

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE VETERINÁRIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA  
VETERINÁRIA (PATOLOGIA E CIÊNCIAS  
CLÍNICAS)**

**TESE**

**Marcia Torres Ramos**

**2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE VETERINARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINARIA  
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

**ESTUDO RETROSPECTIVO DE ACHADOS RADIOGRÁFICOS NO  
EXAME DE COMPRA DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE  
INGLÊS E SUA CORRELAÇÃO COM A LONGEVIDADE E O  
DESEMPENHO ATLÉTICOS**

**MARCIA TORRES RAMOS**

*Sob a Orientação do Professor  
Marcelo Abidu Figueiredo*

*e Co-orientação da Professora  
Maria Fernanda de Mello Costa*

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutor em  
Medicina Veterinária**, no programa de  
Pós-Graduação em Medicina Veterinária,  
área de concentração em Ciências  
Clínicas.

Seropédica, RJ  
Abril de 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R175e      Ramos, Marcia Torres, 1974-  
                ESTUDO RETROSPECTIVO DE ACHADOS RADIOGRÁFICOS NO  
                EXAME DE COMPRA DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS  
                E SUA CORRELAÇÃO COM A LONGEVIDADE E O DESEMPENHO  
                ATLÉTICOS / Marcia Torres Ramos. - Rio de Janeiro,  
                2019.  
                107 f.

Orientador: Marcelo Abidu-Figueiredo.  
Coorientadora: Maria Fernanda de Mello Costa.  
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MEDICINA  
VETERINÁRIA , 2019.

1. exame de compra. 2. maturidade óssea. 3.  
longevidade atlética. I. Abidu-Figueiredo, Marcelo ,  
1968-, orient. II. de Mello Costa, Maria Fernanda ,  
, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MEDICINA  
VETERINÁRIA . IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

MÁRCIA TORRES RAMOS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Medicina Veterinária, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Concentração em Ciências Clínicas.

TESE APROVADA EM 15/04/2019

*mshm*  
Marcelo Abidu Figueiredo (Ph D) UFRRJ - ORIENTADOR

*Fernando Queiroz de Almeida*  
Fernando Queiroz de Almeida (Ph. D) UFRRJ

*Aline Emerim Pinna*  
Aline Emerim Pinna (Ph. D) UFF

*Daniel Augusto Barroso Lessa*  
Daniel Augusto Barroso Lessa (Ph. D) UFF

*Marco Aurélio Pereira Sampaio*  
Marco Aurélio Pereira Sampaio (Ph. D) UFF

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta obra

Aos meus pais, Claudio e Solange, pelo exemplo de caráter, amor e dedicação na educação dos filhos. Por compreenderem, minhas faltas em um momento tão difícil para nossa família. Sem vocês, meus maiores amores, eu nada seria...

Aos meus irmãos, Marta e Nilo, e aos meus cunhados Eduardo e Gloria, pelo amor, carinho e companheirismo.

Aos meus sobrinhos, Letícia, Laura, Luiz Fernando e Giovanna, meus amores, minha alegria, a expressão mais pura do meu amor.

Aos demais familiares e amigos pela torcida e por compreenderem minha ausência.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”  
(Marcel Proust)

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marcelo Abidu Figueiredo, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação contribuindo para o meu crescimento científico, profissional e pessoal. Não menos importante, pela sua participação ativa, pela sua amizade, apoio e compreensão nos momentos mais difíceis, que não foram poucos. Tenho muito orgulho de ser sua orientada.

À professora Maria Fernanda de Mello Costa, minha brilhante co-orientadora, pela amizade, o apoio e o treinamento recebidos. Grande amiga de toda a vida e do trabalho, uma companheira incansável. Palavras não são capazes de expressar minha gratidão e admiração.

Á Laura Pereira Pinseta, por me trazer, além da sua doce amizade, seu enorme conhecimento e sua generosidade. Muito obrigada por me auxiliar nas avaliações das imagens e por ser uma enorme entusiasta deste trabalho. Tenha a certeza de este ficou muito melhor com a sua participação.

À minha grande amiga Chiara Oliveira, que me introduziu, acompanhou e auxiliou desde o primeiro contato com o universo da pesquisa e por, ainda hoje, ser meu braço forte, um ombro amigo, minha irmã.

À querida amiga Maria Cristina da Fonseca Vieira, meu primeiro grande exemplo profissional, a minha mais profunda gratidão. Acolheu e orientou minha formação profissional desde o início desta longa caminhada da Medicina Veterinária, sempre buscando o melhor para os cavalos. Não há palavras que possam expressar minha admiração e meu amor por você!

À Bianca Cascardo, amiga ímpar, inteligente, intensa e dedicada. Obrigada pelo seu apoio!

À Fabiana Knauckfuss Batalha e ao Paulo Rangel, que me ajudaram de maneira determinante com as estatísticas. Meu muito obrigada pela paciência e disponibilidade.

Aos meus queridos alunos, minhas pragas, meus carrapatinhos, Ana Beatriz, Ana Carolina, Cleyanne, Gabriela, Isabel, Laís, Zeca, além de tantos outros... Saibam que todo o meu esforço é por vocês.

À Universidade Federal Fluminense e à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e seus professores, que fizeram parte da minha formação profissional.

Aos cavalos, minha paixão de infância que perdura ainda hoje, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho, meu mais profundo respeito e agradecimento pelo aprendizado constante e pelo prazer da sua convivência.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!

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

“Cada um que passa em nossa vida passa sozinho,  
pois cada pessoa é única, e nenhuma substitui outra.

Cada um que passa em nossa vida passa sozinho,  
mas não vai só, nem nos deixa sós.

Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo.

Há os que levam muito; mas não há os que não levam nada.

Há os que deixam muito; mas não há os que não deixam nada.

Esta é a maior responsabilidade de nossa vida  
e a prova evidente que nada é ao acaso.”

(Antoine de Saint-Exupery)

## RESUMO

RAMOS, Marcia Torres. **Estudo retrospectivo de achados radiográficos no exame de compra de equinos da raça puro sangue inglês e sua correlação com a longevidade e o desempenho atléticos.** 2019. 107p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

As causas mais frequentes que levam à interrupção do treinamento esportivo em equinos são as afecções locomotoras, sendo estas primordialmente diagnosticadas através de estudos radiográficos em razão de sua portabilidade e viabilidade econômica. O objetivo deste estudo foi investigar a maturidade óssea e a prevalência das anormalidades radiográficas locomotoras em equinos da raça Puro Sangue Inglês entre 18 e 24 meses de idade, criados e comercializados no Brasil, antes do início do treinamento, e correlacionar a maturidade óssea e as anormalidades radiográficas à longevidade e ao desempenho atlético destes animais. Imagens radiográficas obtidas através de radiologia digital direta entre 2012 e 2015 foram avaliadas por dois médicos veterinários experientes. No estudo 1 foram avaliadas 286 imagens radiográficas obtidas em posição dorsopalmar da região carpiana esquerda. Foi avaliado o estágio do fechamento epifisário distal do rádio, classificando-o em A, B ou C. Os resultados foram submetidos à análise de regressão e ajustados aos modelos linear e quadrático. No estudo 2 foram avaliados exames de comercialização de 100 equinos com no mínimo 18 projeções radiográficas. Os estudos radiográficos foram classificados em sem alterações radiográficas (G1) ou com alterações radiográficas (G2), e estas tiveram sua localização anatômica descrita. A cada alteração foi atribuído um escore radiográfico de severidade que somados formaram um escore radiográfico de severidade geral individual (ERSGI). Os animais do G2 foram separados pelo ERSGI em 3 grupos. Para investigar a prevalência e localização anatômica foi realizado estudo estatístico descritivo de frequência e comparação pelo teste Qui-quadrado. A técnica multivariada de análise discriminante foi utilizada para avaliar a significância da separação dos grupos. Foram obtidas as informações do desempenho atlético todos os animais, visando avaliação quantitativa e qualitativa, inclusive de um grupo controle formado de 100 animais diferentes dos avaliados nos grupos 1 e 2. Foi realizada a correlação entre os escores de severidade das alterações radiográficas do G2 com o desempenho atlético dos animais. Todos os dados obtidos foram analisados considerando-se o nível de significância estatística de 95%. A regressão linear demonstra influência da idade a primeira corrida sobre o número total de corridas disputadas e sobre a duração da campanha atlética em meses. Dos 100 animais avaliados no estudo 2, 7% não apresentaram alterações radiográficas (AR) e 93 % apresentaram. Das 645 AR observadas, 75,97% possuía escore radiográfico de severidade 1. As AR mais prevalentes foram as alterações dos ossos sesamóides proximais em membros torácicos e pélvicos. Os equinos que correram pela primeira vez entre 30 e 35 meses de idade, e que apresentaram frequência de participação em corridas de aproximadamente uma vez ao mês, tiveram as campanhas atléticas mais duradouras. As alterações radiográficas mais prevalentes nos exames de comercialização estavam localizadas na região metacarpo falangeana sendo em sua maioria de baixo grau de severidade. A presença de alterações radiográficas de moderadas a severas no exame radiográfico de compra de equinos PSI jovens diminuiu a duração da campanha atlética e o desempenho atlético dos animais.

**Palavras-chave:** exame de compra; maturidade óssea; longevidade atlética

## ABSTRACT

RAMOS, Marcia Torres. **Retrospective study of radiographic findings in the purchase examination thoroughbred horses and their correlation with athletic longevity and performance.** 2019. 107p. Thesis (Doctor of Veterinary Medicine). Veterinary Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2019.

Locomotor conditions are the most frequent causes of discontinuity of horses' training and performance. Radiology is the most used noninvasive technique for the identification of bone diseases in horses due to its portability and economic viability. The aim of this study was to investigate bone maturity and prevalence of radiographic abnormalities (RA) in Thoroughbred horses between 18 and 24 months of age, raised and commercialized in Brazil, prior to the beginning of training, and to correlate bone maturity and radiographic abnormalities with longevity and athletic performance. Radiographic images obtained through direct digital radiology between 2012 and 2015 were evaluated by two experienced veterinarians. In study 1, 286 radiographic images obtained in dorsopalmar view of the left carpus were evaluated. The distal epiphyseal closure stage of the radius was evaluated and classified in A, B or C. The results were submitted to regression analysis and adjusted to linear and quadratic models. In the study 2, purchase exams of 100 horses with at least 18 radiographic projections were evaluated. The radiographic studies were classified as without (G1) or with radiographic abnormalities (G2), and had their anatomical location described. To each of the RA observed, a severity score was assigned that summarized forming an individual general severity radiographic score (IGSRS). The horses on G2 were separated by IGSRS in 3 groups. To investigate the prevalence and anatomical location of the RA, a descriptive statistical study of frequency was performed with comparison by chi-square test. The multivariate discriminant analysis technique was used to evaluate the significance of the group separation. All animals had their athletic performance obtained, including both qualitative and quantitative information, and a control group was formed of 100 different animals from those evaluated in groups 1 and 2. The severity scores of the RA on G2 were correlated to the horses' athletic performance. All the data obtained were analyzed considering the level of statistical significance of 95%. The linear regression demonstrates the influence of age at first start over the total number of races and over the duration of the athletic campaign in months. Of the 100 animals evaluated in the study 2, 7% did not present RA while 93% presented RA. Of the 645 RA observed, 75.97% had a severity radiographic score of 1. The most prevalent RA were the changes detected on the proximal sesamoid bones in the thoracic and pelvic limbs. Horses that ran for the first time between 30 and 35 months of age and had a frequency of participation in races of approximately once a month had the most enduring athletic campaigns. The most prevalent radiographic abnormalities detected on purchase exams were in the metacarpophalangeal region, being mostly of a low degree of severity. The presence of moderate to severe radiographic abnormalities on the radiographic purchase exam of Thoroughbred foals at 18 months of age, decreased the duration of the athletic campaign and the athletic performance.

Key words: purchase examination; bone maturity; athletic longevity

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Distribuição das frequências de graus de FEP, classificado como A, B ou C, por gênero, em exame radiográfico em vista dorsopalmar da região carpiana do membro torácico esquerdo de equinos jovens da raça PSI .....	37
<b>Tabela 2.</b> Avaliação de concordância entre avaliadores, segundo o índice Kappa por região avaliada, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	43
<b>Tabela 3.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região falangeana torácica direita e esquerda durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	43
<b>Tabela 4.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região metacarpofalangeana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	43
<b>Tabela 5.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região carpiana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	44
<b>Tabela 6.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região do metatarso falangeana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	44
<b>Tabela 7.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região tarsiana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	44
<b>Tabela 8.</b> Frequência de alterações radiográficas observadas na região do joelho durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	45
<b>Tabela 9.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região metacarpo falangeana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	46
<b>Tabela 10.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região carpiana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	48
<b>Tabela 11.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região falangeana dos membros torácicos durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	49
<b>Tabela 12.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região metatarso falangeana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	50
<b>Tabela 13.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região tarsiana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI .....	51
<b>Tabela 14.</b> Prevalência de achados radiográficos observados na região do joelho direito e esquerdo, durante exame radiográfico de comercialização de	

equinos jovens da raça PSI .....	52
<b>Tabela 15.</b> Valores médios das variáveis de desempenho atlético duração da campanha em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP), para os grupos GC, G1 e G2, em equinos PSI alojados no JCB .....	54
<b>Tabela 16.</b> Valores médios das variáveis de desempenho atlético duração da campanha em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP), para os grupos G1 e G2A, G2B, G2C, em equinos PSI alojados no JCB .....	56

## ÍNDICE DE QUADROS

	Página
<b>Quadro 1.</b> Índices de qualidade atribuído de acordo com a categoria da corrida .....	31
<b>Quadro 2.</b> Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nas epífises de equinos jovens, adaptado de Denoix et al. (2013b) .....	33
<b>Quadro 3.</b> Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nos ossos do tarso de equinos jovens, adaptado de Denoix et al. (2013b).....	34
<b>Quadro 4.</b> Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas osteocondrais de equinos jovens, adaptado de Van Grevenhof et al. (2009) .....	34
<b>Quadro 5.</b> Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nos ossos sesamóide proximais de equinos jovens, adaptado de Spike-Pierce e Bramlage (2003) .....	34
<b>Quadro 6.</b> Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas, adaptado de Lepeule et al. (2013) .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Ilustração da região falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica do correspondente, em posição dorsoproximal-palmarodistal / dorsoproximal-plantarodistal oblíqua a 65° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) falange proximal; (B) falange média; (C) osso sesamóide distal; (D) falange distal .....	06
<b>Figura 2.</b> Ilustração da região falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica do correspondente, em posição latero medial do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) falange proximal; (B) falange média; (C) osso sesamóide distal; (D) falange distal .....	07
<b>Figura 3.</b> Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsoproximal-palmarodistal oblíqua a 10° do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal .....	08
<b>Figura 4.</b> Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal .....	09
<b>Figura 5.</b> Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial flexionada do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal .....	10
<b>Figura 6.</b> Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) osso sesamóide proximal medial; (C) osso sesamóide proximal lateral; (D) falange proximal .....	11
<b>Figura 7.</b> Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-palmarolateral oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) osso sesamóide proximal medial; (C) osso sesamóide proximal lateral; (D) falange proximal .....	12

- Figura 8.** Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial flexionada do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano ..... 13
- Figura 9.** Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano ..... 14
- Figura 10.** Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-palmarolateral oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano ..... 15
- Figura 11.** Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsopalmar do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano ..... 16
- Figura 12.** Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsoplantar do membro pélvico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) osso quarto tarsiano; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso segundo metatarsiano; (I) osso quarto metatarsiano ..... 18
- Figura 13.** Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) ossos segundo e quarto tarsianos; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) ossos segundo e quarto metatarsianos; (I) sustentaculum tali ..... 19
- Figura 14.** Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-

plantaromedial oblíqua a 35° do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) osso quarto tarsiano; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso quarto metatarsiano .....	20
<b>Figura 15.</b> Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35° do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) ossos primeiro e segundo tarsianos; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso segundo metatarsiano ; (I) sustentaculum tali .....	21
<b>Figura 16.</b> Ilustração da região do joelho do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição caudocranial do membro pélvico direito (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso fêmur; (B) osso patela; (C) osso tibia .....	22
<b>Figura 17.</b> Ilustração da região do joelho do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição caudocranial do membro pélvico direito (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso fêmur; (B) osso patela; (C) osso tibia .....	23
<b>Figura 18.</b> Radiografias da região carpiana esquerda em posição dorsopalmar (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) de equinos demonstrando a classificação de fechamento epifisário distal do radio (FEP) (seta branca) segundo Adams (1974) classificadas em “A” (linha epifisária completamente calcificada); “B” (centro da linha epifisária mineralizado, mas não a periferia); “C” (nenhuma mineralização perceptível na linha epifisária) (Fonte: arquivo pessoal) .....	26
<b>Figura 19.</b> Curva de regressão logística da idade ao exame radiográfico em meses (IRXM) em relação a probabilidade do fechamento epifisário (FEP), classificado como A, B ou C, de equinos PSI jovens alojados no JCB.....	37
<b>Figura 20.</b> Regressão linear (linha vermelha) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação ao total de corridas disputadas (RR) em equinos PSI alojados no JCB .....	38
<b>Figura 21.</b> Regressão linear (linha vermelha) e média (linha laranja) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação a duração da campanha em meses (DCM) em equinos PSI alojados no JCB .....	39
<b>Figura 22.</b> Regressão linear (linha vermelha) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação ao índice de desempenho (IP) em equinos PSI alojados no JCB ....	40
<b>Figura 23.</b> Regressão linear (linha vermelha) do número de corridas disputadas por	

mês (NCM) em relação ao total de corridas disputadas (RR) em equinos PSI jovens alojados no JCB .....	41
<b>Figura 24.</b> Regressão quadrática (linha verde) e média (linha laranja) do número de corridas disputadas por mês (NCM) em relação a duração da campanha em meses (DCM) em equinos PSI alojados no JCB .....	42
<b>Figura 25.</b> Radiografias da região metacarpo falangeana direita em posição lateromedial (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: alteração de ossos sesamóides proximais; (B) seta pontilhada: alteração de ossos sesamóides proximais; seta branca: fisite da epífise distal do osso terceiro metacarpiano; (C) seta pontilhada: alteração de ossos sesamóides proximais; seta branca: lise supracondilar do aspecto palmar do osso terceiro metacarpiano .....	45
<b>Figura 26.</b> Radiografias da região carpiana direita em posição dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: osteofitose de articulação antibraquiocarpiana; (B) seta branca: enteseofitose do aspecto dorsomedial do osso carpo radial; (C) seta branca: luscência circular no aspecto palmar osso carpo ulnar .....	47
<b>Figura 27.</b> Radiografias da região tarsiana direita em posição dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35° (A e C) e lateromedial (B) (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: osteofitose da articulação tarso metatarsiana; (B) seta branca: osteofitose da articulação tarso metatarsiana; (C) setas brancas: osteofitose das articulações intertarsiana distal e tarso metatarsiana; círculo branco: rasamento da crista intermédia da tíbia .....	47
<b>Figura 28.</b> Teste de Wilks' Lambda de comparação univariada entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2), entre as médias das variáveis de desempenho duração da campanha atlética em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP) de equinos PSI alojados no JCB .....	53
<b>Figura 29.</b> Análise de Variância da duração da campanha atlética em meses (DCM), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB .....	54
<b>Figura 30.</b> Análise de Variância do número de corridas disputadas (RR), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB .....	55
<b>Figura 31.</b> Análise de Variância do índice de desempenho (IP), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB .....	55

## LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

AABC	articulação antibraquioocarpiana
ACMC	articulação carpometacarpiana
ADT	articulações distais do tarso
AFTP	femorotibiopatelar
AITD	articulação intertarsiana distal
AITP	articulação intertarsiana proximal
Alt	alterações
AMC	mediocarpiana
API	apical
AR	alterações radiográficas
As	aspecto
AsDoMe	aspecto dorsomedial
AsPl	aspecto plantar
ATMT	articulação tarsometatarsiana
BoDi	bordo distal
BoDo	bordo dorsal
CaCr	vista caudocranial
CIT	crista intermédia da tíbia
CLOF	côndilo lateral do osso fêmur
CLOTMT	côndilo lateral do osso terceiro metatarsiano
cm	centímetros
CMOF	côndilo medial do osso fêmur
CMOTMC	côndilo medial do osso terceiro metacarpiano
CMOTMT	côndilo medial do osso terceiro metatarsiano
CONT	contorno
CriSag	crista sagital
D65°PrPaDO	vista dorso proximal palmaro distal oblíqua a 65°
D65°PrPlDO	vista dorso proximal plantaro distal oblíqua a 65°
DCC	dispositivo de carga acoplada
DCM	duração da campanha atlética, em meses
DFF	distância foco-filme
DL15°-PlMO	vista dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 15°
DL35°-PlMO	vista dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 35°
DL45°-PaMO	vista dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45°
DL45°-PlMO	vista dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 45°
DM15°-PlLO	vista dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 15°
DM35°-PlLO	vista dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35°
DM45°-PaLO	vista dorsomedial-palmarolateral oblíqua a 45°
DM45°-PlLO	vista dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 45°
DO	defeito ósseo
Do	aspecto dorsal
DOD	doenças ortopédicas do desenvolvimento
DoLa	dorsolateral

DoMe	aspecto dorsomedial
DP	vista dorsopalmar
DPC	data da primeira corrida
DPI	vista dorsoplantar
DPr10°-PaDO	vista dorsoproximal-palmarodistal oblíqua a 10°
DPr10°-PlDO	vista dorsoproximal-plantarodistal oblíqua a 10°
DUC	data da última corrida
EC	exames de comercialização
EDi	epífise distal
ENTS	enteseofitose
ERS	escore radiográfico de severidade
ERSGI	escore radiográfico de severidade geral individual
F	fêmea
FD	falange distal
FEP	fechamento epifisário distal do osso radio
FIS	Fisite
FOC	fragmento osteocondral
FP	falange proximal
FX	fratura
G1	grupo 1
G2	grupo 2
GC	grupo controle
IP	índice de desempenho
IPCM	idade à primeira corrida em meses
IQ	índice de qualidade de corridas atribuído
IRR	irregularidade
IRXM	idade ao exame radiográfico em meses
IUCM	idade à última corrida, em meses
JCB	Jockey Club Brasileiro
kV	quilovoltagem
Lis	lise
LM	vista latero medial
LMFlex	vista lateromedial flexionada
LUSC	luscência
M	macho
mAs	miliamperegem multiplicada pelo tempo de exposição em segundos
MCF	região metacarpo falangeana
MOD	modelamento
MPD	membro pélvico direito
MPE	membro pélvico esquerdo
MTD	membro torácico direito
MTE	membro torácico esquerdo
MTF	região metatarso falangeana
NASC	data de nascimento

NCM	número de corridas por mês
NFO	neoformação óssea
OCal	osso calcâneo
OCD	osteocondrite dissecante
OCI	osso carpo intermédio
OCR	osso carpo radial
OCU	osso carpo ulnar
OPa	osso patela
OQMC	osso quarto metacarpiano
OQT	osso quarto tarsiano
OR	osso carpo radial
OSC	osso segundo carpiano
OSD	osso sesamóide distal
OSMC	osso segundo metacarpiano
OSMT	osso segundo metatarsiano
OSP	ossos sesamóides proximais
OSTF	osteofitose
OT	osso tibia
OTMC	osso terceiro metacarpiano
OTMT	osso terceiro metatarsiano
OTT	osso terceiro tarsiano
Pal	aspecto palmar
Pl	plantar
Proc Ext	processo extensor
Proc Pl	processo plantar
Prox	proximal
PSI	Puro sangue Inglês
Ras	rasamento
RC	radiografia computadorizada
RDD	radiografia digital direta
RPL	número total colocações
RR	número total de corridas disputadas
RW	número de corridas vencidas
Rx	raios x
SL	sistema locomotor
SOJ	síndrome osteocondral juvenil
SUCON	supracondilar
SusTal	sustentáculo do osso talus
TR	técnica radiográfica
TrLOT	tróclea lateral do osso tibia
TrLOTal	tróclea lateral do osso talus
TrMOTal	tróclea medial do osso talus
$\Sigma$	somatório

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	01
2.1 A radiologia e a técnica radiográfica .....	01
2.2 Anatomia radiográfica dos membros locomotores dos equinos .....	04
2.2.1 Região falangeana do equino .....	04
2.2.1.1 Osteologia da região falangeana do equino .....	04
2.2.1.2 Estudo radiográfico da região falangeana do equino .....	05
2.2.2 Região metacarpo/metatarso falangeana do equino .....	07
2.2.2.1 Osteologia da região metacarpo/metatarso falangeana do equino .....	07
2.2.2.2 Estudo radiográfico da região metacarpo/metatarso falangeana do equino .....	07
2.2.3 Região carpiana do equino .....	12
2.2.3.1 Osteologia da região carpiana do equino .....	12
2.2.3.2 Estudo radiográfico da região carpiana equino .....	13
2.2.4 Região tarsiana do equino .....	16
2.2.4.1 Osteologia da região tarsiana do equino .....	16
2.2.4.2 Estudo radiográfico da região tarsiana do equino .....	17
2.2.5 Região do joelho do equino .....	21
2.2.5.1 Osteologia da região do joelho do equino .....	21
2.2.5.2 Estudo radiográfico da região do joelho do equino .....	22
2.3 Epidemiologia das alterações radiográficas em equinos .....	23
2.4 Desenvolvimento e maturidade óssea dos equinos .....	24
2.5 Efeito do exercício sobre ossos e articulações .....	27
2.6 Alterações radiológicas em exame de comercialização de equinos jovens .....	28
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	30
3.1 Comitê de Ética .....	30
3.2 Animais .....	30
3.3 Estudos radiográficos .....	30
3.4 Avaliação do desempenho atlético .....	31
3.4.1 Análises Estatísticas das avaliações de desempenho atlético .....	32
3.5 Estudo 1 .....	32
3.5.1 Análises Estatísticas do Estudo 1 .....	33
3.6 Estudo 2 .....	33
3.6.1 Análises Estatísticas do Estudo 2 .....	35
<b>4 RESULTADOS .....</b>	36
4.1 Estudo 1 .....	36
4.1 Estudo 2 .....	42
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	56
5.1 Estudo 1 .....	56
5.2 Estudo 2 .....	57
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	68
<b>7 REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS .....</b>	69
<b>8 ANEXOS .....</b>	77

## **1 INTRODUÇÃO**

Afecções do sistema locomotor (SL) são as causas mais comuns para a interrupção do treinamento esportivo, diminuição de desempenho e óbito durante competições, causando significativo prejuízo econômico à indústria equestre e à imagem destes esportes perante o público. Os cavalos de esporte têm grandes demandas funcionais e a atividade física intensa aumenta os riscos da ocorrência de lesões principalmente quando os animais são iniciados precocemente no esporte. O diagnóstico das enfermidades locomotoras ósseas e articulares de equinos de esporte tem, historicamente, sido fundamentado em estudos radiográficos devido à sua portabilidade e viabilidade econômica (ROSSDALE et al. 1985; OLIVIER et al. 1997; BAILEY et al. 1999; DYSON et al., 2008; REED et al., 2012; MAEDA et al., 2016; DIAB et al., 2017).

