro e quarto, já que o segundo e quinto, por serem muito reduzidos, não suportam peso (LIEBICH et al., 2009).

Segundo Sisson e Grossman (1986), o terceiro e o quarto metacarpianos ocupam posição dorsopalmar, próximos um ao outro. O terceiro metacarpiano, mais largo, articula-se com os ossos da primeira fileira do carpo, exceto com o primeiro, enquanto o quarto metacarpiano articula-se com o quarto osso cárpico e uma pequena área, com o terceiro, na porção proximal; as extremidades distais articulam-se às falanges proximais do terceiro e do quarto dígitos. O segundo e o quinto ocupam posição lateral e palmar em relação aos anteriores e articulam-se aos ossos cárpicos e metacárpicos correspondentes.

Os dígitos, não-articulados ou comunicantes entre si, compreendem três falanges (SISSON e GROSSMAN, 1986; PASQUINI et al., 2003). Em porcos, há 4 dígitos (2-5), sendo o primeiro ausente (PASQUINI et al., 2003; LIEBICH et al., 2009). O segundo e o quinto dedos são totalmente formados, exceto pela falta de um sesamóide distal. As falanges dos dígitos menores ou acessórios, segundo e quinto, têm formato semelhante às demais, porém são bem menores e não tocam o solo (SISSON e GROSSMAN, 1986). Os dígitos 3^o e 4^o possuem dois sesamóides proximais e um distal (PASQUINI et al., 2003). A fusão das epífises finaliza-se, aos dois anos, nas falanges proximais e, com um ano, nas mediais (SISSON e GROSSMAN, 1986).

Segundo Liebich et al. (2009), o esqueleto do pé forma a porção óssea do autopódio, que consiste de três segmentos: basipódio (ossos do tarso), metapódio (ossos do metatarso), acropódio (falanges).

Em porcos, há sete ossos do tarso: fileira proximal, composta de ossos tarso tibial, ou talos, e tarso fibular, ou calcâneo; fileira média, composta do osso tarso central, e fileira distal, composta dos ossos tarso primeiro, tarso segundo, tarso terceiro e tarso quatro (LIEBICH et al., 2009; PASQUINI et al., 2003). Há duas trócleas para cada talo (PASQUINI et al., 2003).

O esqueleto do metatarso e as falanges assemelham-se aos do membro torácico, com os ossos do metatarso um pouco mais longos em relação aos correspondentes metacarpianos (SISSON e GROSSMAN, 1986; LIEBICH et al., 2009). De acordo com Sisson e Grossman (1986), as porções proximais, do terceiro e do quarto metatarsianos, ocupam posição palmar e possuem uma faceta para a articulação com o osso sesamóide metatársico, em forma de disco. Nos dígitos, observam-se as falanges proximais e médias mais longas e estreitas em relação ao membro torácico.

2.3 Análise da locomoção

A plataforma de pressão constitui método objetivo de avaliar a locomoção, cujo uso tem crescido na Medicina Veterinária, dada a possibilidade de analisar parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais e de captar os quatro membros simultaneamente, o que facilita a análise dos dados (BESANCON et al., 2003; LASCELLES et al., 2006; GILLETTE e ANGLE, 2008). Com isso, é possível avaliar a função dos membros de animais mais difíceis de controlar e de manipular, tais quais os gatos (ROMANS et al., 2004; ROMANS et al., 2005; LASCELLES et al., 2007; VERDUGO et al., 2013), e aqueles com casco bipartido, especialmente os ovinos (SEEBECK et al., 2005; KIM e BREUR, 2008; AGOSTINHO et al., 2012) e os suínos (KARRIKER et al., 2013; MEIJER et al., 2014a; MEIJER et al., 2014b).

Seebeck et al. (2005) usaram a plataforma de pressão (emed SF-4) como método não invasivo para monitorar a consolidação de fraturas. Para tanto, induziram-se defeitos ósseos segmentares de 3mm na tíbia de ovinos, estabilizados com fixador externo monolateral rígido, ou variante mais flexível.

Os animais foram treinados a caminhar, a passo, na plataforma, com a velocidade mantida tão constante quanto possível. Pelo período de nove semanas, mensuraram-se os parâmetros locomotores com a plataforma e monitoraram-se os movimentos interfragmentários no local da fratura. Diferenças na rigidez da fixação promovem diferentes movimentos interfragmentários que influenciaram a taxa de consolidação. As forças de reação ao solo correlacionaram-se, fortemente, à evolução do processo de calo mineralizar-se.

Os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais, bem como a distribuição de peso entre os quatro membros, foram analisados por Kim e Breur (2008), em ovinos hígidos adultos, com peso variando de 69,3 até 103 kg, que caminharam confortavelmente, com guia, sobre uma plataforma de pressão (Walkway Tekscan). Seis trilhas válidas foram adquiridas para cada ovino sem qualquer prévia seleção ou habituação. A média do pico da força vertical e do impulso vertical foram 52,5% e 19,9% para os membros torácicos e de 38,5% e 14,9% para os pélvicos. A distribuição de peso foi maior nos membros torácicos do que nos pélvicos, respectivamente 59% e 41% do peso corpóreo. De acordo com os autores, a plataforma de pressão simplificou a coleta dos dados.

Os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais de 21 ovinos clinicamente saudáveis, divididos em três grupos etários, foram analisados por Agostinho et al. (2012). Os animais foram, previamente, treinados a locomover-se sobre a plataforma de pressão (Walkway Tekscan) com a velocidade e a aceleração controladas. Não se detectaram diferenças entre os lados direito e esquerdo e nas variáveis temporais entre os grupos. Foram verificadas diferenças no pico de força vertical nos membros torácicos ($G1 > G3$) e pélvicos ($G1 > G3$) e no impulso dos membros torácicos ($G1 > G3$). Os autores concluíram que ovinos jovens diferem dos mais idosos nas forças verticais ao caminharem na mesma velocidade sobre a plataforma de pressão.

A distribuição da pressão dos cascos de porcos foi mensurada por Carvalho et al. (2009), inicialmente, pela simulação estática por meio de equipamento piezelétrico e, depois, usando animais (peso médio de 170 kg) na locomoção sobre um sistema de pressão da MatScan para validar o teste. A

força resultante no casco mais interno foi maior do que no mais externo, embora sem diferença significativa. Os membros pélvicos aplicam maior quantidade de força no casco externo, comparado ao interno, o que, porém, não foi observado no casco dos membros torácicos, em que a carga se concentra mais no casco interno do que no externo.

Karriker et al. (2013) desenvolveram modelo de indução química da claudicação em porcos, por meio de métodos subjetivos e objetivos. A claudicação clínica transitória foi efetuada com o uso de anfotericina B na articulação interfalangeal distal. Na fase 3 do experimento, os porcos receberam 0, 10 ou 15 mg/ml de anfotericina B, em ambos os pés, e foram monitorados até a resolução clínica. Os porcos tratados demonstram elevados escores de claudicação clínica, que se resolveram 7 dias após a indução. Os animais que receberam solução salina desenvolveram claudicação clínica que se resolveu após 72 horas da aplicação. Foi usada plataforma de pressão GaitFour, que mostrou a pressão máxima diminuir, no tempo de apoio, bem como o número de sensores ativados nos animais injetados. Uma placa de força estática também foi usada e demonstrou a diminuição de peso no membro injetado. Os autores concluíram ser a injeção de anfotericina B um método efetivo para induzir claudicação aguda, que se resolve espontaneamente.

Meijer et al. (2014a) estabeleceram dados cinéticos de porcos em crescimento, com o emprego da plataforma de pressão. Estudaram 10 leitões desmamados, clinicamente saudáveis, treinados a trotar. Realizaram-se as aferições semanalmente, por 10 semanas, a partir da quinta semana de idade. Para cada variável (pico de força vertical, taxa de carga, impulso vertical e pico de pressão vertical), analisaram-se os índices de assimetria entre os membros direito e esquerdo. As variáveis apresentaram variabilidade significativa entre as sessões, o que se pode relacionar às mudanças de conformação. A velocidade influenciou o pico de força vertical, a taxa de carga e o pico de pressão vertical, todos normalizados. Todas as variáveis tiveram valores mais altos nos membros torácicos do que nos pélvicos. O tempo e a velocidade não afetaram os índices de assimetria; constitui-se como o ambiente preferido de

análise a velocidade não se poder controlar e as medidas se avaliarem em intervalos repetidos ao longo do tempo.

Para distinguir porcos claudicantes (n=10) dos clinicamente normais (n=10), Meijer et al. (2014a), utilizaram-se quatro parâmetros (Pico de Força Vertical, Taxa de Carga, Impulso Vertical e Pressão de Pico Vertical), obtidos com o emprego da plataforma de pressão. Estudaram-se porcos “Topigs 20 × Tempo”, selecionados em fazenda comercial. A plataforma de pressão Footscan® 3D Gait Scientific foi calibrada, usando-se uma pessoa de 70kg. Para a análise visual, usou-se escore de 0 a 5, em que 0 indicava indivíduo saudável e 5, extremamente claudicante. O índice de assimetria foi calculado para cada variável analisada. A velocidade média foi de 1.3 ± 0.5 m/s para os porcos saudáveis e 0.6 ± 0.4 m/s para os claudicantes, dado que, segundo os autores, pode ser usado como indicador de claudicação. Em porcos com claudicação, ocorreu o aumento da assimetria diagonal, ipsilateral e contralateral, devido à falta de carga no membro claudicante, combinada à redistribuição do peso entre os membros não claudicantes.

2.6 Métodos de imagem

Mesmo quando se procura agrupar animais por similaridade, encontram-se incalculáveis variações anatômicas dentro de cada grupo. Por isso, é imprescindível ter conhecimento da normalidade para reconhecer as alterações radiográficas.

O exame radiográfico é considerado importante ferramenta de triagem na Medicina Veterinária, principalmente no estudo dos tecidos ósseos, permitindo detectarem-se alterações de diversas naturezas, entre elas, infecciosa, degenerativa e congênita, a baixo custo e com fácil acesso (MORGAN, 1999; THRALL, 2007). Contudo o exame radiográfico permite uma avaliação limitada, devido às sobreposições e às somas de radiopacidade, visto tratar-se de imagem bidimensional, representando um objeto tridimensional (THRALL, 2007).

O emprego da tomografia computadorizada (TC) permite uma análise mais completa, livre de sobreposições, com acesso ao volume, à avaliação objetiva da densidade e à correlação entre os elementos em questão, além da possibilidade de reconstrução tridimensional com diversos softwares (THRALL, 2007; KEALY et al., 2012). Por essas vantagens, a TC tem se difundido como técnica não invasiva na rotina clínica (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001; MACKEY et al., 2008), visto o tórax, o abdome e o sistema músculo-esquelético poderem ser avaliados quanto ao tamanho, à forma e à densidade, por meio da análise das Unidades Hounsfield (HU) (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001).

OBJETIVOS

3 OBJETIVOS

O trabalho tem, por objetivos:

a - classificar, por meio de exames de imagens radiográficas e tomográficas computadorizadas, uma população de porcos naturalmente portadora de sindactilia;

b – comparar parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais de porcos hígidos e naturalmente portadores de sindactilia, locomovendo-se sobre a plataforma de pressão.

MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Animais e ambiente de experimentação

A metodologia adotada no presente trabalho foi aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) – Botucatu (protocolo nº.182/2013). Todos os animais utilizados no estudo provieram do Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres (CEMPAS), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, SP.

Utilizaram-se 10 miniporcos brasileiros (*Sus domesticus*), não castrados, com idade entre 6 e 8 meses, com os quais se constituíram dois grupos experimentais. O Grupo 1, por cinco animais clinicamente saudáveis, dois machos e três fêmeas, com peso variando entre 10,5 e 18,5 kg (Média =13,64 kg; Desvio Padrão =2,95) (Figura 1a), numerados de 1 a 5. O Grupo 2, por animais portadores de sindactilia, três machos e duas fêmeas, com peso variando entre 7,5 e 18,0 kg (Média = 12,82 kg; Desvio Padrão = 3,75) (Figura 1b), numerados de 6 a 10. Ambos os grupos foram avaliados por exames radiográficos e tomográficos dos membros e por análise visual da locomoção, de modo a detectarem-se sinais clínicos de claudicação, segundo escore determinado por Main et al. (2000). Consideraram-se os animais do Grupo 1 clinicamente saudáveis, com base no exame físico geral e ortopédico específico, complementado pelas imagens.

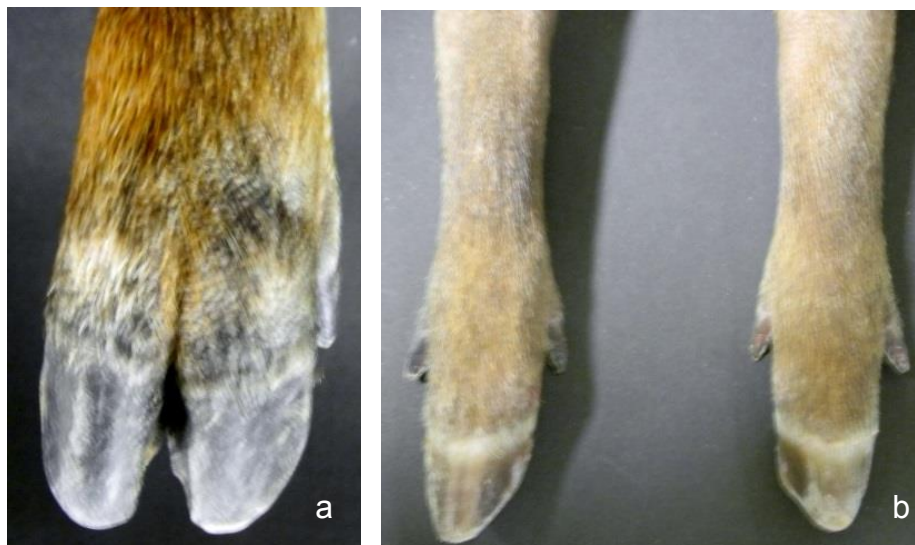


Figura 1 – (a) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro clinicamente normal (G 1). (b) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro com a doença (G 2)

4.2 Exames radiográficos e tomográficos

Para realizar os exames de imagem, submeteram-se os miniporcões à anestesia dissociativa, com o emprego de associação de acepromazina (0,3 mg/kg), midazolam (0,3 mg/kg) e cetamina (15 mg/kg), aplicada pela via intramuscular. Quando necessário, a suplementação da anestesia foi efetuada com um quarto da dose inicial. Os animais permaneceram sobre colchão térmico e com máscara de oxigênio, enquanto se monitoraram a frequência cardíaca, a frequência respiratória e a temperatura retal.

