

Desmopatia degenerativa em equinos: métodos de diagnóstico em animais vivos

[Equine degenerative desmopathy: diagnostic methods in live animals]

S.V. Schwarzbach¹, G.E.S. Alves², E.G. Mello², M.G. Gomes², M.X. Silva²

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná
Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 3
85040-080 – Guarapuava, PR

²Escola de Veterinária - UFMG – Belo Horizonte, MG

RESUMO

A desmopatia degenerativa (DD) possui caráter sistêmico e manifesta-se por acúmulos de proteoglicanos (PG) na matriz extracelular (MEC) de tecidos que contenham colágeno. Este estudo teve o objetivo de diagnosticar equinos suspeitos de serem acometidos por DD, em um plantel de animais de raça nacional, segundo o ângulo da articulação metatarsofalangiana (AMF) e a presença de acúmulos de PG em amostras de ligamento da nuca (LN). Analisaram-se 123 equinos clinicamente sadios e somente três (2,7%) deles, segundo o ângulo $AMF \leq 146^\circ$, foram considerados suspeitos. Não houve diferença significativa entre os grupos. Quinze éguas foram submetidas ao exame do ângulo da AMF e à biópsia do LN, das quais sete (47,7%) foram consideradas suspeitas, segundo ângulo da AMF, enquanto seis (40%) apresentaram acúmulos de PG. Foram encontrados acúmulos de PG em três (20%) éguas não suspeitas. Um animal suspeito não apresentou alterações histológicas compatíveis de DD.

Palavras-chave: equino, desmopatia, ligamento, proteoglicanos

ABSTRACT

The prevalence of degenerative desmopathy (DD) was studied in equines of national breeds, according to the metatarsophalangeal joint angle (MPA) and the presence of accumulation of proteoglycans (PG) in samples of nuchal ligament (NL) from live animals, according to their age. One hundred twenty three clinically healthy horses were used. Only three (2.7%), that had their angle rate $MPA \leq 146^\circ$ were considered suspect, with no significant difference between groups. Fifteen mares were subjected to examination of the angle of the MPA and biopsy of NL as well had reduction of the MPA angle, and six (40%) showed accumulation of PG. Accumulation of PG was found in three (20%) not suspected mares. A suspected animal showed no histological changes compatible to DD

Keywords: equine, desmopathy, ligament, proteoglycans

INTRODUÇÃO

A desmopatia degenerativa (DD), também denominada desmíte degenerativa do ligamento suspensório, é considerada uma afecção de caráter sistêmico que pode acometer equinos de diferentes raças, entre elas Paso Peruano (Mero e Scarlett, 2005), Árabe, Quarto de Milha e Puro Sangue Inglês (Halper et al., 2006). A falta de informações e os sinais clínicos, semelhantes a

outras afecções do sistema locomotor de equinos e de humanos, resultam em confusão e insegurança para a realização do diagnóstico.

Na maioria dos animais acometidos pela DD, os sinais clínicos manifestam-se após 15 anos de idade (Dyson et al., 1995; Gibson e Steel, 2002), frequentemente nos membros pélvicos, podendo acometer os quatro membros. Os sinais clínicos característicos são: aumento de volume no corpo

Recebido em 11 de fevereiro de 2009

Aceito em 16 de julho de 2010

E-mail: silkever@yahoo.com.br

Apoio: FAPEMIG

e ramos do ligamento suspensório (LS), claudicação, dor (Mero, 2006) e diminuição do ângulo dorsal da articulação metacarpo/tarsofalangiana (AMF) (Mero e Scarlett, 2005). No entanto, a avaliação da redução do ângulo da AMF é subjetiva, o que mostra a necessidade de estabelecer parâmetros considerados normais em um plantel de equinos, para, então, serem avaliadas a existência e a prevalência de animais suspeitos de DD.

A patogenia da DD é desconhecida, enquanto a prevenção e o tratamento são empíricos e quase sempre paliativos. A limitação de seu conhecimento torna seu diagnóstico pouco frequente e, ainda, predominantemente especulativo, com base no histórico, sinais clínicos e exame de ultrassom, confirmado por exame histológico de ligamentos colhidos de equinos após o óbito. Embora se constatem acúmulos de proteoglicanos (PG) na matriz extracelular (MEC) de amostras teciduais de animais acometidos (Halper et al., 2006), há necessidade de desenvolver técnicas para a realização do diagnóstico da DD em animais vivos.