A avaliação radiográfica de comercialização dos cavalos jovens antes do início do treinamento, tem por motivação a identificação de anormalidades potencialmente prejudiciais ao exercício de determinada função, mitigando riscos de perdas econômicas. As anormalidades ósseas, quando encontradas, podem ser de variados graus de severidade, e, quando não correspondem a achados clínicos, tendem a ser de difícil interpretação (VERHEYEN & WOOD, 2004; DYSON et al., 2008; DENOIX et al., 2013a; BUTLER et al., 2017).

Estima-se que no Brasil 76,5% dos potros avaliados radiograficamente entre 4 e 6 meses de idade apresentem achados radiográficos compatíveis com a síndrome osteocondral juvenil, a exemplo de alterações osteocondrais e lesões císticas (BASTOS et al., 2017), mas até o presente momento ainda é escassa a informação sobre a prevalência destes achados radiográficos em equinos brasileiros entre os 18 e 24 meses de idade. Outrossim, pouco se conhece acerca do possível efeito destes achados radiográficos na longevidade e no desempenho atlético destes animais.

Sabe-se que diversos fatores podem influenciar a ocorrência de anormalidades radiográficas assim como as suas manifestações ou as enfermidades do SL. Desta forma torna-se indispensável a avaliação dos equinos jovens brasileiros, de acordo com as condições locais de criação, de comercialização e competição, de maneira a contribuir para o conhecimento e sua aplicabilidade no contexto nacional.

O objetivo deste estudo foi investigar a maturidade óssea e a prevalência das anormalidades radiográficas do esqueleto apendicular em equinos jovens da raça Puro Sangue Inglês antes do início do treinamento, entre 18 e 24 meses de idade, criados e comercializados no Brasil. Tanto mais, objetivou-se correlacionar a maturidade óssea e as anormalidades radiográficas à longevidade e ao desempenho atlético destes animais.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A radiologia e a técnica radiográfica**

Em 1895, através da utilização de uma ampola de Crookes, Conrad Roentgen (1845-1923) descobriu o efeito dos raios x (Rx). Em 1896, Eder e Valenta, publicaram as primeiras radiografias de peixes, rãs, cobras, ratos e caranguejos. Anos mais tarde, em 1901, Conrad Roentgen foi ganhador do primeiro prêmio Nobel de Física com a exibição da primeira radiografia realizada na história. Também no ano de 1901, foram realizadas as primeiras

radiografias clínicas de pequenos e grandes animais na história da Medicina Veterinária. Em 1913, William Coolidge projetou um tubo com um cátodo de tungstênio, um ânodo de cobre e um alvo de disco de tungstênio sólido em uma inserção de vidro, que, alimentado por um circuito elétrico separado que aquecia o filamento de tungstênio quando energizado, causava a liberação de elétrons por um processo conhecido como emissão termiônica. Esta invenção foi considerada um significativo avanço tecnológico, permitindo melhor reproduzibilidade da técnica (SEIBERT, 2004).

Desde a sua descoberta a radiologia é considerada uma ciência em constante evolução que tem, historicamente, possibilitado a melhora nos diagnósticos através de equipamentos cada vez mais modernos (SEIBERT, 1995; MCKNIGHT, 2004; WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

Sendo os Rx são uma forma de energia emitida por um metal submetido a um fluxo de elétrons, as imagens radiográficas traduzem um padrão de como os fótons penetraram pelas estruturas anatômicas focadas no estudo, sendo uma fração mais absorvida quanto mais denso for o tecido, e uma outra fração desviada, refletindo a situação dos tecidos estudados nos segundos em que foi radiografado (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DIXON et al., 2018).

Deve-se considerar o fato de que o ar é facilmente penetrado pelos Rx, e que, portanto, muitos raios chegarão ao receptor. Já o tecido ósseo absorve a maior parte dos raios fazendo com que poucos consigam sensibilizar o receptor. Observa-se que as áreas penetradas pelos Rx sem qualquer obstrução, ou seja, sem a absorção de parte dos raios pelos tecidos estudados, formarão imagem preta, também chamada radiolucente, já que permite a passagem da radiação. Já as áreas avaliadas formadas de tecidos ósseos, absorverão a maior parte destes raios, bloqueando-os, formando uma imagem branca, ou radiopaca, resultante da diminuída exposição do filme aos Rx. Os estudos dos tecidos de densidade intermediária produzirão diversas tonalidades de cinza. Sabe-se, portanto que a utilização dos Rx enquanto diagnóstico depende da atenuação diferencial destes raios ao interagirem com tecidos do organismo de maneira a produzirem a imagem radiográfica. Independente do sistema de radiologia utilizado, seja digital ou analógica (convencional), o princípio físico da penetração e absorção dos Rx mantém-se inalterado, havendo diferenças marcantes nos receptores, mas não no equipamento gerador dos Rx (SEIBERT, 2004; WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

A imagem formada depende diretamente da competência dos feixes de Rx para penetrar um determinado volume de um determinado tecido. A qualidade da imagem é determinada, portanto, pela quantidade de raios emitidos (miliamperagem multiplicada pelo tempo de exposição em segundos – mAs), pela distância entre o equipamento e o objeto de estudo, ou seja pela distância foco-filme (DFF), e pela habilidade dos Rx em penetrar os tecidos avaliados, que por sua vez depende da quilovoltagem (kV) utilizada (BUTLER et al., 2017).

Os geradores de Rx portáteis são os mais utilizados pelos Médicos Veterinários de equinos devido à sua praticidade. Esses equipamentos são capazes de emissão simultânea de mA e kV, sendo adequadas para a aquisição de radiografias distais de membros locomotores dos equinos, bem como crânio e vértebras cervicais. A capacidade relativamente baixa de mAs torna a técnica mais suscetível ao movimento do paciente, podendo haver a formação de imagem desfocada de maneira mais frequente do que com os equipamentos fixos e mais potentes, como aqueles necessários para a avaliação radiográfica de estruturas como a pelve e as vértebras toraco lombares (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

Emulsões de haleto de prata secas em camadas em placas de vidro foram os primeiros detectores de Rx visando gravar uma imagem permanente, mas ainda se observava importantes dificuldades na revelação da imagem formada, de maneira que a técnica de

revelação era considerada quase um método artístico. Em 1918 utilizou-se pela primeira vez um filme gelatinoso de emulsão dupla com base de nitrato de celulose, em conjunto com um cassete de tela dupla como receptor. Desde a década de 1970 os cassetes de “terrás raras” tornaram-se disponíveis, melhorando a definição das imagens radiográficas e sendo utilizados com o intuito de diminuir a aporte de radiação ao paciente. A aquisição de imagens baseada no uso de filme e cassetes foi a base da radiologia de equinos por quase um século (SEIBERT, 1995; MCKNIGHT, 2004; DIXON et al., 2018).

Os sistemas de radiografia computadorizada (RC), tecnologia originalmente introduzida na década de 1980, oferece múltiplas vantagens sobre os sistemas de filme e cassetes, incluindo uma melhor qualidade de imagem, um melhor arquivamento e a possibilidade de pós-processamento digital, tornando-se uma realidade na medicina humana e veterinária, à medida que mais profissionais aderiram ao uso, não só da RC, como também da radiografia digital direta (RDD) (MCKNIGHT, 2004; DIXON et al., 2018).

No sistema RC o receptor é uma placa de imagem de flexível coberta com fósforo foto estimulável e capaz de armazenar temporariamente uma imagem latente criada por alterações nas bandas de energia de elétrons como resultado da interação do Rx. Esta imagem latente é posteriormente lida opticamente por varredura a laser como uma luminescência foto estimulada. Já no sistema RDD, introduzido na década de 1990, utiliza um detector que transforma a energia dos Rx diretamente em um sinal digital, e que, após a exposição, fornece uma imagem em segundos, sem utilizar um cassete de imagem à base de filme, como na radiologia analógica (convencional), ou de fósforo, como na RC (MCKNIGHT, 2004; DIXON et al., 2018).

Atualmente, existem três tipos de detectores de RDD: o sistema de dispositivo de carga acoplada (DCC), o sistema de tela plana direto e o sistema de tela plana indireto. Nos detectores de tela plana indiretos os feixes de Rx incidem sobre um painel de silício acoplado a uma tela de cintilação, e a luz emitida por esta tela intensificadora é transformada em um sinal eletrônico que, lido por uma matriz de transistores de película fina, transforma-o em um arquivo eletrônico de imagem digital. Assim como na RDD de tecnologia indireta, o sistema DCC apresenta a geração de luz intermediária como etapa para a formação da imagem, de maneira que quando o chip de DCC é exposto à luz que foi convergida a partir da tela de intensificação os pixels acumulam uma carga elétrica que é lida e convertida em um arquivo eletrônico (DIXON et al., 2018).

No sistema de RDD de tela plana direta, diferentemente dos sistemas indireto e DCC, não existe a formação de luz intermediária. Neste sistema os Rx incidem sobre um fotocondutor, como o selênio, liberando elétrons que serão coletados formando uma carga que será lida diretamente por uma matriz de transistores em uma fina película, sendo processada pelos componentes eletrônicos de leitura e convertida em um arquivo eletrônico (DIXON et al., 2018).

A nitidez da imagem é melhor no sistema de RDD direto por não haver dispersão da luz, que ocorre quando um feixe incidental de Rx interage com uma tela de intensificação cintilante. Enquanto exposições mais altas fornecem uma melhor qualidade de imagem sistemas de RDD diretos, o contraste e a detecção de detalhes são relatados como superiores em sistemas indiretos em comparação com os diretos em menores exposições (MCKNIGHT, 2004; DIXON et al., 2018).

O pós-processamento da imagem é uma das maiores vantagens dos sistemas de radiologia digital, sejam RC ou RDD, direto ou indireto. Em geral, um sistema de RDD de boa qualidade deve oferecer velocidade, eficiência, e melhor qualidade de imagem possibilitando a visualização de estruturas ósseas e de tecidos moles com contraste superior, e desta maneira sendo considerado superior aos sistemas RC e sistemas de filme e chassis (MCKNIGHT, 2004; DIXON et al., 2018).

É de suma importância que o exame radiográfico seja feito de forma detalhada e completa, com um número adequado de imagens radiográficas para visualização da área em foco, possibilitando assim um exame fidedigno. A radiografia produz uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional e, para compensar essa redução na informação, pelo menos duas visões da região radiografada são usualmente necessárias (WEAVER & BARAKZAI, 2010).

Mesmo com a enorme evolução que a radiologia digital representa, existem ainda alguns fatores limitadores que podem comprometer a qualidade da imagem formada, especialmente na radiologia de equinos realizada a campo. A movimentação do paciente ou do equipamento portátil, necessário para a aquisição de imagens a campo, resultando em imagem desfocada, é um dos maiores fatores causadores de artefatos e defeitos nas radiografias. O preparo do paciente para o exame radiográfico objetiva não só a qualidade da radiografia bem como a agilidade do exame, sendo, também, um importante limitador da qualidade radiográfica. É de suma importância que as áreas a serem radiografadas encontrem-se limpas e secas, evitando que haja artefatos na imagem formada. A região digital merece atenção especial, sendo necessária a retirada das ferraduras, a limpeza de fragmentos soltos de estojo córneo e o preenchimento dos sulcos soleares com substância de densidade similar de maneira a evitar a formação de artefatos. O correto posicionamento também é de vital importância, sendo responsável por até 78,2% de radiografias inapropriadas para o diagnóstico. Para otimizar o posicionamento, o cavalo deve ficar em estação, com o peso igualmente distribuído nos quatro membros e com os ossos terceiro metacarpianos / metatarsianos perpendiculares ao solo. O correto direcionamento da área a ser estudada e a centralização do feixe de Rx são necessários para evitar distorção da imagem, uma vez que o feixe se dispersa em direção à periferia. Outros fatores que também podem ser limitantes, são os erros de identificação das imagens, os erros de técnica radiográfica (TR) propriamente (mAs, Kv e distância foco-filme), e inadequado pós processamento da imagem, entre outros (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DIXON et al., 2018).

## **2.2 Anatomia radiográfica dos membros locomotores dos equinos**

Desde a descoberta dos Rx, desenvolvimentos na imagiologia médica proporcionaram uma poderosa ferramenta de investigação que permite a visualização do corpo em detalhes até então não vistos (AL-AGELE et al., 2019).

O reconhecimento de alterações radiográficas depende diretamente de conhecimento prévio de aparência normal das estruturas a serem avaliadas, incluindo as variações anatômicas individuais típicas. Desta forma, uma referência padrão da anatomia radiográfica da região estudada é extremamente útil na avaliação de possíveis alterações (VOSUGH et al., 2017).

Para a obtenção das radiografias nas posições consideradas convencionais, a placa receptora deve ser posicionada perpendicularmente à incidência do feixe dos Rx (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

### **2.2.1 Região falangeana do equino**

#### **2.2.1.1 Osteologia da região falangeana do equino**

A região falangeana do equino é composta por três falanges e pelo osso sesamóide distal. A falange proximal articula-se com a falange média através da sua extremidade distal, cuja face articular é dividida em duas cavidades, separadas por um sulco sagital. A falange

média possui face articular dividida por uma ondulação central com margem dorsal elevada denominada processo extensor. A falange distal é composta da face parietal, pela face articular, incluindo a face articular sesamóidea e pela face solear (NICKELE et al., 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018).

A falange distal é acompanhada pelas cartilagens ungulares lateral e medial e pelo osso sesamóide distal. A face palmar da falange distal estende-se bilateralmente através dos processos palmares e estão parcialmente unidos às cartilagens ungulares. A extremidade da região falangeana encontra-se encapsulada por um estojo córneo insensível, envolvendo a falange distal e parte distal da falange média e o osso sesamóide distal, além de diversas estruturas de tecidos moles (NICKELE et al., 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; AL-AGELE et al., 2019).

### **2.2.1.2 Estudo radiográfico da região falangeana do equino**

Os exames radiográficos da região falangeana devem sempre incluir ao menos duas incidências. Também é de suma importância a limpeza cuidadosa da região para a remoção de detritos e o preenchimento dos sulcos do estojo córneo com substância de opacidade radiográfica similar a dos tecidos moles, a exemplo da massa de modelar, de maneira a evitar a formação de artefatos (BUTLER et al., 2017).

A vista dorso proximal palmaro distal oblíqua a 65° (D65°PrPaDO) ou dorso proximal plantar distal oblíqua a 65° (D65°PrPlDO) da região falangeana permite boa visualização do corpo, da margem solear e dos processos palmares da falange distal (Figura 1), sendo adequado aos estudos de rotina. A imagem é obtida com o equino apoiado sobre uma plataforma (túnel) que permita a entrada do receptor e o proteja do peso apoiado pelo animal. O feixe de Rx deve estar direcionado à borda coronária e centrado no aspecto dorsal da região falangeana. Esta técnica tem a desvantagem de que o feixe estar em posição oblíqua ao cassete e, portanto, resultando em alguma distorção, porém é útil em alguns equinos jovens que usualmente apresentam resistência a outros posicionamentos que necessitam de maior manipulação do membro a ser avaliado (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

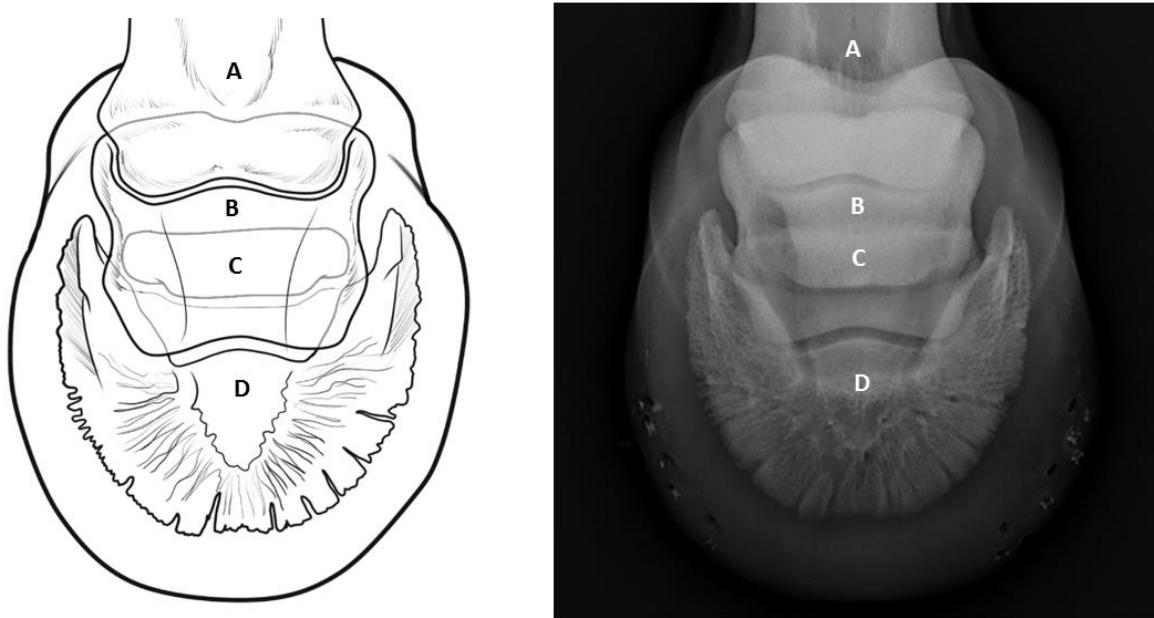


Figura 1. Ilustração da região falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica do correspondente, em posição dorsoproximal-palmarodistal / dorsoproximal-plantarodistal oblíqua a 65° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) falange proximal; (B) falange média; (C) osso sesamóide distal; (D) falange distal.

Para avaliações do região falangeana à vista latero medial (LM) é necessário apoiar a região falangeana estudada, assim como a região falangeana contralateral, sobre bloco de madeira com espessura suficiente para fazer com que a superfície solear esteja nivelada com o emissor de Rx (cerca de 8 cm), possibilitando a inclusão da sola do estojo cárneo na avaliação radiográfica. O feixe de Rx deve estar direcionado horizontalmente e centrado na borda coronária, no ponto médio entre os bulbos do talão e a parede dorsal do casco, de maneira a que se obtenha uma vista panorâmica da região falangeana. Esta posição radiográfica é ideal para a avaliação do equilíbrio dorso palmar da região falangeana, do ângulo formado entre o casco e a quartela e do posicionamento da falange distal em relação à cápsula do casco (Figura 2), assim como das enfermidades da articulação interfalangeana distal e da falange distal (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; VOSUGH et al., 2017).

Na vista lateromedial, a borda solear da falange distal é mais próxima a superfície de apoio do casco na região da pinça do que na região dos talões, tendo inclinação entre 5° e 10° com relação ao solo, mantendo ainda o paralelismo com a parede dorsal do estojo cárneo (BUTLER et al., 2017).

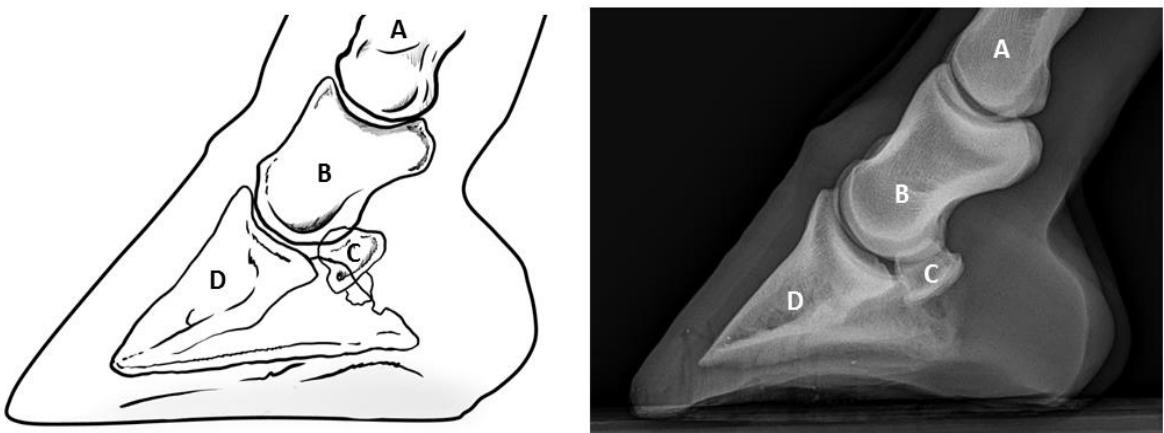


Figura 2. Ilustração da região falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica do correspondente, em posição latero medial do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) falange proximal; (B) falange média; (C) osso sesamóide distal; (D) falange distal.

### 2.2.2 Região metacarpo/metatarso falangeana do equino

#### 2.2.2.1 Osteologia da região metacarpo/metatarso falangeana do equino

A região metacarpo/metatarso falangeana dos equinos é formada pelo osso terceiro metacarpiano/metatarsiano, cuja cabeça se articula, com a fóvea articular da base da falange proximal. A cabeça do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano é dividida pela crista sagital em um côndilo medial e um côndilo lateral, sendo o medial ligeiramente maior que o lateral. A base da falange proximal, que é comparativamente mais larga que a cabeça, possui um sulco axial no qual a crista sagital da cabeça do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano se encaixa. O osso terceiro metacarpiano/metatarsiano, juntamente com a falange proximal e com os ossos sesamóide proximais, formam a articulação metacarpo/metatarso falangeana, que possui grande amplitude de movimento (NICKEL et al, 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; DENOIX, 2019).

Os ossos segundo e quarto metacarpiano/metatarsiano são bastante reduzidos em tamanho, e seus corpos se afunilam terminando distalmente em pontas arredondadas facilmente palpáveis. Os ossos primeiro e quinto metacarpianos/metatarsianos são ausentes no equino. Os ossos sesamóides proximais, um lateral e um medial, localizam-se na face palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarso falangeana, e têm formato de pirâmide de três lados, com seu ápice apontando na direção proximal (NICKEL et al, 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; DENOIX, 2019).

