

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANATOMIA RADIOLÓGICA DA PLACA DE
CRESCIMENTO DOS OSSOS LONGOS
EM POTROS CRIoulos**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rodrigo Colares Luiz

**Santa Maria, RS, Brasil
2005**

ANATOMIA RADIOLÓGICA DA PLACA DE CRESCIMENTO DOS OSSOS LONGOS EM POTROS CRIoulos

por

Rodrigo Colares Luiz

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária – Área de Concentração em Clínica Médica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

Orientador: Dr. Flavio Dessessards De La Corte

**Santa Maria, RS, Brasil
2005**

Luiz, Rodrigo Colares, 1976-

L953a

Anatomia radiológica da placa de crescimento dos ossos longos em potros crioulos / por Rodrigo Colares Luiz ; orientador Flavio Dessesards De La Corte . – Santa Maria, 2005

29 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2005.

1. Medicina veterinária 2. Cavalo crioulo 3. Radiologia veterinária 4. Placa de crescimento 5. Raios-X I. La Corte, Flavio Dessesards II. Título

CDU: 619:636.13

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**ANATOMIA RADIOLÓGICA DA PLACA DE CRESCIMENTO DOS
OSSOS LONGOS EM POTROS CRIoulos**

elaborada por
Rodrigo Colares Luiz

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

COMISSÃO EXAMINADORA:

Flavio Dessessards De La Corte, Dr.
(Presidente/Orientador)

Carmen Lize Buchmann de Godoy, Dr^a. (UFSM)

Mário Kurtz Filho, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 26 de agosto de 2005.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Flávio De La Corte pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos com relação a pesquisa.

A Dr^a Karin Brás pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

A Jhansy Colares pela amizade e incentivo para o término do projeto.

A Deus por permitir que um sonho possa tornar-se realidade.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ANATOMIA RADIOLÓGICA DA PLACA DE CRESCIMENTO DOS OSSOS LONGOS EM POTROS CRIoulos

AUTOR: RODRIGO COLARES LUIZ
ORIENTADOR: DR. FLAVIO DESSESSARDS DE LA CORTE
Santa Maria, 26 de agosto de 2005.

Com o objetivo de determinar a idade do fechamento das placas de crescimento dos ossos foram usados 92 potros da raça crioula com idade de 6 a 29 meses, de ambos os sexos, provenientes de 5 criatórios diferentes. Foram radiografadas as placas de crescimento distais do terceiro metacarpiano, do rádio e da tíbia. A imagem radiológica foi classificada, quanto ao fechamento em: visível, parcialmente visível ou não visível. Foram avaliados a influência do sexo, propriedade e regime nutricional sobre o fechamento da placa de crescimento. Aos sete meses a placa de crescimento do metacarpiano principal apresentava-se não visível. A placa de crescimento distal da tíbia aos 23 meses não era possível identificar. No aspecto distal do rádio a placa de crescimento esteve visível até aos 25 meses de idade. As placas de crescimento foram incluídas na classificação de não visíveis em diferentes idades dos potros, na dependência da estrutura avaliada; aos sete meses no metacarpiano principal, aos 23 meses na tíbia e aos 25 meses no aspecto distal do rádio. Os resultados deste estudo comprovam que o fechamento das placas de crescimento similar ao observado em outras raças.

Palavras-chave: Placas de crescimento – raios-X – Crioulos.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Veterinary Post Graduation Program
Federal University Santa Maria, RS, Brasil

**ANATOMIA RADIOLÓGICA DA PLACA DE CRESCIMENTO DOS OSSOS
LONGOS EM POTROS CRIoulos**
(RADIOLOGICAL ANATOMY OF THE GROWTH PLATES OF THE LONG BONES
IN FOALS OF THE CRIOLLO BREED)

AUTHOR: RODRIGO COLARES LUIZ
ADVISER: DR. FLAVIO DESSESSARDS DE LA CORTE
Date and Place of Presentation: Santa Maria, August 26th, 2005.

With the objective of documenting the moment of closing of the physeal plates of the bones, this study used 92 foals of the creollo breed aged between 6 and 29 months. Using the ante-posterior projection, radiographic images were taken of the anterior and posterior members of both sexes for the distal portion of the radial, the 3rd metacarpal and the distal aspect of the tibia. The ante-posterior radiographic projection was utilized in all cases. The radiographic image of the growth plate was classified as visible, partially visible or not visible. At 7 months the growth plate of the principal metacarpal was not visible. In the distal physis of the tibia it was not possible to identify it at 23 months. In the distal aspect of the radius it was visible at age 25 months.

Key-words: Physeal plates – X-ray – Criollo.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Radiografias da placa epifisiária distal do metacarpiano principal em potros da raça Crioula. As setas marcam o local da placa epifisiária visível em um potro de 6 meses de idade. Na segunda radiografia, observa-se a placa epifisiária parcialmente visível num potro de 7 meses de idade. Na terceira radiografia já não é possível identificar a placa epifisiária também num potro de 7 meses de idade 23
- FIGURA 2 – Radiografias da placa epifisiária distal do rádio em potros da raça Crioula. A primeira radiografia mostra uma placa epifisiária visível em um potro de 15 meses de idade 24
- FIGURA 3 – A radiografia era possível identificar a placa epifisiária em um potro de 27 meses de idade 24
- FIGURA 4 – Radiografias da placa epifisiária distal da tíbia em potros da raça Crioula. A primeira radiografia mostra uma placa epifisiária visível em um potro de 6 meses de idade. Na segunda radiografia já não é possível identificar a placa epifisiária distal num potro de 25 meses de idade 26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Idade estimada, em meses, do fechamento das placas de crescimento em eqüinos segundo Ross & Dyson (2003) e Stashak (1994)	16
TABELA 2 – Resultados Radiológicos obtidos, da visualização da placa epifisiária distal no terceiro metacarpiano, rádio e tibia em 92 potros da raça crioula conforme grupo etário	22

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Composição	11
2.2 Classificação	12
2.3 Função	12
2.4 Crescimento ósseo	13
2.5 Fatores que afetam o desenvolvimento ósseo	14
2.6 Fechamento das placas de crescimento	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Placa de crescimento do 3º Metacarpiano	22
4.2 Placa de crescimento do rádio	24
4.3 Placa de crescimento da tíbia	25
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A crescente valorização dos animais de competição de diferentes raças, como os Quarto de Milha, Puro Sangue de Corrida e as raças de salto e adestramento, trouxe a necessidade de um incremento nos métodos de criação destes eqüinos.