As imagens radiográficas incluíam as extremidades distais direita e esquerda dos membros torácicos e pélvicos, respectivamente, a partir do rádio e da tíbia. Para cada membro, utilizaram-se as projeções médiolateral, dorsopalmar e dorsoplantar. Os exames foram realizados em equipamento digital GE Health DR-F, com técnica variando entre 60 e 90 kV, 8 mAs e 200

mA. As imagens foram avaliadas quanto à radiopacidade óssea, à congruência e à aparência radiográfica das articulações e das superfícies articulares, à relação entre as estruturas ósseas afetadas pela sindactilia e os demais aspectos radiográficos.

Para os exames de Tomografia Computadorizada (TC), usou-se um escâner helicoidal (Shimadzu SCT-7800CT, Kyoto, Japan), com os miniporcosp colocados em decúbito dorsal sobre artefato acolchoado em forma de V (Figura 2), com os membros torácicos tracionados cranialmente e os pélvicos caudalmente, de forma a se paralelizarem ao solo e permanecerem estendidos durante a aquisição das imagens. Foram obtidas imagens transversas das extremidades dos membros torácicos e pélvicos, respectivamente, abaixo do rádio e da tíbia. Os parâmetros usados foram 120 kVp, 160 mA, espessura de corte de 2 mm, e *pitch* de 2.0. As imagens foram reconstruídas em MPR, usando Voxar 3D® versão 6.3 (Barco, Kortrijk, Belgium).



Figura 2 – Miniporco posicionado em decúbito dorsal sobre artefato acolchoado em forma de V, para posterior exame tomográfico.

4.3 Análise da locomoção por plataforma de pressão

Para essa análise, utilizou-se a plataforma de pressão Walkway High Resolution HRV4 da Tekscan¹ de 1.951mm x 447 mm, constituída de quatro placas em série. Para a aquisição e o processamento dos dados foi usado o *software* Walkway 7,0² (Tekscan). Antes da aquisição dos dados, o sistema foi equilibrado e calibrado conforme as especificações do fabricante.

No momento anterior à realização do exame, os animais foram ambientalizados à sala de captura e estimulados a se locomover na plataforma de pressão, por um período de aproximadamente 20 minutos. Também foi realizada a pesagem de cada animal, empregando-se, sempre, a mesma balança eletrônica. Para a aquisição dos dados, aplicaram-se barreiras nas laterais da plataforma, enquanto os porcos se locomoviam, com estímulo alimentar, em velocidade de conforto e sem condutor.

Para cada animal, foram capturadas 20 trilhas, das quais se selecionaram cinco, válidas. A validade da trilha implicava o animal percorrer toda a plataforma de forma uniforme e retilínea, com aceleração entre $-0,2 \text{ ms}^2$ a $0,2 \text{ ms}^2$. Para cada membro, analisaram-se os seguintes parâmetros têmporo-espaciais: tempo de apoio (s), tempo de balanço (s), duração do ciclo da passada (s) e comprimento da passada (m). A porcentagem da fase de apoio foi calculada pela equação: $(\text{tempo de apoio} / \text{duração do ciclo da passada}) \times 100$. Por sua vez, a porcentagem da fase de balanço foi calculada pela equação: $(\text{tempo de balanço} / \text{duração do ciclo da passada}) \times 100$. A passada foi determinada pela distância entre dois contatos consecutivos do mesmo membro com o solo.

Incluindo todas as passadas, aferiram-se os seguintes parâmetros cinéticos: Pico de Força Vertical (PFV) e Impulso Vertical (IV). Ambos foram normalizados de acordo com o peso do animal e representados em porcentagem de peso corpóreo (PC), respectivamente, em %PC e %PC*s. Para calcular a porcentagem da distribuição do peso corpóreo entre os quatro

¹ TEKSCAN Inc. South Boston, MA, USA.

² *Software* Walkway 7,0

membros na locomoção, empregou-se: (PFV do membro/ Σ PFV dos quatro membros) x100.

Os índices de simetria entre os lados direito e esquerdo para os membros torácicos e pélvicos, tanto no Grupo 1 como no 2, foram calculados para as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais pela fórmula: $IS (\%) = | \{ [LD - LE] / [0,5 * (LD + LE)] \} * 100 |$, em que LD corresponde ao lado direito e LE, ao esquerdo. Como se aferiram os resultados em módulos, o índice de simetria 0 indicou perfeita simetria, ao passo que valores acima de 0 representaram o percentual de assimetria.

4.4 Análise estatística

Para todas as variáveis avaliadas, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilks para testar a normalidade. A comparação entre os grupos foi feita pelo teste F, seguido pelo teste t de Student. Os valores foram expressos em média (\pm Desvio Padrão). Diferenças foram consideradas estatisticamente significantes com $p < 0,05$.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 Análise visual

Pela análise visual, os miniporcosp de ambos os grupos se locomoviam de forma similar, com escore 0 (mesmo tipo de passada, acelera e muda de direção rapidamente), com base na classificação de Main et al. (2000). Os animais com sindactilia, aparentemente, não mostraram qualquer sinal de claudicar, tanto na estação como na locomoção.

5.2 Exames de imagem

A análise radiográfica dos animais do Grupo 1 permitiu observar articulações congruentes, espaços articulares preservados, superfícies articulares regulares, de radiopacidade mantida. Não se verificaram sinais radiográficos de proliferação óssea, irregularidade das corticais ou alteração de radiopacidade, cortical ou medular. As linhas fisárias estavam visíveis na maioria dos ossos. As imagens tomográficas foram compatíveis com os achados radiográficos.

Todos os animais (Figura 3) tinham oito ossos do carpo (radial, intermédio, ulnar e acessório; primeiro, segundo, terceiro e quatro); quatro metacarpianos; quatro dígitos (2^o, 3^o, 4^o e 5^o) e três falanges em cada um. Os dígitos 3^o e 4^o possuíam dois sesamóides proximais e um distal, enquanto o 2^o e o 5^o, somente dois sesamóides proximais. O tarso (Figura 4), composto de sete ossos: tarso tibial e calcâneo; tarso central; primeiro, segundo, terceiro e quatro. Havia quatro metatarsianos; quatro dígitos e três falanges em cada um.

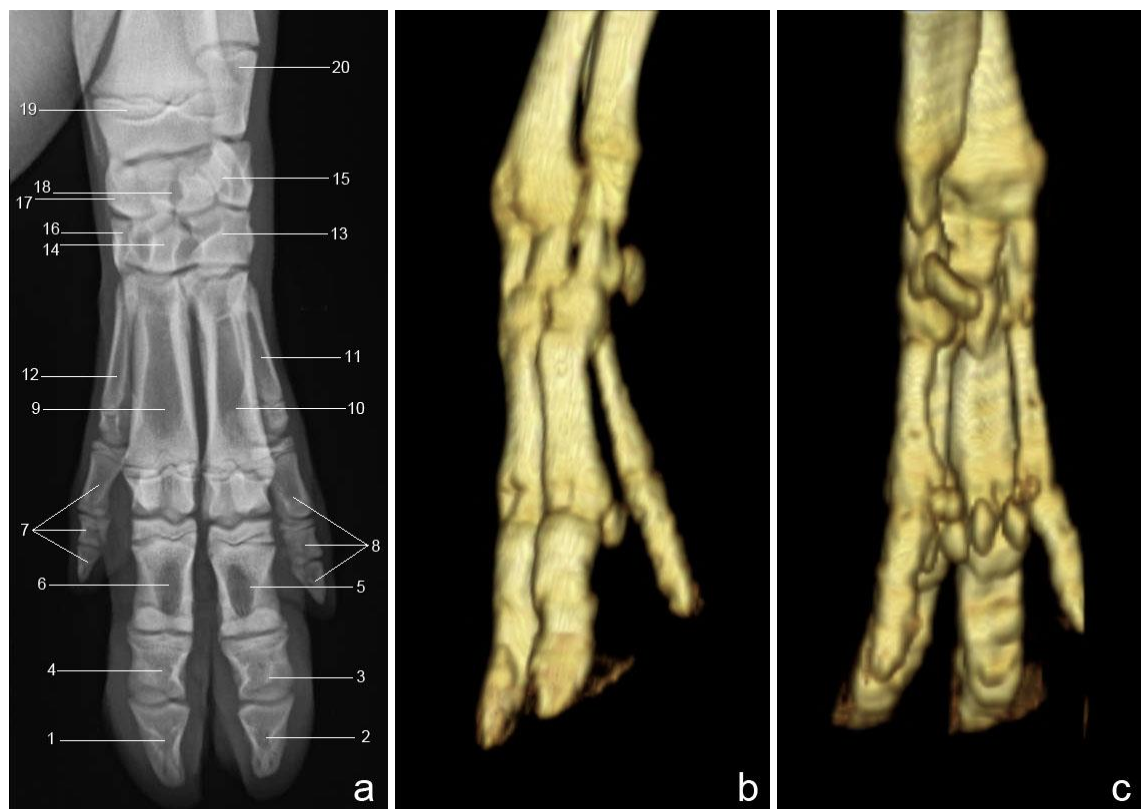


Figura 3 - Imagem radiográfica em projeção dorsopalmar (a) e imagens tomográficas em reconstrução 3-D (b,c) da mão esquerda de um porco clinicamente normal (Grupo 1).

1- Falange distal do dedo III. 2- Falange distal do dedo IV. 3- Falange média do dedo IV. 4- Falange média do dedo III. 5- Falange proximal do dedo IV. 6- Falange proximal do dedo III. 7- Falanges do dedo II. 8- Falanges do dedo V. 9- Osso metacárpico III. 10- Osso metacárpico IV. 11- Osso metacárpico V. 12- Osso metacárpico II. 13- Osso Cárpico IV. 14- Osso Cárpico III. 15- Osso Ulnar do carpo. 16- Osso Cárpico II. 17- Osso radial do carpo. 18- Osso intermédio do carpo. 19- Troclea do radio. 20- Cabeça da ulna.

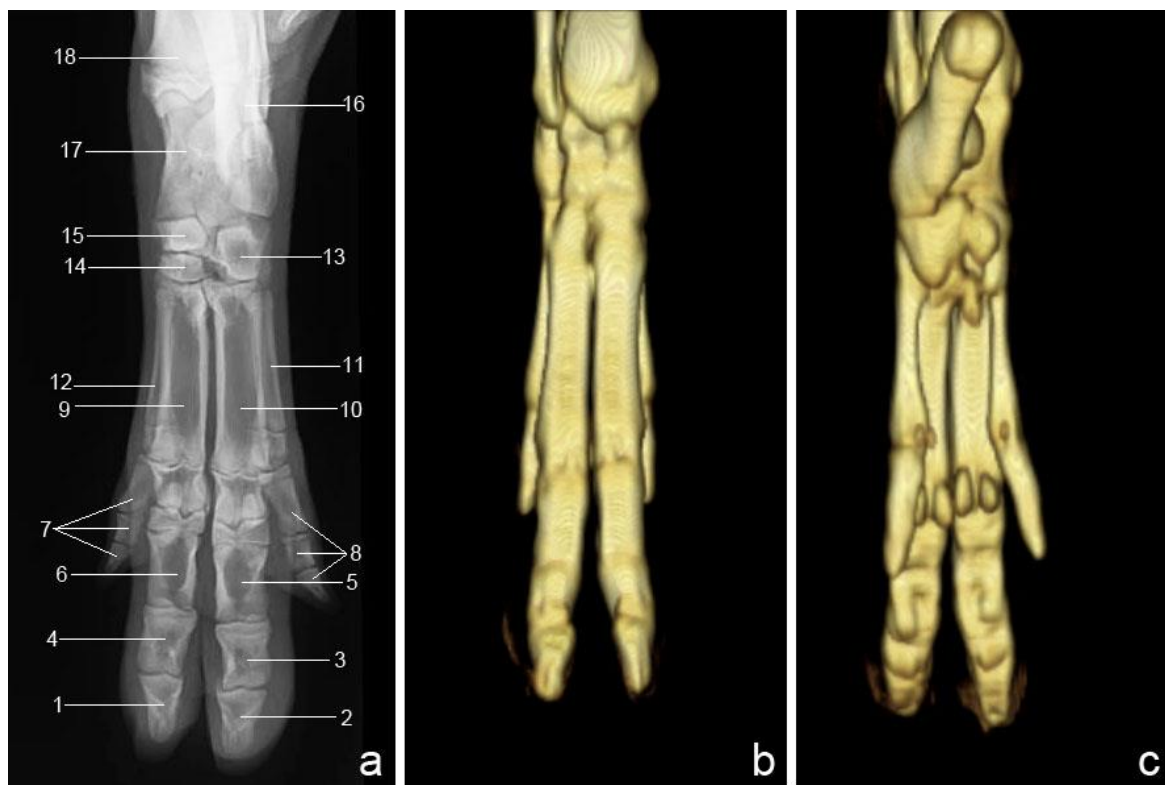


Figura 4 - Imagem radiográfica (a) em projeção dorsoplantar do pé esquerdo e imagens tomográficas em reconstrução 3-D do pé direito (b) e esquerdo (c) de um porco clinicamente normal (Grupo 1).