#### 2.2.2.2 Estudo radiográfico da região metacarpo / metatarso falangeana do equino

A avaliação radiográfica padrão da articulação metacarpo/metatarso falangeana do equino deve incluir um mínimo de 4 posições radiográficas obtidas com o equino em apoio quadrupedal: vistas dorsoproximal-palmarodistal/dorsoproximal-plantarodistal oblíqua a 10° (DPr10°-PaDO/DPr10°-PIDO), LM, dorsolateral-palmaromedial / dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 45° (DL45°-PaMO/DL45°-PlMO) e a dorsomedial-palmarolateral / dorsomedial-

plantarolateral oblíqua a 45° (DM45°-PaLO/DM45°-PILO) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

Na vista DPr10°-PaDO/DPr10°-PIDO adquire-se a imagem através da incidência do feixe de Rx centrado na articulação metacarpo/metatarso falangeana e com ângulo de cerca de 10° em relação ao solo, objetivando evitar a sobreposição dos ossos sesamóides proximais sobre o espaço articular (Figura 3). Esta vista é uma adaptação da vista dorsopalmar/dorsoplantar (DP/DPI), na qual o feixe de Rx incidiria na articulação metacarpo/metatarso falangeana em relação de paralelismo com o solo (WEAVER & BARAKZAI, 2010; HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

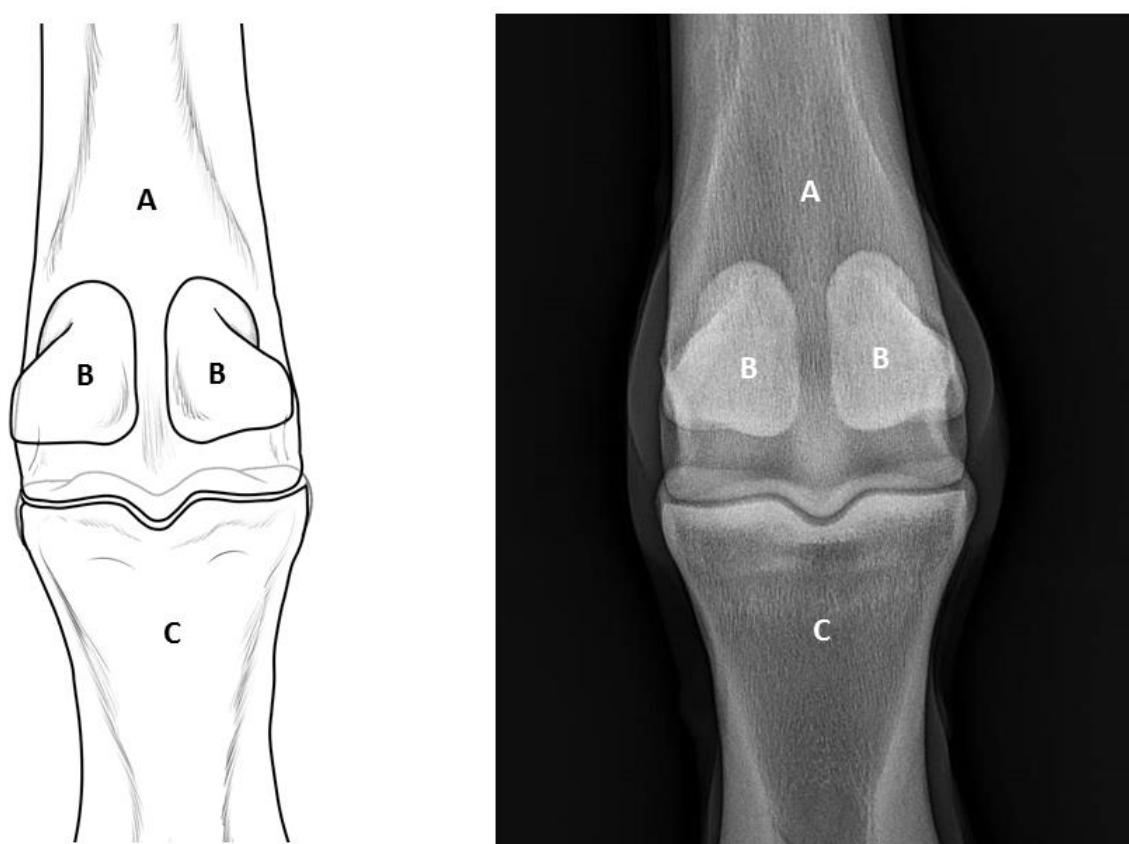


Figura 3. Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsoproximal-palmarodistal oblíqua a 10° do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal.

Para a obtenção da radiografia em vista LM utiliza-se um feixe de Rx paralelo aos bulbos do talão e centrado na tróclea osso terceiro metacarpiano/metatarsiano, permitindo boa visualização panorâmica da região metacarpo/metatarso falangeana, assim como do aspecto mais dorsal da crista sagital da tróclea osso terceiro metacarpiano/metatarsiano, do espaço articular da articulação metacarpo/metatarso falangeana e dos aspectos dorsoproximal da falange proximal e dorsodistal do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano (Figura 4). Nesta vista os ossos sesamóides proximais encontram-se sobrepostos, assim como os aspectos

palmares/plantares do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano (WEAVER & BARAKZAI, 2010; HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

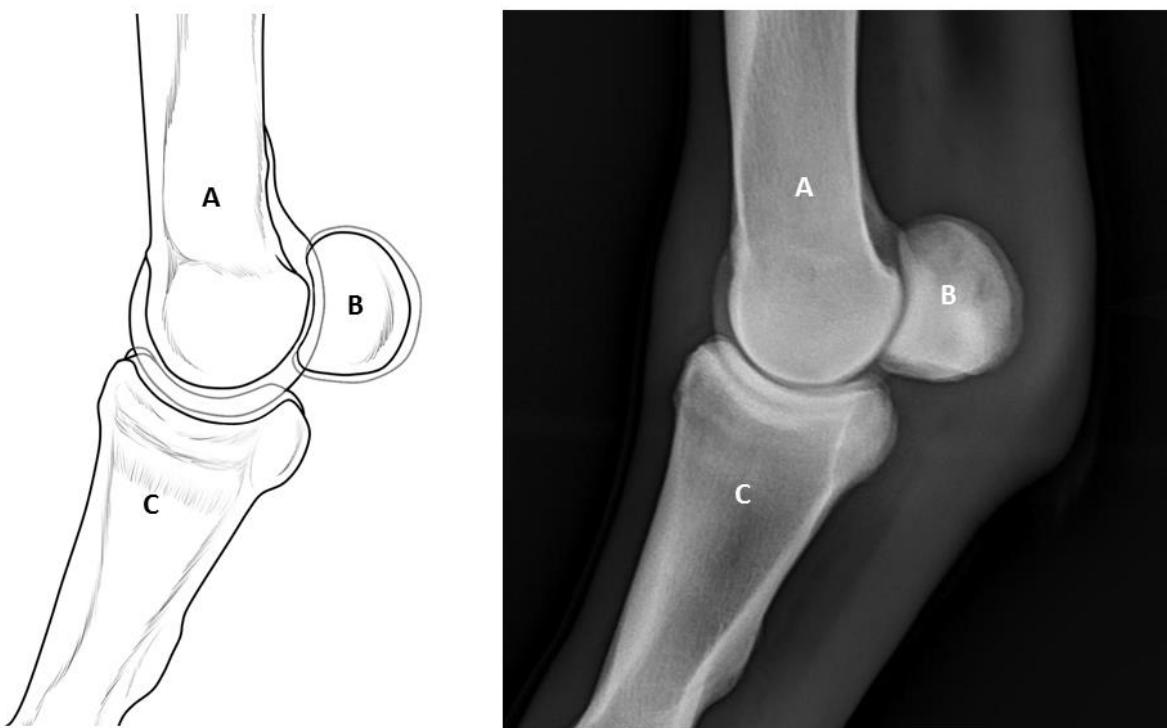


Figura 4. Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal.

Pode-se, também, utilizar a vista lateromedial flexionada (LMFlex), na qual o membro objeto do estudo é seguro fora do solo, com a articulação metacarpo/metatarso falangeana flexionada, com feixe de Rx incidindo em situação de paralelismo aos bulbos do talão e centrado na tróclea osso terceiro metacarpiano/metatarsiano. Esta vista possibilita uma visualização mais ampla da crista sagital da tróclea do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano e da superfície articular dos ossos sesamóides proximais (Figura 5) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

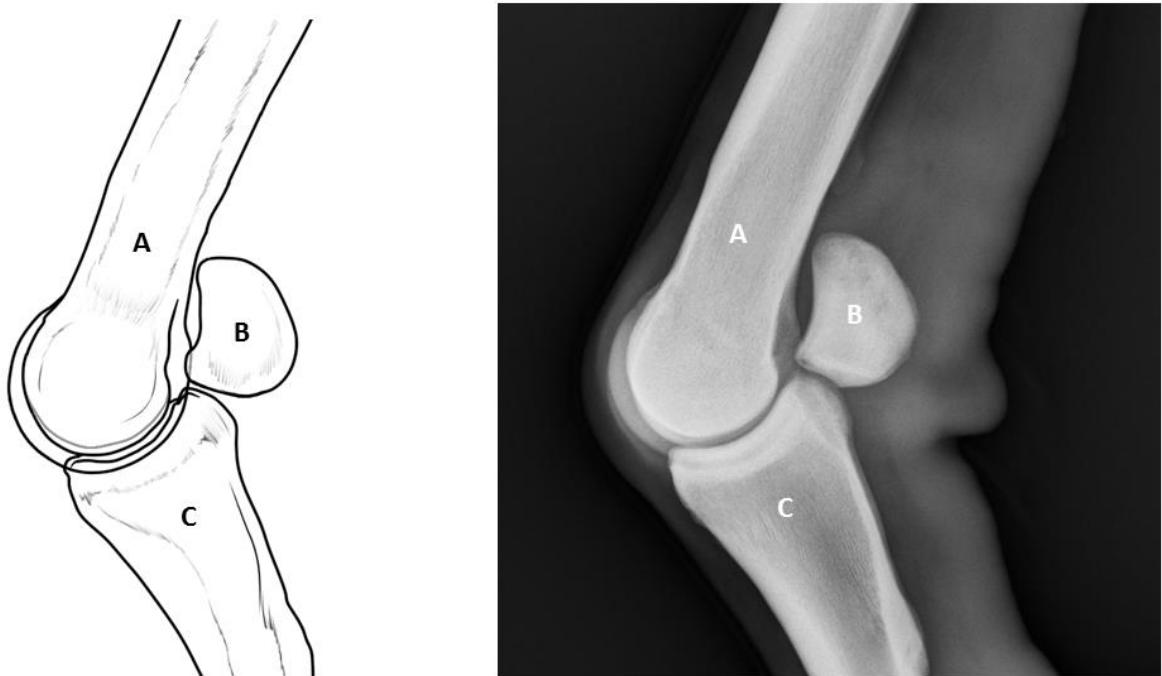


Figura 5. Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial flexionada do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) ossos sesamóides proximais; (C) falange proximal.

Nas vistas oblíquas consideradas padrão faz-se a incidência do feixe de Rx em paralelo ao solo, em ângulo de 45°, lateralmente ou medialmente, com relação à linha média do aspecto dorsal da articulação metacarpo/metatarso falangeana. O objetivo destas projeções é a visualização do osso sesamóide proximal lateral, do aspecto dorsomedial articular e do aspecto palmaro/plantar lateral da falange proximal através da vista DL45°-PaMO / DL45°-PiMO (Figura 6), e do osso sesamóide proximal medial, do aspecto dorsolateral articular e do aspecto palmaro/plantar medial da falange proximal na vista DM45°-PaLO / DM45°-PiLO (Figura 7) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

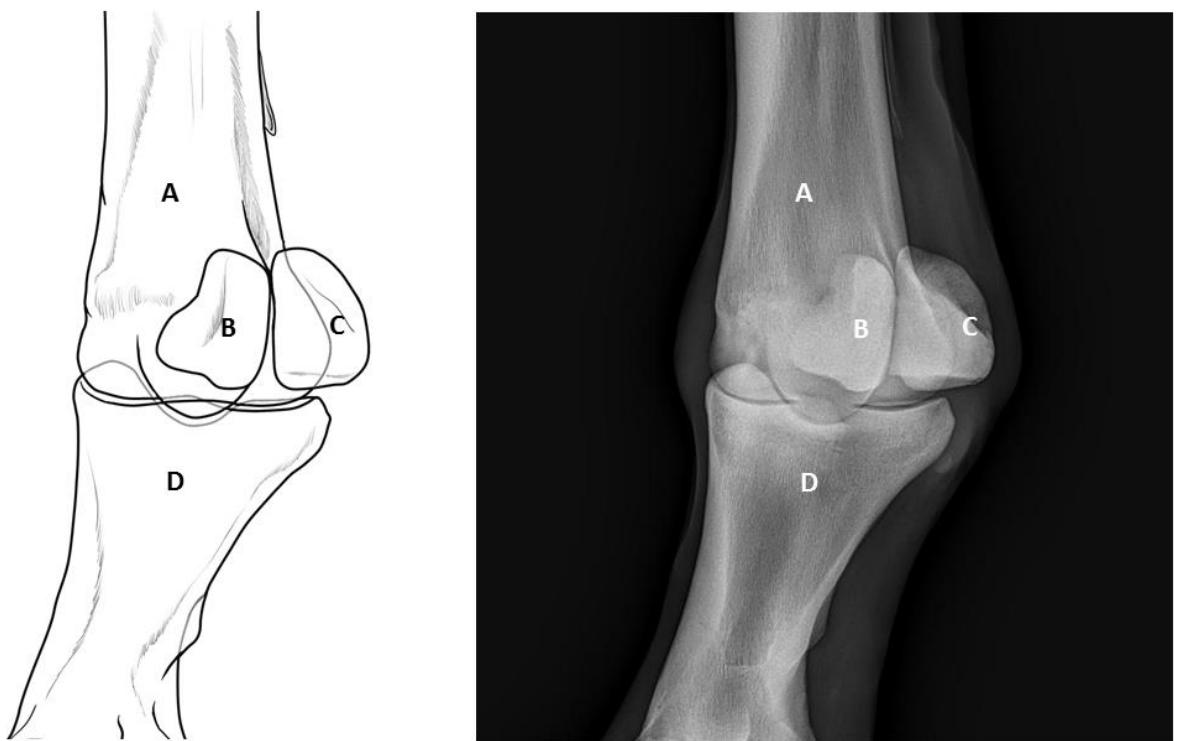


Figura 6. Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) osso sesamóide proximal medial; (C) osso sesamóide proximal lateral; (D) falange proximal.

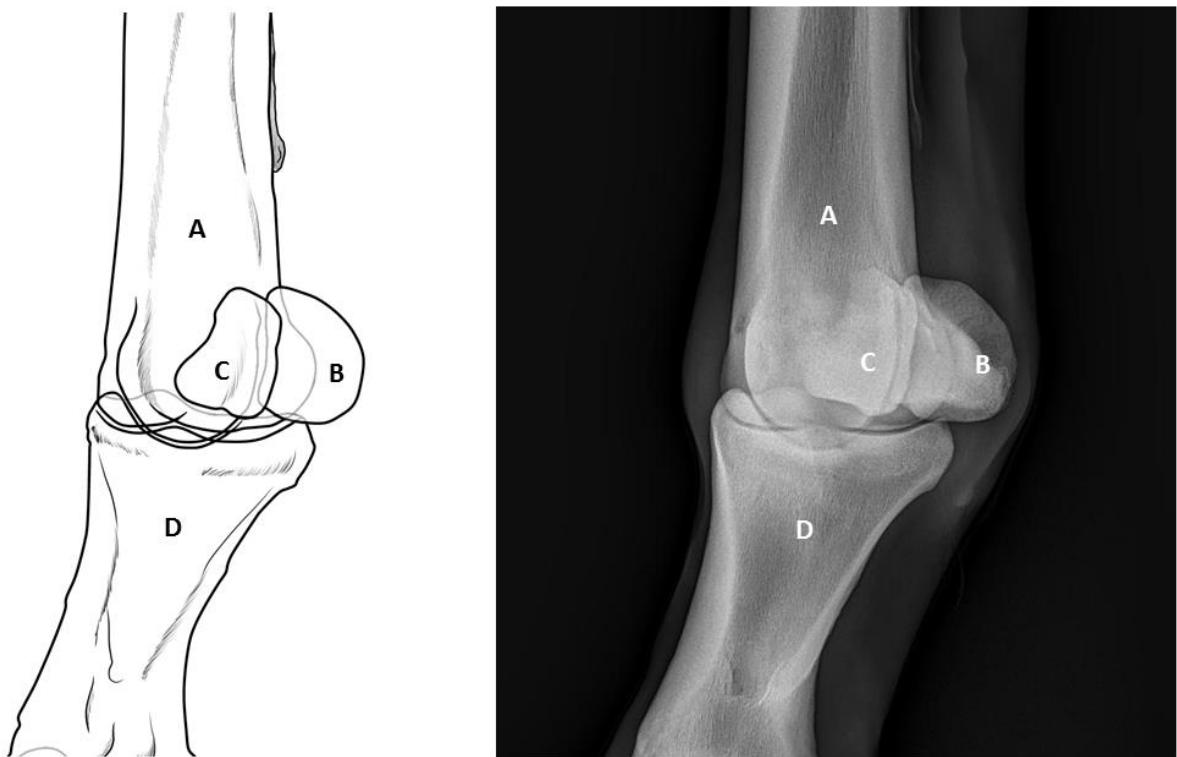


Figura 7. Ilustração da região metacarpo falangeana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-palmarolateral oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso terceiro metacarpiano; (B) osso sesamóide proximal medial; (C) osso sesamóide proximal lateral; (D) falange proximal.

Em se tratando de identificação de anormalidade(s), outras imagens oblíquas, com diferentes angulações, podem ser obtidas (DENOIX et al., 2013b).

### 2.2.3 Região carpiana do equino

#### 2.2.3.1 Osteologia da região carpiana do equino

O osso rádio no equino possui diáfise longa na direção craniocaudal. A tróclea do osso rádio encontra-se em ângulo reto com relação ao seu eixo longo, apresentando face articular com os ossos do carpo. Os ossos do carpo estão dispostos em duas fileiras, uma proximal, contendo no sentido mediolateral os ossos carpo radial, carpo intermédio, carpo ulnar e acessório do carpo, e outra distal, contendo no sentido mediolateral os ossos segundo carpiano, terceiro carpiano e quarto carpiano, podendo haver como variação a presença do osso primeiro carpiano no aspecto mais medial do carpo. A fileira proximal dos ossos do carpo articula-se com a tróclea do osso rádio formando a articulação antebraquiocarpiana, responsável pela maior movimentação da região do carpo. Formando a articulação mediocarpiana temos as faces articulares formadas entre a fileira proximal e a fileira distal dos ossos do carpo, com movimentação menor que a articulação antebraquiocarpiana. A fileira distal dos ossos do carpo se articula com os ossos metacarpianos formando a articulação carpometacarpiana, não permitindo movimento significativo. As articulações formadas entre os ossos de uma mesma fileira de ossos do carpo são chamadas articulações intercarpianas, e

apresentam uma amplitude de movimento bastante limitada (NICKEL et al, 1986; ENGILES et al., 2017; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; DENOIX, 2019).

### 2.2.3.2 Estudo radiográfico da região carpiana do equino

A avaliação radiográfica padrão da região carpiana do equino pode ser bastante complexa por razão das sobreposições observadas entre os ossos do carpo. Portanto, é importante incluir um mínimo de 4 posições radiográficas: as vistas LM, DL45°-PaMO, a DM45°-PaLO e LMFlex. Nos casos de avaliação de estágio de mineralização da placa de fechamento epifisário distal do osso radio, em animais jovens, a DP também deve ser obtida. Guardada a exceção da LMFlex, todas as outras posições devem ser adquiridas com o equino em posição quadrupedal (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

Na vista LMFlex, o membro objeto do estudo é seguro fora do solo, estando as articulações carpianas em cerca de 2/3 de sua capacidade de flexão, e com feixe de Rx incidindo, em situação de paralelismo ao solo, direcionado na articulação mediocárpica, localizada aproximadamente no limite distal do osso acessório do carpo. Esta vista possibilita uma diminuição da sobreposição dos ossos do carpo, além uma visualização mais ampla das suas superfícies articulares (Figura 8). É muito importante manter o alinhamento do membro durante a aquisição da imagem, e para tanto, há que se posicionar o casco na mesma direção que o cotovelo do animal, de maneira a evitar a formação de imagem distorcida (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

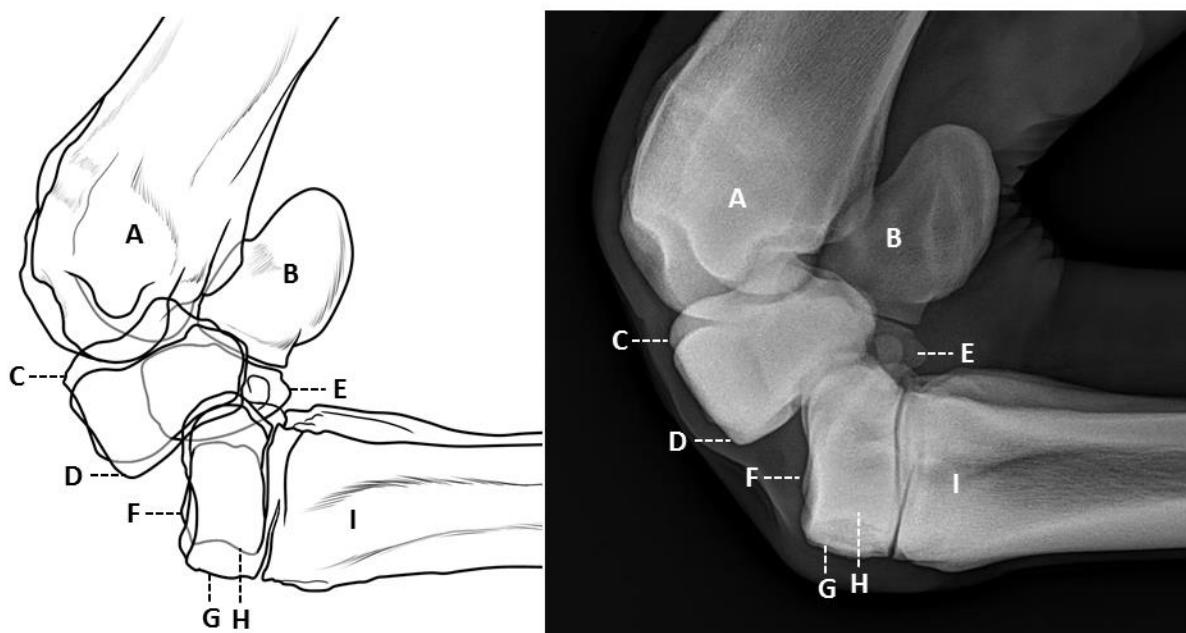


Figura 8. Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial flexionada do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano.