Acredita-se que, com a seleção para busca de precocidade, aumentem os distúrbios esqueléticos dos membros eqüinos (FREEMAN, 2005). As mudanças impostas pelo homem na forma de criar, alimentar e treinar estes cavalos são resultado direto desta sofisticação, o que acarretou o surgimento de muitos problemas, principalmente de origem ortopédica. O interesse na área de ortopedia pediátrica já ocupou o espaço de várias publicações científicas (RIECK *et al.*, 1998, 1999; FEESEL, 1998; AUER & STICK, 1999).

A conformação dos membros dos potros atletas tem sido o maior foco de atenção de veterinários e criadores nos últimos 20 anos, principalmente, pelo impacto desta conformação na valorização econômica de cada indivíduo (SANTSCHI, 2003). O mesmo pode ser dito sobre os cavalos crioulos, onde se observa uma crescente valorização econômica nos últimos anos. Tradicionalmente, os cavalos crioulos são considerados animais rústicos embora, não necessariamente, precoces. A pressão da indústria do cavalo Crioulo sobre a criação e a profissionalização, observadas nas competições desta raça, tem feito com que animais cada vez mais jovens sejam preparados para competições de conformação, para a doma e treinamento. Da mesma forma que o observado em outras raças, isto pode resultar no aparecimento de lesões músculo-esqueléticas, devido à falta de maturidade do esqueleto em suportar a carga de trabalho a que é submetido.

A maturidade esquelética pode ser avaliada subjetivamente pelo peso

corporal, altura e mais objetivamente através do exame radiológico da placa de crescimento fiseal, responsável pelo crescimento dos ossos longos após o nascimento. A placa de crescimento é característica da arquitetura celular antes do nascimento e de animais jovens. As células das cartilagens da placa de crescimento podem ser divididas em zonas de diferentes tamanhos e números de células e com respectivas aparências histológicas e função celular (STASHAK, 2002).

A medida que o crescimento longitudinal do osso cessa, a cartilagem fisária torna-se, progressivamente, mais delgada. Ao final de sua atividade, ela não é mais visível nas radiografias, caracterizando a fusão da epífise com a metáfise o que denominamos de fechamento da placa fisária. A cartilagem de crescimento é substituída por substância óssea trabecular, a substituição vai ocorrendo durante o fechamento, ou melhor, é o que caracteriza o fechamento. A cartilagem de crescimento é substituída por substância óssea trabecular. (STASHAK, 2002).

O momento de fechamento da cartilagem fisária varia de acordo com o osso, algumas fechando ainda dentro do útero enquanto que outras permanecem presentes por vários anos. A identificação do momento do fechamento da placa fisária dos ossos longos dos potros da raça Crioula seria uma forma de se estimar o grau de desenvolvimento ósseo do animal. Na raça Puro Sangue de Corrida isto é usado como parâmetro para os profissionais determinarem o tipo e intensidade de exercícios a que os potros podem ser submetidos (STASHAK, 2002). Por outro lado, todo o processo de correção de desvios axiais dos membros também depende da idade em que ocorre o fechamento das placas de crescimento. Tanto as técnicas não cirúrgicas como as cirúrgicas para correção dos desvios de aprumos dependem da atividade fisiológica da placa de crescimento dos ossos longos.

O presente estudo visa avaliar radiologicamente as placas fisárias de potros da raça Crioula para determinar a idade (meses) em que ocorre o fechamento destas placas fisárias, determinado pelo seu desaparecimento nas radiografias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ossos possuem uma variedade de formas e tamanhos. Os ossos longos, como o fêmur e o úmero, têm placas de crescimento ou hastes tubulares de paredes espessas, que se expandem em cada extremidade numa metáfise e numa epífise. A cartilagem articular recobre a epífise interna das articulações sinoviais (FEESEL, 1998). A rigidez do tecido ósseo é resultante da interação entre o componente orgânico e o componente mineral da matriz (GENESER, 1987).

2.1 Composição

A matriz óssea é constituída por uma parte orgânica e outra inorgânica. Os osteoblastos sintetizam o componente orgânico da matriz óssea, composto por colágeno tipo I (95%), glicoproteínas e proteoglicanos. Quando o osso é descalcificado, a matriz orgânica se cora com corantes específicos de colágeno. Durante a alta atividade de síntese os osteoblastos apresentam basofilia. A basofilia do citoplasma diminui com a redução da síntese protéica. Os osteoblastos também concentram fosfato de cálcio, participando da mineralização da matriz e dão origem aos osteócitos quando são envolvidos completamente por matriz óssea. O sistema de comunicação intercelular é semelhante ao existente entre os osteócitos (GENESER, 1987).

Os osteócitos estão localizados em cavidades ou lacunas dentro da matriz óssea. Estas lacunas se comunicam com outras lacunas através de canalículos, permitindo a difusão de nutrientes devido à comunicação entre os osteócitos. Os osteócitos auxiliam na manutenção da integridade da matriz óssea (GENESER, 1987).

Os osteoclastos participam dos processos de absorção e remodelação do tecido ósseo. Eles são células gigantes multinucleadas, extensamente ramificadas, derivadas da fusão de monócitos que atravessam os capilares sanguíneos. O citoplasma de osteoclastos jovens apresenta leve basofilia, que diminui progressivamente com o amadurecimento da célula, até que o citoplasma se torne acidófilo. Dilatações dos osteoclastos, através de ação enzimática escavam a matriz óssea formando depressões conhecidas como lacunas de Howship.

A matriz inorgânica é composta essencialmente de íons de fosfato e cálcio formando cristais de hidroxiapatita (GENESER, 1987). Com o envelhecimento, tecido adiposo também vai se acumulando dentro dos ossos longos, substituindo a medula vermelha que ali existia previamente (FEESEL, 1998). O conteúdo mineral do osso (69%) contribui para a densidade do mesmo. O osso recém formado com mineralização incompleta tem baixa densidade enquanto que o osso completamente mineralizado apresenta maior densidade (BANKS , 1993).