1- Falange distal do dedo III. 2- Falange distal do dedo IV. 3- Falange média do dedo IV. 4- Falange média do dedo III. 5- Falange proximal do dedo IV. 6- Falange proximal do dedo III. 7- Falanges do dedo II. 8- Falanges do dedo V. 9- Osso metatársico III. 10- Osso metatársico IV. 11- Osso metatársico V. 12- Osso metatársico II. 13- Osso társico IV. 14- Osso társico III. 15- Osso central do Tarso. 16- Calcâneo. 17- Tálus. 18- Tíbia.

Pelos resultados radiográficos e tomográficos, os porcos com sindactilia (Grupo 2) tiveram as lesões classificadas em:

Sindactilia Simples (S) — somente o comprometimento do casco, sem fusão esquelética (Figura 5);

Sindactilia Complexa 1 (C1) — comprometimento do casco e presença de fusão da falange distal dos dígitos III e IV (Figura 6);

Sindactilia Complexa 2 (C2) — comprometimento do casco e presença de fusão tanto da falange média, quanto da falange distal dos dígitos III e IV (Figura 7).

Nos casos de sindactilia simples, também se visualizaram duas estruturas com radiopacidade óssea, uma de formato arredondado, posicionada entre as falanges médias dos dígitos III e IV, e a outra de formato triangular, posicionada entre as falanges distais dos dígitos III e IV (Figura 4). Dos três membros com sindactilia complexa, 1, 66,66% (n=2) tinha fusão total da falange distal, enquanto 33,33% (n=1), fusão parcial da falange distal. Por sua vez, dos 13 membros com sindactilia complexa, 2, 46,15% (n=6) tinham fusão total da falange média e distal, enquanto 53,84% (n=7), fusão parcial da falange média e total da falange distal. Além disso, somente um animal apresentou fusão dos sesamóides distais do membro torácico (Figura 7).

Na Tabela 1, apresentam-se os membros de cada animal do Grupo 2, conforme a classificação do tipo de sindactilia.

Tabela 1 - Tipos de sindactilia (Simples – S, Sindactilia Complexa 1 - C1, Sindactilia Complexa 2 - C2), conforme membro e animal.

Identificação do animal (número, sexo)	Membro torácico direito	Membro torácico esquerdo	Membro pélvico direito	Membro pélvico esquerdo
nº6, fêmea	C2	C2	S	S
nº 7, fêmea	C2	C2	C2	C2
nº 8, macho	C2	C1	C2	C1
nº 9, macho	C2	C2	C2	C2
nº 10, macho	C2	C1	S	S



Figura 5 - Imagem radiográfica em projeção dorsoplantar (a) e imagens tomográficas em reconstrução 3-D (b,c) do pé esquerdo de um porco do Grupo 2. Sindactilia simples, com comprometimento do casco, porém sem fusão esquelética. Notar estruturas radiopacas entre as falanges média e distal dos dígitos III e IV.

1- Falange distal do dedo III. 2- Falange distal do dedo IV. 3- Falange média do dedo IV. 4- Falange média do dedo III. 5- Falange proximal do dedo IV. 6- Falange proximal do dedo III. Setas- Estruturas ósseas.



Figura 6 - Imagem radiográfica em projeção dorsopalmar (a) e imagem tomográfica (b) em reconstrução 3-D da mão esquerda de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 1 com comprometimento do casco e presença de fusão completa das falanges distais dos dígitos III e IV.

1-2 Dedos III e IV com fusão total das falanges distais. 3- Falange média do dedo IV. 4- Falange média do dedo III. 5- Falange proximal do dedo IV. 6- Falange proximal do dedo III.

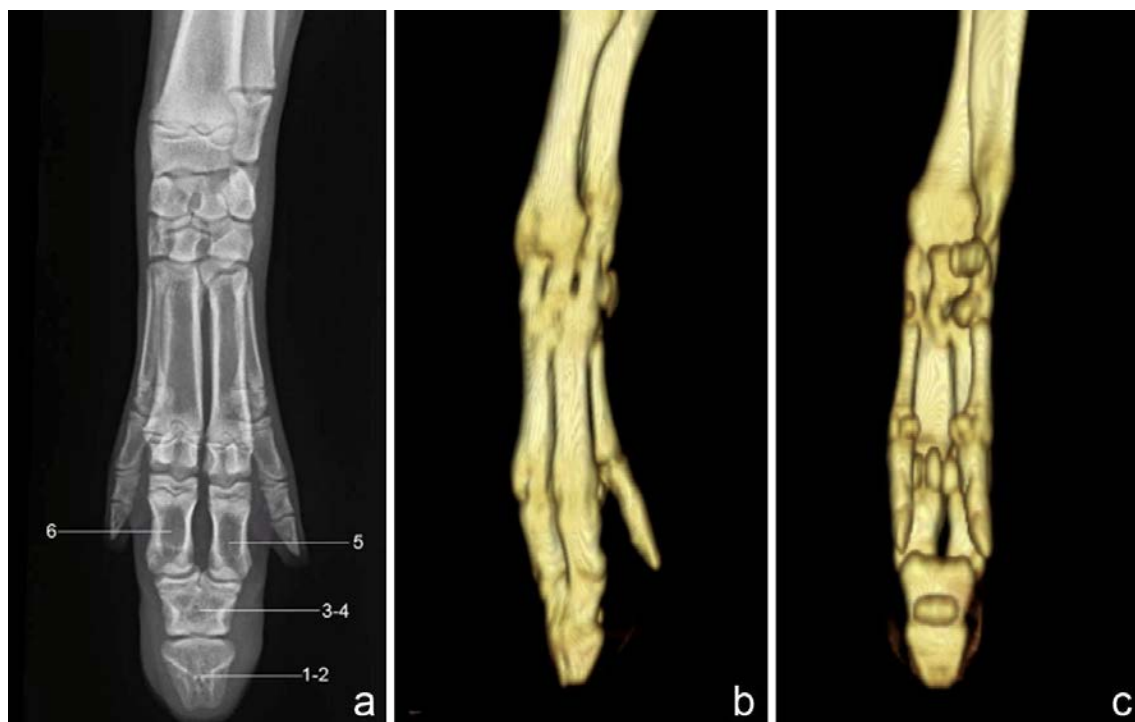


Figura 7 – Imagem radiográfica em projeção dorsopalmar (a) da mão esquerda e imagens tomográficas (b,c) em reconstrução 3-D da mão esquerda e direita de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 2 com comprometimento do casco e presença de fusão completa das falanges média e distal dos dígitos III e IV.

1-2 Dedos III e IV com fusão total das falanges distais. 3-4 Dedos III e IV com fusão total das falanges médias. 5- Falange proximal do dedo IV. 6- Falange proximal do dedo III. Observe fusão do sesamóide distal (c).



Figura 8 – Imagem radiográfica em projeção dorsopalmar da mão esquerda e imagem radiográfica em projeção dorsoplantar do pé esquerdo de um porco do Grupo 2. Sindactilia Complexa 2 com comprometimento do casco e presença de fusão parcial da falange média e completa da falange distal

5.3 Análise da locomoção por plataforma de pressão

A velocidade média dos animais do Grupo 1 foi $0,80 \pm 0,14$ m/s e do Grupo 2, $0,64 \pm 0,08$ m/s. Em todas as variáveis têmporo-espaciais e cinéticas, não se observaram diferenças significativas entre o Grupo 1 e o Grupo 2, tanto para os membros torácicos (Tabela 2) quanto para os pélvicos

(Tabela 3). Também não se verificaram diferenças significativas nos índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os Grupos 1 e 2, para os membros torácicos (Tabela 4) e pélvicos (Tabela 5).

A superfície plantar das mãos e dos pés dos porcos clinicamente normais (Grupo 1) tinha dois picos de pressão, ao passo que, nos porcos com sindactilia (Grupo 2), apenas um pico de pressão (Figura 9).

Tabela 2 – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros torácicos de miniporcos brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).

	Grupo 1	Grupo 2	Valor de P
	Média ± DP	Média ± DP	
Tempo de apoio (seg)	0,36 ± 0,02	0,39 ± 0,05	0,059
Tempo de balanço (seg)	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,02	0,295
Tempo do ciclo da passada (seg)	0,60 ± 0,04	0,64 ± 0,07	0,156
Comprimento da passada (m)	0,48 ± 0,03	0,46 ± 0,05	0,192
% de Apoio	59,48 ± 2,33	61,75 ± 4,01	0,141
% de Balanço	41,56 ± 2,49	40,61 ± 3,33	0,481
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	46,07 ± 1,66	48,49 ± 4,57	0,132
Impulso (% Peso corpóreo* seg)	11,98 ± 1,07	13,32 ± 2,45	0,140
% Distribuição de Peso corpóreo	28,19 ± 0,94	29,26 ± 1,43	0,062

Tabela 3 – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros pélvicos de miniporcos brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).

	Grupo 1	Grupo 2	Valor de P
	Média ± DP	Média ± DP	
Tempo de apoio (seg)	0,35 ± 0,03	0,35 ± 0,02	0,510
Tempo de balanço (seg)	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,03	0,232
Tempo do ciclo da passada (seg)	0,61 ± 0,03	0,65 ± 0,05	0,054
Comprimento da passada (m)	0,48 ± 0,03	0,45 ± 0,05	0,161
% de Apoio	56,77 ± 2,86	54,68 ± 3,07	0,132
% de Balanço	46,63 ± 3,95	45,94 ± 2,62	0,653
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	35,64 ± 2,36	34,45 ± 4,69	0,480
Impulso (% Peso corpóreo* seg)	8,00 ± 0,86	8,17 ± 0,87	0,666
% Distribuição de Peso corpóreo	21,81 ± 1,43	20,74 ± 1,67	0,139

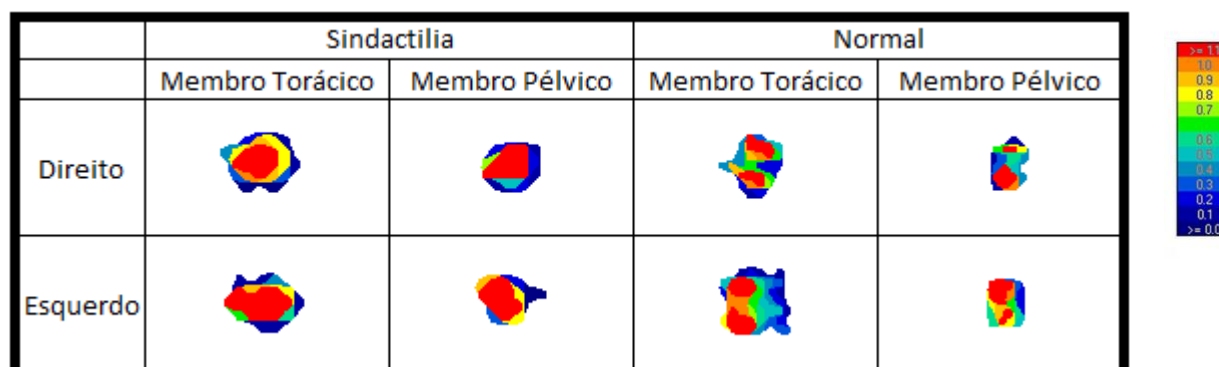
Tabela 4 – Comparação dos índices de simetria (%) dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros torácicos de miniporcos brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).

	Grupo 1	Grupo 2	Valor de P
	Média ± DP	Média ± DP	
Tempo de apoio (seg)	4,16 ± 2,10	5,49 ± 4,80	0,586
Tempo de balanço (seg)	6,16 ± 3,87	9,74 ± 8,79	0,428
Tempo do ciclo da passada (seg)	4,00 ± 3,80	4,35 ± 3,66	0,887
Comprimento da passada (m)	2,01 ± 0,99	0,95 ± 0,61	0,075
% de Apoio	4,46 ± 1,52	4,04 ± 4,27	0,841
% de Balanço	6,40 ± 5,75	7,05 ± 6,04	0,866
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	5,04 ± 3,11	1,89 ± 0,76	0,086
Impulso (% Peso corpóreo* seg)	4,67 ± 3,47	6,04 ± 3,26	0,536
% Distribuição de Peso corpóreo	5,04 ± 3,11	1,89 ± 0,76	0,086

Tabela 5 – Comparação dos índices de simetria (%) dos valores têmporo-espaciais e cinéticos dos membros pélvicos de miniporcosp brasileiros clinicamente saudáveis (Grupo1) e portadores de sindactilia (Grupo 2).

	Grupo 1	Grupo 2	Valor de P
	Média ± DP	Média ± DP	
Tempo de apoio (seg)	3,93 ± 2,47	5,61 ± 2,46	0,310
Tempo de balanço (seg)	7,61 ± 3,96	5,03 ± 5,58	0,423
Tempo do ciclo da passada (seg)	3,29 ± 2,63	3,72 ± 5,63	0,881
Comprimento da passada (m)	1,86 ± 1,69	3,49 ± 4,77	0,490
% de Apoio	2,47 ± 0,93	6,39 ± 4,02	0,095
% de Balanço	8,85 ± 4,10	8,05 ± 4,67	0,781
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	10,34 ± 6,92	5,26 ± 6,97	0,280
Impulso (% Peso corpóreo* seg)	7,43 ± 1,85	9,05 ± 8,04	0,672
% Distribuição de Peso corpóreo	10,34 ± 6,92	5,26 ± 6,97	0,280

Figura 9 - Ilustração de como se distribui a pressão nas mãos e nos pés. Observe a presença de apenas um pico de pressão na superfície plantar das mãos e dos pés nos porcos com sindactilia, comparado aos dois picos de pressão nos animais clinicamente normais. A cor vermelha indica a pressão mais alta e a cor azul escura, a pressão mais baixa.



DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Em pacientes humanos, a sindactilia tem sido classificada por sistema anatômico simples, de forma embriológica e descritiva, ou por acesso clínico e genético (MALIK, 2012). No presente estudo, a classificação baseou-se nos encontros clínicos e nas imagens. Em bovinos com sindactilia, têm-se observado quatro formas de lesão: casco sem nenhum sinal de fusão externa; casco parcialmente fundido na borda axial-coronal; casco fundido, mas com encaixe do dedo para a extremidade do casco; casco completamente fundido (BARR, 1981). Neste estudo, os porcos com sindactilia apresentaram, na maioria, cascos completamente fundidos.

Por outro lado, incluindo os exames de imagem, foi possível classificar as lesões em sindactilia simples, sindactilia complexa 1 e sindactilia complexa 2. Há outra classificação para pacientes humanos, que inclui duas formas: simples ou complexa e completa ou incompleta (LIGHT, 1996; KOZIN, 2003; DAO et al., 2004; BAE, 2011). Quanto à primeira classificação, na sindactilia simples, a interligação entre os dígitos adjacentes consiste apenas de pele e de tecido fibroso, ao passo que, na complexa, verifica-se a ausência de separação de ossos adjacentes, além de deformidades dos tecidos fibrosos e da pele (LIGHT, 1996; KOZIN, 2003). Já na segunda classificação, a sindactilia é chamada completa, quando dígitos adjacentes estão ligados ao longo de todo o comprimento, com tecidos moles e/ou osso, e como incompleta se os dígitos não estão conectados em toda a extensão (KOZIN, 2003; DAO et al., 2004; BAE, 2011). No presente estudo, 65% (n=13) dos membros do Grupo 2 incluíam-se na sindactilia complexa 2, indicando malformações de caráter mais severo, já que envolviam dois ossos. Além disso, das sindactilias complexas 1 (n=3), 66% tinham fusão total da falange distal, enquanto, das complexas 2 (n=13), 100% dos animais tinham fusão total da falange distal; já em 46,15% (n=6) deles, a fusão total também incluía a falange média.

Em cães e gatos, geralmente, as formas genéticas são bilaterais, enquanto os casos esporádicos, unilaterais (JEZYK, 1985). O fato de, no atual estudo, todos os porcos com sindactilia terem os membros envolvidos constitui forte indicativo de malformação de caráter genético; porém mais pesquisas seriam necessárias para confirmar essa hipótese. Como não havia um histórico dos animais, não foi possível determinar a extensão das variações genéticas.

No presente estudo, as fusões ósseas envolveram mais as falanges média e distal (81,25%), ou distal (18,75%), dos dígitos III e IV. Por sua vez, em bovinos, a fusão de falanges pareadas pode incluir desde um par de falanges até os três pares (TAURA et al., 1985; HART-ELCO et al., 1987; LEIPOLD et al., 1998). Em suínos, foi descrito um caso com fusão medial parcial da segunda falange (LEIPOLD e DENNIS, 1972). Além da fusão de falanges, um estudo em bovinos verificou fusões de ossos carpais ou tarsais e de sesamóides (LEIPOLD et al., 1998). No atual estudo, não se identificaram outras alterações nos ossos do carpo/tarso ou metacarpo/metatarso, nem sinais de doença degenerativa secundária. Contudo, observou-se alteração no osso sesamóide distal do membro torácico em apenas um porco com sindactilia complexa 2.

Em estudo morfológico sobre porcos mexicanos nativos, verificou-se que a primeira falange foi similar à dos porcos sem sindactilia, enquanto a segunda, porém, se mostrou mais curta, com a presença de uma terceira falange entre os dedos principais, mais longa que a dos animais sem sindactilia (LEMUS et al., 2003). No atual estudo, em 20% (n=4) dos membros do Grupo 2, foram detectadas entre as falanges média e distal, duas estruturas com radiopacidade óssea, sendo a localizada entre as falanges distais, com aspecto similar ao de uma terceira falange. Em pacientes humanos, há autores que classificam a sindactilia como complicada, se houver a interposição de falanges acessórias, ou de ossos anormais, entre os dígitos (BAE, 2011).

Nos bovinos, os membros torácicos são mais afetados, embora um, ou todos, os pés e as mãos se possam mostrar comprometidos (BARR, 1981; HANSON, 2013). No atual estudo, esta foi a situação verificada: todos os membros estavam comprometidos; porém os exames de imagem permitiram

detectar a sindactilia complexa 2 nos membros torácicos de oito animais e nos pélvicos de cinco.

O bovino com sindactilia caminha mais vagarosamente, locomove-se com passos mais altos e mostra-se mais propenso à hipertermia (LEIPOLD et al., 1998; HANSON, 2013). Dos relatos em caninos, cita-se a claudicação, ou mesmo a incapacidade de locomoção, decorrente da sindactilia (RICHARDSON et al., 1994; TOWLE et al., 2007; MACRÌ et al., 2013; RODRÍGUEZ-ALARCÓN et al., 2014), ao passo que, em felinos domésticos, há casos sem quaisquer sinais de claudicação (TOWLE et al., 2007). No atual estudo, não se detectaram esses sinais nos animais afetados, que, pela análise visual, se locomoviam de forma similar à dos considerados clinicamente sadios.

Por sua vez, na análise por instrumentação, não se verificou diferença estatística nos valores cinéticos e têmporo-espaciais, bem como nos índices de simetria. Embora os animais não tenham sido treinados, a velocidade de locomoção entre os grupos manteve-se em intervalo que não interferiu na comparação dos dados, bem como no índice de assimetria. Em estudo que avaliou a locomoção de porcos clinicamente normais, durante o crescimento após o desmame, foi observado, com o uso da plataforma de pressão, que o aumento da velocidade influenciou os parâmetros cinéticos coletados, porém não os índices de assimetria (MEIJER et al., 2014).

Em estudo com porcos (170 kg) caminhando em plataforma de pressão, verificaram-se diferenças na distribuição da pressão entre o casco externo e o interno (CARVALHO et al., 2009). Embora não tenha sido possível quantificar os picos de pressão, no atual estudo, a concentração da pressão em um único pico, tanto na superfície palmar quanto na plantar, nos porcos com sindactilia, pode favorecer o desenvolvimento de lesões, especialmente em animais com sobrepeso ou obesos.

Além disso, é necessário considerar que a população avaliada consistia de animais jovens e o efeito da lesão, no longo prazo, precisaria ser investigado. Em bovinos da raça Angus com sindactilia, observou-se que os cascos dos animais com mais idade se tornavam curvados e inclinavam lateral ou medialmente, o que contribuía para a considerável dificuldade locomotora (LEIPOLD et al., 1998). Adicionalmente, a distribuição de peso em ambos os

Grupos foi maior nos membros torácicos do que nos pélvicos, como também detectado em outro estudo com porcos clinicamente normais (CARVALHO et al., 2009). Isso precisa ser considerado em animais com sindactilia mais severa nos membros torácicos, já que poderão ser mais susceptíveis a lesões.

Uma das limitações do presente estudo foi a análise focar-se somente nas estruturas ósseas e por meio de imagens; a avaliação anatômica macroscópica poderia fornecer outras informações sobre as deformidades. Como, no entanto, os animais usados não tinham, por destino, o abate, inviabilizou-se essa parte do estudo.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- Pelos resultados dos exames radiográficos e tomográficos, o tipo de sindactilia mais comum na população avaliada foi a complexa C2;
- A despeito das lesões, os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais de porcos portadores de sindactilia, enquanto se locomoviam sobre a plataforma de pressão, foram similares aos dos animais normais.

REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, F.S.; RAHAL, S.C.; ARAÚJO, F.A.P.; CONCEIÇÃO, R.T.; HUSSNI, C.A.; EL-WARRAK, A.O.; MONTEIRO, F.O.B. Gait analysis in clinically healthy sheep from three different age groups using a pressure-sensitive walkway. *BMC Vet. Res.*, v.8, n.87, p.1-7, 2012.
- BAE, D.S. Release of simple syndactyly. In: FLYNN, J.M.; WIESEL, S.W. *Operative techniques in pediatric orthopaedics*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. chap.47, p.326-332.
- BARR, M. Syndactyly. *Angus J.*, January, p.34-35, 1981.
- BESANCON, M.F.; CONZEMIUS, M.G.; DERRICK, T.R.; RITTER, M.J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, n.3, p.153-157, 2003.
- CARVALHO, V.C.; NÄÄS, I.A.; MOLLO NETO, M.; SOUZA, S.R.L. Measurement of pig claw pressure distribution. *Biosyst. Eng.*, v.103, p.357-363, 2009.
- CAVALCANTE-NETO, A.; LUI, J.F.; LARA, M.A.C.; FONSECA, C. The mule foot pig of America: conservation and use in family agriculture. *Rev. Comp. Prod. Porcin.*, v.20, n.2, p.63-69, 2013.
- DAO, K.D.; SHIN, A.Y.; BILLINGS, A.; OBERG, K.C.; WOOD, V.E. Surgical Treatment of congenital syndactyly of the hand. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, v.12, p.39-48, 2004.
- DETLEFSEN, J.A.; CARMICHAEL, W.J. Inheritance of syndactylism, black, and dilution in swine. *J. Agricultural Res.*, v.20, n.8, p.595-604, 1921.
- GILLETTE, R.L.; ANGLE, T.C. Recent development in canine locomotor analysis. A review. *Vet. J.*, n.178, p.165-176, 2008.

- GUMPENBERGER, M.; HENNINGER, W. The use of computed Tomography in avian and reptile medicine. *Seminars Avian Exotic Pet Med.*, v.10, p.174-180, 2001.
- HANSON, R.R. Congenital and inherited anomalies of the musculoskeletal system in multiple species. In: AIELLO, S.E.; MOSES, M.A. *The Merck Veterinary Manual*. 2013. <http://www.merckmanuals.com>
- HART-ELCOCHK, L.; LEIPOLD, W.; BAKER, R. Hereditary bovine syndactyly: diagnosis in bovine fetuses. *Vet. Pathol.*, v.24, p.140-147, 1987.
- JEZYK, P.F. Constitutional disorders of the skeleton in dogs and cats. In: NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. *Textbook of small animal orthopaedics*. Philadelphia: Lippincott, 1985. p.637-654.
- JOHNSON, E.B.; STEFFEN, D.J.; LYNCH, K.W.; HERZ, J. Defective splicing of *Megf7/Lrp4*, a regulator of distal limb development, in autosomal recessive mulefoot disease. *Genomics*, v.88, p.600–609, 2006.
- KAPKE, P.; JORGENSEN, H.P.; ROTHSCCHILD, M.F. A study of genetic diversity in a rare U. S. pig breed—The Mulefoot Pig (1997). *Swine Res. Report*, p.14, 1996.
- KARRIKER, L.A.; ABELL, C.E.; PAIRIS-GARCIA, M.D.; HOLT, W.A.; SUN, G.; COETZEE, J.F.; JOHNSON, A.K.; HOFF, S.J.; STALDER, K.J. Validation of a lameness model in sows using physiological and mechanical measurements. *J. Anim. Sci.*, v.91, p.130–136, 2013.
- KEALY, K. J.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. *Radiografia e ultrassonografia do cão e do gato*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p.594.
- KIM, J.; BREUR, G.J. Temporospacial and kinetic characteristics of sheep walking on a pressure sensing walkway. *Can. Vet. J.*, v.72, p.50-55, 2008.
- KOZIN, S.H. Current concepts review: Upper-extremity congenital anomalies. *J. Bone J. Surg.*, v.85, p.1564–1576, 2003.
- LASCELLES, B.D.; ROE, S.C.; SMITH, E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; MARCELLIN-LITTLE, D.; BERGH, M.S.; BUDSBERG, S.C. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.67, n.2, p.277-282, 2006.