Em uma das vistas oblíquas consideradas como padrão, a DL45°-PaMO, faz-se a incidência do feixe de Rx em paralelo ao solo, em ângulo de 45°, lateralmente em relação à

linha média do aspecto dorsal da articulação mediocarpiana. O objetivo destas projeções é a visualização do aspecto dorsomedial da articulação mediocarpiana, mais especificamente dos ossos carpo radial e terceiro carpiano, além do aspecto palmarolateral da articulação mediocarpiana, com visualização dos ossos acessório do carpo e carpo ulnar (Figura 9) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

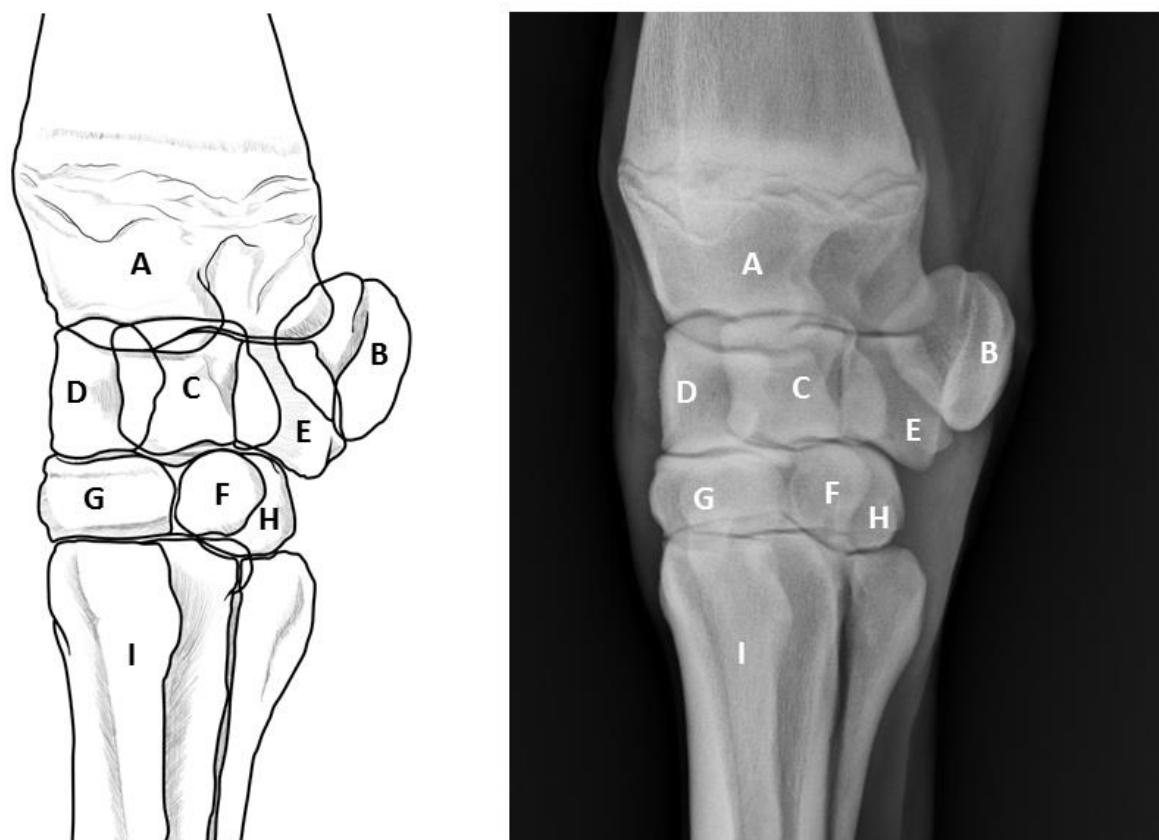


Figura 9. Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano.

Na vista DM45°-PaLO objetiva a visualização dos ossos do carpo, principalmente dos ossos carpo intermédio e terceiro carpiano, no aspecto dorsolateral da articulação, e dos ossos segundo carpiano, acessório do carpo e carpo radial, em seus aspectos palmaromediais, e deve ser obtida incidindo-se o feixe de Rx em paralelo ao solo, formando um ângulo de 45°, medialmente à linha média do aspecto dorsal da articulação mediocarpiana (Figura 10) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

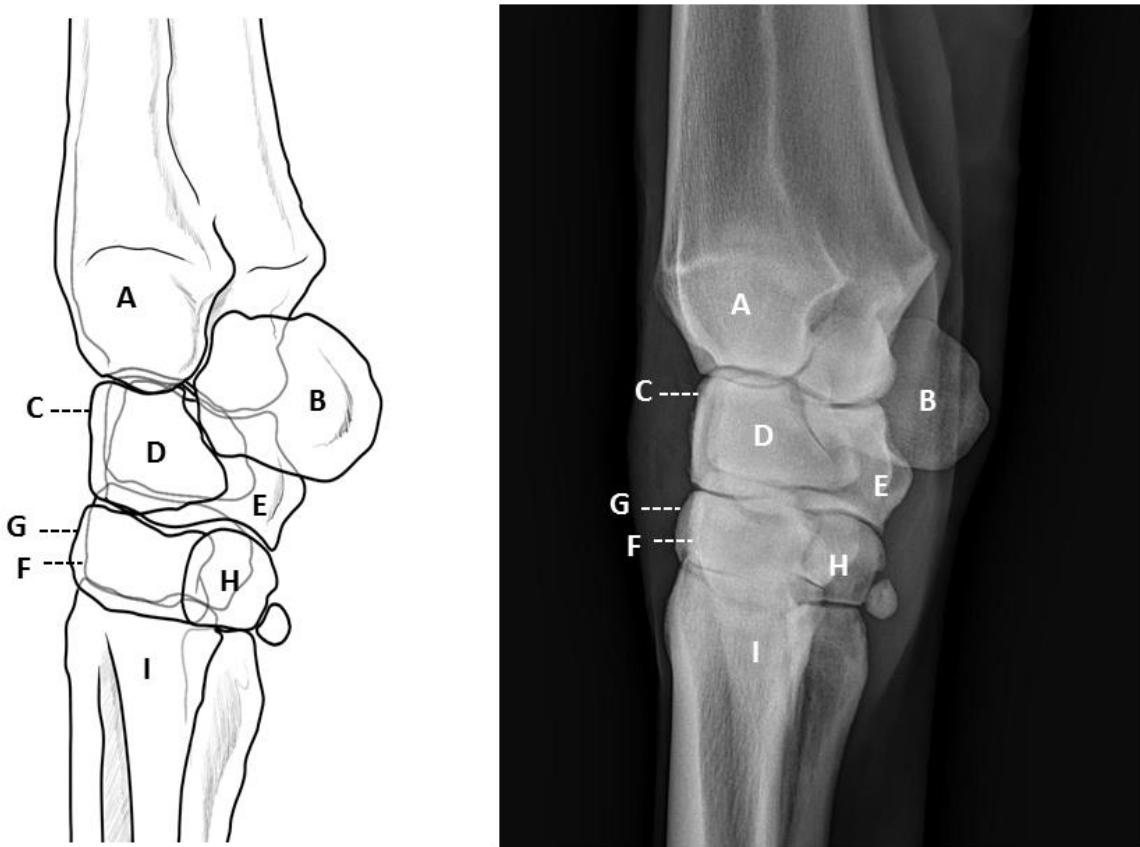


Figura 10. Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-palmarolateral oblíqua a 45° do membro torácico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano.

Outras imagens oblíquas, com diferentes angulações, podem ser obtidas uma vez que se identifique uma anormalidade(s) ou caso seja necessária uma investigação complementar (DENOIX et al., 2013b).

Na vista DP (Figura 11), para a obtenção da imagem radiográfica, o feixe de Rx deve incidir em situação de paralelismo ao solo e direcionado à linha média da articulação mediocarpiana. A imagem obtida, que fornece uma vista panorâmica dos ossos do carpo, também é frequentemente utilizada para a avaliação da linha de fechamento epifisário distal do osso radio (LUIZ et al., 2007; WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017).

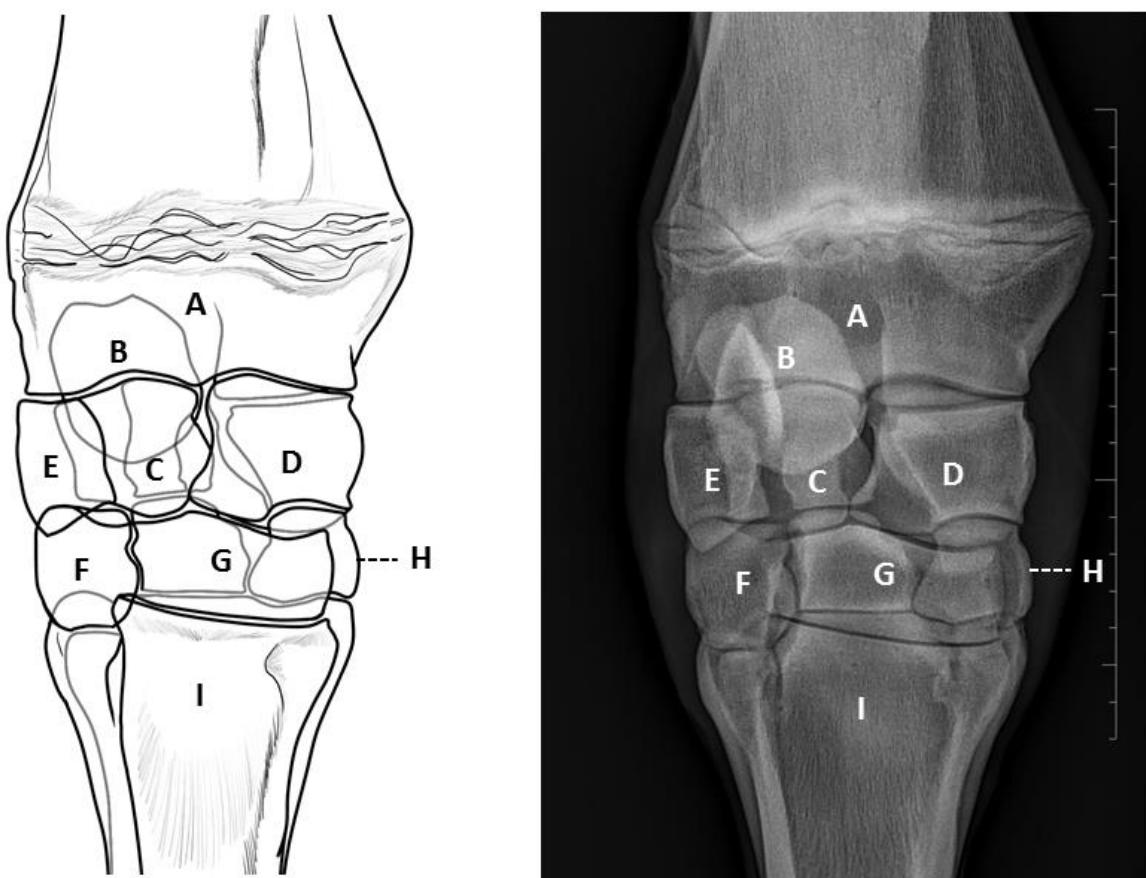


Figura 11. Ilustração da região carpiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsopalmar do membro torácico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso radio; (B) osso acessório do carpo; (C) osso carpo intermédio; (D) osso carpo radial; (E) osso carpo ulnar; (F) osso quarto carpiano; (G) osso terceiro carpiano; (H) osso segundo carpiano; (I) osso terceiro metacarpiano.

## 2.2.4 Região tarsiana do equino

### 2.2.4.1 Osteologia da região tarsiana do equino

A região tarsiana é formada pela epífise distal da tíbia, que possui uma cóclea, que consiste em uma crista intermédia margeada por dois sulcos, orientada craniolateralmente, e que recebe as cristas trocleares do osso talus. No aspecto medial da cóclea encontra-se o maléolo medial, e no aspecto lateral observa-se o maléolo lateral. Os ossos do tarso estão dispostos em três fileiras: a proximal, a média e a distal. A primeira fileira, formada em sequência mediolateral pelo Talus, que se articula com a tíbia formando a articulação tarsocrural, e pelo osso calcâneo. As cristas da tróclea do talus, se orientam obliquamente em uma direção mediolateral, causando um movimento cranial e caudal do dedo durante a flexão do tarso. A cabeça do Talus forma uma tróclea distal menor exibindo uma face articular relativamente plana em direção ao osso central do tarso, localizado na segunda fileira de ossos do tarso. O calcâneo, situado lateral e plantarmente ao talus, com o qual forma a articulação talocalcâneocentral, sendo esta a parte mais proximal a articulação intertarsiana proximal (AITP), apresenta também, distalmente, face articular com o osso quarto tarsiano, formando a

articulação calcaneoquartal, a parte mais distal da AITP, e apresentando no aspecto medial da sua parte distal o sustentáculo do talus. No equino praticamente não ocorrem movimentos na AITP. A articulação formada entre o osso central do tarso e os ossos da terceira fileira do tarso é uma articulação rígida e denomina-se articulação intertarsiana distal (AITD). Os ossos da terceira fileira são organizados mediolateralmente em ossos primeiro tarsiano, segundo tarsiano, terceiro tarsiano e quarto tarsiano, e, com as extremidades proximais dos ossos metatarsianos formam a articulação tarsometatarsiana (ATMT) (NICKEL et al., 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; DENOIX, 2019).

#### **2.2.4.2 Estudo radiográfico da região tarsiana do equino**

A avaliação radiográfica da região tarsiana deve incluir, preferencialmente, quatro posições radiográficas consideradas como padrão: LM, DPI, dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 35° (DL35°-PIMO) e dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35° (DM35°-PILO). Para a obtenção de todas as vistas radiográficas descritas acima o equino deve estar em posição quadrupedal equilibrada. Cabe elucidar que, de maneira ideal, a incidência dos feixes de Rx deve sempre estar em situação de paralelismo com o solo e, incidir sobre a articulação tarsocrural, quando o objetivo principal for a visualização das estruturas mais proximais, ou incidir sobre as AITP/AITD, quando o objeto principal do estudos foram estruturas mais distais. Outrossim, devido à estrutura bastante complexa do tarso equino, mudanças no grau de obliquidade do feixe de Rx pode resultar em considerável alteração das radiografias obtidas (BUTLER et al., 2017).

Na projeção DPI, com vistas a uma avaliação panorâmica, e o feixe dos Rx deve ser centralizado na AITP. As estruturas que poderão ser visualizadas são as superfícies cortical medial e lateral da porção distal do talus, os ossos do tarso e aspecto proximal dos ossos segundo e quarto tarsianos, regiões subcondral e periarticular das articulações tarsianas, espessura dos ossos central do tarso, terceiro tarsiano e das faces lateral e medial de cada osso, espaços articulares das AITP, AITD e ATMT, tuberosidade proximal e distal do talus, porção distal da crista lateral da tróclea da tíbia e a região plantar do osso central do tarso. Pode-se utilizar também uma variação da vista DPI incidência do feixe de Rx inclinando-o dorsalmente a 15° para a obtenção da imagem em posição dorsolateral-plantaromedial oblíqua a 15° (DL15°-PIMO) e dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 15° (DM15°-PILO), objetivando avaliar respectivamente o maléolo lateral e medial da tíbia (Figura 12) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

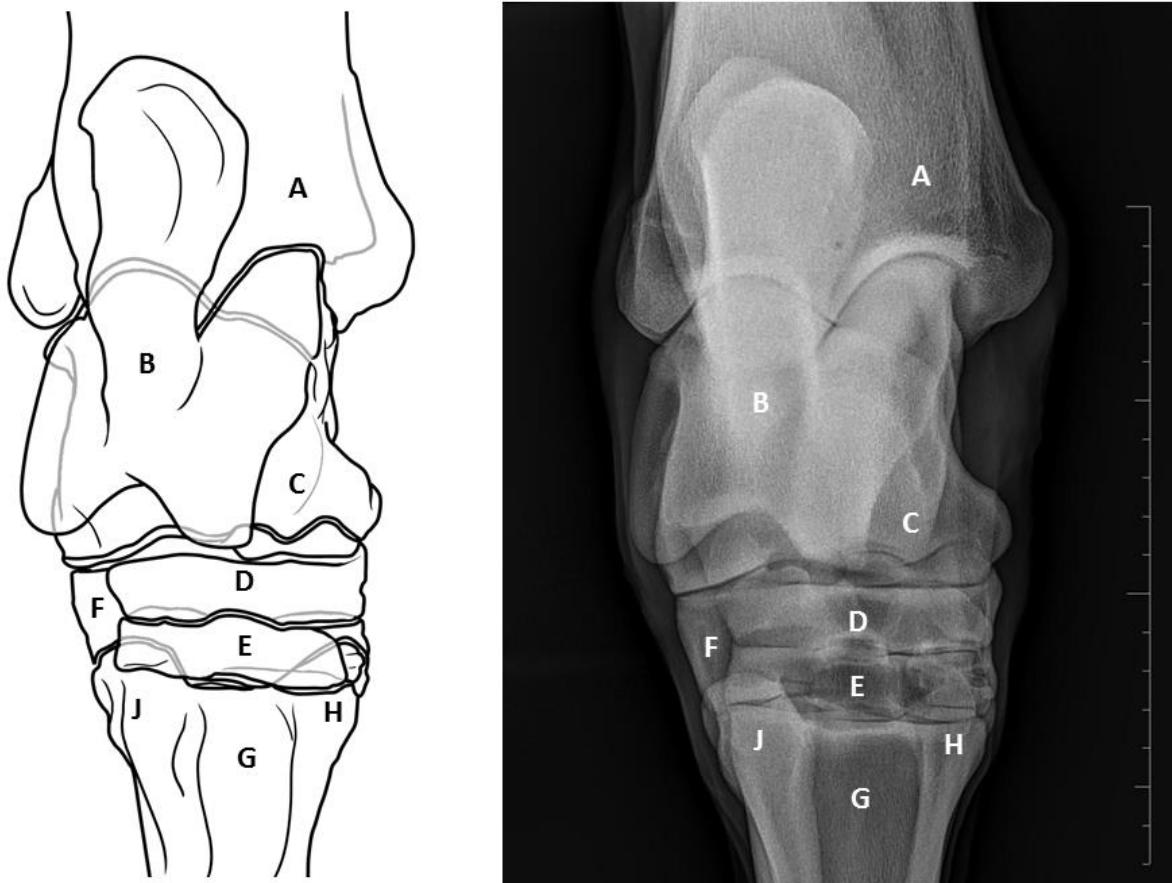


Figura 12. Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsoplantar do membro pélvico esquerdo (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) osso quarto tarsiano; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso segundo metatarsiano; (I) osso quarto metatarsiano.

Na vista LM, as trócleas do talus devem aparecer sobrepostas, de maneira a parecerem uma só. Neste posicionamento podem ser observadas as superfícies cortical plantar e dorsal da extremidade distal da tíbia, aspecto proximal dos ossos segundo e quarto metatarsianos, a articulação tarsocrural e AITP, além das cristas medial e lateral da tróclea do talus, face dorsal da crista intermédia da tíbia, contorno do sustentaculum tali e os aspectos dorsais dos ossos terceiro tarsiano e central do tarso (Figura 13) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

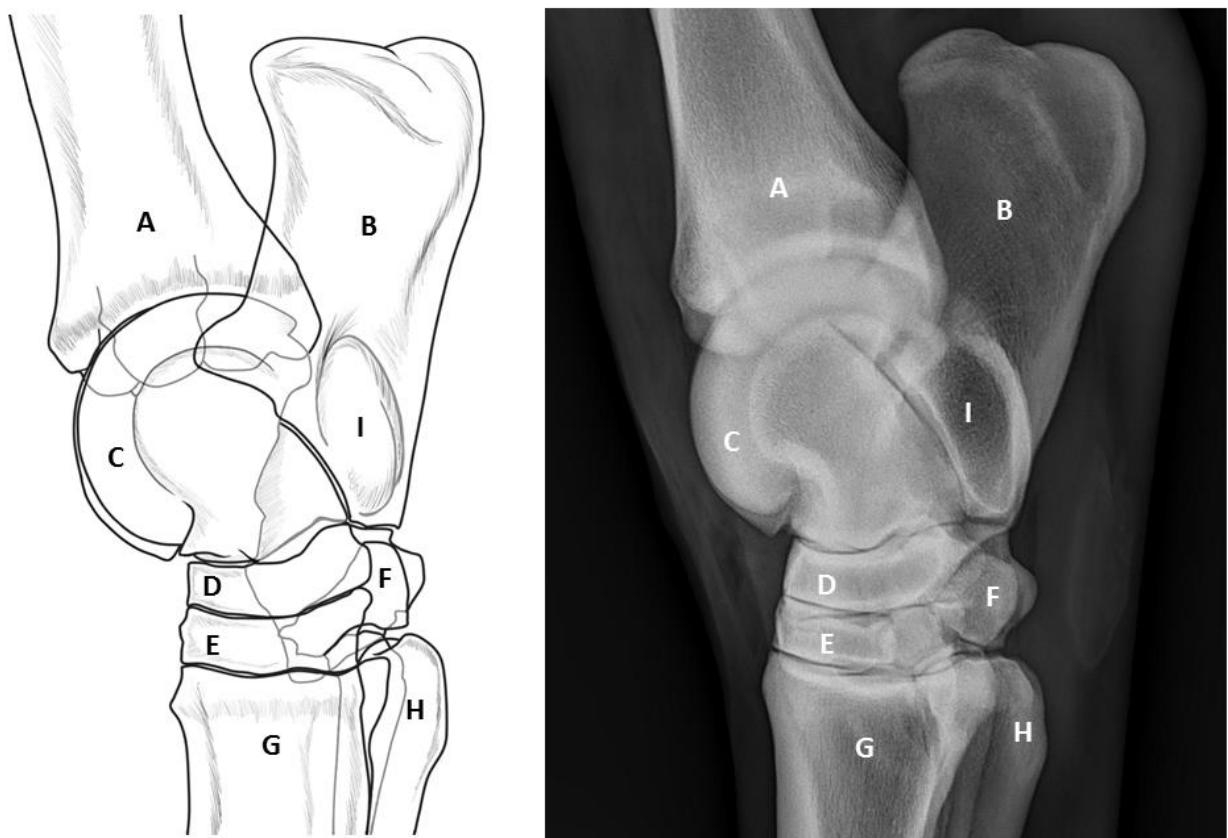


Figura 13. Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tíbia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) ossos segundo e quarto tarsianos; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) ossos segundo e quarto metatarsianos; (I) sustentaculum tali.

Na vista DL35°-PIMO a imagem radiográfica é obtida através da incidência do feixe de Rx, sendo este centrado no sítio de maior interesse, mais proximal ou mais distal, mais frequentemente a AITP, visando estudar o maléolo medial da tíbia, a crista medial do talus e os aspectos dorsomediais dos ossos osso central do tarso, osso terceiro tarsiano e do osso terceiro metatarsiano (Figura 14). No aspecto plantar são evidenciados o aspecto plantarolateral do osso calcâneo, do osso quarto tarsiano e osso quarto metatarsiano (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

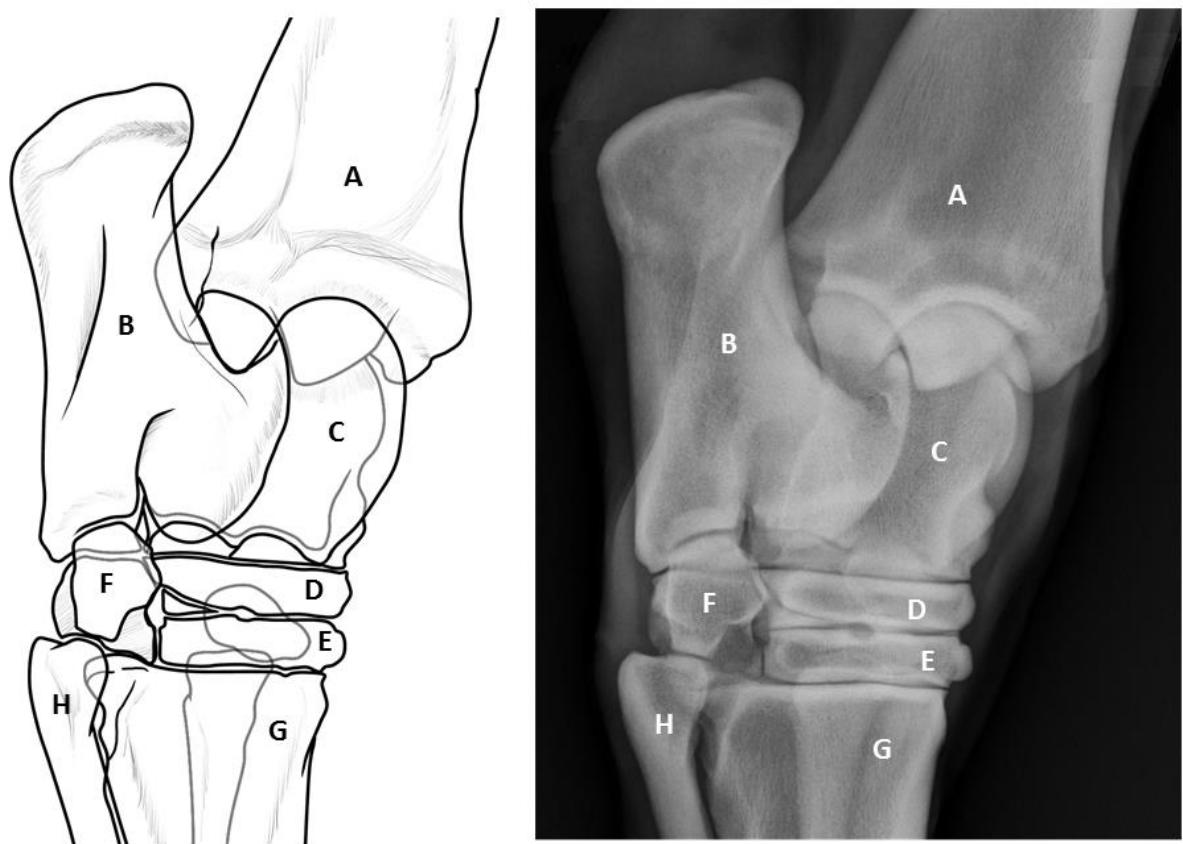


Figura 14. Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-plantaromedial oblíqua a 35° do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibial; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) osso quarto tarsiano; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso quarto metatarsiano.