2.2 Classificação

O tecido ósseo pode ser classificado de acordo com o seu aspecto morfológico e anatômico em: chatos, longos, curtos, esponjosos e compactos. Os ossos pneumáticos conservam grande quantidade de ar no seu interior. Considerando o aspecto histológico o tecido ósseo é dividido em primário e secundário. O tecido ósseo secundário também é conhecido como tecido ósseo haversiano ou lacunar (GENESER, 1987).

2.3 Função

Os ossos se caracterizam por apresentar um alto grau de rigidez e resistência à pressão. Por isso, suas principais funções estão relacionadas à proteção e sustentação. Além disto eles servem de alavanca e apoio para os músculos, aumentando a coordenação e força do movimento gerado pela contração muscular. Os ossos também são grandes armazenadores de substâncias, sobretudo íons de cálcio e fosfato (FEESEL, 1998).

2.4 Crescimento ósseo

O crescimento dos ossos ocorre por dois processos: intramembranoso e endocondral. Nos ossos longos ocorre, primariamente, a ossificação endocondral a partir de uma matriz cartilaginosa (BEBCHUK, 2003). Isto é, durante a vida fetal os ossos têm um molde composto inteiramente por cartilagem. Os núcleos de ossificação se desenvolvem no centro dos futuros ossos longos (diáfise) e também nas extremidades (epífise). Com o início da ossificação, uma epífise óssea se desenvolve em cada extremidade e a diáfise óssea se desenvolve no centro. Entre os centros de ossificação epifisários e diafisário está a placa de crescimento (cartilagem) metafisária também chamada fise. As cartilagens metafisárias ou placas de crescimento são regiões altamente especializadas divididas em quatro zonas de camadas de células, que variam quanto à altura, número de células e também aparência histológica e função celular.

O crescimento ósseo da diáfise e epífise são separadas pela região metafisária. Esta região consiste em uma placa de cartilagem hialina especializada chamada de fise, que é responsável no animal pelo crescimento em comprimento da metáfise, que é uma zona trabecular temporária convertida em trabecular permanente (DELLMANN & EURELL, 1998).

A cartilagem da fise e da epífise é composta por condrócitos incrustados na matriz de proteoglicanos e fibras colágenas. O processo de ossificação inicia-se na zona germinativa, ou de condrócitos em repouso, passa a proliferação de condrócitos, maturação, hipertrofia, produção de matriz cartilaginosa, mineralização da matriz, morte dos condrócitos, invasão por vasos sanguíneos e deposição de tecido ósseo sobre a matriz cartilaginosa mineralizada para formar as trabéculas do osso esponjoso (JEFFCOTT, 1992; AUER & STICK, 1999). Os condrócitos em repouso estão dispostos periféricamente. Com a divisão celular (crescimento) eles se dispõem em colunas longitudinais. O crescimento ocorre no lado epifisário da cartilagem, enquanto que a ossificação e reabsorção pelos osteoclastos ocorrem pelo lado diafisário. O crescimento nas placas de crescimento ocorre dos 130 dias de gestação até os dois anos de idade, sendo que canais de cartilagem podem ser identificados nas placas de crescimento do feto antes dos 130 dias de gestação (STASHAK, 2002).

Em eqüinos adultos, o osso é constantemente formado e reabsorvido

mantendo um equilíbrio dos ossos longos. Na fase de crescimento dos animais a formação excede à reabsorção (MÄENPÄÄ *et al.*, 1990). Nos animais jovens, as atividades de multiplicação celular, hipertrofia e calcificação permitem o crescimento longitudinal dos ossos longos após o nascimento (STASHAK, 1994; AUER & STICK, 1999; KERBER, 2001).

O fim do crescimento longitudinal do osso ocorre quando a cartilagem metafisária se torna cada vez mais delgada e a epífise e a metáfise se fundem (STASHAK, 2002). A fusão das placas de crescimento de cada osso ocorre em momentos diferentes e varia conforme a espécie. Geralmente as placas de crescimento distais fecham antes das proximais (KERBER, 2001).

2.5 Fatores que afetam o desenvolvimento ósseo

Os fatores que influenciam o tamanho dos ossos são, primariamente, de origem genética, mas também hormonal, ambiental e nutricional (FEESSEL, 1998).

Os hormônios presentes nos fatores de crescimento e na zona de crescimento caracterizam a interação entre os fatores de crescimento, essencial para o crescimento fisiológico da placa e o desenvolvimento do esqueleto (BONASSAR & TRIPPAL, 1997). A formação e a reabsorção óssea depende dos osteoblastos e osteoclastos, respectivamente, regulados por fatores locais como células do sistema imune e fatores sistêmicos, como os hormônios da paratireóide (MÄENPÄÄ *et al.*, 1990).

O hormônio que influencia o crescimento em aves e mamíferos, é o hormônio do crescimento. A administração direta na placa de crescimento fiseal de ratos hipofisectomizados estimula o crescimento unilateral do osso unilateral sugerindo que o hormônio do crescimento age diretamente nos condrócitos da placa fiseal (MONSONEGO *et al.*, 1995).

A insulina também tem efeito direto e poderoso sobre a cartilagem da placa de crescimento. *In vitro*, ela estimula a mitose e diferenciação dos condrócitos desta estrutura (BONASSAR & TRIPPAL, 1997). Isto parece explicar, em parte os distúrbios de crescimento observado em animais que são alimentados com uma dieta muito rica em carboidratos (SAVAGE, 1998).

Ao acompanhar o desenvolvimento de ossos longos foi observado um retardo no crescimento na região distal da fise do carpo, atribuída à morfologia dos ossos

carpianos. A relação entre os fatores que afetam a conformação dos membros como maturidade esquelética, genética e outras influências é complexa e interdependente. Baseados em estudos prospectivos de animais da raça Puro Sangue de Corrida acredita-se que a conformação do carpo tenha predisposição genética (SANTSCHI, 2003). Isto já fora mencionado em outro estudo com 96 potros da raça Puro Sangue de Corrida, filhos de oito garanhões diferentes, sobre a conformação do carpo em potros recém-nascidos (RIECK *et al.*, 1998).