- LASCELLES, B.D.; FINDLEY, K.; CORREA, M.; MARCELLIN-LITTLE, D.; ROE, S. Kinetic evaluation of normal walking and jumping in cats, using a pressure sensitive walkway. *Vet. Rec.*, v.160, n.15, p.512-516, 2007.
- LEIPOLD, H.W.; DENNIS, S.M. Syndactyly in a pig. *Cornell Vet.*, v.62, p.269-273, 1972.
- LEIPOLD, H.W., MORRIS, L.N. Syndactyly. In: ANDREWS, E.J.; WARD, B.C.; ALTMAN, N.H. *Spontaneous animal models of human disease*. New York: Academic Press, 1979. chap.256, p.213-214.
- LEIPOLD, H.W.; SCHMIDT, G.L.; STEFFEN, D.J., VESTWEBER, J.G.E.; HUSTON, K. Hereditary syndactyly in Angus cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.*, v.10, p.247-254, 1998.
- LEMUS, F.C.; ALONSO, M.R.; ALONSO-SPILSBURY, M. Morphologic characteristics in Mexican native pigs. *Arch. Zootec.*, v.52, p.105-108, 2003.
- LIEBICH, H.-G.; MAIERL, J.; KÖNIG, H.E. Forelimbs or thoracic limbs (membra thoracica). In: KÖNIG, H.E; LIEBICH, H-G. *Veterinary anatomy of domestic mammals*. 4 ed. Schattauer: Stuttgart, 2009. p.145-214.
- LIEBICH, H-G.; KÖNIG, H.E.; MAIERL, J. Hind limbs or pelvic limbs (membra pelvina). In: KÖNIG, H.E; LIEBICH, H-G. *Veterinary anatomy of domestic mammals*. 4 ed. Schattauer: Stuttgart, 2009. p.215-277.
- LIGHT, T.R. Congenital anomalies: syndactyly, polydactyly, cleft hand. In: PEIMER, C. *Surgery of the hand and upper extremity*. New York: McGraw-Hill, 1996, p.2211-2144.
- MACKEY, E.B.; HERNANDEZ-DIVERS, S.J.; HOLLAND, M.; FRANK, P. Clinical Technique: Application of computed tomography in zoological medicine. *J. Exotic Pet Med.*, v.17, p.198-209, 2008.
- MACRÌ, F.; CIOTOLA, F.; RAPISARDA, G.; LANTERI, G.; ALBARELLA, A.; AIUDI, G.; LIOTTA, L.; MARINO, F. A rare case of simple syndactyly in a puppy. *J. Small An. Pract.*, v.55, p.170-173, 2013.
- MADGWICK, R.; FOREST, V.; BEGLANE, F. Syndactyly in pigs: A review of previous research and the presentation of eight archaeological specimens. *Inter. J. Osteoarchaeol.*, v.23, n.4, p.395-409, 2011.
- MAIN, D.C.J.; CLEGG, J.; SPATZ, A.; GREEN, L.E. Repeatability of a lameness scoringsystem for finishing pigs. *Vet. Rec.*, v.147, p.574-576, 2000.

- MALIK, S. Syndactyly: phenotypes, genetics and current classification. *Eur. J. Hum. Genet.*, v.20, p.817–824, 2012.
- MEIJER, E.; BERTHOLLE, C.P.; OOSTERLINCK, M.; STAAY, F.J.; BLACK, W.; NES, A. Pressure mat analysis of the longitudinal development of pig locomotion in growing pigs after weaning. *BMC Vet. Res.*, v.10, n.37, p.1-11, 2014a.
- MEIJER, E.; OOSTERLINCK, M.; NES, A.; BLACK, W.; STAAY, F.J. Pressure mat analysis of naturally occurring lameness in young pigs after weaning. *BMC Vet. Res.*, v.10, n.193, p.1-12, 2014b.
- MORGAN, J.P. Introduction. In:__. *Radiology of veterinary orthopedics*. California: Davis, 1999. p.1-3.
- OLLIVIER, L.; SELIER, P. Pig genetics: a review. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, v.14, n.4, p.481-544, 1982.
- PASQUINI, C.; SPURGEON, T.; PASQUINI, S. Bones – thoracic limb. In:__. *Anatomy of domestic animals*. 10.ed. USA: Sudz Publishing, 2003. p.73-89.
- PASQUINI, C.; SPURGEON, T.; PASQUINI, S. Bones - pelvic limb. In:__. *Anatomy of domestic animals*. 10.ed. USA: Sudz Publishing, 2003. p.90-102
- PRIMACK, A.; YOUNG, D.; HOMAN, E. Syndactyly in a rhesus monkey- a case report. *Teratology*, v.5, n.2, p.137-142, 1972.
- RICHARDSON, E.F.; WEY, P.D.; HOFFMAN, L.A. Surgical management of syndactyly in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.205, p.1149-1151, 1994.
- RODRÍGUEZ-ALARCÓN, C.A.; BERISTAIN-RUIZ, D.M.; ITZÁ, M.F.; RIVERA-BARRENO, R. Syndactyly and concurrent multiple pads agenesis with secondary deep digital flexor contracture. *Vet. Arhiv.*, v.84, n.3, p.319-329, 2014.
- ROMANS, C.W.; CONZEMIUS, M.G.; HORSTMAN, C.L.; GORDON, W.J.; EVANS, R.B. Use of pressure platform gait analysis in cats with and without bilateral onychectomy. *Am. J. Vet. Res.*, v.65, n.9, p.1276-1278, 2004.
- ROMANS, C.W.; GORDON, W.J.; ROBINSON, D.A.; EVANS, R.; CONZEMIUS, M.G. Effect of postoperative analgesic protocol on limb function following onychectomy in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.227, n.1, p.89-93, 2005.

- ROSS, O.B.; PHILLIPS, P.H.; BOHSTEDT, G.; CUNHA, T.J. Congenital malformations, syndactylism, talipes, and paralysis agitans of nutritional origin in swine. *J. Anim. Sci.*, v.3, n.4, p.406-414, 1945.
- SCHERF, B.D. *World Watch List for domestic animal diversity*. 3rd ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2000. 726p.
- SEEBECK, P.; THOMPSON, M.S.; PARWANI, A.; TAYLOR, W.R.; SCHELL, H.; DUDA, G.N. Gait evaluation: A tool to monitor bone healing? *Clin. Biomech.*, v.20, p.883–891, 2005.
- TAURA, Y.; TAKEUCHI, A.; UCHINO, T. Radiography of syndactylous limbs of cattle. *Bull. Fac. Agri. Kagoshima Un.*, v.35, p.97-106, 1985.
- THRALL, D.E. Physics of diagnostic radiology, radiation protection, and darkroom theory. In: THRALL, D.E; WIDMET, W.R. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. Missouri: St. Louis, 2007. p.2-21.
- TOWLE, H.A.; BLEVINS, W.E.; TUER, L.R.; BREUR, G.J. Syndactyly in a litter of cats. *J. Small An. Pract.*, v.48, p.292–296, 2007.
- TOWLE, H.; FRIEDLANDER, K.; KO, R.; APER, R.; BREUR, G. Surgical treatment of simple syndactylism with secondary deep digital flexor tendon contracture in a Basset. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.20, n.3, p.219-223, 2007.
- VERDUGO, M.R.; RAHAL, S.C.; AGOSTINHO, F.S.; GOVONI, V.M.; MAMPRIM, M.J.; MONTEIRO, F.O.B. Kinetic and temporospatial parameters in male and female cats walking over a pressure sensing walkway. *BMC Vet. Res.* v.129, p.1–7, 2013.

ANEXOS

A T E S T A D O

Atesto para os devidos fins, que o Projeto de Pesquisa "**Análise de locomoção e estudos de imagens em porcos com sindactilia**", Protocolo nº 182/2013-CEUA, da Professora Sheila Canevese Rahal, desta Faculdade, a ser conduzido por **Pedro Luis Trevizan Justolin**, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Faculdade.

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, em 13 de dezembro de 2013.


Prof.ª Ass. Dr.ª. Maria Lúcia Gomes Lourenço

Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

ARTIGO CIENTÍFICO

ARTIGO CIENTÍFICO

Trabalho a ser enviado para a revista Veterinária e Zootecnia.

SINDACTILIA EM PORCOS**SYNDACTYLY IN PIGS****SINDACTILIA EM CERDOS****RESUMO**

A sindactilia consiste em uma afeção congênita, que, de acordo com a espécie envolvida, pode comprometer apenas o casco, ou a pele e o tecido mole, ou incluir o osso. A sindactilia constitui uma disostose, caracterizada por uma falha congênita na diferenciação entre dois ou mais dígitos. A primeira referência à doença em porcos atribui-se a Aristóteles, em redor de 350 AC. Entre suínos, existe a raça Mulefoot Hog, cuja característica é o casco fundido; encontra-se, porém, em estado considerado crítico pela Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica (WWL-DAD:3). Ademais, encontram-se relatos da presença de casos ocasionais em outras raças de suínos, com a possibilidade de ainda ocorrer em populações inteiras. Aparentemente, um único gene dominante é responsável pela doença na espécie. Nessa direção, um estudo experimental em suínos conseguiu promover malformações congênicas de origem nutricional, incluindo sindactilia, pé torto e paralisia agitante. Isso sugere que a condição pode ser multifatorial. O objetivo é realizar uma revisão de literatura sobre o assunto.

Palavras chaves: sindactilia, suínos, genética, mutação, membros.

ABSTRACT

The syndactyly consists of a congenital condition, which, according to the species involved, can only compromise the hull or skin and soft tissue, or include bone. The syndactyly is a dysostosis, characterized by a congenital fails to differentiate between two or more digits. The first reference to disease in pigs is attributed to Aristotle around 350 BC. Among pigs, there is a race Mulefoot Hog, whose feature is the cast hull; is, however, in a state considered critical by the World Watch List for Domestic Animal Diversity (WWL-DAD: 3). Furthermore, there are reports on the presence of occasional cases in other breeds of pigs, with the possibility of still occur in entire populations. Apparently a single dominant gene is responsible for the disease in the species. In this sense, an experimental study in pigs could promote congenital malformations of nutritional origin, including syndactyly, clubfoot and shaking palsy. This suggests that

the condition may be multifactorial. The aim is to conduct a literature review on the subject.

Key words: syndactyly, pigs, genetics, mutation, limbs.

RESUMEN

La sindactilia se compone de una condición congénita, lo cual, de acuerdo con las especies implicadas, sólo se puede poner en peligro el casco o la piel y el tejido blando, o incluir hueso. La sindactilia es un disostosis, caracterizado por una falla congénita para diferenciar entre dos o más dígitos. La primera referencia a la enfermedad en los cerdos se atribuye a Aristóteles alrededor de 350 aC. Entre los cerdos, no es una carrera Mulefoot Hog, cuya característica es el casco de yeso; es, sin embargo, en un estado considerado crítico por la Lista de Vigilancia Mundial para la Diversidad de los Animales Domésticos (WWL-DAD: 3). Además, hay informes sobre la presencia de casos ocasionales en otras razas de cerdos, con la posibilidad de que todavía se producen en poblaciones enteras. Aparentemente un único gen dominante es responsable de la enfermedad en las especies. En este sentido, un estudio experimental en cerdos podría promover malformaciones congénitas de origen nutricional, incluyendo sindactilia, pie zambo y parálisis temblorosa. Esto sugiere que la condición puede ser multifactorial. El objetivo es llevar a cabo una revisión de la literatura sobre el tema.

Palabras clave: sindactilia, cerdos, la genética, mutación, miembros.

INTRODUÇÃO

A sindactilia consiste em uma afeção congênita, que, de acordo com a espécie envolvida, pode comprometer apenas o casco, ou a pele e o tecido mole, ou incluir o osso (1-3). O defeito tem sido descrito em humanos, em várias raças bovinas e, menos frequentemente, em cordeiros, cães, gatos e porcos (3-7). Em animais com casco fundido, a afeção tem sido também denominada como “mulefoot”, porque os animais acometidos apresentam o casco fundido, ou não dividido, o qual se assemelha aos pés de mula (4,8). A doença pode ocorrer de forma esporádica, ou como entidade genética (1-2, 4).

O objetivo da presente revisão é realizar uma apresentação dessa enfermidade em suínos.

ASPECTOS ANATÔMICOS DA EXTREMIDADE DISTAL DOS MEMBROS TORÁDICOS E PÉLVICOS DE PORCOS

O esqueleto da mão forma o autopódio dos membros torácicos, que consiste de três segmentos: basipódio (ossos do carpo), metapódio (ossos do metacarpo), acropódio (falanges) (9).

Em porcos, há oito ossos do carpo: fileira proximal composta dos ossos carpo radiais, carpo intermédio, carpo ulnar e carpo acessório; e fileira distal composta dos ossos carpo primeiro, carpo segundo, carpo terceiro e carpo quatro (9-10). O carpo radial é o maior osso do carpo (10). Com relação aos metacarpos, há quatro ossos, sendo maiores o terceiro e o quarto, que sustentam os principais dígitos; já o segundo e o quinto são menores e comportam os dígitos acessórios (10-11). O primeiro metacarpo é ausente (9, 11). O peso é suportado pelos ossos metacarpianos terceiro e quarto, já que o segundo e quinto, por serem muito reduzidos, não suportam peso (9).

Segundo Sisson e Grossman (1986), o terceiro e o quarto metacarpianos ocupam posição dorsopalmar, próximos um ao outro. O terceiro metacarpiano, mais largo, articula-se com os ossos da primeira fileira do carpo, exceto com o primeiro, enquanto o quarto metacarpiano articula-se com o quarto osso cárpico e uma pequena área, com o terceiro, na porção proximal; as extremidades distais articulam-se às falanges proximais do terceiro e do quarto dígitos. O segundo e o quinto ocupam posição lateral e palmar em relação aos anteriores e articulam-se aos ossos cárpicos e metacárpicos correspondentes (11).

Os dígitos, não-articulados ou comunicantes entre si, compreendem três falanges (10-11). Em porcos, há 4 dígitos (2-5), sendo o primeiro ausente (9-10). O segundo e o quinto dedos são totalmente formados, exceto pela falta de um sesamóide distal. As falanges dos dígitos menores ou acessórios, segundo e quinto, têm formato

semelhante às demais, porém são bem menores e não tocam o solo (11). Os dígitos 3^o e 4^o possuem dois sesamóides proximais e um distal (10). A fusão das epífises finaliza-se, aos dois anos, nas falanges proximais e, com um ano, nas mediais (11).

O esqueleto do pé forma a porção óssea do autopódio, que consiste de três segmentos: basipódio (ossos do tarso), metapódio (ossos do metatarso), acropódio (falanges) (12).

Em porcos, há sete ossos do tarso: fileira proximal, composta de ossos tarso tibial, ou talos, e tarso fibular, ou calcâneo; fileira média, composta do osso tarso central, e fileira distal, composta dos ossos tarso primeiro, tarso segundo, tarso terceiro e tarso quatro (12-13). Há duas trócleas para cada talo (13).