Apesar da presença dos sinais clínicos da DD em animais de raças nacionais, como Brasileiro de Hipismo, Mangalarga Marchador e mestiços, entre outras, não foram encontrados dados de sua prevalência na literatura consultada.

Este estudo teve o objetivo de realizar diagnósticos em animais suspeitos de serem acometidos de DD, em um plantel de equinos de raça nacional, segundo o ângulo da articulação metatarsofalangiana (AMF) e a presença de acúmulos de PG em amostras do ligamento da nuca (LN) em animais vivos, estudados segundo a idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo CETEA nº 174/2006. Foram utilizados 118 equinos clinicamente sadios da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), 64 machos e 54 fêmeas, da raça Brasileiro de Hipismo e mestiços da raça, e cinco fêmeas da raça Mangalarga Marchador, da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV/UFGM), com idades entre dois e 26 anos, escore corporal variando de 2 a 4, segundo Speirs (1997). Cento e oito animais da

PMMG mantidos em baía, onde receberam 6kg de ração comercial com 12% de proteína bruta e feno de *coastcross* à vontade, mantinham um regime de trabalho de oito horas diárias de exercício, predominantemente ao passo, para policiamento em área urbana de Belo Horizonte. Este plantel foi avaliado quanto à prevalência de animais suspeitos de DD considerando somente o ângulo da AMF. As 15 éguas restantes, dez da PMMG e cinco da EV/UFGM, mantidas em piquetes onde receberam 0,5kg/100kg PV/dia de feno *coastcross*, foram avaliadas segundo ângulo da AMF e a presença de acúmulos de PG no LN. Todos os animais foram separados em três grupos conforme a idade: até 7 anos, de 8 a 12 anos e igual ou mais de 13 anos.

O manejo dos animais da PMMG é baseado na criação das éguas gestantes em piquetes, situados no município de Florestal, na região metropolitana de Belo Horizonte, local destinado à reprodução do plantel. Os potros são mantidos em liberdade, em piquetes, até atingirem a idade de dois anos, quando são levados para o quartel, em Belo Horizonte, para serem iniciados na doma e rotina de policiamento, de oito horas diárias.

Para a realização da morfometria angular, utilizou-se um artrogoniômetro (Carcí Indústria e Comércio de Aparelhos Cirúrgicos e Ortopédicos Ltda., São Paulo, SP) de 15cm de comprimento, cujo eixo foi posicionado sobre o centro de movimento da AMF, enquanto suas hastes acompanhavam os raios ósseos do metatarso e falanges. Para a medida do ângulo cranial das articulações metatarsofalangianas, os animais foram mantidos em ambiente de piso plano e nivelado, com os membros paralelos em posição de estação forçada, como preconizado por Lage (2001).

Os animais foram considerados suspeitos quando apresentaram os ângulos da AMF, de ambos os membros pélvicos, iguais ou menores que 146°, medidos pelo artrogoniômetro. O ângulo de limite inferior, estabelecido em 146°, para determinação dos animais suspeitos de DD, foi estabelecido a partir da subtração do maior desvio-padrão calculado (7°) do menor valor angular médio encontrado (155,6°). Do valor resultante, foi subtraído o maior valor médio de diferença apresentado entre os membros posteriores (2,7°). O valor de 145,9° foi

aproximado a 146° , devido à marcação intervalada de 2 graus do artrogoniômetro.

Para a realização de biópsia do ligamento da nuca, as éguas foram colocadas em brete de contenção. Demarcou-se a área a 7cm da borda cranial da escápula na região cervical, e realizaram-se tricotomia, antissepsia e anestesia local com cloridrato de lidocaína a 1% (Hipolar Farmacêutica Ltda. Sabará, MG) por infiltração em L invertido de 3cm de extensão, em ambos os lados. Após uma incisão vertical, de 1cm, com bisturi, da pele e do tecido subcutâneo, a cânula de biópsia 14G (Cânula de biópsia modelo Trucut- Biomedical- BM 1410, Delebrio, Itália), para tecidos moles, foi direcionada em ângulo reto ao LN e inserida aberta, a fim de obter fragmento de sentido transversal. A cânula penetrou o LN e foi fechada para a secção do fragmento. Seguindo-se à biópsia, realizou-se a dermorrafia, empregando-se sutura padrão simples separado com fio de náilon 2-0 (Monofilamento preto Nylon, Technofio) agulhado, que foi retirado 10 dias após.