O potencial genético para o crescimento que os cavalos apresentam é expresso desde que eles recebam o aporte nutricional adequado e sejam exercitados. Além disto, também há influência racial sobre o crescimento (FREEMAN, 2005).

Para explorar o potencial genético de crescimento as necessidades nutricionais, ou seja, necessidades energéticas, protéicas, vitamínicas e minerais, devem ser atendidas de forma balanceada. Nutrientes básicos para o desenvolvimento ósseo (proteínas e minerais) são absorvidos pelo intestino delgado, sendo necessário fracionar a ração dos potros o maior número de vezes possível, visando o melhor aproveitamento do alimento (RESENDE, 2004).

A forragem apresenta teores variáveis de energia, proteína bruta, minerais e vitaminas (REDMON & FREEMAN, 2004). A ingestão excessiva de proteínas por cavalos jovens não aumenta a taxa de crescimento quando comparada com dietas contendo níveis recomendados de proteínas. A absorção e eliminação do cálcio também não são afetadas pela alta ingestão de proteínas. Dieta com excesso de proteína e energia resultam em distúrbios no crescimento da cartilagem metafisária. Ocorre aumento no número de células na cartilagem das placas metafisária e epifisária, mas diminuição de glicosaminoglicanos e colágenos na matriz cartilaginosa. As alterações na matriz cartilaginosa dificultam a penetração dos capilares necessários à ossificação endocondral (McILWRAITH & TROTTER, 1996).

O estímulo mecânico, resultado de um peso excessivo, é um importante fator na maturidade e remodelação óssea (REICH *et al.*, 2005). Segundo estes autores, o excesso de peso dos potros inibe o crescimento do osso e promove maior vascularização e ossificação das fises.

Outros fatores também podem afetar o crescimento ósseo. Em aves foi observado que, *in vitro*, a oxitetraciclina, antibiótico muito usado na indústria avícola, inibe a degradação da cartilagem epifisária (ORTH *et al.*, 1997).

2.6 Fechamento das placas de crescimento

O fechamento funcional das fises, isto é, o encerramento dos eventos fisiológicos desta região, ocorre antes do fechamento radiológico (STASHAK, 2002; ROSS & DYSON, 2003). A idade estimada de fechamento das placas de crescimento dos ossos longos em eqüinos podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1 – Idade estimada, em meses, do fechamento das placas de crescimento em eqüinos segundo Ross & Dyson (2003) e Stashak (1994).

Físes	Ross & Dyson (2003)	Stashak (1994)
Escápula	12 a 24	9 a 18
Úmero	24 a 36	26-42
Distal do rádio	22 a 42	22-42
Ulna	24 a 36	27-42
1ª e 2ª Falange	6 a 9	6-15
Proximal da tíbia	30	36-42
Distal da tíbia	17 a 24	17-24
Distal do terceiro metacarpiano/metatarsiano	9-18	6 a 18

A adaptação morfológica e mecânica são importantes para o crescimento da placa em condições de exercício voluntário. A força mecânica é essencial para o desenvolvimento do esqueleto durante o crescimento, sendo demonstrado que o crescimento longitudinal do osso é também influenciado pelo estímulo mecânico. Existem dois tipos de epífise, a de tração, nas áreas de inserção de músculos e tendão, e a original. A maioria do crescimento do osso ocorre por estímulo da pressão na epífise (BEBCHUK, 2003).

O crescimento longitudinal do osso é retardado pela compressão e estimulado pela redução na compressão (NIEHOFF *et al.*, 2004). Este fato foi demonstrado em estudos experimentais em camundongos (VAN'T VEEN *et al.*, 1995), comprovando que até mesmo os ossos de origem embrionária, são capazes de responderem à estimulação mecânica, acelerando o seu processo de ossificação. O estímulo intermitente de compressão na cartilagem dos ossos embrionários rudimentares leva a calcificação *in vitro* (VAN'T VEEN *et al.*, 1995).

Judex & Zernicke (2000) trabalhando com potros de raças de salto, relataram

que exercício durante o crescimento pode contribuir significativamente para aumentar o desenvolvimento do osso nos potros, sendo que este exercício deve ter um protocolo com máxima eficiência para não promover o surgimento de patologias ósseas nestes animais.

Na pressão das placas de crescimento, são subjetivas as forças compressivas, onde a tração nas placas de crescimento é influenciada pela tensão. Se houver excesso de força, podem ocorrer fraturas fiseais. A etiologia das fraturas varia de trauma externo ou forças internas de pressão (HUNT & MCGEE, 2003). Em humanos as fraturas fiseais são relacionadas à ação das forças em crianças e adolescentes que fazem atividades esportivas. O tratamento pode ser conservativo com imobilização do local ou cirúrgico, tendo como complicações distúrbios no crescimento, resultando em deformidade angular, doenças degenerativas e artrites (HERMAN & MACEWEN, 2003).

De acordo com Adams & Fessler (2000), as cirurgias para correção podem ser feitas a partir de dois meses de idade até seis meses, para melhor resposta cirúrgica, dependendo do local da deformidade.

Conforme Hoekstra & Nielsen (1998), os potros que têm acesso livre para o exercício podem ter maior velocidade no campo. Havendo melhor estrutura esquelética, estando preparado para o treinamento e competição com um limite maior de exercício, o desenvolvimento do osso é negativamente afetado em potros confinados em cocheiras com acesso ao exercício limitado.

A avaliação da maturidade do osso é importante para prevenir um treinamento impróprio ou precoce para competição com cavalos com imaturidade óssea, incapacitando o animal para competições esportivas futuras. Segundo Mamprim *et al.* (1997), observa-se uma relação direta entre a imaturidade do osso e incidência de patologias no sistema locomotor em treinamento. A vida útil (campanha nas pistas) de muitos cavalos da raça Puro Sangue de Corrida termina prematuramente devido às competições aos dois anos de idade, por lesões como exostoses, carpites, sesamoidites e fraturas de sesamóides (MASON & BOURKE, 1973).