O esqueleto do metatarso e as falanges assemelham-se aos do membro torácico, com os ossos do metatarso um pouco mais longos em relação aos correspondentes metacarpianos (11-12). As porções proximais, do terceiro e do quarto metatarsianos, ocupam posição palmar e possuem uma faceta para a articulação com o osso sesamóide metatársico, em forma de disco (11). Nos dígitos, observam-se as falanges proximais e médias mais longas e estreitas em relação ao membro torácico (11).

SINDACTILIA

A sindactilia constitui uma disostose, caracterizada por uma falha congênita na diferenciação entre dois ou mais dígitos (3, 14). A afecção resulta em separação incompleta da pele, do tecido fibroso e/ou do osso na formação embrionária (14-18).

De fato, a sindactilia, como formação isolada, tem sido relatada no bovino, no camundongo, no macaco do Novo Mundo, nos ovinos, nos cães, nos gatos e nas galinhas (1). Nessa direção, a afecção tem sido relatada em numerosas raças de bovino, prevalecendo no Holstein (7). Também pode ocorrer em associação a outras malformações, tais como a ectrodactilia em primatas não-humanos (19). Em humanos, considera-se uma das mais comuns malformações hereditárias dos membros, que pode ocorrer de forma isolada, ou como componente de mais de 300 anomalias sindrômicas (14). Quando a afecção ocorre com outras anomalias é referida como sindactilia complicada (3).

O modo recessivo autossômico de hereditariedade da sindactilia do bovino e do camundongo distingue-se do sindactilismo humano, o qual se caracteriza, em sua maioria, por padrão dominante de transmissão genética (1; 20-21). Contudo, em humanos, tem também sido descrita a recessiva autossômica e a recessiva ligada ao X (14). O gene *S252W/+* atuando nos fatores de crescimento *FGRF2* dos fibroblastos também estão ligados aos casos de sindactilia grave (22) e alterações em algumas proteínas quinases não degradam genes que podem levar a presença da deformidade (23). Em ratos, mutações no gene *Sp6* estão ligadas a presença da afecção (24). Além do fator genético, acredita-se que micotoxinas podem causar a sindactilia como teratogenia em fetos, testado em camundongos (25), e contatos com agrotóxicos (26).

A doença é mais frequentemente observada em bovinos da raça Holstein, mas o gene recessivo é visto no Angus e em diversas outras raças (4). As mutações na perda de função recessiva autossômica em *Megf7/Lrp4* causa o processo em bovinos (19, 27). Já em porcos, a sindactilia tem sido associada a um único gene dominante (28).

Em pacientes humanos, a doença tem-se classificado por sistema anatômico simples, de forma embriológica e descritiva, ou por acesso clínico e genético (14). Um dos sistemas usados em pacientes humanos inclui duas formas: simples e complexa, ou completa e incompleta (3, 15, 29-30). Quanto à primeira classificação, na sindactilia simples, a interligação entre dígitos adjacentes consiste apenas de pele e tecido fibroso, ao passo que, na complexa, há ausência de separação de ossos adjacentes, além de deformidades dos tecidos fibrosos e da pele (3, 15; 31). Já na segunda classificação, a sindactilia é chamada completa, quando dígitos adjacentes (falanges 1-3) estão ligados ao longo de todo o comprimento, com tecidos moles e/ou osso, e como incompleta se os dígitos não estão conectados em toda a extensão (3, 29-30). Na sindactilia complicada, ocorre a interposição de falanges acessórias, ou ossos anormais, entre os dígitos (30, 32). A sindactilia pode estar associada a outras deformidades, sejam elas de membros, oculares e sistema nervoso central (33-39).

Nos bovinos, os membros torácicos são mais afetados, mas um, ou todos os pés, também podem estar comprometidos (7). Segundo Barr (1981), no bovino, o membro torácico direito é sempre o primeiro e o mais severamente afetado. Se dois membros forem afetados serão os torácicos. O membro pélvico direito é o próximo, e o membro pélvico esquerdo é o último e o menos provável a fundir-se (4). O bovino com

sindactilia caminha mais vagarosamente, locomove-se com passos mais altos e mostra-se mais propenso à hipertermia. (7).

Segundo Barr (1981), em bovinos, têm-se observado quatro grupos de fusão do casco: casco sem nenhum sinal de fusão externa; casco parcialmente fundido na borda axial-coronal; cascos fundidos, mas com encaixe do dedo para a extremidade do casco; cascos completamente fundidos. Contudo, não apenas o casco tem problema, a forma genética sempre envolve fusão horizontal dos ossos. Além disso, como resultado dessa fusão óssea, temos a rigidez das articulações (4).

Ao avaliarem dois bovinos com sindactilia (Holstein-Frísia de 4 meses de idade, Holstein-Frísia X Japanees Black de 1 mês de idade), Taura et al. (1985) (40) observaram que, radiograficamente, as falanges dos membros torácicos e pélvicos se encontravam completamente fundidas, enquanto a distal do membro pélvico direito se mostrava normal. No outro animal, todas as falanges do membro torácico esquerdo e a proximal do membro torácico direito estavam normais. O animal Holstein-Frísia X Japanees Black foi novamente radiografado aos 7 meses de idade, observando-se que o casco e os ossos digitais se tinham desenvolvido, mas as falanges distais estavam destruídas, indicando prognóstico ruim.

Hart-Elco et al. (1987) diferenciaram a anatomia normal daquela com sindactilia em fetos de bovinos da raça Holstein. A sinostose falangeal foi sempre confinada aos dígitos 3º e 4º, caracterizadas por sinostose horizontal completa ou parcial. Em geral, o membro torácico direito tinha sinostose completa das três falanges pareadas. No membro torácico esquerdo ou nos membros pélvicos direito ou esquerdo, as segundas falanges mostraram-se as mais sinostóticas, seguidas pela primeira e a terceira. A sinostose parcial ocorreu no membro torácico esquerdo de três fetos e no pélvico esquerdo de um feto (41).

Leipold et al. (1998) analisaram 25 bovinos da raça Angus com sindactilia, dos quais 84% tinham comprometimento dos quatro membros, 12%, de três membros e 4%, de dois membros. Os animais caminhavam com considerável dificuldade. O casco dos mais velhos tornavam-se curvados e inclinavam lateral ou medialmente, com aspecto de cone truncado. A maioria dos cascos foi completamente fundida. As radiografias e dissecações de membros de 19 animais revelaram um padrão consistente de fusão. As lesões incluíam uma ou mais das seguintes características: desaparecimento dos encaixes intertrocleares metacarpal ou metatarsa; fusão horizontal

de um ou mais ossos carpais ou tarsais; fusão de sesamóides proximais; um sesamóide distal e fusão de falanges pareadas. Os dados foram consistentes com a herança recessiva em um único locus (42).

Em cães e gatos domésticos, a afecção, aparentemente, não é muito frequente, com número relativamente pequeno de casos relatados (2, 5-6, 43-47). Geralmente, as formas genéticas são bilaterais, enquanto os casos esporádicos, unilaterais (2), acreditando-se que ocorram mutações genéticas principalmente no locus ADAMTS20 (48-49).

Foi descrito, por Richardson et al. (1994), o tratamento de um cão da raça Golden Retriever com sindactilia simples. A mão direita apresentava ausência da separação cutânea entre os dígitos e tinha confluência dos coxins digital e metacarpal. Após vigoroso exercício, o cão tinha claudicação intermitente sem suporte de peso do membro afetado, devido à aderência da pele, que requereu intervenção cirúrgica para liberação. Houve melhora da claudicação após avaliação de 11 semanas de pós-operatório (43).

Há um relato de uma cadela, 5 meses de idade, com claudicação decorrente de sindactilia incompleta simples (fusão do coxim digital 3º e 4º) no membro pélvico esquerdo, com contratura secundária dos tendões flexores digitais profundos dos 3º e 4º dígitos (6). Foi realizada, inicialmente, a onicectomia da terceira falange e, seis meses após, a remoção parcial da segunda falange. Com o último procedimento cirúrgico, o animal manteve-se sem claudicação (6).

O caso de sindactilia completa, envolvendo os quatro membros de um cão macho, de 3 meses de idade, foi relatado por Macrì et al. (2013). Nenhuma separação foi detectada no comprimento inteiro de cada dígito em todas as patas. Observou-se, também, a ausência de alguns coxins. Não se detectou outra anormalidade congênita e o exame radiográfico não revelou alteração óssea. Os outros seis animais da mesma ninhada não tinham sinais da doença. O cão era incapaz de usar os membros. A análise citogenética excluiu aberrações de cromossomo estruturais, ou numéricas (50).

Rodríguez-Alarcón et al. (2014) descreveram o caso de um cão, Pastor Malinois Belga, 2 meses de idade, com sindactilia simples e completa e agenesia do coxim do tarso/metacarpo em todos os quatro membros. Além disso, o animal tinha contratura do tendão flexor digital profundo nos membros torácicos e pélvicos, sendo necessária a tenotomia no membro torácico, vista a presença de claudicação intermitente

sem suporte de peso sob vigoroso exercício. O animal foi o único da ninhada com problema e não apresentava outras alterações congênitas (44).

A lesão foi observada em quatro gatos de uma ninhada de seis (5). Em um deles, todos os quatro membros foram afetados, enquanto, nos outros três, apenas os pélvicos (5). As sindactílias foram consideradas complexas (falta de separação de ossos adjacentes em adição às deformidades de tecido fibroso e da pele) e não complicadas (sem outras anormalidades) (5). O histórico ambiental e familiar não pôde ser obtido, visto a gata-mãe ter sido adotada por meio de uma sociedade protetora (5). Nenhum dos animais apresentaram claudicação, ou necessitaram de medicação ou de tratamento cirúrgico (5). Segundo os autores, em outros quatro relatos em gatos, da literatura consultada, também não foi referido histórico de claudicação (5). Porém, não foi o único relato na espécie (51).

SINDACTILIA EM SUÍNOS

A primeira referência à doença em porcos atribui-se a Aristóteles, em redor de 350 AC (8).

Entre suínos, existe a raça Mulefoot Hog, cuja característica é o casco fundido; encontra-se, porém, em estado considerado crítico pela Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica (WWL-DAD:3) (52-53).

O porco da raça Mulefoot, avaliado por estudo genotípico por Kapke et al. (1996), caracterizou-se pela presença de sindactília e pela cor toda preta, com eventuais pontos brancos. Segundo os autores, essa raça foi desenvolvida nos Estados Unidos, provavelmente pelo cruzamento do javali Berkshire e do nativo Razorback, tendo sido muito popular no vale do Mississipi durante os anos de 1800. Com o passar do tempo, a popularidade da raça diminuiu, estando em fase de extinção, com o último registro efetuado no ano de 1975 (52). Scherf (2000) citou que, segundo a Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica (WWL-DAD:3), nos Estados Unidos, a raça Mulefoot está em estado considerado crítico, encontrada apenas no Missouri (Iowa). A raça é similar aos porcos “Poland China”, porém com dedos fundidos, não se devendo confundir com suínos com pé de mula (53).

Ademais, encontram-se relatos da presença de casos ocasionais em outras raças de suínos (54-55), com a possibilidade de ainda ocorrer em populações inteiras

(8). Aparentemente, um único gene dominante é responsável pela doença na espécie (28). Nessa direção, um estudo experimental em suínos conseguiu promover malformações congênitas de origem nutricional, incluindo sindactilia, pé torto e paralisia agitante (Ross et al., 1945). Isso sugere que a condição pode ser multifatorial (8).

Nela, pode ocorrer fusão parcial, ou completa, dos dígitos de um ou mais membros (7). Pelas evidências radiográficas e por dissecação, observou-se que, em suínos, a fusão é diversa em caráter, podendo, aparentemente, ser mais acometido que o membro torácico (8, 42, 56). A influência da sindactilia na locomoção é controversa em suínos, com citações de vantagens e benefícios locomotores advindos da lesão e outras que referem um andar mais restrito (8), sendo uma preocupação importante, já que a claudicação interfere na cadeia produtiva (57-58).

Lemus et al. (2003), em estudo morfológico sobre porcos mexicanos nativos (Mexican Hairless Pig, Mulefoot e Cuino), observaram que a raça Mulefoot apresentava sindactilia nos membros torácicos e pélvicos. A primeira falange mostrou-se similar à dos porcos sem sindactilia, porém a segunda, mais curta, com a presença de outra falange entre os dedos principais, o que resultou em cinco falanges, em vez das quatro normais. Observou-se, também, uma terceira falange entre os dedos principais, mais longa, se comparada à dos animais sem sindactilia. A segunda e a terceira falanges dos dedos principais fundiram-se, o que não lhes permitia a separação, mantendo o casco de mula (55).

No Brasil, segundo Cavalcante-Neto (2013), há hipóteses de que o porco casco de burro, também chamado pata-de-burro, pata-de-mula ou casco-de-mula, pode ter origem, ou na raça “Mulefoot”, encontrada nos Estados Unidos, ou ibérica. Como os porcos cascos-de-burro possuem o número diploide $2n = 38$ cromossomos, é possível que esse grupo genético não se relacione ao javali (59).

Leipold e Dennis (1972) descreveram o caso de um porco de 8 meses de idade, fêmea, cruzamento de Hampshire com York, com a presença de sindactilia no membro pélvico. Nenhum outro animal com esse tipo de lesão tinha sido previamente observado na fazenda. O animal acabou submetido à eutanásia, devido a um problema de tosse. Radiograficamente, a metade inferior das segundas falanges fundiu-se medialmente. Os metatarsianos tinham duas trócleas distais, a primeira e a terceira

falanges estavam separadas e as superfícies articulares pareciam normais. Não havia outras malformações associadas (54).