Para a obtenção da vista DM35°-PILO, realiza-se a incidência do feixe de Rx centrado no sítio de maior interesse, mais proximal ou mais distal, mais frequentemente a AITP, evidenciando o sustentaculum tali, a crista troclear lateral do talus, o aspecto dorsolateral dos ossos central do tarso, terceiro tarsiano, segundo e terceiro metatarsianos, além do aspecto plantaromedial dos ossos quarto metatarsiano e primeiro e segundo tarsianos fusionados (Figura 15) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

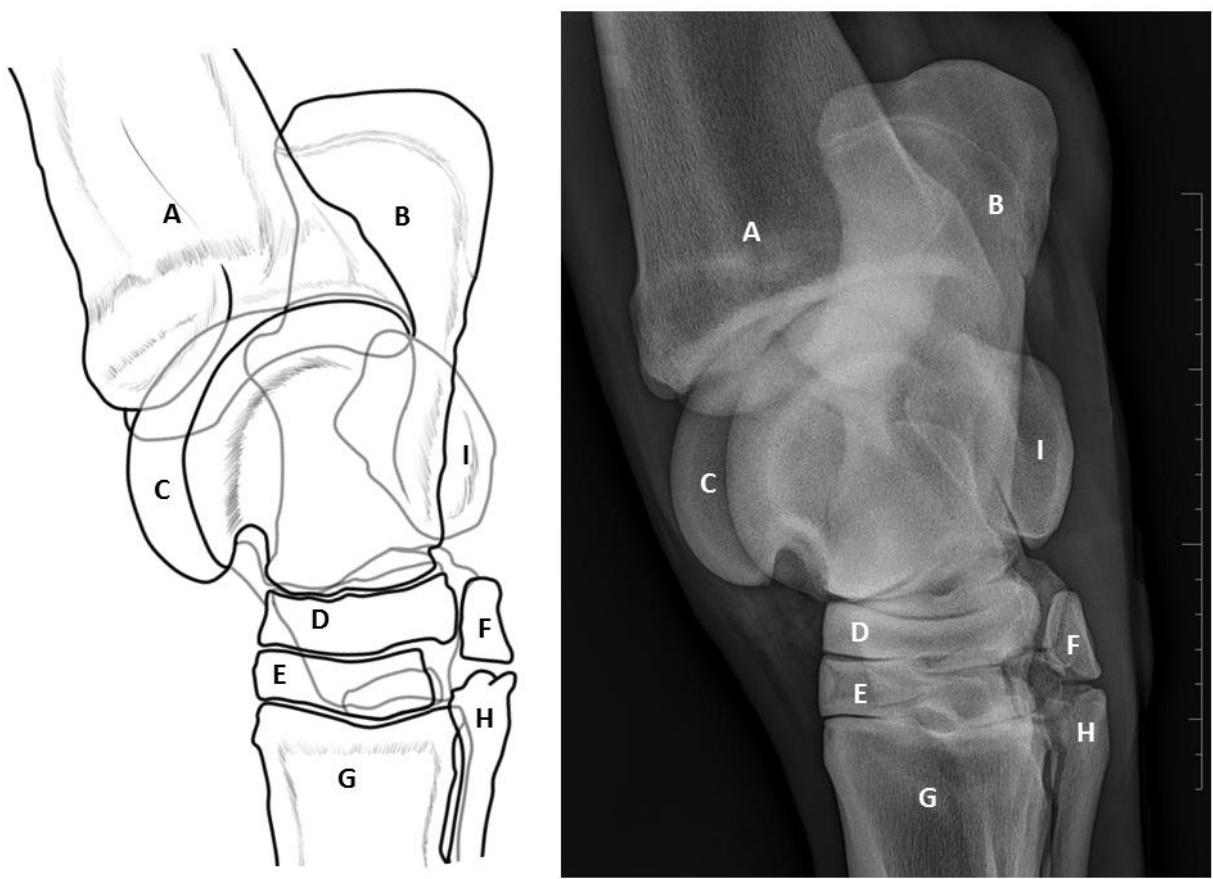


Figura 15. Ilustração da região tarsiana do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35° do membro pélvico direito (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso tibia; (B) osso calcâneo; (C) osso talus; (D) osso central do tarso; (E) osso terceiro tarsiano; (F) ossos primeiro e segundo tarsianos; (G) osso terceiro metatarsiano; (H) osso segundo metatarsiano ; (I) sustentaculum tali.

## 2.2.5 Região do joelho do equino

### 2.2.5.1 Osteologia da região do joelho do equino

A região do joelho é composta pelos ossos fêmur, tibia e patela, formando as articulações femoropatelar e femorotibial. O osso fêmur é dividido em epífise proximal, diáfise e epífise distal, com seus côndilos lateral e medial, localizados caudalmente à uma tróclea. Os côndilos articulam-se com a epífise proximal da tibia e com os meniscos para formar a articulação femoropatelar. A tróclea do fêmur é composta de duas cristas separadas por um sulco; a crista troclear medial é maior em comparação à crista troclear lateral, e possui uma protuberância que se projeta proximalmente. A patela articula-se com as cristas trocleares lateral e medial em sua face articular, tendo com sua face livre direcionada proximalmente, enquanto o ápice está direcionado distalmente. Nos equinos a patela possui também um prolongamento medial chamado de fibrocartilagem do osso patela ou ângulo medial. O osso fíbula, embora presente no equino, não se articula com o fêmur, e em sua cabeça é um osso distinto, enquanto corpo é rudimentar e está incorporado à tibia, sendo, esta última, a responsável pela sustentação do peso. A epífise proximal da tibia divide-se em dois

côndilos, um lateral e um medial, separados pela eminência intercondilar, que por sua vez está dividida em uma parte medial mais proximal e uma parte lateral mais distal. Os côndilos lateral e medial da tíbia articulam-se respectivamente com os côndilos lateral e medial do fêmur (NICKEL et al, 1986; SCHALLER & CONSTANTINESCU, 2018; DENOIX, 2019).

### 2.2.5.2 Estudo radiográfico da região do joelho do equino

Usualmente os estudos radiográficos desta região exigem aparelhos bastante potentes, e não diferente de outros estudos radiográficos, um mínimo de duas posições deve ser obtido.

Para a obtenção da vista LM o equino deve apresentar-se em apoio quadrupedal, com o membro alvo do estudo posicionado caudalmente ao membro contralateral. O feixe de Rx deve incidir sobre a articulação femorotibial, em paralelismo com a linha dos bulbos do talão. Essa vista objetiva a visualização dos sulcos da tróclea do fêmur, da patela, da área de inserção do ligamento cruzado cranial e a crista da tíbia (Figura 16) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

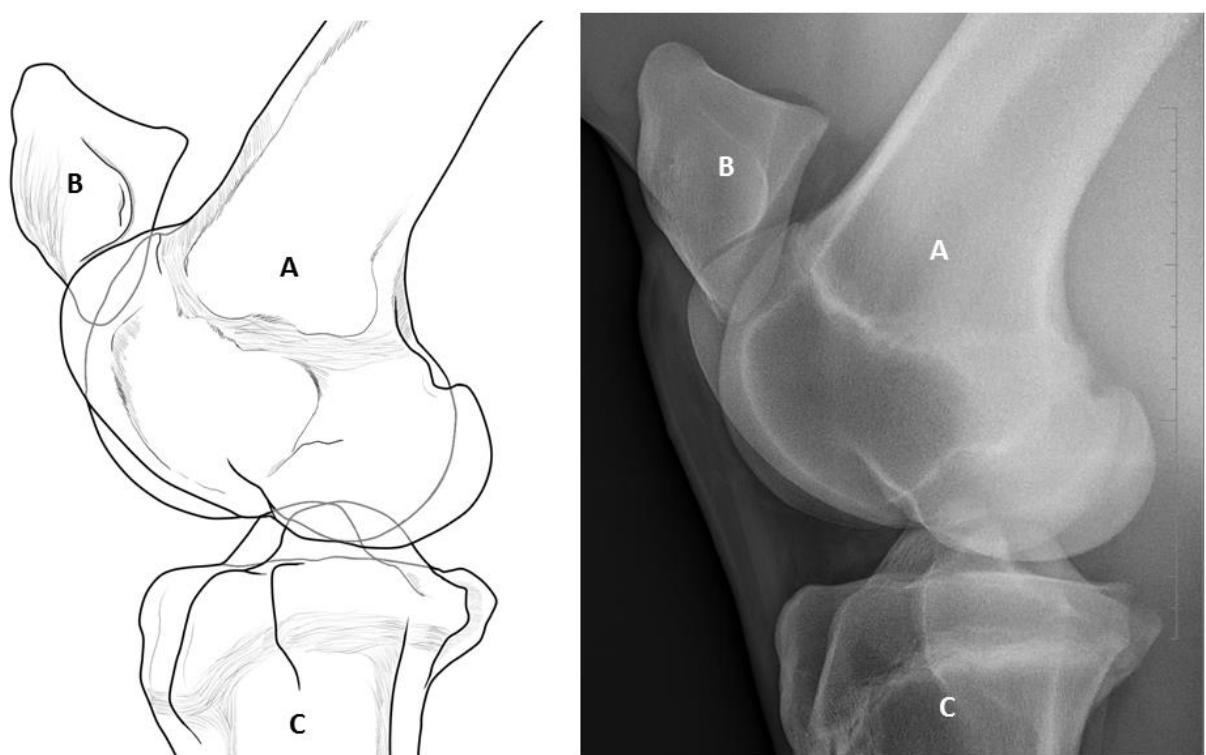


Figura 16. Ilustração da região do joelho do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição lateromedial do membro pélvico esquerdo (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso fêmur; (B) osso patela; (C) osso tíbia.

A vista caudocranial (CaCr) da região do joelho do equino é utilizada para visualização das eminências intercondilares da tíbia, da fossa intercondilar do fêmur, dos aspectos de sustentação de peso dos côndilos lateral e medial do fêmur e dos côndilos lateral e medial da tíbia. As imagens são adquiridas com o Rx direcionado a aproximadamente 10 a 15° (dorsoventralmente), centralizado em uma linha que divide o aspecto caudal do membro ao meio, entre os músculos semimembranoso e semitendinoso, na altura do seu terço distal, e

com o ponto de saída dos feixes na altura crista da tibia (Figura 17) (WEAVER & BARAKZAI, 2010; BUTLER et al., 2017; DENOIX, 2019).

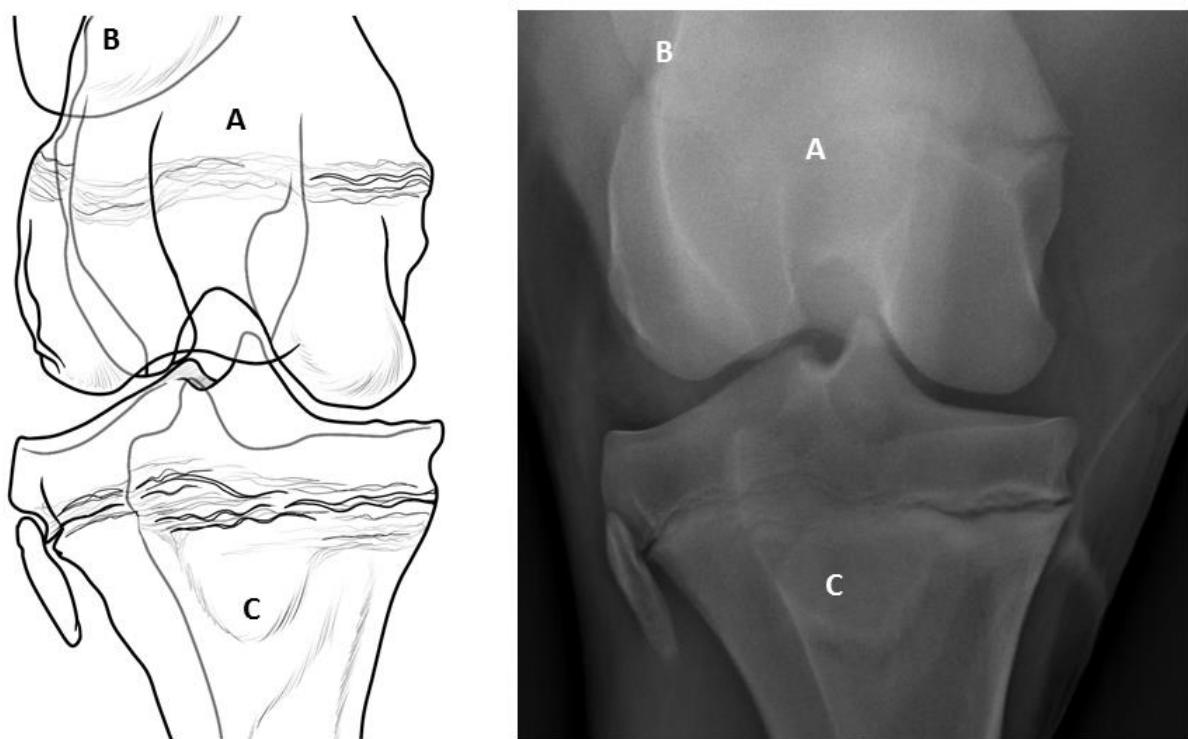


Figura 17. Ilustração da região do joelho do equino (Fonte: Isabel Silva Corrêa, 2019) e imagem radiográfica correspondente em posição caudocranial do membro pélvico direito (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) osso fêmur; (B) osso patela; (C) osso tibia.

### 2.3 Epidemiologia das alterações radiográficas em equinos

Desde o final da década de 1960, e início da década de 1970, a comunidade médica veterinária de equinos preocupa-se com lesões locomotoras e sua repercussão a nível populacional (CLEGG et al., 2011).

Estudos epidemiológicos conduzidos em diferentes países têm sido frequentemente voltados aos diversos fatores de risco de enfermidades locomotoras, tendo, a maioria deles se detido em avaliar aquelas ocorridas durante as competições propriamente ditas (BODEN et al., 2006; PARKIN, 2008; JANES et al., 2017), que geram, além de um importante questionamento relacionado ao bem-estar dos animais participantes das competições, repercussões negativas no público que assiste ao esporte, assim como na mídia (OIKAWA & KUSUNOSE, 2005; COGGER et al., 2006).

Conforme reportado anteriormente, as lesões catastróficas de membros locomotores podem chegar a representar 71,6% e 80% de todos os óbitos de equinos ocorridos durante as corridas, respectivamente na Austrália e nos EUA. Destes acidentes, majoritariamente localizados nos membros torácicos, as fraturas de ossos sesamóides proximais e de osso terceiro metacarpiano são as ocorrências mais usuais, responsáveis por 83% das lesões catastróficas em corridas planas (JOHNSON et al., 1994; BODEN et al., 2006, SUN et al., 2019). Em recente estudo de metanálise realizado por Hitchens e colaboradores (2019),

compilando dados desde 1990 até 2017, estimou-se em 1,17 injúrias fatais a cada 1000 corridas avaliadas, demonstrando que a incidência das injúrias consideradas catastróficas foi maior nos EUA e no Canadá, e menor na Austrália e Nova Zelândia, assim como em Hong Kong e no Reino Unido. De acordo com Sun e colaboradores (2019), as injúrias catastróficas ocorridas nas corridas de equinos PSI em Hong Kong atingem 0,6 animais a cada 1000 corridas.

Apesar da importância dos danos diretos e indiretos causados pelas lesões catastróficas, as injúrias não catastróficas observadas durante o treinamento diário em cavalos de corrida são maioria quando comparadas com as lesões ósseas dos membros locomotores ocorridas durante as competições, podendo chegar a 80% das fraturas diagnosticadas rotineiramente (VERHEYEN & WOOD, 2004). Outrossim, as lesões ocorridas durante as competições, que, no entanto, não acarretaram o óbito do equino, chegam à incidência de 2,2 injúrias por 1000 corridas (SUN et al., 2019).

Tanto mais, estima-se que a grande maioria das injúrias catastróficas em cavalos de corrida sejam subsequentes às lesões que se desenvolvem como resultado das cargas repetitivas nos membros locomotores impostas durante o treinamento e as corridas, quando se dá continuidade ao treinamento e competições em animais com lesões preexistentes. Estas injúrias ocorrem usualmente durante os 6 meses prévios às ocorrências fatais e são consequência da falta de integridade estrutural que reduz a capacidade das estruturas anatômicas locomotoras de resistirem ao esforço repetitivo (STOVER et al., 2017).

O padrão de injúrias varia de acordo com os diversos fatores de risco envolvidos, e que estes podem ser bastante específicos respondendo ao tipo de piso e a geometria da pista, a variação sazonal e aos diferentes métodos de treinamento adotados, entre outros fatores (COGGER et al., 2006; HITCHENS et al., 2019).

Entre as afecções mais prevalentes em animais de 2 anos de idade em treinamento estão a doença dorsal do metacarpiano e as enfermidades articulares de carpo e de articulação metacarpo/metatarso falangeana (ROSSDALE et al., 1985; BAILEY et al., 1999). Em estudo realizado em centros de treinamento na Inglaterra, avaliando-se a frequência de injúrias de membros locomotores em 182 animais com dois e três anos de idade, verificou-se que havia diferença significativa na incidência de doença dorsal do metacarpiano, enfermidade usualmente causada pela mal adaptação dos esqueleto apendicular às cargas crescentes do início do treinamento, que conforme esperado foi mais frequentes em animais de 2 anos, não havendo, no entanto, influência da idade com relação às afecções articulares (DYSON et al., 2008).

Em estudo tratando de injúrias não letais em um grupo de equinos PSI correspondente a 35,8% do quantitativo de animais em treinamento e competição em pistas sintéticas na Califórnia, nos EUA, as injúrias de membro torácico foram, de maneira geral, mais frequentes do que as de membro pélvico, totalizando 344 lesões agudas em 316 animais. As lesões agudas mais diagnosticadas radiograficamente foram as fraturas dos ossos sesamóides proximais, seguidas das fraturas por estresse do osso tibia, das fraturas osteocondrais de falange proximal e das fraturas osteocondrais de ossos do carpo (HILL et al., 2015).

Em outra investigação, avaliando 647 equinos PSI de corrida desde o início do treinamento, aproximadamente aos 18 meses de idade, assim como animais de 2 e 3 anos, alojados com 13 diferentes treinadores no Reino Unido, Reed e colaboradores (2012) verificaram a incidência de 184 injúrias ocorridas em 165 animais, sendo 82 enfermidades da região carpiana e 102 injúrias de articulação metacarpo/metatarso falangeana, representando respectivamente 45 e 55% de todas as enfermidades diagnosticadas. Também foram evidenciadas, através de radiologia, anormalidade de osso subcondral nos animais mais jovens, em início de treinamento, sugerindo que as injúrias ósseas podem principiar ao início

do treinamento, ou que estes animais já possuíam anormalidades que se tornaram evidentes ao que se iniciasse o programa de treinamento.

## 2.4 Desenvolvimento e maturidade óssea dos equinos

O sistema esquelético inicia a sua formação antes do nascimento, particularmente o esqueleto apendicular, pré-formado como miniaturas em cartilagem hialina, que permitem desenvolvimento tridimensional, e serão substituídas posteriormente por tecido ósseo, mais adequado a suportar as cargas gravitacionais e musculares às quais estará sujeito o animal após o nascimento (BIRCH et al., 2014; ROGERS et al., 2017).

Os ossos longos desenvolvem-se por ossificação endocondral, através dos centros de ossificação: nas extremidades desenvolvem-se duas epífises, e no centro dos ossos, uma diáfise, encontrando-se entre eles a placa de crescimento metafisário, que permite o alongamento do osso que acompanha o crescimento. O fechamento ou mineralização da cartilagem fisária, também observada como o desaparecimento da placa de crescimento, pode variar de acordo com o osso. As placas epifisárias distais, usualmente possuem mineralização mais tardia, permanecendo visíveis por vários meses após o nascimento do equino. A identificação do momento no qual as placas epifisárias do equino são consideradas fechadas pode auxiliar na estimativa de maturidade óssea destes indivíduos (KERBER, 1999; GODOY et al., 2004; LUIZ et al., 2007).

Em equinos PSI o desenvolvimento físico é usualmente bastante rápido: com cerca de 6 semanas pode-se observar duplicação seu peso de nascimento; aos 14 e 18 meses de vida podem apresentar aproximadamente 90%, do peso e da altura que possuirão na idade adulta (ROGERS et al., 2017).

Estudos anteriores, comparando o sítio de avaliação radiográfica, objetivando verificação do fechamento da linha epifisária distal tanto o osso tibial quanto no osso radio, indicam que o fechamento da linha epifisária distal do osso radio é mais tardio, sendo este o sítio preferencial para a avaliação da maturidade óssea individual (GODOY et al., 2004; LUIZ et al., 2007).

O grau de fechamento epifisário distal do osso radio (FEP), avaliado segundo Adams (1974), classifica-se em: “A” quando linha epifisária encontra-se completamente mineralizada, considerada “fechada”; “B” quando o centro da linha epifisária encontra-se calcificado, mas não a periferia da linha epifisária; e “C” se não houver calcificação perceptível na linha epifisária, considerando-se, então, “aberta” (Figura 18).

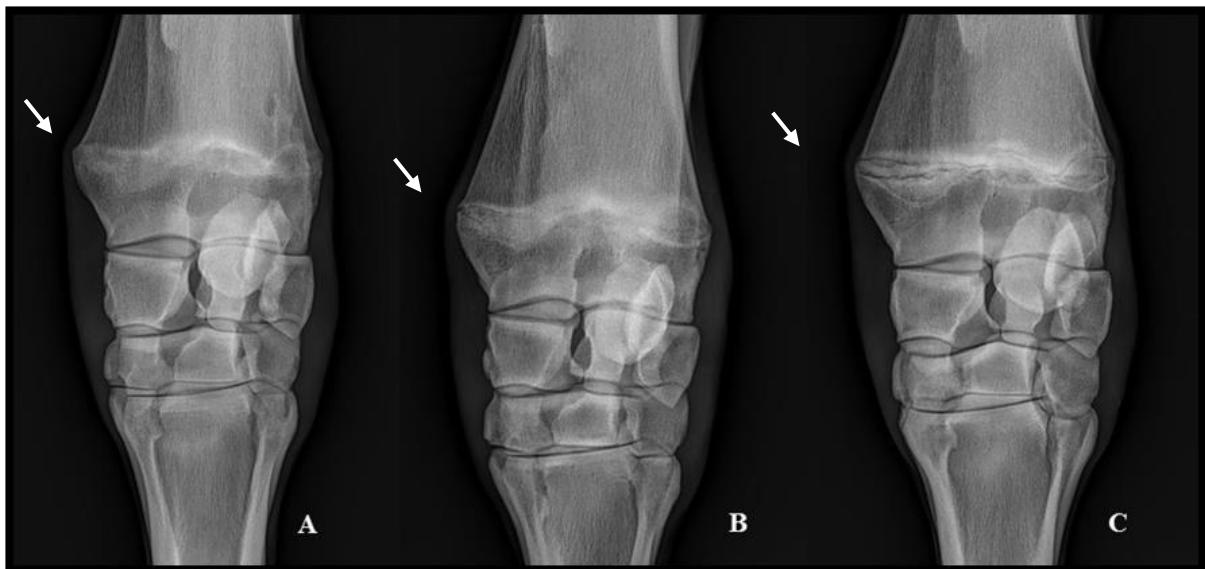


Figura 18. Radiografias da região carpiana esquerda em posição dorsopalmar (TR: 80 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) de equinos demonstrando a classificação de fechamento epifisário distal do radio (FEP) (seta branca) segundo Adams (1974) classificadas em “A” (linha epifisária completamente calcificada); “B” (centro da linha epifisária mineralizado, mas não a periferia); “C” (nenhuma mineralização perceptível na linha epifisária) (Fonte: arquivo pessoal).