Na Austrália, muitos animais Puro Sangue começam as competições antes dos dois anos de idade. Ainda relativamente imaturos, ficando predispostos a problemas ortopédicos devido à imaturidade, trabalho excessivo, conformação defeituosa ou a combinação de todos estes fatores. Embora, muitas condições

comumente sejam passíveis de tratamento médico ou cirúrgico, existe sempre a dificuldade em recuperar todo o potencial atlético do indivíduo (MASON & BOURKE, 1973).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 92 potros da raça Crioula de ambos os sexos, com idade variando entre 6 e 29 meses, com anamnese conhecida e sem alterações clínicas detectáveis. Os animais pertenciam a cinco propriedades particulares (Propriedade 1 a 5), localizadas no Rio Grande do Sul. No total, foram radiografados potros oriundos de três gerações consecutivas, de 2002 a 2005.

Os potros foram distribuídos por idades, 6 a 15 meses (Idade 1), 19 a 21 meses (Idade 2), 22 a 25 meses (Idade 3) e 26 a 29 meses (Idade 4). A distribuição dos grupos etários se baseou nos períodos estabelecidos anteriormente de fechamento das placas epifisiárias para cavalos de outras raças (STASHAK, 1994).

Os animais foram manejados de acordo com os critérios adotados em cada propriedade. A maioria destes animais foi alimentada em campo nativo ou pastagem cultivada. Com a finalidade de se avaliar um possível efeito do regime alimentar a que os potros foram submetidos eles foram divididos em 2 grupos (Campo Nativo – e Pastagem).

As radiografias foram realizadas, centrando-se o feixe principal de radiação na porção distal do 3º metacarpiano, porção distal de rádio e porção distal de tíbia, com o objetivo de se avaliar a presença e o aspecto radiológico da placa epifisiária.

Os potros foram radiografados em estação, sobre uma superfície plana, com apoio uniforme, usando-se um aparelho de Raios-X portátil de 100 mA (miliampéres), chassis de 18X24, filme rápido, avental e luvas plumbíferas. Padronizou-se os fatores de exposição em 80 Kw com tempo de exposição de 0,40 segundos para cada exposição, com posterior revelação manual.

Após coleta de dados radiológicos, estes foram analisados e classificados por: placa epifisiária não visível (índice 0), placa epifisiária parcialmente visível

(índice 1) ou placa epifisiária visível (índice 2), através de observação e análise em negatoscópio.

Todos os animais eram oriundos de linhagens da raça Crioula já selecionadas para as provas do Freio de Ouro.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva e teste do Qui-quadrado. O nível de significância foi ajustado em 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As radiografias foram realizadas com todos os potros em estação. A dificuldade em radiografar potros jovens começa pelo comportamento inquieto dos indivíduos. A maioria não era domada e, portanto, algumas radiografias apresentaram problemas de qualidade decorrentes do movimento dos animais. Entretanto, esta parece não ter influenciado a visualização da placa epifisiária para sua avaliação. Aquelas radiografias onde a baixa qualidade comprometia a visualização da placa de crescimento, do aspecto medial ao lateral, foram descartadas do estudo.

Todos os potros eram descendentes de animais selecionados para disputar as provas do Freio de Ouro, o que não permitiu uma comparação com outras linhagens, o que investigaria uma possível influência genética no amadurecimento do esqueleto.

Um total de 92 potros da raça Crioula, 39 potros (42,4%) machos e 53 (57,6%) fêmeas escolhidos ao acaso, com idade variando entre 6 a 29 meses foi usado neste estudo.

Os animais, oriundos de cinco propriedades diferentes foram criados em campo nativo (77,2%) ou pastagem cultivada (22,8%). Os resultados relativos à placa de crescimento foi diferente entre os regimes nutricionais. Os animais criados em campo nativo apresentaram as placas epifisiárias visíveis em 26,6% das radiografias, parcialmente visíveis em 15,1% e não visíveis em 29,3% comparadas às radiografias dos potros em pastagem que apresentaram 3,38%, 1,91% e 3,71%, respectivamente ($p < 0,05$). É importante salientar que o número de potros entre as propriedades foi desigual. A maioria dos animais de pastagens cultivada pertenciam à Propriedade 2. O incremento nas práticas de criação pode ter sido responsável

pelas diferenças observadas entre os potros criados em pastagem cultivada e os criados em campo nativo.

Relatos de Médicos Veterinários que trabalham com eqüinos da raça Crioula apontam para o surgimento de lesões ortopédicas do desenvolvimento, como conseqüências desta mudança no aspecto nutricional. Tais relatos são corroborados pela primeira descrição de osteocondrose, uma doença de caráter de desenvolvimento, diagnosticada em um potro da mesma raça (BUENO *et al.*, 2004).

Eles estavam assim distribuídos: 4 potros (4.3%) da Propriedade 1; 13 potros (14.1%) da Propriedade 2; 43 potros (46.7%) da Propriedade 3; 10 potros (10.9%) da Propriedade 4 e 22 potros (23.9%) da Propriedade 5 ($p < 0,05$).

Observou-se também uma distribuição desequilibrada com relação à idade dos potros. Cerca de 16.83 % dos potros do Idade 1 e 12.62 % do Idade 4 pertenciam à Cabanha 3.

Os grupos de idade ficaram assim distribuídos: Idade 1, formado por potros de 6 a 15 meses ($n = 36$, 39.1%); Idade 2, por potros de 19 a 21 meses ($n = 12$, 13%); Idade 3, por 22 a 25 meses ($n = 17$, 18.5%) e Idade 4, por 26 até 29 meses ($n = 27$, 29.3%).

4.1 Placa de crescimento do 3º Metacarpiano

Os valores médios atribuídos à placa epifisiária do 3º metacarpiano na Idade 1 foi de 0.22 (Tabela 2). Isto ocorreu porque o grupo era formado por potros de 6 a 15 meses de idade.

TABELA 2 – Resultados Radiológicos obtidos, da visualização da placa epifisiária distal no terceiro metacarpiano, rádio e tibia em 92 potros da raça crioula conforme grupo etário.