Por sua vez, Ross et al. (1945) promoveram, experimentalmente, malformações congênitas em suínos — sindactilia, pé torto e paralisia agitante — com o emprego de uma ração basal deficiente em um fator, ou vários fatores, necessários para promover a reprodução e a lactação normais (60).

CONCLUSÃO

A sindactilia em suínos apresenta fundo genético, porém ainda é inconclusivo seu impacto sobre a locomoção e conseqüentemente sobre a queda da produção (52-53, 57-58), sendo necessário a realização de trabalhos para a análise de movimentos da espécie acometida com esta enfermidade.

REFERÊNCIAS

1. Leipold HW, Morris LN. Syndactyly. In: Andrews EJ, Ward BC, Altman NH. Spontaneous animal models of human disease. New York: Academic Press, 1979. p.213-214.
2. Jezyk PF. Constitutional disorders of the skeleton in dogs and cats. In: Newton CD, Nunamaker DM. Textbook of small animal orthopaedics. Philadelphia: Lippincott, 1985. p.637-654.
3. Kozin SH. Current concepts review: Upper-extremity congenital anomalies. J. Bone J. Surg. 2003; 85:1564–1576.
4. Barr M. Syndactyly. Angus J. 1981; 1:34-35.
5. Towle HA, Blevins WE, Tuer LR, Breur GJ. *Syndactyly in a litter of cats*. J. Small An. Pract. 2007; 48:292–296.
6. Towle H, Friedlander K, Ko R, Aper R, Breur G. *Surgical treatment of simple syndactylism with secondary deep digital flexor tendon contracture in a Basset*. Vet. Comp. Orthop. Traumatol. 2007; 20:219-223.
7. Hanson RR. Congenital and inherited anomalies of the musculoskeletal system in multiple species. In: Aiello SE, Moses MA. The Merck Veterinary Manual. 2013. Disponível em: <<http://www.merckmanuals.com>>.

8. Madgwick R, Forest V, Beglane F. Syndactyly in pigs: A review of previous research and the presentation of eight archaeological specimens. *Inter. J. Osteoarchaeol.* 2011; 23:395-409.
9. Liebich H-G, Maierl J, König HE. Forelimbs or thoracic limbs (membra thoracica). In: König HE, Liebich H-G. *Veterinary anatomy of domestic mammals.* 4^a ed. Schattauer: Stuttgart, 2009. p.145-214.
10. Pasquini C, Spurgeon T, Pasquini S. Bones – thoracic limb. In:____. *Anatomy of domestic animals.* 10^aed. USA: Sudz Publishing, 2003. p.73-89.
11. Getty R. Sisson/Grossman *Anatomia dos Animais domésticos.* 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 2000p.
12. Liebich H-G, König HE, Maierl J. Hind limbs or pelvic limbs (membra pelvina). In: König HE, Liebich H-G. *Veterinary anatomy of domestic mammals.* 4^a ed. Schattauer: Stuttgart, 2009. p.215-277.
13. Pasquini C, Spurgeon T, Pasquini S. Bones - pelvic limb. In:____. *Anatomy of domestic animals.* 10^aed. USA: Sudz Publishing, 2003. p.90-102.
14. Malik S. *Syndactyly: phenotypes, genetics and current classification.* *Eur. J. Hum. Genet* 2012; 20:817–824.
15. Light TR. Congenital anomalies: syndactyly, polydactyly, cleft hand. In: Peimer C. *Surgery of the hand and upper extremity.* New York: McGraw-Hill, 1996. p.2211-2144.
16. Talamillo A, Delgado I, Nakamura T, De-Veja S, Yoshitomi Y, Unda F, Birchemer W, Yamada Y, Ross MA. Role of Epiprofin, a zinc-finger transcription factor, in limb development. *Develop Biol* 2010; 337:363-374.
17. Gawlikowska-Sroka A, Tudaj W, Czerwinski F. A and B preaxial polydactyly with syndactyly of feet and hands in the same person - a case report. *Adv Med Sci* 2009; 54:305-307.
18. Rypens F, Dubois J, Garel L, Fournet JC, Michaud JL, Grignon A. Obstetric US: watch the fetal hands. *Radiog* 2004; 26:811-U189.
19. Primack A, Young D, Homan E. *Syndactyly in a rhesus monkey- a case report.* *Teratology* 1972; 5:137-142.
20. Dinchuk JE, Focht RJ, Kelley JA, Henderson NL, Zolotarjova NI, Wynn R, Neff NT, Link J, Huber RM, Burn TC, Rugar MJ, Cunningham MR, Selling BH, Ma JH, Stern AA, Hollis GF, Stein RB, Friedman PA. Absence of post-translational

- aspartyl beta-hydroxylation of epidermal growth factor domains in mice leads to developmental defects and an increased incidence of intestinal neoplasia. *J Biol Chem* 2002; 277:12970-12977.
21. Rittler M, Liascovich R, Lopez-Camelo J, Castilla E. Parental consanguinity in specific types of congenital anomalies. *Am J Med Gen* 2001; 102:36-43.
 22. Zhang L, Chen P, Chen L, Weng TJ, Zhang SC, Zhou X, Zhang B, Liu LC. Inhibited Wnt signaling causes age-dependent abnormalities in the bone matrix mineralization in the apert syndrome FGFR2(S252W/+) mice. *Plos One* 2015; 10:1-10.
 23. Guen VJ, Gamble C, Flajolet M, Unger S, Thollet A, Ferandin Y, Superti-Furga A, Cohen PA, Meijer L, Colas P. CDK10/cyclin M is a protein kinase that controls ETS2 degradation and is deficient in STAR syndrome. *Proc Nat Acad Sci USA* 2013; 110:19525-19530.
 24. Haro E, Delgado I, Junco M, Yamada Y, Mansouri A, Oberg KC, Ros MA. Sp6 and Sp8 transcription factors control AER formation and dorsal-ventral patterning in limb development. *Plos Gen* 2014; 10:1-8.
 25. Wangikar PB, Dwivedi, P, Sinha N. Effect in rats of simultaneous prenatal exposure to ochratoxin A and aflatoxin B-1.I. Maternal toxicity and fetal malformations. *Birth Defects Res P. B – Develop Reprod Toxic* 2004; 71:343-351.
 26. Engel LS, O'Meara ES, Schwartz SM. Maternal occupation in agriculture and risk of limb defects in Washington State, 1980-1993. *Scand J Work Environ Health* 2000; 26:193-198.
 27. Johnson EB, Steffen DJ, Lynch KW, Herz J. Defective splicing of Megf7/Lrp4, a regulator of distal limb development, in autosomal recessive mulefoot disease. *Genomics* 2006; 88:600–609.
 28. Ollivier L, Sellier P. Pig genetics: a review. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 1982; 14:481-544.
 29. Dao KD, Shin AY, Billings A, Oberg KC, Wood VE. Surgical Treatment of congenital syndactyly of the hand. *J. Am. Acad. Orthop. Surg* 2004; 12:39-48.
 30. Bae DS. Release of simple syndactyly. In: Flynn JM, Wiesel SW. *Operative techniques in pediatric orthopaedics*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. p.326-332.

31. Orioli IM, Castilla EE. Thumb/hallux duplication and preaxial polydactyly type I. *Am J Med Gen* 1999; 82:219-224.
32. Dai LM, Guo H, Meng H, Zhang K, Hu H, Yao H, Bai Y. Confirmation of genetic homogeneity of syndactyly type IV and triphalangeal thumb-polysyndactyly syndrome in a Chinese family and review of the literature. *Europ J Ped* 2013; 172:1467-1473.
33. Li WJ, Zhao JH, Tian W, Tian GL. Congenital symbrachydactyly: outcomes of surgical treatment in 120 webs. *Chin Med J* 2013; 126:2871-2875.
34. Ng WY, Pasutto F, Bardakjian TM, Wilson MJ, Watson G, Schneider A, Mackey DA, Grigg JR, Zenker M, Jamieson RV. A puzzle over several decades: eye anomalies with FRAS1 and STRA6 mutations in the same family. *Clin Gen* 2013; 83:162-168.
35. Alkuraya FS, Picker J, Irons MB, Kimonis VE. Smith-Lemli-Opitz syndrome in trisomy 13: How does the mix work? *Birth Defects Res P. A – Clin Mol Teratol* 2005; 73:569-571.
36. Comstock JM, Putnam AR, Opitz JM, Pysker TJ, Szakcs J. Prenatal death in Fraser syndrome. *Fetal Ped Pathol* 2005; 24:223-238.
37. Mairinard PC. Cri du chat syndrome. *Orph J Rare Dis* 2006; 1:11-17.
38. Wall LB, Piper SL, Habenicht R, Oishi SN, Ezaki M, Goldfarb CA. Defining features of the upper extremity in Holt-oram syndrome. *J Hand Surg Am Vol* 2015; 40:1764-1768.
39. Tanteles GA, Michaelidou S, Loukianou E, Christophidou-Anastasiadou V, Kleopa KA. Novel GLI3 mutation in a Greek-Cypriot patient with Greig cephalopolysyndactyly syndrome. *Clin Dismorph* 2015; 24:102-105.
40. Taura Y, Takeuchi A, Uchino T. Radiography of syndactylous limbs of cattle. *Bull. Fac. Agri. Kagoshima Un* 1985; 35:97-106.
41. Hart-Elcoch L, Leipold W, Baker R. Hereditary bovine syndactyly: diagnosis in bovine fetuses. *Vet. Pathol* 1987; 24:140-147.
42. Leipold HW, Schmidt GL, Steffen DJ, Vestweber JGE, Huston K. Hereditary syndactyly in Angus cattle. *J. Vet. Diagn. Invest* 1998; 10:247-254.
43. Richardson EF, Wey PD, Hoffman LA. Surgical management of syndactyly in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc* 1994; 205:1149-1151.

44. Rodríguez-Alarcón CA, Beristain-Ruiz DM, Itzá MF, Rivera-Barreno R. Syndactyly and concurrent multiple pads agenesis with secondary deep digital flexor contracture. *Vet. Arhiv* 2014; 84:319-329.
45. Renoy BP, Balligand M. A case of syndactylous dog. *Ann Med Vet* 1991; 135:43-44.
46. Dallman MJ, Brown RE. Syndactyly in the dog. *Can Pract* 1980; 7:21&.
47. Leipold HW, Guffy MM. Syndactyly in a german shepherd dog. *Vet Med Small An Clin* 1973; 68:910-911.
48. Wolf ZT, Willet C, Arzi B, Narayan N, Sliskovic S, Karmi N, Safra N, Wade CM, Bannasch DL. Whole genome sequencing of dogs identifies a frameshift mutation within ADAMTS20 that is responsible for naturally occurring cleft lip, palate, and syndactyly. *Am J Med Gen part A* 2015; 167:1458-1458.
49. Wolf ZT, Brand HA, Shaffer JR, Leslie EJ, Arzi B, Willet CE, Cox TC, McHenry T, Narayan N, Feingold E, Wang XJ, Sliskovic S, Karmi N, Safra N, Sanchez C, Deleyiannis FWB, Murray JC, Wade CM, Marazita ML, Bannasch DL. Genome-wide association studies in dogs and humans identify ADAMTS20 as a risk variant for cleft lip and palate. *Plos Gen* 2015; 11: 50-59.
50. Macrì F, Ciotola F, Rapisarda G, Lanteri G, Albarella A, Aiudi G, Liotta L, Marino F. A rare case of simple syndactyly in a puppy. *J. Small An. Pract* 2013; 55:170-173.
51. Matyjasik H, Adamiak Z, Zhaniarovich Y. Syndactyly in a cat. *Med Wet* 2012; 68:498-500.
52. Kapke P, Jorgensen HP, Rothschild MF. A study of genetic diversity in a rare U. S. pig breed—The Mulefoot Pig (1997). *Swine Res. Report* 1996; v. 1:14.
53. Scherf BD. World Watch List for domestic animal diversity. 3^a ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2000. 726p.
54. Leipold HW, Dennis SM. Syndactyly in a pig. *Cornell Vet.* 1972; 62:269-273.
55. Lemus FC, Alonso MR, Alonso-Spilsbury M. Morphologic characteristics in Mexican native pigs. *Arch. Zootec.* 2003; 52:105-108.
56. Detlefsen JA, Carmichael WJ. Inheritance of syndactylism, black, and dilution in swine. *J. Agricultural Res.* 1921; 20:595–604.

57. Meijer E, Oosterlinck M, van Nes A, Back W, van der Staay FJ. Pressure mat analysis of naturally occurring lameness in young pigs after weaning. *BMC Vet Res* 2014; 10:193-203.
58. Thorup VM, Laursen B, Jensen BR. Net joint kinetics in the limbs of pigs walking on concrete floor in dry and contaminated conditions. *J An Sci* 2008; 86:992-998.
59. Cavalcante-Neto A, Lui JF, Lara MAC, Fonseca C. The mule foot pig of America: conservation and use in family agriculture. *Rev. Comp. Prod. Porcin* 2013; 20:63-69.
60. Ross OB, Phillips PH, Bohstedt G, Cunha TJ. Congenital malformations, syndactylism, talipes, and paralysis agitans of nutritional origin in swine. *J. Anim. Sci.* 1945; 3:406-414.

FIGURAS



Figura 1. (a) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro clinicamente normal. (b) Aspecto macroscópico da mão de um miniporco brasileiro com a doença.

Diretrizes para Autores

• **Artigos Científicos**

Devem ser estruturados de acordo com os seguintes itens:

1. Página de rosto, com:

Título do trabalho em português, em inglês e em espanhol, fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento simples, em negrito e centralizado, em letra maiúscula. Quando necessário, indicar a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé;

Em caso de envolvimento de seres humanos ou animais de experimentação, encaminhar o parecer da Comissão de Ética ou equivalente, assinalando, no trabalho, antes das referências, a data de aprovação.