As amostras foram processadas e incluídas em parafina segundo o método descrito por Luna (1968). Foram feitos cortes em micrótomo em secções de $5\mu\text{m}$, corados pelas técnicas de hematoxilina e eosina (HE), para análise morfológica, e de *Alcian Blue* (AB) pH 2,5, para evidenciar as PG. As secções transversais do LN foram avaliadas por microscopia de luz, em objetiva de imersão. A amostra de LN que apresentou maiores acúmulos de PG corou-se com mais intensidade pelo AB pH 2,5 e foi utilizada como controle positivo para a classificação das demais, em positivas ou negativas, segundo a presença e o acúmulo de PG.

As médias dos ângulos das AMF dos membros direito e esquerdo de animais da mesma faixa etária foram submetidas à análise estatística não paramétrica, usando-se o teste Wilcoxon. Para a avaliação dos valores angulares de AMF conforme a faixa etária, foi utilizado o teste de Kruskal Wallis. O grau de significância estabelecido para os resultados foi de 5%. Todas as análises foram realizadas no pacote Biostat 3.0 (Ayres et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das mensurações dos ângulos articulares encontram-se na Tab. 1.

O critério de inclusão, para suspeitos de DD, considerado neste estudo, quando ambos os membros pélvicos apresentam ângulo da $AMF \leq 146^\circ$, diminui a possibilidade de inclusão de outras afecções do sistema locomotor, pois a característica sistêmica da DD contribui para a manifestação clínica em mais de um membro.

Embora houvesse semelhança entre as médias angulares dos grupos avaliados, três animais apresentaram ângulos de AMF de ambos os membros com valores menores ou iguais a 146° (Tab. 1). A taxa dessa ocorrência equivale a 2,7% na população estudada, valor esperado, já que os animais estudados resultam de cruzamentos selecionados pelos veterinários da PMMG, objetivando parâmetros morfométricos adequados ao esporte. Adicionalmente, os animais avaliados foram mantidos sob o mesmo manejo e trabalho, e a influência da idade e a exigência do trabalho sobre o LS resultaram em respostas fisiológicas individuais, envolvendo mecanismos de degeneração ainda a serem estudados.

Mero e Scarlett (2005) e Mero (2006) observaram influência da idade na manifestação de DD, porém o reduzido número de animais suspeitos encontrados nesse estudo não apresenta relevância comprobatória da influência da idade na manifestação clínica da DD.

A baixa prevalência de animais suspeitos entre os 108 equinos avaliados somente pela mensuração do ângulo da AMF (Tab. 1) pode ser explicada com base na observação de Mero (2006), pois os sinais clássicos da DD, como a diminuição da AMF, ocorrem em menos de 50% dos animais portadores de DD, mesmo em casos avançados. A observação de três animais com $AMF \leq 146^\circ$, ainda que em taxa reduzida, indica a existência de animais suspeitos de DD no plantel estudado.

A análise de variância mostrou semelhança entre os ângulos da AMF direito e esquerdo dos animais do mesmo grupo e entre as médias das faixas etárias avaliadas, sem diferença significativa (Tab. 2).

Desmopatia degenerativa em equinos...

Tabela 1. Medidas dos ângulos das articulações metatarsofalângianas de 108 equinos, machos e fêmeas, agrupados segundo a faixa etária