Osso	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4
Terceiro Metacarpiano	0,22 ± 0,07	0	0	24
Rádio	1,5 ± 0,11	2,0	1,0 ± 0,21	0
Tibia	1,5 ± 0,11	1,0	0,29 ± 0,11	0

Idade 1 (6-15 meses) Idade 2 (19-21 meses) Idade 3 (22-25 meses) Idade 4 (26-29 meses)
($p < 0,05$)

Índice 0 = Placa Epifisiária não visível

Índice 1 = Placa Epifisiária parcialmente visível

Índice 2 = Placa Epifisiária visível

A placa de crescimento no aspecto distal do metacarpiano principal era parcialmente visível ($0,73 \pm 0,15$) nos onze potros radiografados já aos 6 meses de idade (Figura 1).

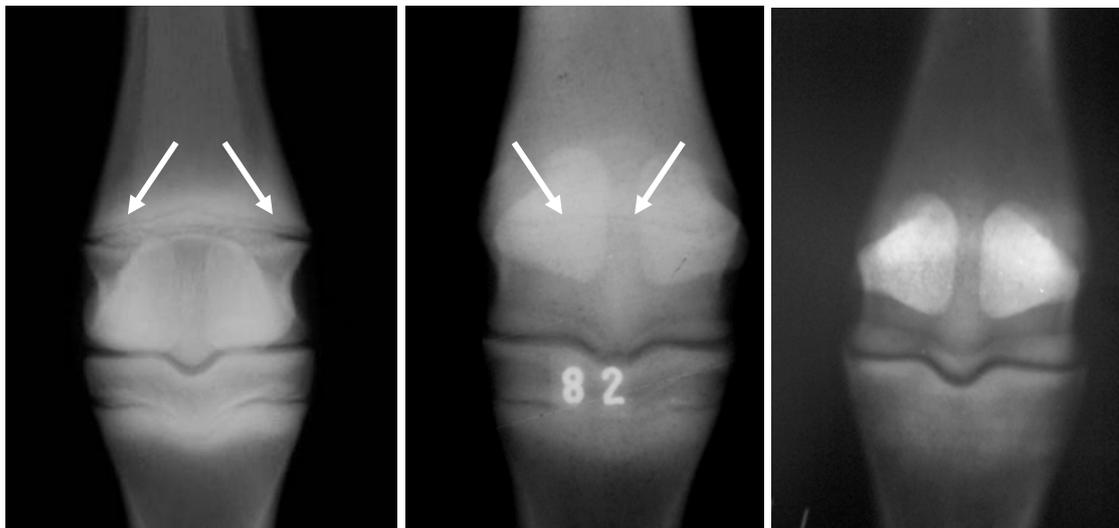


FIGURA 1 – Radiografias da placa epifisiária distal do metacarpiano principal em potros da raça Crioula. As setas marcam o local da placa epifisiária visível em um potro de 6 meses de idade. Na segunda radiografia, observa-se a placa epifisiária parcialmente visível num potro de 7 meses de idade. Na terceira radiografia já não é possível identificar a placa epifisiária também num potro de 7 meses de idade.

Nenhum dos 13 potros com 7 meses de idade apresentavam a placa epifisiária visível nas radiografias. Obviamente que, ao desaparecer das radiografias, já aos 7 meses, esta não foi identificada em nenhum indivíduo dos outros grupos etários. Não houve uma influência da propriedade, ou seja do método de criação dos animais, sobre o período de fechamento da placa de crescimento do metacarpo ($p = 0,16$).

Existe uma variação maior entre os períodos de fechamento das placas epifisiária, sendo que no terceiro metacarpiano a placa desaparece entre 9-18 meses como os cavalos de salto (ROSS & DYSON, 2003), enquanto que nos animais avaliados neste estudo, entre 6-7 meses. Isto aponta para importantes diferenças entre raças que deverá ser levada em consideração na orientação do manejo nutricional e, nos casos de desvios de aprumos, nas recomendações dos métodos de

correção de aprumos a serem usados para se tratar os animais com problemas.

4.2 Placa de crescimento do rádio

A zona de crescimento no aspecto distal do rádio apresentou-se parcialmente visível ou completamente em todas as radiografias tiradas dos potros do Idades 1 e 2, respectivamente. Entretanto, esta se encontrava parcialmente visível em radiografias dos potros do Idades 3 ($1,0 \pm 0,21$) ($p < 0,05$).



FIGURA 2 – Radiografias da placa epifisiária distal do rádio em potros da raça Crioula. A primeira radiografia mostra uma placa epifisiária visível em um potro de 15 meses de idade.

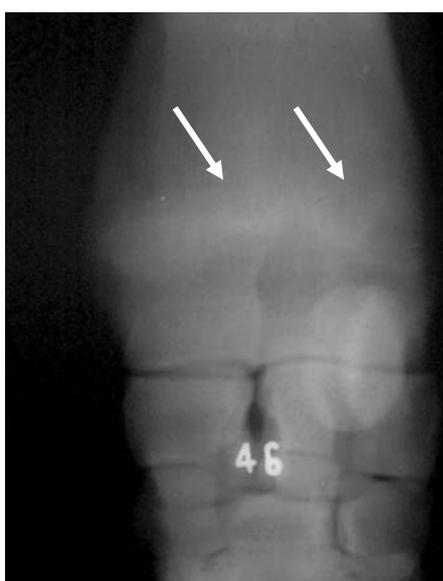


FIGURA 3 – A radiografia era possível identificar a placa epifisiária em um potro de 27 meses de idade.

Aos 25 meses de idade os valores atribuídos a esta placa de crescimento eram na ordem de 0.15 ± 0.15 , indicando que mesmo presente, a placa de crescimento era pouco visível nas radiografias (Figura 3). Este dado reforça a importância do monitoramento do desenvolvimento do esqueleto em potros jovens para decidir o momento mais apropriado para a doma. Sabe-se que em potranças da raça Manga- Larga, a físe distal de rádio radiologicamente cessa sua atividade a partir de 25 meses (MAMPRIM, 1992). Embora, na porção distal do rádio exista uma variação de 22-42 meses nos cavalos de salto (GODOY *et al.*, 2004), nos potros Crioulos deste estudo isto ocorreu já aos 25 meses.