Existem, na literatura científica, relatos de tempo de fechamento ósseo da cartilagem epifisária distal do osso rádio em algumas raças. Segundo Mamprim et al. (1992), o FEP nas fêmeas da raça Mangalarga ocorreu aproximadamente aos 25 meses de idade. Em equinos PSI, Vulcano et al. (1997) avaliando 20 equinos jovens, descreveram FEP observado aos 24 meses nos machos e aos 23 meses nas fêmeas. Em estudos realizados avaliando o FEP de 24 equinos jovens da raça Brasileiro de Hipismo verificou-se que o fechamento epifisário ocorreu mais precocemente nas fêmeas, aos 25,83 meses, do que nos machos, aos 28,16, possivelmente por fatores hormonais (GODOY et al., 2004).

Diferenças observadas no tempo de fechamento das placas epifisárias dos equinos, assim como parâmetros de crescimento destes animais, são provavelmente determinadas geneticamente. Porém, fatores externos, como a alimentação e o treinamento esportivo podem exercer uma influência importante, suscitando a necessidade de avaliação individualizada, respeitando, entre outras características, a raça, o manejo adotado durante a criação e sua aptidão física (LUSZCZYNSKI et al., 2011).

Os estudos sobre a relação entre a maturidade esquelética e a prevalência de enfermidades locomotoras ainda são controversos. Mason et al. (1973) observaram correlação significativa entre o início da vida atlética competitiva com a epífise distal do osso radio ainda aberta, com manifestações clínicas em consequência de doença dorsal do metacarpiano e enfermidades dos ossos do carpo. Ainda assim, não verificaram uma correlação geral entre o fechamento epifisário e a ocorrência ou não de enfermidades locomotoras, por dificuldade de determinar a influência de comorbidades, métodos de treinamento e nutrição, entre outros fatores determinantes. Segundo Cogger et al. (2006), pode haver uma maior incidência de lesões de sistema locomotor quando o animal inicia o treinamento enquanto o esqueleto ainda não está totalmente desenvolvido, ou seja, a epífise distal do rádio não está fechada.

A avaliação da maturidade óssea individual pode beneficiar o trabalho de prevenção de lesões, auxiliando na adequação da intensidade de treinamento ao desenvolvimento ósseo

de cada equino resultando na prevenção de lesões que, de outra forma, poderiam comprometer o futuro atlético destes animais (BOUREBABA et al., 2019).

## 2.5 Efeito do exercício sobre ossos e articulações

Os equinos sofreram diversas adaptações evolutivas direcionadas a maximizar sua capacidade locomotora e consequentemente possibilitar sua fuga e sobrevivência diante dos predadores. As adaptações ósseas resultaram em fíbula praticamente vestigial. Distalmente ao carpo e ao tarso, a carga é suportada principalmente pelo osso terceiro metacarpiano/metatarsiano, visto que os ossos segundo metacarpiano/metatarsiano e os ossos quarto metacarpiano/metatarsiano são bastante reduzidos em tamanho e conduzem a carga ao osso terceiro metacarpiano/metatarsiano. Associados ao osso terceiro metacarpiano/metatarsiano encontram-se os ossos sesamóides proximais, articulando-se com a face palmar/plantar dos côndilos lateral e medial do osso terceiro metacarpiano/metatarsiano. O equino possui apenas um dígito, formado pela falange proximal, falange média e falange distal, e pelo osso sesamóide distal (FIRTH, 2006).

Durante a vida há um equilíbrio entre formação e reabsorção óssea. No primeiro ano de vida há maior formação do que reabsorção. O processo de adaptação resulta em modelação óssea, que consiste em reabsorção óssea em um sítio, com formação óssea em outro concomitantemente, como resposta às cargas gravitacionais e musculares impostas ao esqueleto induzindo atividade celular, modificando sua forma e tamanho, permitindo o desenvolvimento tridimensional. O remodelamento ósseo, processo que consiste em reabsorção óssea em um sítio, com formação óssea no mesmo sítio, ocorridas em diferentes momentos, é uma de resposta do organismo às microlesões que estimulam a reabsorção óssea realizada pelos osteoclastos, com posterior deposição óssea efetuada pelos osteoblastos. Este processo de reparação é fisiológico e ocorre em resposta às cargas impostas ao esqueleto (FIRTH, 2006; BIRCH et al., 2014).

Quando uma carga é aplicada a um osso, ele tem uma limitada capacidade elástica de deformação, e quando esta carga não ultrapassa o limite inerente a este osso, ele retorna a sua forma original quando a carga é retirada. Caso a carga seja mais intensa que o limite ósseo, podem ocorrer danos à sua estrutura. Quando uma carga pouco mais intensa que seu limite é aplicada ao osso de maneira repetitiva, pode resultar em microlesões cumulativas ou fadiga óssea, que podem acarretar lesões de variadas proporções. Há cada vez mais evidências de que parte das fraturas que afetam os cavalos de corrida resultam de processos de fadiga óssea, já que esta é um fenômeno progressivo e, como tal, pode ser identificada antes de progredir para uma injúria catastrófica (RIGGS, 2002; BIRCH et al., 2014; MARTIG et al., 2014).

Desta forma, conhecendo as propriedades fisiológicas de reparação e adaptação, pode-se dizer que a massa, a estrutura tridimensional e a microestrutura óssea são capazes de modificação em resposta às variações de estímulos mecânicos, como a velocidade e a distância de execução do treinamento e são beneficiadas pelo exercício controlado (RIGGS, 2002).

Assim como o tecido ósseo, a cartilagem articular, cuja função principal é absorver e transferir cargas, sofre adaptações que dizem respeito a aplicação de cargas durante o exercício, ainda que de maneira limitada. Sendo um tecido avascular e metabolicamente ativo, o suprimento necessário é aportado por trocas de substâncias através da microcirculação sinovial e por transporte no fluido sinovial (BERTONE, 2008).

A biomecânica da articulação, bem como as forças a ela aplicadas, podem interferir na ocorrência de anormalidades do tecido cartilagíneo. Em estudo comparando propriedades

biomecânicas da cartilagem em animais exercitados e não exercitados, observou-se maiores alterações em sítios que recebem maior carga, indicando a necessidade de adaptação ao exercício. Os condrócitos, por exemplo, aumentam a quantidade e qualidade de proteoglicanos em resposta ao exercício, com o objetivo de aumentar a resistência da cartilagem, e são necessárias cerca de 3 semanas de treinamento para que esse aumento seja mensurável (PALMER & BERTONE, 1996). Estudos utilizando técnicas de mensuração metabólica tecidual *in vitro*, reportaram que diferentes intensidades e frequência de cargas em cartilagens saudáveis produziram respostas teciduais diferentes. Os autores reportaram que exercício com cargas baixas e com baixa frequência, característica de exercícios de baixa intensidade, produziram pouca ou nenhuma resposta dos condrócitos, fator que seria fundamental na regeneração e consequentemente na saúde do tecido cartilagíneo. Já os exercícios de média intensidade e frequência, melhoraram a resposta tecidual, melhorando o catabolismo e possivelmente produzindo anabolismo tecidual, mantendo saudável a cartilagem. Também, observou-se que altas frequências de cargas altas, como o impacto produzido em exercícios de alta intensidade, podem ser acompanhadas de perda de propriedades biomecânicas da matriz cartilagínea. Comportamento similar também foi observado em estudo *in vitro* com tecido cartilagíneo lesionado, no qual cargas moderadas inibiram o catabolismo tecidual, favorecendo a cicatrização (BLEUEL et al., 2015; BRICCA et al., 2017).

## **2.6 Alterações radiológicas em exame de comercialização de equinos jovens**

A realização de exames de comercialização (EC) em equinos visa a identificação de anormalidades potencialmente prejudiciais ao exercício de determinada função. As anormalidades ósseas, quando encontradas, podem ser de variados graus de severidade, e, quando não correspondem a achados clínicos, tendem a ser de difícil interpretação. Ainda assim, estudos radiológicos dos membros de equinos jovens têm sido corriqueiramente usados com o objetivo de detectar alterações ósseas que possam interferir negativamente no desempenho atlético futuro do animal, assim como diminuir seu valor comercial (VAN HOOGMOED et al., 2003).

Não obstante, estudos sobre a correlação entre uma lesão específica e o desempenho atlético podem ser bastante desafiadores por razão das diversas influências de outros fatores sobre a capacidade competitiva individual, mas, ainda assim, são de suma importância para auxiliar o Médico Veterinário clínico na interpretação das alterações radiográficas (AR) observadas em animais jovens e dos riscos que representam diante de uma disciplina equestre específica (SYMON & DYSON, 2010).

No momento da comercialização os potros ainda não foram submetidos a programas de treinamento, de maneira que, usualmente, não são observadas manifestações clínicas que poderiam auxiliar na avaliação da integridade do SL, deixando apenas possíveis mudanças visíveis ou palpáveis nos contornos ósseos e nas linhas de aprumos como auxílio ao Médico Veterinário (SPIKE-PIERCE & BRAMLAGE, 2003).

Durante o desenvolvimento do equino diversos fatores podem acarretar o aparecimento as doenças ortopédicas do desenvolvimento (DOD), nas quais tanto a genética quanto fatores ambientais, como o manejo nutricional e exercício podem estar envolvidos, além de crescimento rápido, características anatômicas individuais, estresses biomecânicos e perturbações locais na cartilagem. Dentre as DOD, e conforme terminologia proposta por Denoix et al. (2013a) encontra-se a síndrome osteocondral juvenil (SOJ), condição bastante prevalente nos equinos em desenvolvimento. A SOJ é uma classificação abrangente que

compreende as desordens relacionadas às regiões de ossificação endocondral, como articulações e regiões epifisárias, de equinos jovens em crescimento, nominalmente, a osteocondrose, a fragmentação osteocondral articular, epifisites, a formação de cistos subcondrais, o colapso osteocondral articular e as fraturas por avulsão de inserções ligamentares. Estas injúrias juvenis são manifestações locais da fragilidade da junção osteocondral em equinos imaturos, sendo estes suscetíveis a danos causados por forças mecânicas excessivas a algumas superfícies articulares ou margens ósseas.

De acordo com Denoix e colaboradores (2013a), condições específicas podem resultar na alteração da fisiologia durante a ossificação, dependendo da anatomia, da carga biomecânica, da amplitude de movimento articular e da distribuição da pressão local na superfície articular. A osteocondrose é uma enfermidade multifocal, que ocorre no complexo de cartilagem articular-epifisária e na placa de crescimento, e é caracterizada por falha na ossificação endocondral, sendo considerada uma das causas mais comuns de doença articular degenerativa em equinos. Uma das manifestações mais prevalente é a osteocondrite dissecante causada pela falha da diferenciação celular na cartilagem em crescimento, levando a seu espessamento ou retenção severos, além de surgimento de fissuras e eventual perda focal de fragmentos de cartilagem para a cavidade articular, causando inflamação articular grave, o que pode levar ao desenvolvimento subsequente de osteoartrite secundária (DENOIX et al., 2013a). Quando precocemente aparecem as lesões de osteocondrose, elas tendem a cicatrizar espontaneamente ou a evoluir para um estágio mais avançado, resultando no aparecimento das OCD (SEMEVOLOS, 2017).

Por definição a osteocondrose pode ser latente, manifesta ou dissecante, correspondendo a estágios diferentes de desenvolvimento das alterações osteocondrais. O desenvolvimento de osteocondrose dissecante a partir da manifesta provavelmente envolverá um insulto traumático. Atualmente sabe-se que a fisiopatogenia da osteocondrose é muito dinâmica, podendo determinar que as lesões progridam ou regridam espontaneamente. Entretanto, as lesões detectadas por radiologia são aquelas que podem ser clinicamente significativas e prejudiciais ao valor econômico do animal (YTREHUS et al., 2007; ROBERT et al., 2013).

Em estudo realizado na França (LEPEULE et al., 2013) foi observada incidência de alterações ósseas em 37,6% dos 392 potros radiologicamente examinados aos 6 meses, e em 26,1% quando este grupo remanescente de 334 animais foi reexaminado aos 18 meses, reforçando a necessidade de estudos seriados para a avaliação da evolução das SOJ.

Um estudo pioneiro realizado no sul do Brasil, avaliando 85 potros entre 4 e 6 meses de idade, apontou a ocorrência de achados radiográficos compatíveis com a SOJ em 76,5% dos animais (BASTOS et al., 2017).

Os estudos radiográficos de acompanhamento de potros em desenvolvimento são, usualmente, feitos em conjuntos contendo, no mínimo 10 projeções radiográficas: na projeção DP dos carpos, na projeção LM das regiões falangeanas e articulações metacarpo/metatarso falangeanas, dos tarsos e dos joelhos. É importante, no entanto, aumentar o número de projeções radiográficas na ocorrência de suspeita ou alteração óssea, de maneira a melhorar a acurácia da avaliação (DENOIX et al., 2013b).

Nos exames de comercialização realizados quando os animais têm entre 18 e 24 meses existe alta prevalência de enfermidades ortopédicas. Existem diferentes métodos e recomendações com relação ao número de projeções radiográficas que devem ser usadas na avaliação dos animais desta faixa etária. Em muitos países os exames devem ser custeados pelo vendedor, sendo entregues a um repositório onde os Médicos Veterinários dos possíveis compradores podem ter acesso aos exames radiográficos, que chegam a incluir entre 34 projeções, na Austrália e na Nova Zelândia, até 42 projeções radiográficas em Hong Kong (JACKSON et al., 2009; MIYAKOSHI et al., 2016).

No Brasil, visando otimizar as avaliações, minimizando os riscos envolvidos na realização de várias avaliações em um mesmo animal por diversos interessados, permite-se que os reais compradores requisitem os exames radiográficos em até 3 dias subsequentes aos leilões de comercializados dos potros, de maneira que, havendo o diagnóstico de afecção ortopédica, é possível o cancelamento da comercialização. Esta medida também diminui o dispêndio financeiro, tanto de vendedores como de compradores. Uma outra prática adotada para minimizar custos é a realização de estudos radiológicos com menor número de projeções radiográficas, o que pode acarretar a não visualização de anormalidades.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Comitê de Ética**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa para o Uso de Animais Experimentais da Universidade de Vassouras sob o número 042/2017.

#### **3.2 Animais**

Os equinos incluídos neste estudo foram machos e fêmeas da raça PSI, entre 18 e 24 meses de idade, alojados no Jockey Club Brasileiro (JCB) e nos Centros de Treinamento credenciados, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Foi adotado como critério de inclusão que o animal tenha sido criado no Brasil, com nascimento entre os anos de 2010 a 2013, tendo sido comercializado no Brasil, entre 2012 e 2015.

A criação brasileira de equinos da raça PSI adota padrões bastante uniformes de criação em sistema extensivo de matrizes. Nos primeiros 16 meses de vida, a depender da data de nascimento do animal, os potros também são criados em sistema extensivo, em pastos consorciados de gramíneas e leguminosas e com complementação alimentar de ração balanceada comercial e aveia (*Avena sativa*), duas vezes ao dia, além de mistura mineral e água *ad libitum*.

Os animais são usualmente separados em lotes com número diverso de indivíduos, e os potros são mantidos com suas matrizes até os 6 meses de idade, quando são desmamados, momento em que são transferidos para lotes separados por sexo. Por volta dos 16 meses de idade os potros passam ao sistema semi-intensivo de criação, passando os dias em piquetes e a noite em cocheiras de 4x4m. Passam ao sistema intensivo com aproximadamente 18 meses, permanecendo dia e noite em cocheiras de 4x4m, sendo caminhados durante cerca de 30 minutos de manhã e à tarde, sendo alimentados com ração balanceada comercial, aveia (*Avena sativa*) e feno de alfafa (*Medicago sativa*), duas vezes ao dia, além de mistura mineral e água *ad libitum* e são, posteriormente, transferidos aos hipódromos para a comercialização, onde continuam suas campanhas atléticas em sistema intensivo.

#### **3.3 Estudos radiográficos**

Foram avaliadas as radiografias dos arquivos dos serviços de radiologia digital de dois médicos veterinários autônomos, realizadas entre 2012 e 2015.

As imagens foram adquiridas através de sistema DDR veterinária Eklin Mark III (Sound Eklin®) e MyRad Equine 70 (Universal Imaging®), gerando arquivos digitais em formato JPEG que foram posteriormente analisados. A técnica radiográfica adotada como padrão foi a utilização de 70 kV e 1,6 mAs, com distância foco-filme de aproximadamente 40 cm.

Os arquivos radiográficos foram separados em dois grupos de exames: um grupo de observação de fechamento epifisário (Estudo 1; 286 equinos) e um grupo de exames de comercialização (Estudo 2; 100 equinos). Para cada animal havia apenas um estudo radiográfico correspondente.

### **3.4 Avaliação do desempenho atlético**

Para a verificação do desempenho atlético foram obtidas informações dos animais através do sítio web da Associação Brasileira de Criadores e Proprietários de Cavalos de Corrida (ABCPCC, 2016), em acesso público em 10/08/2017, por mecanismo próprio de busca, utilizando-se o nome do animal. Os dados foram organizados, apresentados em planilhas e os cálculos dos índices de desempenho foram adaptados de Costa et al. (2009).

Os dados dos animais, obtidos através das pesquisas, foram: data de nascimento (NASC), sexo , data da primeira corrida (DPC), data da última corrida (DUC), número total de corridas disputadas (RR), número de corridas vencidas (RW), número total de corridas nas quais o animal obteve colocações, ou seja, esteve entre os 5 primeiros colocados (RPL), número de provas nas quais o animal obteve colocações, de acordo com sua categoria, sendo estas provas de grupo I , grupo II , grupo III, Clássicos ou corridas listadas, Handicap ou Provas Especiais ou Pesos Especiais e provas comuns.

A partir dos dados obtidos foram calculados diversos índices, conforme fórmulas abaixo.

\_Idade à primeira corrida, em meses (IPCM) = DPC - NASC

\_Idade à última corrida, em meses (IUCM) = DUC - NASC

\_Duração da campanha atlética, em meses (DCM) = IUCM - IPCM

\_Número de corridas por mês (NCM) = RR / DCM

Às corridas, de acordo com a sua categoria, foi atribuído um valor, o índice de qualidade de corridas atribuído (IQ), conforme quadro 1.

Quadro 1: Índices de qualidade atribuído de acordo com a categoria da corrida.

Categoria das corridas	Índice de qualidade atribuído (IQ)
Grupo I	6
Grupo II	5
Grupo III	4
Clássicos	3
Pesos Especiais	2
Corridas comuns	1

O IQ foi, então, inserido na fórmula descrita abaixo, juntamente com o valor de RR e RPL, de maneira a possibilitar o cálculo de um índice de desempenho (IP), aonde  $\Sigma$  IQ representa o somatório do IQ de cada prova (corrida) na qual o animal obteve colocações.

$$IP=(RPL/RR)*\Sigma IQ$$

Por exemplo, se um animal participou de 6 corridas (RR=6), tendo obtido quatro colocações (RPL=4), sendo 2 provas de grupo I e 2 provas clássicas, então:

$$\begin{aligned} \text{IP} &= (4/6)*(6+6+3+3) \\ \text{IP} &= 12 \end{aligned}$$

Para o cálculo do índice de desempenho mensal, o IP foi dividido pela DCM.  
Foram realizadas avaliação do desempenho atlético dos animais dos estudo 1 e 2.

### 3.4.1 Análises estatísticas das avaliações de desempenho atlético

Os resultados foram testados para normalidade e homocedasticidade. Todas as variáveis de desempenho atlético foram expressas em média e desvio padrão. A análise das variáveis de desempenho atlético em função da idade e sexo foi realizada por análises de correlação e regressão.

Para formação de um grupo controle (GC) foi realizada uma coleta aleatória de dados de desempenho de 100 animais, diferentes dos avaliados nos estudos radiográficos, e igualmente nascidos entre 2010 e 2013, através do sítio web da ABCPCC (ABCPCC, 2016). Foram calculadas para o GC, os mesmos índices de desempenho, possibilitando a comparação destes índices entre este e os grupos 1 (G1) e 2 (G2), através de análise de variância com pós teste de Tukey.

Os dados obtidos foram analisados no Software SPSS (IBM®) e GraphPad® 6 e foi considerado o nível de significância estatística de 95%.

## 3.5 Estudo 1

Foi realizado estudo retrospectivo dos exames radiográficos realizados com o objetivo de avaliar o grau de fechamento epifisário distal do osso radio (FEP), no JCB, Rio de Janeiro, Brasil, entre os anos de 2012 e 2015.

Foram utilizadas 286 imagens radiográficas, de 286 equinos jovens com idades entre 18 e 24 meses, obtidas em posição DP da região carpiana do membro torácico esquerdo.

O estágio do FEP dos animais foi classificado segundo Adams (1974) em: grupo A, quando linha fisária encontra-se completamente mineralizada, considerada fechada; grupo B, quando o centro da linha fisária encontra-se mineralizada e a periferia não; e grupo C se não houver mineralização perceptível na linha fisária, considerando-se aberta.

As radiografias do membro torácico direito obtidas em posição DP da região carpiana foram excluídas. Quando houve repetição das radiografias em posição DP da região carpiana do membro torácico esquerdo em datas posteriores, estas foram excluídas, sendo considerado, somente, o primeiro exame realizado em cada equino.

As radiografias foram avaliadas por dois Médicos Veterinários, com mais de 15 anos de experiência em radiologia equina e foram interpretadas por consenso.

A idade ao exame radiográfico em meses (IRXM) foi calculada através da subtração da data do exame, presente na própria radiografia digital, da data de nascimento dos animais, sendo organizadas em planilha eletrônica, juntamente com a classificação do FEP, para posterior análise estatística.

### **3.5.1 Análises Estatísticas do Estudo 1**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 2 sexos (M e F) e 3 classificações de fechamento epifisário (A, B e C). As variáveis nominais sexo (M e F) foram testadas pelo modelo logístico. O fechamento epifisário (A, B e C) em relação a idade dos animais foi avaliado por regressão logística simples. Os resultados das demais variáveis foram submetidos à análise de regressão e ajustadas aos modelos linear e quadrático ( $p<0,05$ ) utilizando-se o programa estatístico JMP (2007). Os gráficos foram criados usando o SPSS Statistical Software (IBM).

### **3.6 Estudo 2**

Foram avaliados 100 estudos radiográficos de comercialização de 100 equinos jovens, realizados no JCB, entre os anos de 2012 e 2015.

Como critério de inclusão no estudo 2, deveriam estar presentes nos estudos radiográficos, um mínimo de 18 projeções radiográficas de cada animal, de ambos os membros torácicos e pélvicos. Das articulações metacarpo/metatarso falangeanas estavam presentes as projeções DP/DPl e LM; das articulações carpianas, as projeções LMFlex, DL45°-PaMO e DM45°-PaLO; da articulação do tarso, as projeções LM, DM35°-PILO.

As radiografias foram avaliadas por dois médicos veterinários, com mais de 15 anos de experiência em radiologia equina e foram interpretadas em separado, e foram posteriormente testadas para concordância entre avaliadores.

Os equinos foram separados um grupo sem alterações radiográficas (G1) e outro grupo com AR (G2). As AR, quando verificadas, foram organizadas conforme sua localização anatômica, i.e., membro torácico ou pélvico, direito ou esquerdo, osso ou articulação acometida, de maneira a estabelecer as frequências e os sítios de ocorrência.

As AR dos animais do G2 foram classificadas de acordo com o tamanho, a localização com relação à superfície de apoio, associação à complicações, envolvimento de outras estruturas (inserção de ligamentos), presença de fragmentos livres, redução do espaço articular, presença de proliferação óssea, presença de formação cística e interferência no movimento articular, foi atribuído um escore radiográfico de severidade (ERS) utilizando-se critérios adaptados de Denoix et al. (2013b) (quadros 2 e 3), de Van Grevenhof et al. (2009) (quadro 4), de Spike-Pierce e Bramlage (2003) (quadro 5), e de Lepeule et al. (2013) (quadro 6), sendo atribuído um escore radiográfico de severidade (ERS) por região radiografada.

Quadro 2: Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nas epífises, de equinos jovens, adaptado de Denoix et al. (2013b).

<b>ERS</b>	<b>Alterações radiográficas</b>
0	Sem alterações radiográficas
1	Modelamento da margem epifisária
2	Aumento moderado de volume com modelamento da metáfise, podendo haver áreas de lise ou não na epífise
4	Aumento moderado de volume com esclerose da metáfise e lise na epífise
8	Severa deformação com esclerose da metáfise, lise severa com colapso da epífise

Quadro 3: Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nos ossos do tarso de equinos jovens, adaptado de Denoix et al. (2013b).