Nome	Até 7 anos (n=40)		Nome	De 8 a 12 anos (n=37)		Nome	≥13 anos (n=31)	
	Ângulo			Ângulo			Ângulo	
	Dir	Esq		Dir	Esq		Dir	Esq
Soberano	160	156	Machê	164	162	Ironia	154	160
Pimpdros	158	146	Nacional	150	150	Flauta	154	154
Quatrim	152	148	Malino	156	154	Quitoco	170	170
Quitanda	158	160	Picasso	150	152	Igaçaba	156	156
Somali	154	150	Musgo	160	160	Homessa	142	142
Palco	144	160	Outono	140	146	Cadete	150	158
Palio	142	156	Pérola	160	160	Injúria	136	134
Ribalta	158	160	Orquestra	154	160	Horizonte	150	150
Serena	156	150	Micuim	150	150	Iliak	150	152
Quilate	152	150	Life	150	154	Bacará	150	150
Tagite	156	150	Liv	150	148	Farrapo	154	152
Síria	160	162	Papoula	162	160	Impoluto	152	156
Quantica	156	160	Panorama	160	160	Júpiter	158	154
Quilha	160	160	Olimpo	160	160	Farol	154	156
Ramadã	168	164	Orfeu	154	156	Garboso	158	148
Reflexo	160	160	Haerofly	168	160	Hamburg	152	150
Ritual	150	150	Larnac	158	154	Guarani	160	158
Tafetá	160	160	Orvalho	160	160	Jequitibá	160	160
Silício	160	164	Leviatã	154	156	Arapuã	160	160
Turbina	158	158	Maltado	160	160	Lampiã	162	164
Tango	160	160	Opala	160	156	Heureca	160	162
Turfa	164	164	Papaia	158	158	Luzeiro	162	164
Totem	162	160	Primavera	166	168	Gran Cruz	160	164
Serelepe	160	162	Néctar	160	158	Imperador	162	160
Tela	158	160	Obelisco	152	160	Nióbio	160	160
Turquesa	158	154	Montanha	160	162	Graciosa	158	158
Taça	160	160	Lampejo	160	160	Gueto	158	158
Tupã	156	158	Oriental	164	168	Minerva	154	150
Tarô	158	158	Lusitano	156	158	Helena	154	152
Tulipa	158	160	Orquídea	160	158	Impostor	160	160
Tatuagem	160	160	Naia	158	160	Sagaz	154	152
Resgate	158	156	Nirvana	154	152			
Sueco	162	160	Líber	158	158			
Qualidade	156	160	Passarela	152	156			
Quiron	160	162	Onda	150	156			
Ravel	154	152	Lança	158	160			
Quevedo	160	158	Notável	162	162			
Rena	154	154						
Queda	158	150						
Parcel	166	166						

Dir: direito; Esq: esquerdo.

Os valores, médias, encontrados foram semelhantes aos observados por Silva (2006), em equinos atletas de alto desempenho de Concurso Completo de Equitação, de raças de origem europeia ($157,86 \pm 2,41$), resultados já esperados, pois, além de terem sido avaliados animais de uma raça resultante de cruzamentos de equinos

européus, o manejo a que estavam submetidos os equinos da PMMG proporcionava liberdade de locomoção e movimentação voluntária dos potros mantidos em piquetes, o que, segundo Smith et al. (2002), promove desenvolvimento estrutural e fisiológico adequado dos componentes do sistema locomotor.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) do ângulo dorsal das articulações metatarsofalangianas e idade de 108 equinos agrupados por faixa etária. Valores mínimo e máximo do ângulo referido

Grupo (faixa etária)	Medida angular				
	Direito	Esquerdo	Média+DP	Mínimo	Máximo
Até 7 (n=40)	157,6±4,8Aa	157,4±5,0Aa	157,5±4,9	142,00	168,00
8 a 12 (n=37)	156,9±5,5Aa	157,6±4,7Aa	157,2±5,1	140,00	168,00
≥13 (n=31)	155,6±6,3Aa	155,6±7,0Aa	155,6±6,7	134,00	170,00
Total (n=108)	156,8±5,6	156,9±5,6	156,9±5,6	134,00	170,00

Letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, determinam diferença entre os valores (P<0,05).

A técnica de biópsia de LN, praticada nas éguas mantidas em piquetes, foi desenvolvida previamente em um piloto com três animais. O procedimento provou ser seguro, viável e minimamente invasivo para a colheita de amostras de LN, visando ao diagnóstico histológico da DD, conforme sugerido por Halper et al. (2006). Foi realizado sem a necessidade de administrar sedativos, com os animais contidos em brete e sob efeito de anestesia local por infiltração. Adicionalmente, outro aspecto que reforça essa classificação é a espessura da cânula de biópsia 14G, semelhante a de uma agulha hipodérmica ou cateter utilizados na rotina clínica.