2. Página com resumo, abstract e resumen

Tanto o resumo, como o abstract e o resumen devem ser seguidos do título do trabalho, no respectivo idioma, e conter no máximo 400 palavras cada um, com informações referentes à introdução, metodologia, resultados e conclusões. O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço simples, começando por RESUMO. O abstract, e o resumen devem ser tradução fiel do resumo. Independente da língua em que o artigo for apresentado, deverá conter o resumo em português, inglês e espanhol.

Devem conter, no máximo, cinco palavras-chave, keywords, e palabras clave que identifiquem o conteúdo do texto.

3. A estrutura do artigo deverá conter:

Introdução: Deve ser clara, objetiva e relacionada ao problema investigado e à literatura pertinente, bem como aos objetivos da pesquisa. A introdução estabelece os objetivos do trabalho.

Material e Métodos: Deve oferecer informações de reprodutibilidade da pesquisa, de forma clara e concisa, como variáveis, população, amostra, equipamentos e métodos utilizados, inclusive os estatísticos.

Resultados: Apresentação dos resultados obtidos, que devem ser descritos sem interpretações e comparações. Poderá ser sob a **forma de tabelas**, no máximo de cinco, ordenadas em algarismos arábicos e encabeçadas pelo título, de acordo com as normas de apresentação tabular da ABNT/WBR 6023/2000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, identificadas no texto como Tabela; sob a **forma de figuras**, nos casos de gráficos, fotografias, desenhos, mapas, etc., ordenadas em algarismos arábicos, até no máximo de seis, e citadas no texto como Figura.

Discussão: Deve ser entendida como a interpretação dos resultados, confrontando com a literatura pertinente, apresentada na introdução. Se julgar conveniente, os resultados e a discussão poderão ser apresentados conjuntamente.

Conclusões: É a síntese final, fundamentada nos resultados e na discussão.

Referências: Devem ser apresentadas de acordo com as normas Vancouver (<http://www.icmje.org/>).

Deverão ser editorados em Microsoft Word for Windows, para edição de textos, Excel (qualquer versão) para gráficos, formato JPEG ou GIF (imagem) para fotografias, desenhos e mapas, formato A4 (21,0 x 29,7 cm), em espaço simples, mantendo margens de 2,5 cm, nas laterais, no topo e pé de cada página, fonte Times New Roman, tamanho 12 e numeração consecutiva das páginas em algarismos arábicos, a partir da folha de identificação. Deverão também apresentar numeração nas linhas, reiniciando a contagem a cada nova página. Ilustrações e legendas devem ser apresentadas no decorrer do texto. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis no formato PDF no endereço eletrônico da revista. Para as demais seções da revista são válidas as normas anteriores. Não devem exceder a 15 páginas. Abreviaturas não usuais devem ser empregadas após escritas por extenso na primeira utilização.

Artigos de Revisão Bibliográfica

Os artigos de revisão bibliográfica serão publicados nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, quando o autor apresentar contribuição científica, relevante na área específica do assunto abordado, a convite dos editores.

Deverão conter: Título (português, inglês e espanhol), resumo com palavras-chave, abstract com keywords e resumen com palabras claves, introdução, desenvolvimento do assunto, conclusão e referências. Deverão conter no máximo 20 páginas e 60 referências.

Relato de Caso

Não devem ser estruturados, como os artigos. Devem apresentar o título em português, em inglês e espanhol, resumo com palavras-chave, abstract com keywords, resumen com palabras claves e referências. Devem conter no máximo cinco páginas, três tabelas ou figuras e 15 referências.

Comunicações Curtas

São relatos contendo dados inéditos e relevantes de estudos originais, como, por exemplo, resultados preliminares de uma pesquisa. Devem ser apresentadas com, no máximo, cinco páginas, uma tabela e 10 referências. A estrutura deve respeitar as normas para relatos de caso.

Referências e Citações

As referências devem ser numeradas consecutivamente e listadas na ordem em que são mencionadas no texto. As referências devem ser identificadas no texto, nas tabelas e legendas com números arábicos, entre parênteses, seguindo a mesma sequência. Os títulos das revistas devem ser abreviados de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus* disponível em: <http://www.nlm.nih.gov>.

Exemplos

Citações

O material deve ser mantido em compressas embebidas em solução fisiológica para evitar o ressecamento (5).

Aulisa(1) administrou heparina, por via intramuscular, em cobaias.

Udupa & Prasad (9) utilizaram osteoclasia manual do úmero sem imobilização

Herbsman et al. (7) realizaram osteoclasia manual no fêmur e não imobilizaram.

O rato apresenta níveis mais elevados de heparina que o homem (35,42,51).

O mesmo autor obteve resultados semelhantes, mesmo com metodologias diferentes (22-26).

Referências

Indique somente até seis autores. Em caso de mais autores, usar et al. após o sexto autor.

1. Artigo de revista

Andrade SF, Sakate M. Intoxicação por amitraz: revisão. *Vet Not.* 2004;10:1-15.

Modolo JR, Stachissini AVM, Gennari SM, Dubey JP, Langoni H, Padovani CV, et al. Frequência de anticorpos anti-Neospora caninum em soros de caprinos do estado de São Paulo e sua relação com o manejo dos animais. *Pesq Vet Bras.* 2008;28:597-9.

2. Organização como autor

Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis.* 12nd ed. Washington; 1975.

Universidade Federal de Viçosa. SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas: manual do usuário: versão 7.1. Viçosa; 1997.

3. Livro

Modolo JR, Stachissini AVM, Castro RS, Ravazzolo AP. Planejamento de saúde para o controle da artrite-encefalite caprina. São Paulo: Cultura Acadêmica; 2003.

4. Capítulo de livro

Corrêa MC, Corrêa CNM. Estafilococias em geral. In: Corrêa MC, Corrêa CNM. *Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos.* 2ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1992. p.91-103.

Mendes AA, Saldanha ESPB. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil. In: Mendes AA, Naas IA, Macari M. *Produção de frangos de corte.* Campinas: FACTA, 2004. p.1-22

5. Artigos apresentados em congressos, reuniões, seminários etc

Malhado CHM, Piccinin A, Gimenez JN, Ramos AA, Gonçalves HC. Modelos polinomiais para descrever a curva de postura de codornas. In: Anais do 3o Congresso Nordestino de Produção Animal; 2004, Campina Grande. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba; 2004. p.1-3

6. Teses, dissertações e outros trabalhos acadêmicos

Mortari AC. Avaliação da técnica de transposição do músculo semitendinoso para reparo do diafragma pélvico: estudo experimental em cães [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2004.

7. Publicações disponíveis na Internet

Vasconcelos JLM. Endometrite subclínica em vacas leiteiras. Campinas; 2004 [cited 2004 Jan 16]. Available from: .

INSTRUCTIONS TO AUTHORS**SCIENTIFIC PAPERS**

Must be prepared according to the following items:

1. Title page:

- Title of the manuscript in Portuguese, English and Spanish, using Times New Roman font 12, simple spacing, bold and centered, with the words in upper case. When necessary, indicate the financial support as first footnote;

- In case of involvement of human or experimental animals include the Ethics Committee approval or equivalent, and type before the bibliographic references with date of approval.

2. Abstract in Portuguese, English, and Spanish

- The “resumo”, abstract and “resumen” must be followed by the title in the respective language and should not exceed 400 words each, with information regarding introduction, methods, results and conclusions. Text must be justified and in a single paragraph, simple spacing, beginning with the “RESUMO”. Independent of the paper language, the abstract must be submitted in English, Portuguese and Spanish.

- Must include a maximum of five “palavras-chave”, keywords, and palabras claves that identify the text content.

3. The structure of the paper must include:

Introduction: Clearly state the objective of the study with brief overview of the investigated problem and literature review.

Material and Methods: Provide a concise description of the experimental methods, variables, population in study, equipment, as well as the statistics, in sufficient detail to allow other researches to reproduce the results.

Results: The results should be described without interpretation and comparisons. The results may include **tables** (maximum of 5 tables) and numbered consecutively in Arabic numerals, with the title on the top, according to the rules of table presentation by ABNT/WBR 6023/2000 from Associação Brasileira de Normas Técnicas, and identified in the text as Table; **figures**, in case of graphs, photographs, drawings, maps, etc, numbered consecutively in Arabic numerals (maximum of six), cited in the text as Figure.

Discussion: Should be the interpretation of the results, relative to other relevant studies, presented in the introduction. If convenient, the results and discussion may be presented together.

Conclusions: The final synthesis, based on the results and discussion.

References: Should be presented according to Vancouver rules (<http://www.icmje.org/>), and arranged in alphabetical order, by author's last name (examples in the end of the instructions).

Manuscripts **should be** edited in Microsoft Word for Windows, for text, Excel (any version) for graphs, JPEG or GIF format (images) for photographs, drawings and maps, A4 format paper (21,0 x 29,7 cm), simple spaced, leaving at least 2,5 cm margins, (lateral, top and bottom of page), Times New Roman font, size 12 and numbered in Arabic numerals, beginning in the identification page. The authors will have to present numeration in the lines, restarting the counting to each new page.

Reprints will not be offered. The articles will be available in PDF format at the journal website. The same rules apply for all the other sections of the journal. The manuscripts should not exceed 15 pages. Unusual abbreviations should be used only after first time citation.

REVIEW ARTICLES

The review articles will be published in Portuguese, English or Spanish, if it provides scientific contribution that is relevant in the area, when invited by the editors. The review articles must include: Title (Portuguese, English and Spanish), resumo with palavras-chave, abstract with keywords and resumen with palabras claves, introduction, subject overview, conclusion e references. Must contain a

maximum of 20 pages and 60 references.

CASE REPORTS

Should not be prepared with the same structure as the articles. The case reports must present the title in Portuguese, English and Spanish, resumo with palavras-chave, abstract with keywords and resumen with palabras claves and references. Must contain a maximum of five pages, three tables or figures and 15 references.

SHORT COMMUNICATIONS

These are reports with new and relevant data of original studies, as preliminary results of a research. Must be presented with a maximum of five pages, one table and ten references. The structure should follow the same rules for case reports.

REFERENCES AND CITATIONS

References should be numbered consecutively in order in which they are first mentioned in the text, tables, and legends by Arabic numbers in parentheses in same sequence. The titles of journals should be abbreviated according to the style *List of Journals Indexed in Index Medicus* available from: <http://www.nlm.nih.gov>.

Examples:

Citations

O material deve ser mantido em compressas embebidas em solução fisiológica para evitar o ressecamento (5).

Aulisa (1) administrou heparina, por via intramuscular, em cobaias.

Udupa & Prasad (9) utilizaram osteoclasia manual do úmero sem imobilização

Herbsman et al. (7) realizaram osteoclasia manual no fêmur e não imobilizaram.

O rato apresenta níveis mais elevados de heparina que o homem (35,42,51).

O mesmo autor obteve resultados semelhantes, mesmo com metodologias diferentes (22-26).

References

List the first six authors followed by et al.

1 Journal article

Andrade SF, Sakate M. Intoxicação por amitraz: revisão. *Vet Not.* 2004;10:1-15.

Modolo JR, Stachissini AVM, Gennari SM, Dubey JP, Langoni H, Padovani CV, et al. Freqüência de anticorpos anti-Neospora caninum em soros de caprinos do estado de São Paulo e sua relação com o manejo dos animais. *Pesq Vet Bras.* 2008;28:597-9.

2 Organization as author

Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis.* 12nd ed. Washington; 1975.

Universidade Federal de Viçosa. SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas: manual do usuário: versão 7.1. Viçosa; 1997.

3 Book

Modolo JR, Stachissini AVM, Castro RS, Ravazzolo AP. *Planejamento de saúde para o controle da artrite-encefalite caprina.* São Paulo: Cultura Acadêmica; 2003.

4 Chapter in a book

Corrêa MC, Corrêa CNM. Estafilococias em geral. In: Corrêa MC, Corrêa CNM. *Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos.* 2ªed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1992. p.91-103.

Mendes AA, Saldanha ESPB. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil. In: Mendes AA, Naas IA, Macari M. *Produção de frangos de corte.* Campinas: FACTA, 2004. p.1-22

5 Conference paper

Malhado CHM, Piccinin A, Gimenez JN, Ramos AA, Gonçalves HC. Modelos polinomiais para descrever a curva de postura de codornas. In: *Anais do 3º Congresso Nordestino de Produção Animal; 2004, Campina Grande.* Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba; 2004. p.1-3

6 Dissertation

<p class="resumo" style="margin: 0cm 0cm 0pt; text-align: left; line-height: normal; tab-stops: 35.4pt 70.8pt 106.2pt 141.6pt 177.0pt 212.4pt 247.8pt 283.2pt 318.6pt 354.0pt 389.4pt 424.8pt 460.2pt 495.6pt 531.0pt 566.4pt 601.8pt 637.2pt 672.6pt 708.0pt 743.4pt 778.8pt 814.2pt 849.6pt 885.0pt 920.4pt 955.8pt 991.</body>

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor".
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, com numeração nas linhas, reiniciando a contagem a cada nova página.
3. URLs para as referências foram informadas quando necessário.
4. O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento, como anexos.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação Cega por Pares](#). O nome dos autores e suas filiações estão devidamente preenchidos em "metadados".

Declaração de Direito Autoral

Pelo presente instrumento, concedemos os direitos autorais referente ao trabalho submetido para a possível publicação na Revista "Veterinária e Zootecnia", da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Botucatu - SP.

By agreeing with the terms presented here, the authors grant the rights regarding the submitted article for possible publication in the journal "Veterinária e Zootecnia", property of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP-Botucatu, SP.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.