A relevância destes dados do fechamento das placas de crescimento se reflete no fato de que os cavalos crioulos não são, neste sentido, tardios como se acreditava. Mais interessante é o fato de que na raça Puro Sangue de Corrida, o fechamento das placas epifisiárias do rádio ocorre entre 23-25 meses, sendo nos machos mais tardios o processo de fechamento, o que ocorre de forma semelhante a raça Brasileiro de Hipismo (MAMPRIM *et al.*, 1997). Os dados deste estudo em crioulos também demonstram esta influência do sexo do potro sobre o período de fechamento da placa de crescimento do rádio ($p = 0,02$).

Seria interessante, de mesma forma, poder determinar a presença de atividade na placa epifisiária do rádio, estimada pela sua aparência nas radiografias, para se proceder a uma correção cirúrgica de problemas de desvio angular. Verificou-se que, aos 7 meses de idade ($n = 13$), as radiografias apresentaram placa epifisiária do rádio já pouco definida em alguns potros, demonstrado pelos baixos valores atribuídos nas radiografias (Tabela 2). O significado deste achado não está claro, provavelmente com um número maior de animais radiografados se possa definir esta possível variação em relação à placa epifisiária distal do rádio em potros da raça Crioula.

4.3 Placa de crescimento da tíbia

Os valores observados para as radiografias da placa epifisiária da tíbia foram bem abaixo dos valores encontrados à placa epifisiária do rádio, considerando a Idade 3 (Tabela 2). Somente aos 6 meses de idade ($n = 11$) a placa de crescimento apresentou índice 2 nos potros radiografados do Idade 1. Já entre os 19 - 21 meses de idade ($n = 12$) os valores observados indicavam a presença de uma placa

parcialmente visível ($1,0 \pm 0,0$), sugerindo o início do processo de remodelação óssea e desaparecimento da cartilagem fisária. A placa de crescimento da tíbia foi somente parcialmente visível nas radiografias até os 22 meses. Na Idade 3, ou seja, naqueles potros de 22-25 meses de idade ($n = 12$) ela já não era mais visível.

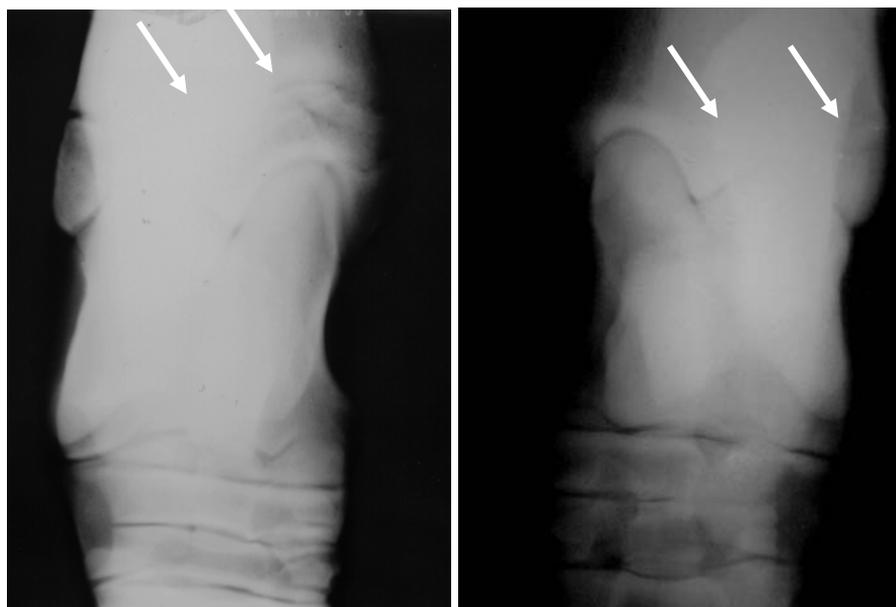


FIGURA 4 – Radiografias da placa epifisiária distal da tíbia em potros da raça Crioula. A primeira radiografia mostra uma placa epifisiária visível em um potro de 6 meses de idade. Na segunda radiografia já não é possível identificar a placa epifisiária distal num potro de 25 meses de idade.

Esta informação é relevante para a tomada de decisão quanto ao método de tratamento de desvios angulares tipo *valgus* ou *varus*, pois a placa epifisiária distal da tíbia desaparece mais cedo em relação à placa de crescimento do rádio. Portanto, as cirurgias na tíbia para correção de aprumos em potros da raça Crioula deveria ser realizada muito antes dos 23 meses de idade para se obter algum efeito positivo.

Na porção distal da tíbia, o desaparecimento da placa epifisiária em cavalos de salto ocorre entre 17-24 meses (GODOY *et al.*, 2004). Nos eqüinos Crioulos isto ocorre já aos 24 meses de idade.

Os resultados aqui observados servem como referência para se estabelecer o momento ideal para a doma de cavalos Crioulos. Animais jovens submetidos a

grandes esforços, muitas vezes com as placas epifisiária ainda visíveis, podem sofrer problemas de lesões músculo-esqueléticas que podem comprometer o desempenho futuro. A compressão excessiva da placa epifisiária pode resultar em distúrbios do crescimento tendo como consequência, o surgimento de problemas como desvios angulares. Considerando-se que nas competições na raça crioula, sobretudo de morfologia, são apresentados potros domados a partir de 29 meses, e que comumente estes animais apresentam excesso de peso e submetidos a exercícios fortes, nem sempre adequados, para desenvolver a musculatura, há risco de lesões nos animais que apresentam a fise ainda em desenvolvimento.

Estes resultados servem de apoio para a determinação do momento mais apropriado para o início dos exercícios físicos, e recomendam o controle radiológico, como rotina para as atividades de pré-doma ou pré-competição.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, é possível estabelecer a idade precisa do fechamento das placas epifisiárias, que pode servir de base para melhorar o desempenho dos animais da raça Crioula.

Em potros de raça Crioula, o fechamento das placa epifisiária do terceiro metacarpiano ocorre entre os 6 e 7 meses de idade. O fechamento da placa epifisiária distal do rádio ocorre entre 23 e 25 meses de idade e o fechamento da placa epifisiária da tibia ocorre a partir dos 22 meses de idade. Os parâmetros usados para se estimar o fechamento da placa epifisiária é similar ao tempo de fechamento observado em outros animais de outras raças.