Não foi observada degeneração de fibras colágenas, neovascularização ou infiltrado inflamatório nas amostras de LN. Nas secções de

LN que não apresentaram acúmulos de PG, corados pelo método de AB pH 2,5, observou-se a coloração azulada, de distribuição homogênea, devido à discreta distribuição de PG.

Algumas amostras de LN apresentaram aumento da basofilia, localizado entre as fibras de colágeno e septos, quando as secções de LN foram coradas em HE, correspondentes ao acréscimo da intensidade azulada e à utilização do método de AB pH 2,5. Considerando que o corante AB reage especificamente com os mucopolissacarídeos (Luna, 1968), o aumento da intensidade azulada, devido aos acúmulos de PG na MEC, permitiu a utilização do controle positivo para avaliação histológica das amostras de LN (animal marcado em negrito na Tab. 3) para animais acometidos de DD.

Tabela 3. Identificação, idade, ângulos dorsais das articulações metatarsofalangianas dos membros direito e esquerdo, de equinos suspeitos de desmíte degenerativa do suspensório da articulação metatarsofalangiana e presença de acúmulos de proteoglicanos (PG) em 15 éguas

Nome	ID	Ângulo		Suspeito	Acúmulos (PG)
		Dir	Esq		
Nação	9	154	150	NÃO	NEGATIVO
Palestina	8	152	160	NÃO	NEGATIVO
Framboesa	23	160	166	NÃO	POSITIVO
Faceira	17	150	154	NÃO	POSITIVO
Fiesta	17	142	142	SIM	POSITIVO
Sósia	22	146	146	SIM	POSITIVO
Rendada	22	114	110	SIM	POSITIVO
Razão	5	145	140	SIM	NEGATIVO
Orgia	7	145	140	SIM	POSITIVO
Caiana	20	145	146	SIM	POSITIVO
Neve	9	150	150	NÃO	NEGATIVO
Branq	17	130	136	SIM	POSITIVO
Alfa	10	142	150	NÃO	NEGATIVO
Troncha	16	146	148	NÃO	POSITIVO
Pítica	17	144	152	NÃO	NEGATIVO

Dir: direita; Esq: esquerda; ID: idade em anos.

Com base nessas características, observaram-se acúmulos de PG entre os feixes de colágeno em nove (60%) das amostras de LN avaliadas, sendo seis (40%) das éguas, que foram consideradas suspeitas para DD pelas mensurações dos ângulos dorsais da AMF, e três (20%) de éguas

consideradas isentas de sinais clínicos de DD. Somente um animal (6,6%), considerado suspeito, não apresentou alterações histológicas condizentes à DD, enquanto cinco (33,3%) equinos hígidos não apresentaram alterações histológicas de LN (Tab. 4).

Tabela 4. Amostras de equinos clinicamente suspeitos e hígidos classificados segundo presença ou ausência de acúmulos de proteoglicanos (PG) ao exame histopatológico do ligamento da nuca

Sinal Clínico	Acúmulos de PG		Total
	Presença	Ausência	
Suspeito	6 (40%)	1 (6,6%)	7 (46,7%)
Hígido	3 (20%)	5 (33,3%)	8 (53,3%)
Total	9 (60%)	6 (40%)	15 (100%)

O critério baseado na presença de ângulos dorsais das AMF inferiores a 146°, como sinal clínico para a suspeita de DD, mostrou certa sensibilidade, com diferença significativa ($P=0,04$), visto que, de sete animais assim considerados, seis (85,7%) possuíam acúmulos de PG nas secções histológicas das biópsias de LN. Estes resultados estão muito próximos dos descritos por Halper et al. (2006), que verificaram esses achados em 89,47% das amostras de LN de equinos com suspeita de DD. A correlação positiva encontrada entre o acúmulo de PG em amostras de LN e o sinal clínico de redução do ângulo dorsal da AMF comprova a natureza sistêmica da DD, como observado por Halper et al. (2006).