<b>ERS</b>	<b>Alterações radiográficas</b>
0	Sem alterações radiográficas
1	Alteração periarticular com Osteofitose, com ou sem enteseofitose.
2	Alteração periarticular com Osteofitose severa e colapso discreto, com ou sem enteseofitose.
4	Alteração periarticular com colapso moderado, lise e esclerose.
8	Alteração periarticular severa com colapso severo, lise e esclerose.

Quadro 4: Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas osteocondrais de equinos jovens, adaptado de Van Grevenhof et al. (2009).

<b>ERS</b>	<b>Alterações radiográficas</b>		
	<b>Contorno ósseo</b>	<b>Textura do osso subcondral</b>	<b>Fragmento(s)</b>
0	Arredondado	Densidade homogênea	Ausente
1	Levemente achatado	Luscência obscura	Ausente
2	Irregularmente achatado	Luscência óbvia com bordos pouco limitados	Ausente
4	Concavidade pequena, arredondada ou irregular	Luscência óbvia com bordos bem definidos	Fragmento pequeno
8	Concavidade grande, arredondada ou irregular	Luscência óbvia extensa com bordos bem definidos	Fragmento grande

Quadro 5: Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas observadas nos ossos sesamóide proximais de equinos jovens, adaptado de Spike-Pierce e Bramlage (2003).

<b>ERS</b>	<b>Alterações radiográficas</b>
0	Sem alterações radiográficas
1	Contorno irregular do bordo abaxial devido a modelamento e/ou presença de luscência ou até 3 defeitos lineares (margens paralelas) de até 2 mm de espessura
2	Visualização de até 2 defeitos de formato irregular (margens não paralelas) com mais de 2 mm de espessura em membros torácicos e pélvicos
4	Visualização de até 2 defeitos de formato irregular (margens não paralelas) com mais de 2 mm de espessura em membros torácicos ou pélvicos
8	Visualização de mais de 3 defeitos de formato irregular (margens não paralelas) com mais de 2 mm de espessura em membros torácicos e/ou pélvicos

Quadro 6: Índices do escore radiográfico de severidade (ERS) atribuídos às alterações radiográficas, adaptado de Lepeule et al. (2013).

Alterações radiográficas				
Tamanho relativo à área de avaliação <sup>a</sup>	Posição relativa à articulação <sup>b</sup>	Complicações associadas <sup>c</sup>	Interferência na mobilidade articular <sup>d</sup>	ERS
Pequeno	Distante	Ausente	Não	1
		Leve	Não	2
	Próximo	Ausente	Possível	2
		Leve	Possível	2
Médio	Distante	Ausente	Não	2
		Leve	Não	2
		Moderada	Não	4
	Próximo	Ausente	Possível	2
		Leve	Possível	4
		Moderada	Possível	4
	Na articulação	Ausente	Possível	4
		Leve	Possível	4
		Moderada	Possível	4
Grande	Próximo	Leve	Possível	4
		Moderada	Possível	4
		Severa	Usual	8
	Na articulação	Leve	Possível	4
		Moderada	Possível	8
		Severa	Usual	8

<sup>a</sup> A avaliação do tamanho é realizada considerando-se o tamanho da área avaliada.

<sup>b</sup> Refere-se à distância em relação à superfície de apoio.

<sup>c</sup> Refere-se à presença e à extensão próxima à lesão, como proliferações ósseas, alterações de densidade óssea e aumento de tecidos moles adjacentes.

<sup>d</sup> Refere-se às considerações anatômicas e biomecânicas, além de experiência clínica.

Para obter um índice de escore radiográfico de severidade geral individual (ERSGI) foi efetuado o somatório dos ERS atribuídos a cada indivíduo. O ERSGI foi correlacionado com o desempenho atlético do animal.

O G2 foi dividido levando em consideração o ERSGI dos equinos, formando 3 subgrupos, o G2A (ERSGI de 1 a 6), G2B (ERSGI entre 7 e 13) e G2C (ERSGI entre 14 e 40), de maneira a possibilitar a comparação de diferentes intensidades de alterações radiográficas, verificando sua influência na longevidade e no desempenho atlético dos animais.

### 3.6.1 Análises Estatísticas do Estudo 2

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, com 3 blocos (GC, G1 e G2). As variáveis foram testadas para normalidade e homocedasticidade.

O teste t não pareado foi utilizado para comparar a IRXM, variáveis de desempenho IPCM, DCM, RR, RW, RPL e IP, assim como o ERSGI entre machos e fêmeas.

Para avaliar o nível de concordância entre os dois avaliadores dos estudos radiográficos em função do ERSGI e em função do ERS por região estudada, foi utilizado o teste de concordância de Kappa (K).

Para investigar a frequência de AR no G2, por região estudada, foi realizado estudo estatístico descritivo de frequência. Para investigar a prevalência das AR no G2, por região estudada, utilizou-se estudo estatístico descritivo de frequência com posterior comparação pelo Teste Qui-quadrado.

Para verificar a correlação das ERSGI com o desempenho atlético dos animais, é pertinente verificar à luz do desempenho se o próprio enquadramento do animal como portador de AR (G2) se discrimina dos que não possuem AR (G1), pois caso exista tal indício, ou seja, uma não aleatoriedade dos desempenhos em relação a presença de AR, significa que apesar de existirem outros fatores impactantes na performance atlética, a variável AR seria digna de investigação, conforme proposto no estudo.

Deste modo, utilizou-se a técnica multivariada de análise discriminante, na qual a variável dependente é dicotômica (sem ou com AR, respectivamente G1 e G2), e as independentes, as variáveis de desempenho, buscando assim a determinação das funções discriminantes de Fisher, equações do tipo:  $Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_ix_i$ , em que  $\beta_0$  é uma constante e  $\beta_i$  refere-se aos coeficientes de ponderação associados a  $X_i$  variáveis da equação. Procedimento este com o intuito de promover a separação entre os grupos, semelhante à regressão linear múltipla.

Uma vez verificada a significância da formação dos grupos bem como as variáveis de desempenho mais importantes nesse processo, calculou-se a Correlação de Spearman entre as classificações das AR com o registrado no desempenho atlético.

Com vistas à avaliação da influência dos AR no desempenho atlético de acordo com a sua severidade, o G2 foi separado em 3 subgrupos de acordo com os ERSGI: G2A, ERSGI entre 1 e 6; G2B, ERSGI entre 7 e 13; G2C, ERSGI entre 14 e 40, e os desempenhos atléticos foram testados através das variáveis IP e DCM, utilizando-se a análise de variância com pós teste de Tukey.

Os dados obtidos foram analisados no Software SPSS (IBM®) e GraphPad® 6 e foi considerado o nível de significância estatística de 95%.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Estudo 1

Dos 286 equinos avaliados, 156 eram machos (54,55%) e 130 eram fêmeas (45,45%). A média de IRXM foi  $26,26 \pm 2,40$  meses no momento do exame radiográfico. Os machos eram significativamente mais velhos que as fêmeas ( $p=0,0195$ ), com medias de idade de  $16,56 \pm 0,18$  e  $25,90 \pm 0,22$ , respectivamente.

A distribuição de graus de FEP por gênero encontra-se descrita na tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das frequências de graus de FEP, classificado como A, B ou C, por gênero, em exame radiográfico em vista dorsopalmar da região carpiana do membro torácico esquerdo de equinos jovens da raça PSI.

GÊNERO	N	%	FEP					
			A	%	B	%	C	%
F	130	45,45	67	51,54	41	31,54	22	16,92
M	156	54,55	74	47,44	46	29,49	36	23,08

F: fêmea; M:macho

Pela análise nominal logística o gênero não influencia no FEP ( $p=0,2176$  e  $p=0,2747$ ) macho e fêmea respectivamente.

A regressão logística demonstrou influência da idade ao exame radiográfico em meses (IRXM) sobre o grau de FEP, de maneira que quanto maior a idade em meses, maior a probabilidade do grau de FEP ser A ou B, conforme visualizado na Figura 19.

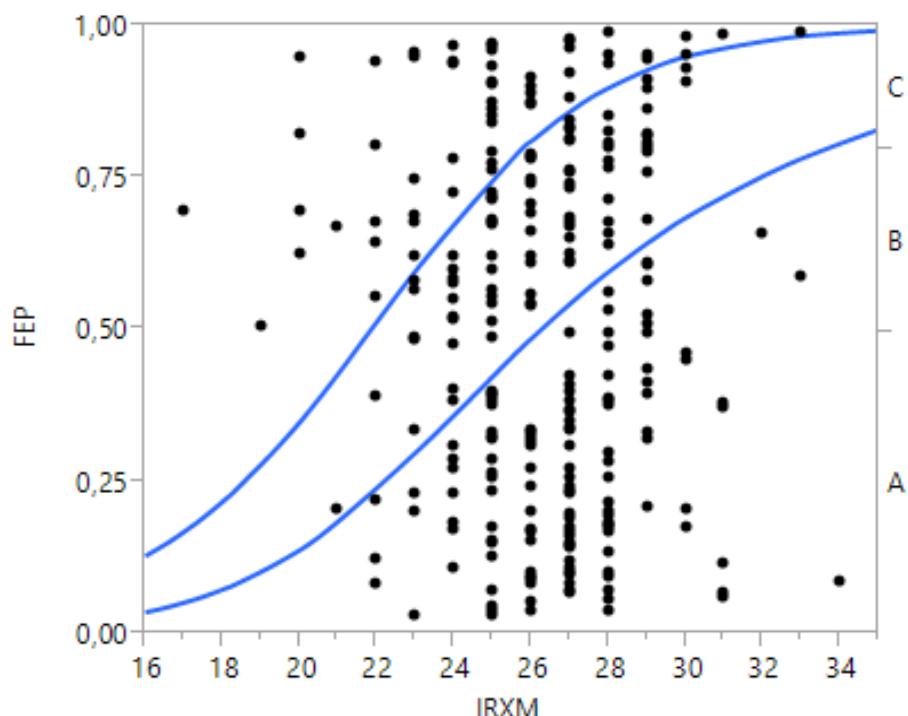


Figura 19. Curva de regressão logística da idade ao exame radiográfico em meses (IRXM) em relação a probabilidade do fechamento epifisário (FEP), classificado como A, B ou C, de equinos PSI jovens alojados no JCB.

A regressão linear demonstra influência de IPCM sobre RR, de maneira que quanto maior a IPCM, menor o RR ( $p=0,0360$ ;  $r^2=0,015395$ ), conforme demonstrado na Figura 20.

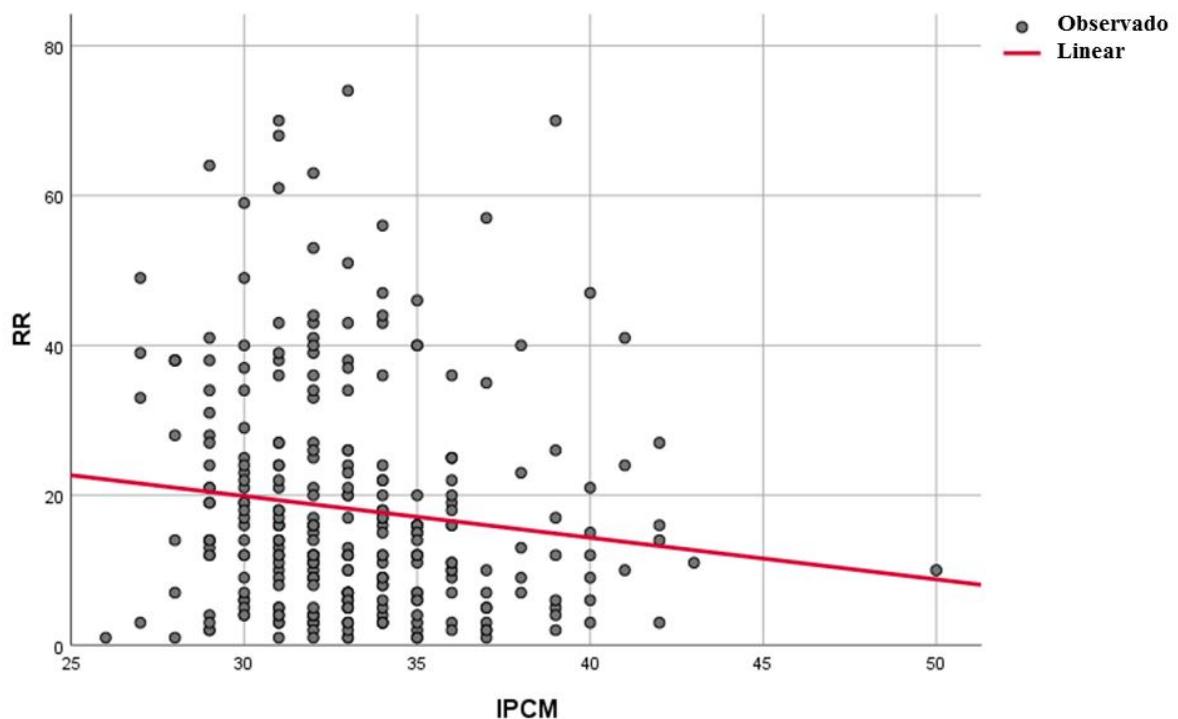


Figura 20. Regressão linear (linha vermelha) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação ao total de corridas disputadas (RR) em equinos PSI alojados no JCB.

A regressão linear demonstra influência de IPCM sobre DCM, de maneira que maior a IPCM, menor o DCM ( $p=0,0002$ ;  $r^2=0,046389$ ), conforme demonstrado na Figura 21.

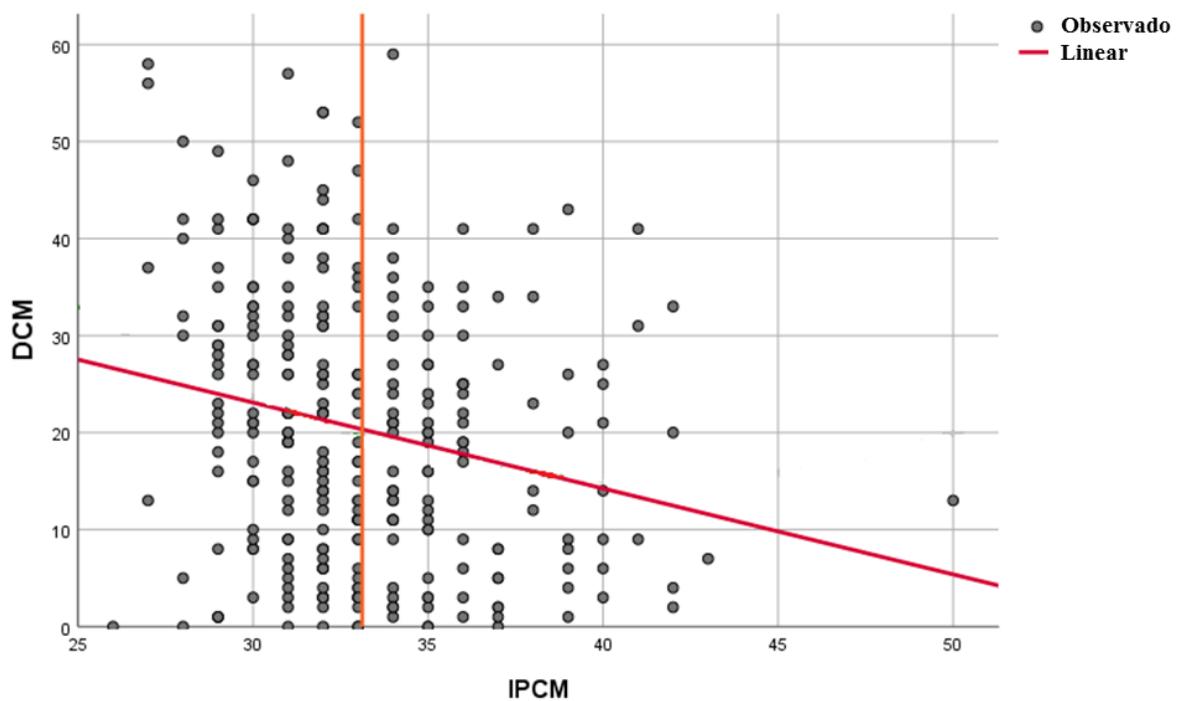


Figura 21. Regressão linear (linha vermelha) e média (linha laranja) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação a duração da campanha em meses (DCM) em equinos PSI alojados no JCB.

A regressão linear demonstra influência de IPCM sobre IP, de maneira que maior a IPCM, menor o IP ( $p=0,0021$ ;  $r^2=0,032878$ ), conforme demonstrado na Figura 22.

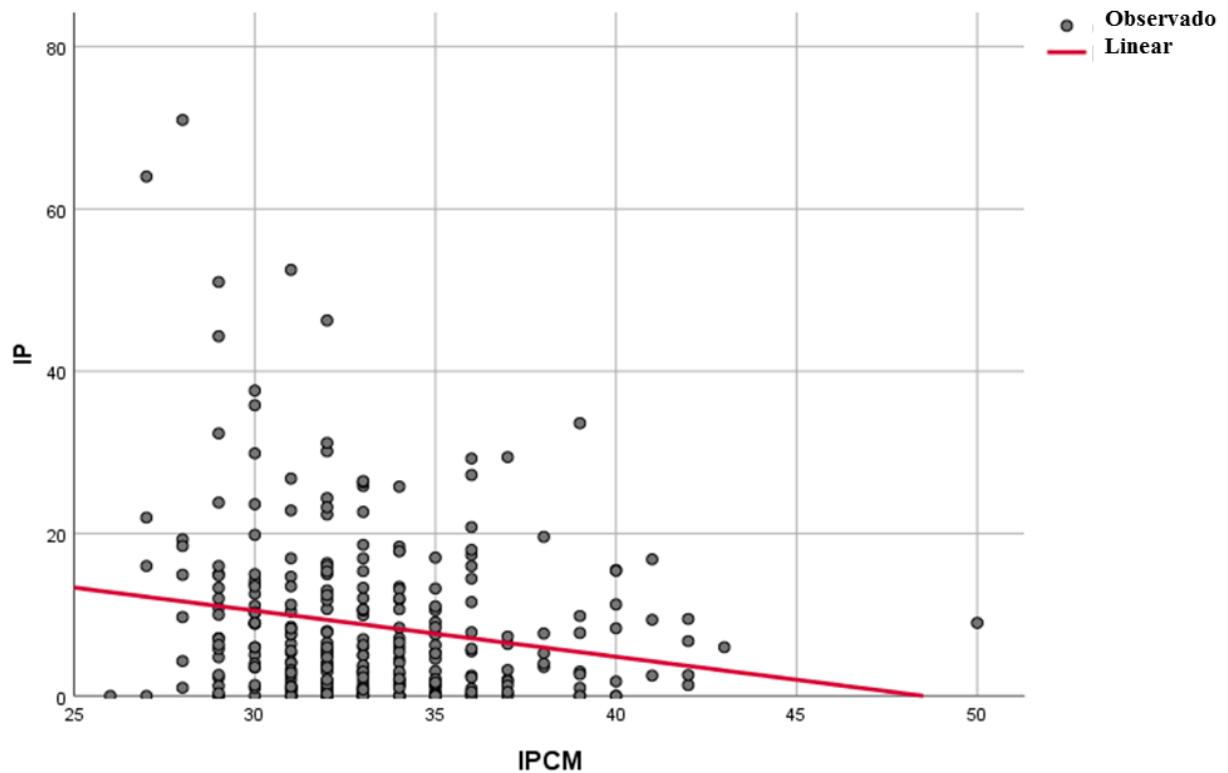


Figura 22. Regressão linear (linha vermelha) da idade a primeira corrida (IPCM) em relação ao índice de desempenho (IP) em equinos PSI alojados no JCB.

A regressão linear demonstra influência de NCM sobre RR, de maneira que maior a NCM, maior o RR ( $p<0,0001$ ;  $r^2=0,060126$ ), conforme demonstrado na Figura 23.

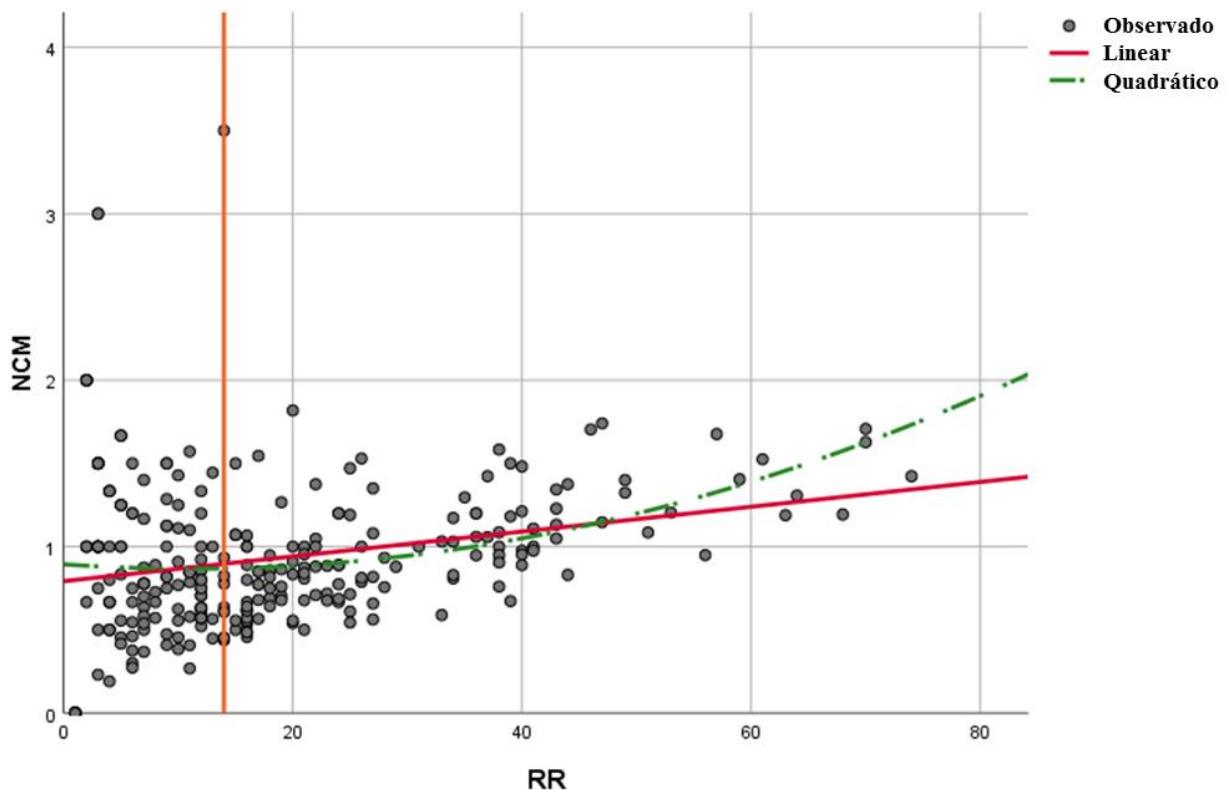


Figura 23. Regressão linear (linha vermelha) do número de corridas disputadas por mês (NCM) em relação ao total de corridas disputadas (RR) em equinos PSI jovens alojados no JCB.

A regressão polinomial demonstra que o NCM influencia DCM ( $p=0,0003$ ;  $r^2=0,060126$ ), resultando em observação de que os animais que disputam menor número de corridas, assim como os que disputam maior número de corridas, tendem a ter uma menor longevidade atlética. Os animais com número médio de corridas, tendem a ser atleticamente mais longevos, conforme demonstrado na Figura 24.