Os resultados deste estudo confirmam a hipótese de que os potros da raça Crioula são semelhantes no desenvolvimento do esqueleto, aos potros de salto.

Portanto, no que diz respeito à possibilidade de se corrigir aprumos por métodos cirúrgicos, como a transecção periostal ou a colocação de implantes ortopédicos para restrição do crescimento, recomendações usadas para potros das raças Quarto-de-Milha e Puro Sangue de Corrida podem também, ser feitas a potros da raça Crioula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, B.; FESSLER, F. **Atlas of equine surgery**. Philadelphia: W. B. Saunders, 2000, 428 p.
- AUER, J. A.; STICK, J. A. **Equine surgery**. 2. ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1999, 937 p.
- BANKS, N. J.; MOSBY. Musculoskeletal System. **Applied veterinary. Histologie**. 3. ed. Toronto: Mosby, 1993, 498 p.
- BEBCHUK, T. N. Cause and effect of premature physeal closure. **Proceedings ACVS**. Saskatoon: Canada, 2003.
- BONASSAR, L. J.; TRIPPAL, S. B. Interaction of epidermal growth factor and insulin-like growth factor-1 in the regulation of growth plate chondrocyte. **Experimental Cell Research**. v. 234, 1997, p. 1-6.
- BUENO, A. et al. Osteocondrose de articulação fêmur-tíbio-patelar em potro da raça Crioula. Congresso Estadual de Medicina Veterinária, 16, 2004.
- DELLMANN, D.H.; EURELL, A. J. **Textbook of Veterinary Histology**. 5 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Williams , 1998.
- FEESEL, G. **A biologia das células, tecidos e órgãos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- FREEMAN. **Managing young horses for sound growth**. Disponível em: <<http://www.ansi.okstate.edu/exten/horses/f-3977/f-3977.html>>. Acesso em: 10 mai. 2005.
- GENESER, F. **Atlas de histologia**. São Paulo: Panamericana, 1997.
- GODOY, C. L. B. et al. Fechamento epifisário da extremidade distal do rádio de equinos da raça brasileira de hipismo. **Ciência Rural**. v. 34, n. 6, 2004, p. 813-815.
- HERMAN, M. J.; MACEWEN, G. D. Physeal fractures of the distal tibia and fibula. **Current Orthopedics**. v. 17, 2003, p. 56-62.
- HOEKSTRA, K. E.; NIELSEN, B. Stalling young horses alters normal bone growth. **World Equine Veterinary Review**. v. 3, n. 2, 1998, p. 9-12.
- HUNT, R. J.; MCGEE, H. D. Management of physeal fractures in foals. **Proceedings ACVS**. Lexington, 2003.

JEFFCOTT, L. B. Osteochondrosis in the horse – searching for the key to pathogenesis. **Equine Veterinary Journal**. v. 23, n. 5, 1992, p. 331-338.

JUDEX, S.; ZERNICKE, R. F. High-impact exercise and growing bone: relation between high strain rates and enhanced bone formation. **J Appl Physiol**. n. 88, 2000, p. 2183-2191.

KERBER, C.E. **Métodos para avaliação da mineralização de equinos em crescimento**. RedeVet- Portal Veterinário, São Paulo, 2001. Capturado em 27 de maio de 2005. Online. Disponível em: <http://www.redevet.com.br/artigos/metodos.htm>

MÄENPÄÄ, P. H. et al. Biochemical indicators of bone formation in foals after transfer from pasture to stables for the winter months. **Am J Vet Res**. v. 49, n. 11, 1988, p. 1990-1992.

MAMPRIM, M. J. et al. Estudo radiográfico do fechamento da epífise distal do rádio em potras da raça Manga-larga. **Veterinária e Zootecnia**. n. 4, 1992, p. 59-62.

_____. Radiographic study of distal radial physal closure in thoroughbred horses. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. v. 38, n. 5. 1997, p. 352-354.

MASON, T. A.; BOURKE, J. M. Closure of the distal radial epiphysis and its relationship to unsoundness in two-year-old thoroughbreds. **Australian Vet Journal**. v. 49, n. 5, 1973, p. 228.

McILWRAITH, C. W.; TROTTER, G. W. **Joint disease in the horse**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1996, 490 p.

MONSONEGO, E. et al. Growth hormone inhibits differentiation of avian epiphyseal growth-plate chondrocytes. **Molecular and Cellular Endocrinology**. v. 114, 1995, p. 35-42.

NIEHOFF, A. et al. Adaptation of mechanical morphological, and biochemical properties of the rat growth plate to dose-dependent voluntary exercise. **BONE**. v. 35, 2004, p. 899-908.

ORTH, M. W. et al. Tetracycline derivatives inhibit cartilage degradation in cultured embryonic chick tibiae. **Research in Veterinary Science**. v. 63, 1997, p. 11-14.

REDMON, L. A.; FREEMAN, D. W. **Forage for horses**. Oklahoma State University, 2004, p. 381-396.

REICH, A., et al. Weight loading young chicks inhibit bone elongation and promote growth plate ossification and vascularization. **J Appl Physiol**. v. 98, 2005, p. 2381-2389.

RESENDE, A. Equinos. **Nutrição**, 2004. Disponível em: <<http://pc2.powerline.com.br/jalencar/alehnut.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2005.

RIECK, S. E. et al. Desvios angulares em potros puro sangue de corrida do nascimento aos 30 dias de vida: origem e incidência. **Ciência Rural**. v. 30. n. 5. Santa Maria, 1998, p. 825-828.

ROSS, M. W.; DYSON, S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. St. Louis: Saunders, 2003, 1140 p.

- SANTSCHI, E. M. Forelimb conformation in thoroughbred foals. **Proceedings ACVS**. 2003.
- SAVAGE, C. J. Etiopathogenesis of Osteochondrosis. In: WHITE, N. A.; MOORE, J. N. **Current Techniques in Equine Surgery and Lameness**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1998, p. 318-322.
- STASHAK, T. S. **Claudicação em eqüinos segundo Adams**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2002, 1174p.
- VANT'VEEN, S. J. G. A. *et al.* Intermittent Compression Stimulates Cartilage Mineralization. **BONE**. v. 17, n. 5, 1995, p. 461-465.