Por outro lado, é importante ressaltar a ocorrência de acúmulos de PG em amostras de três animais (20%) com angulação dorsal das AMF acima de 146°, bem como a observação de um animal (6,6%) considerado suspeito pela avaliação dos ângulos das AMF sem acúmulos de PG. Essas ocorrências significam que os achados histológicos nem sempre estão relacionados com a intensidade da manifestação clínica, o que está parcialmente de acordo com Halper et al. (2006), quando afirmaram que a intensidade dos achados histológicos de amostras de LS não se correlacionam diretamente com a manifestação clínica. Pode-se sugerir que estes resultados, atribuídos às alterações histológicas, precederam à alteração clínica, o que explica o fato de existirem animais clinicamente assintomáticos, como citado por Mero (2006). No entanto, a ausência de acúmulos de PG em uma amostra de ligamento não o exclui da possibilidade de ser portador da DD, pois o

tamanho reduzido do fragmento de LN pode restringir a avaliação, conduzindo o examinador a emitir um resultado falso negativo.

O uso do artrogoniômetro para a medida do ângulo da AMF, realizado neste estudo, representa um método de triagem eficiente para a classificação de animais em suspeitos e clinicamente hígidos, desde que se tenha o padrão angular de cada raça, pois, além de se mostrar uma técnica versátil, possibilita a comparação dos valores com a média da população.

Por essas e outras razões, ficam claras as necessidades de mais pesquisas tendo como objeto o tecido ligamentar (Schwarzbach et al., 2008), uma vez que as informações na literatura sobre patofisiologia de desmopatias são escassas e quase sempre extrapoladas de trabalhos em tecido tendíneo.

CONCLUSÕES

A mensuração do ângulo dorsal da articulação metatarsofalangiana mostrou ser um método complementar importante para a avaliação clínica preliminar de animais suspeitos de DD, mas não deve ser utilizada isoladamente para a conclusão do diagnóstico. A técnica de biópsia do LN mostrou ser prática e viável, sem prejuízo ao animal, pois permitiu a realização do exame histológico em equinos vivos. A correlação positiva entre a presença de acúmulos de PG no LN e de animais clinicamente suspeitos aumenta a credibilidade da avaliação do ângulo da AMF, quando considerado o ângulo limite de 146°, entre animais suspeitos ou não de DD.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG por meio do Projeto APQ-3675-5.04/07.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M.; MAYRE, J.; SANTOS, A.S. *Biostat 3.0, Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2003.
- DYSON, S.; ARTHUR, R.M.; PALMER, S.E. et al. Suspensory ligament desmitis. *Vet. Clin. N. Am.: Equine Pract.*, v.11, p.177-215, 1995.
- GIBSON, K.T.; STEEL, C.M. Conditions of the suspensory ligament causing lameness in horses. *Equine Vet. Edu.*, v.14, p.39-50, 2002.
- HALPER, J.; BYOUNGJAE, K.; KHAN, A. et al. Degenerative suspensory ligament desmitis as a systemic disorder characterized by proteoglycan accumulation. *BMC Vet. Res.*, v.2, p.12, 2006.
- LAGE, M.C. *Caracterização morfológica dos aprumos e do padrão de deslocamento de equinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a qualidade da marcha*. 2001. 113f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- LUNA, L.G. *Manual of histologyc staining methods of the Arms Force Institute of Pathology*. New York: McGraw Hill, 1968.
- MERO, J.L. Diagnostic protocol for degenerative suspensory ligament desmitis. 2006. Disponível em: <<http://www.angelfire.com>>. Acessado em: 12 ago. 2006.
- MERO, J.L.; SCARLETT, J.M. Diagnostic criteria for degenerative suspensory ligament desmitis in Peruvian Paso horses. *J. Equine. Vet. Sci.*, v.25, p.224-228, 2005.
- SCHWARZBACH, S.V.; PAGLIOSA, G.M.; ROSCOE, M.P. et al. Ligamento suspensório da articulação metacarpometatarsofalangianas nos equinos: aspectos evolutivos, anatômicos, histofisiológicos e das afecções. *Cienc. Rural*, v.38, p.1193-1198, 2008.
- SILVA, E.A.G. *Avaliação morfológica e do desempenho de cavalos atletas de Concurso Completo de Equitação*, 2006. 104f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SMITH, R.K.W.; BIRCH, H.L.; GOODMAN, S. et al. The influence of aging and exercise on tendon growth and degeneration-hypotheses for the initiation and prevention of strain-induced tendinopathies. *Comp. Bioch. Phys.*, v.133, p.1039-1050, 2002.
- SPEIRS, V.C. *Exame clínico de equinos*. Porto Alegre: Artmed, 1997.