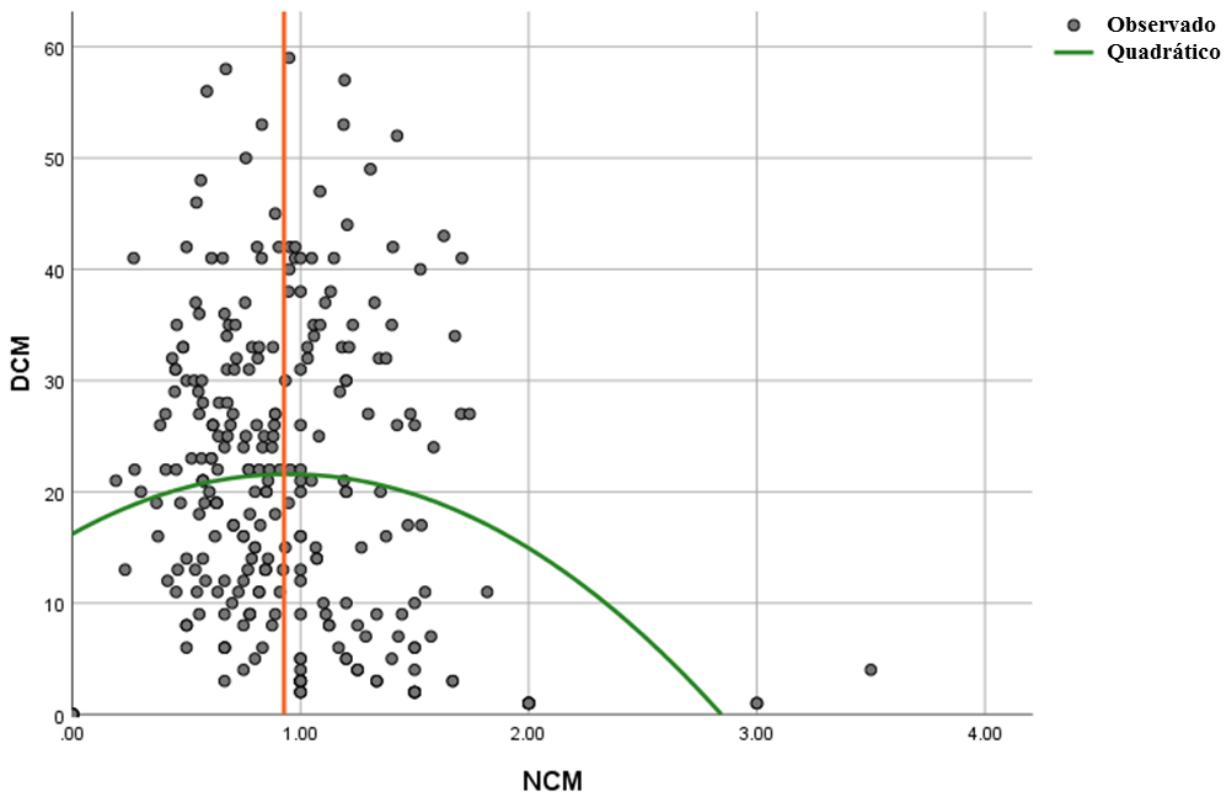


Figura 24. Regressão quadrática (linha verde) e média (linha laranja) do número de corridas disputadas por mês (NCM) em relação a duração da campanha em meses (DCM) em equinos PSI alojados no JCB.

O NCM não interfere no IP, seja por análise de regressão linear ( $p=0,3423$ ) ou regressão quadrática ( $p=0,5987$ ).

#### 4.2 Estudo 2

Dos 100 equinos avaliados, 63 eram machos (63%) e 37 eram fêmeas (37%). A média de IRXM foi  $21,90 \pm 3,97$  meses no momento do exame radiográfico de comercialização, não havendo diferença estatística entre as médias de idade de machos e de fêmeas ( $p=0,9221$ ). Também não foi observada diferença significativa entre machos e fêmeas para a comparação de médias das variáveis IPCM, com média de  $33,49 \pm 4,72$  ( $p=0,5421$ ); DCM, com média de  $22,61 \pm 14,55$  ( $p=0,0729$ ); RR, com média de  $19,94 \pm 15,36$  ( $p=0,2409$ ); RPL, com média de  $22,85 \pm 17,56$  ( $p=0,1591$ ); IP com média de  $23,40 \pm 23,48$  ( $p=0,4151$ ). Foi observada diferença significativa ( $p=0,0309$ ) entre as médias de RW, tendo sido observada para as fêmeas  $2,46 \pm 2,78$  corridas vencidas e para os machos  $3,94 \pm 2,91$  corridas vencidas.

No tocante ao ERSGI, não foi observada diferença significativa ( $p=0,9101$ ) entre machos e fêmeas, com médias de  $9,08 \pm 6,73$  e  $9,24 \pm 4,82$ , respectivamente.

Quando avaliada a concordância entre os dois avaliadores em função do ERSGI, através do índice Kappa, foi verificada uma concordância considerada substancial ( $\kappa = 0,768$ ;  $p<0,001$ ). Também foi realizado o teste de Kappa para verificar as concordâncias entre avaliadores por região avaliada, conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2. Avaliação de concordância entre avaliadores, segundo o índice Kappa por região estudada, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Valor Kappa	Valor p	Concordância
Metacarpo falangeana	0,859	<0,001	Excelente
Carpiana	0,880	<0,001	Excelente
Dígitos torácicos	0,701	<0,001	Substancial
Metatarso falangeana	0,867	<0,001	Excelente
Tarsiana	0,808	<0,001	Excelente
Joelho	0,962	<0,001	Excelente

As frequências de achados de alterações radiográficas (AR) observadas por região encontram-se nas tabelas abaixo: região do dígiro torácico direito e esquerdo (Tabela 3), região metacarpofalangeana direita e esquerda (Tabela 4), carpo direito e esquerdo (Tabela 5), região metatarsofalangeana direita e esquerda (Tabela 6), tarso direito e esquerdo (Tabela 7), joelho direito e esquerdo (Tabela 8).

**Tabela 3.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região falangeana torácica direita e esquerda durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Falangeana torácica direita	Animais sem AR	96,00	96,00
	Animais com 1 AR	4,00	4,00
	Animais com 2 AR	0,00	0,00
	Animais com $\geq 3$ AR	0,00	0,00
Falangeana torácica esquerda	Animais sem AR	95,00	95,00
	Animais com 1 AR	5,00	5,00
	Animais com 2 AR	0,00	0,00
	Animais com $\geq 3$ AR	0,00	0,00

**Tabela 4.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região metacarpo falangeana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Metacarpo falangeana direita	Animais sem AR	42,00	42,00
	Animais com 1 AR	42,00	42,00
	Animais com 2 AR	12,00	12,00
	Animais com $\geq 3$ AR	4,00	4,00
Metacarpo falangeana esquerda	Animais sem AR	46,00	46,00
	Animais com 1 AR	46,00	46,00
	Animais com 2 AR	6,00	6,00
	Animais com $\geq 3$ AR	2,00	2,00

**Tabela 5.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região carpiana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Carpiana direita	Animais sem AR	51,00	51,00
	Animais com 1 AR	42,00	42,00
	Animais com 2 AR	5,00	5,00
	Animais com $\geq 3$ AR	2,00	2,00
Carpiana esquerda	Animais sem AR	62,00	62,00
	Animais com 1 AR	29,00	29,00
	Animais com 2 AR	7,00	7,00
	Animais com $\geq 3$ AR	2,00	2,00

**Tabela 6.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região metatarso falangeana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Metatarso falangeana direita	Animais sem AR	60,00	60,00
	Animais com 1 AR	31,00	31,00
	Animais com 2 AR	9,00	9,00
	Animais com $\geq 3$ AR	0,00	0,00
Metatarso falangeana esquerda	Animais sem AR	55,00	55,00
	Animais com 1 AR	30,00	30,00
	Animais com 2 AR	13,00	13,00
	Animais com $\geq 3$ AR	2,00	2,00

**Tabela 7.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região tarsiana durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Tarsiana direita	Animais sem AR	36,00	36,00
	Animais com 1 AR	31,00	31,00
	Animais com 2 AR	21,00	21,00
	Animais com $\geq 3$ AR	12,00	12,00
Tarsiana esquerda	Animais sem AR	38,00	38,00
	Animais com 1 AR	39,00	39,00
	Animais com 2 AR	16,00	16,00
	Animais com $\geq 3$ AR	7,00	7,00

**Tabela 8.** Frequência de alterações radiográficas observadas na região do joelho durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

Região estudada	Alterações radiográficas (AR)	N	%
Joelho direito	Animais sem AR	90,00	90,00
	Animais com 1 AR	7,00	7,00
	Animais com 2 AR	3,00	3,00
	Animais com $\geq 3$ AR	0,00	0,00
Joelho esquerdo	Animais sem AR	93,00	93,00
	Animais com 1 AR	7,00	7,00
	Animais com 2 AR	0,00	0,00
	Animais com $\geq 3$ AR	0,00	0,00

Dos 100 animais avaliados, 7 animais (7%) não apresentaram AR e 93 animais (93%) possuíam AR. A grande maioria das 645 AR observadas nos 93 equinos foi atribuído o ERS 1 ( $n=490$ ; 75,97%), seguidas pelas AR com ERS 2 ( $n=82$ ; 12,71%). As AR com ERS 4 e 8 foram as menos prevalentes tendo sido observadas em 43 e 4 (1,97% e 0,62%) regiões, respectivamente.

As alterações radiográficas mais prevalentes na região metacarpo falangeana são demonstradas da figura 25, da região carpiana, na figura 26 e da região tarsiana, na figura 27.

A localização, por região e membro, assim com os ERS por AR, e a prevalência dos AR observados nos estudos radiográficos estão demonstrados nas tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14 que se encontram a seguir.

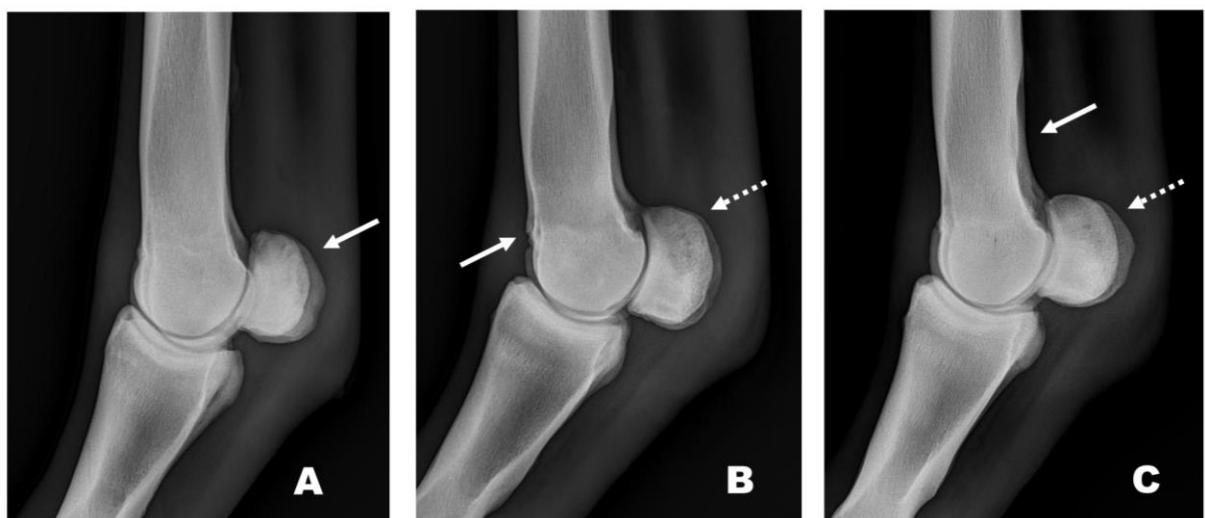


Figura 25. Radiografias da região metacarpo falangeana direita em posição lateromedial (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: alteração de ossos sesamoïdes proximais; (B) seta pontilhada: alteração de ossos sesamoïdes proximais; seta branca: fisite da epífise distal do osso terceiro metacarpiano; (C) seta pontilhada: alteração de ossos sesamoïdes proximais; seta branca: lise supracondilar do aspecto palmar do osso terceiro metacarpiano.

**Tabela 9.** Prevalência de achados radiográficos observados na região metacarpo falangeana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
MCF Direita	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Alt OSP	61	51,69	57	93,44	2	3,28	1	1,64	1	1,64
FIS EDi OTMC	44	37,29	16	36,36	3	6,82	0	0,00	0	0,00
LUSC CriSag OTMC	5	4,24	0	0,00	5	100,00	0	0,00	0	0,00
Lis SUCON Pal OTMC	2	1,69	0	0,00	1	50,00	1	50,00	0	0,00
MOD BoDo FP	1	0,85	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
IRR CONT CMOTMC	1	0,85	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
ENTS AsDoMe FP	1	0,85	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
Ras CriSag OTMC	1	0,85	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FOC CONT IRR FP	1	0,85	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
FX API OSP	1	0,85	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
SUB-TOTAL	118		74		14		4		1	
MCF Esquerda										
Alt OSP	60	65,22	57	95,00	1	1,67	0	0,00	0	0,00
FIS EDi OTMC	25	27,17	24	96,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00
LUSC CriSag OTMC	3	3,26	0	0,00	1	33,33	3	100,00	0	0,00
Lis SUCON Pal OTMC	2	2,17	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00
MOD BoDo FP	1	1,09	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
Ras CriSag OTMC	1	1,09	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
SUB-TOTAL	92		82		4		5		0	
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>		<b>156</b>		<b>18</b>		<b>9</b>		<b>1</b>	

MTCF: região metacarpofalangeana; Alt OSP: alterações de ossos sesamóides proximais; FIS EDi OTMC: Fisite da epífise distal do osso terceiro metacarpiano; LUSC CriSag OTMC: luscência na crista sagital do osso terceiro metacarpiano; Lis SUCON Pal OTMC; lise supracondilar do aspecto palmar do osso terceiro metacarpiano; MOD BoDo FP; modelamento do bordo dorsal da falange proximal; IRR CONT CMOTMC: irregularidade de contorno do côndilo medial do osso terceiro metacarpiano; ENTS AsDoMe FP: enteseofitose do aspecto dorsomedial da falange proximal; Ras CriSag OTMC: rasamento da crista sagital do osso terceiro metacarpiano; FOC CONT IRR FP: fragmento osteocondral com contorno irregular da falange proximal; FX API OSP: fratura apical de osso sesamóide proximal.



Figura 26. Radiografias da região carpiana direita em posição dorsolateral-palmaromedial oblíqua a 45° (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 40cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: osteofitose de articulação antibraquiocarpiana; (B) seta branca: entesofitose do aspecto dorsomedial do osso carpo radial; (C) seta branca: luscência circular no aspecto palmar osso carpo ulnar.

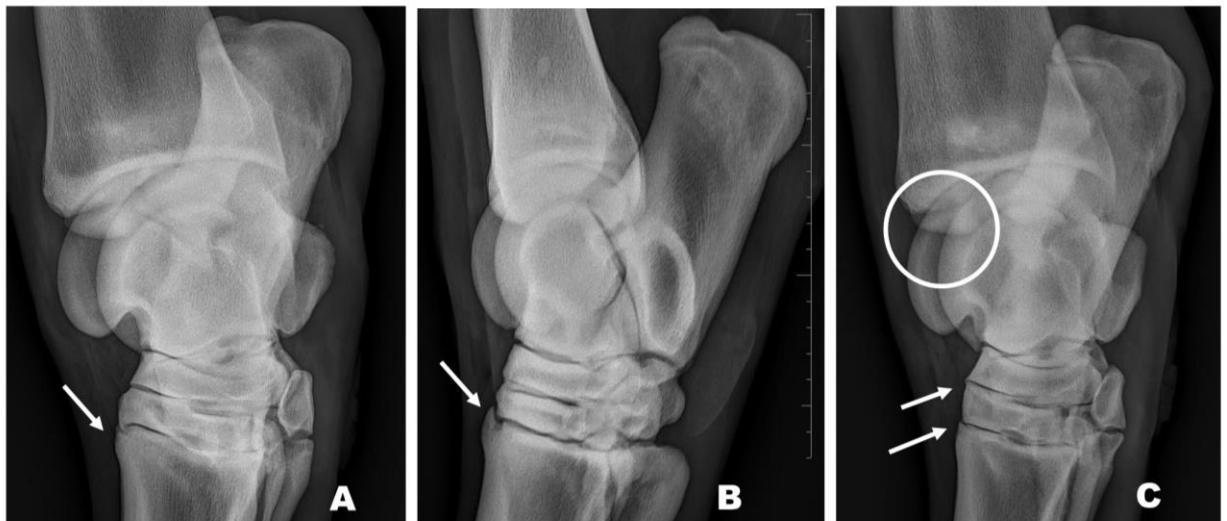


Figura 27. Radiografias da região tarsiana direita em posição dorsomedial-plantarolateral oblíqua a 35° (A e C) e lateromedial (B) (TR: 70 kV, 1,6 mAs, DFF 30cm) demonstrando alterações radiográficas em equinos jovens em exame de comercialização (Fonte: arquivo pessoal), nas quais observa-se: (A) seta branca: osteofitose da articulação tarso metatarsiana; (B) seta branca: osteofitose da articulação tarso metatarsiana; (C) setas brancas: osteofitose das articulações intertarsiana distal e tarso metatarsiana; círculo branco: rasamento da crista intermédia da tíbia.

**Tabela 10.** Prevalência de achados radiográficos observados na região carpiana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
Carpo Direito	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LUSC OCU	17	30,91	9	52,94	7	41,18	1	5,88	0	0,00
FIS EDi OR	12	21,82	10	83,33	1	8,33	1	8,33	0	0,00
OSTF Dis OR	7	12,73	5	71,43	1	14,29	1	14,29	0	0,00
OSTF AABC	6	10,91	5	83,33	1	16,67	0	0,00	0	0,00
OSTF ACMTC	6	10,91	6	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OSTF Prox OCI	3	5,45	0	0,00	3	100,00	0	0,00	0	0,00
DO OSC	1	1,82	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
LUSC Prox OSMC	1	1,82	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ENTS DoMe EDis OR	1	1,82	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FOC DISS Prox OQMC	1	1,82	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	55		39		13		3		0	
<b>Carpo Esquerdo</b>										
LUSC OCU	16	32,65	11	68,75	5	31,25	0	0,00	0	0,00
FIS EDi OR	14	28,57	13	92,86	1	7,14	0	0,00	0	0,00
OSTF AABC	4	8,16	4	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OSTF ACMC	4	8,16	4	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ENTS Do OCR	3	6,12	3	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OSTF Dis OR	3	6,12	3	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OSTF AMC	1	2,04	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ENTS Do OCI	1	2,04	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OSTF Prox OCR	1	2,04	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DO OSC	1	2,04	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
LUSC ACMTC	1	2,04	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	49		42		7		0		0	
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>		<b>81</b>		<b>20</b>		<b>3</b>		<b>0</b>	

LUSC OCU: luscência circular no aspecto palmar osso carpo ulnar; FIS EDi OR: fisite da epífise distal do osso radio; OSTF Dis OR osteofitose do distal do osso radio; OSTF AABC: osteofitose da articulação antebraquiocarpiana; OSTF ACMC: osteofitose da articulação carpometacarpiana; OSTF Prox OCI: osteofitose do aspecto proximal do osso carpo intermédio; DO OSC: defeito ósseo do osso segundo carpiano; LUSC Prox OSMC: luscência do aspecto proximal do osso segundo metacarpiano; ENTS DoMe EDis OR: enteseofitose no aspecto dorsomedial da epífise distal do radio; FOC DISS Prox OQMC: fragmento osteocondral dissecante do aspecto proximal do osso quarto metacarpiano; OSTF AMC: osteofitose articulação mediocarpiana; ENTS Do OCR: enteseofitose no aspecto dorsal do osso carpo radial; ENTS Do OCI: enteseofitose no aspecto dorsal do osso carpo intermédio; OSTF Prox OCR: osteofitose do aspecto proximal do osso carpo radial; LUSC ACMC: luscência na articulação carpometacarpiana.

**Tabela 11.** Prevalência de achados radiográficos observados na região falangeana dos membros torácicos durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Falangeana direita</b>										
DO FD	2	50,00	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00
IRR CONT BoDi OSD	1	25,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
FX FD	1	25,00	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
SUB-TOTAL	4		1		1		2		0	
<b>Falangeana esquerda</b>										
DO FD	5	100,00	2	40,00	2	40,00	1	20,00	0	0,00
SUB-TOTAL	5		2		2		1		0	
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>0</b>	

DO FD: defeito ósseo na falange distal; IRR CONT BoDi OSD: irregularidade de contorno no bordo distal do osso sesamóide distal; FX FD: fratura da falange distal.

**Tabela 12.** Prevalência de achados radiográficos observados na região metatarso falangeana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
MTF direita	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Alt OSP	22	44,90	20	90,91	0	0,00	2	9,09	0	0,00
FIS EDi OTMT	16	32,65	13	81,25	3	18,75	0	0,00	0	0,00
FX OSP	2	4,08	0	0,00	0	0,00	2	100,00	0	0,00
MOD AsPl Prox FP	2	4,08	1	50,00	1	50,00	0	0,00	0	0,00
Ras CriSag OTMT	1	2,04	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FOC FP	1	2,04	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
DO FOC OTMT	1	2,04	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
Frag DISS Proc Pl FP	2	2,04	0	0,00	0	0,00	2	100,00	0	0,00
IRR CONT CMOTMT	1	2,04	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
MOD Proc Ext FP	1	2,04	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	49		35		7		7		0	
MTF esquerda										
Alt OSP	33	52,38	26	78,79	5	15,15	2	6,06	0	0,00
FIS EDi OTMT	18	28,57	16	88,89	2	11,11	0	0,00	0	0,00
MOD Proc Ext FP	2	3,17	0	0,00	2	100,00	0	0,00	0	0,00
FX Base OSP	1	1,59	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
OSTF Pl FP	1	1,59	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lis SUCON Pl OTMT	1	1,59	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FX API OSP	1	1,59	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
MOD Base OSP	1	1,59	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
IRR CONT CMOTMT	1	1,59	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
IRR CONT CLOTMT	1	1,59	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
FOC DISS Proc Pl FP	1	1,59	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
MOD CriSag OTMT	1	1,59	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
DO AsDo FP	1	1,59	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	63		44		14		5		0	
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>		<b>79</b>		<b>21</b>		<b>12</b>		<b>0</b>	

MTF: região metatarsofalangeana; Alt OSP: alterações de ossos sesamóides proximais; FIS EDi OTMT: fisite da epífise distal do osso terceiro metatarsiano; Ras CriSag OTMT: rasamento da crista sagital do osso terceiro metatarsiano; FOC FP: fragmento osteocondral na falange proximal; DO FOC OTMT: defeito ósseo com fragmento osteocondral no osso terceiro metatarsiano; FX OSP: fratura do osso sesamóide proximal; MOD AsPl Prox FP: modelamento do aspecto plantar da falange proximal; FOC DISS Proc Pl FP: fragmento dissecante no processo plantar da falange proximal; IRR CONT CMOTMT: irregularidade de contorno do côndilo medial do osso terceiro metatarsiano; MOD Proc Ext FP: modelamento do processo extensor da falange proximal; FX Base OSP: fratura da base do osso sesamóide proximal; OSTF Pl FP: osteofitose no aspecto plantar da falange proximal; Lis SUCON OTMT: lise supracondilar do aspecto plantar do osso terceiro metatarsiano; FX API OSP: fratura apical do osso sesamóide proximal; MOD Base OSP: modelamento da base do osso sesamóide proximal; IRR CONT CLOTMT: irregularidade de contorno do côndilo lateral do osso terceiro metatarsiano; MOD CriSag OTMT: modelamento da crista sagital do osso terceiro metatarsiano; DO AsDo FP: defeito ósseo no aspecto dorsal da falange proximal.

**Tabela 13.** Prevalência de achados radiográficos observados na região tarsiana direita e esquerda, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
Tarso direito	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
OSTF ATMT	43	42,16	38	88,37	4	9,30	1	2,33	0	0,00
OSTF AITD	22	21,57	21	95,45	1	4,55	0	0,00	0	0,00
Ras CIT	22	21,57	22	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ENTS ATMT	2	1,96	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FIS EDi OT	2	1,96	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00
MOD Prox Pl OSMT	2	1,96	1	50,00	1	50,00	0	0,00	0	0,00
ENTS AsDo OTMT	2	1,96	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FIS Prox OCal	1	0,98	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
OCD CIT	1	0,98	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
ENTS DoLa OTT	1	0,98	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FX SusTal	1	0,98	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
Ras TrLOTa	1	0,98	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
LUSC Múltiplas Di OT	1	0,98	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
MOD Pl OQT	1	0,98	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	102		90		7		5		0	
<b>Tarso esquerdo</b>										
OSTF ATMT	41	46,59	33	80,49	5	12,20	3	7,32	0	0,00
OSTF AITD	19	21,59	18	94,74	1	5,26	0	0,00	0	0,00
Ras CIT	14	15,91	14	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ENTS ATMT	2	2,27	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00
FIS EDi OT	2	2,27	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FIS Prox OCal	2	2,27	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00
ENTS Do OTMT	2	2,27	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ras TrMOTal	2	2,27	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
OCD CIT	1	1,14	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
MOD Prox Pl OSMT	1	1,14	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
ENTS DoLa OTT	1	1,14	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ras TrLOTal	1	1,14	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUB-TOTAL	88		75		7		6		0	
<b>TOTAL</b>	<b>190</b>		<b>165</b>		<b>14</b>		<b>11</b>		<b>0</b>	

OSTF ATMT: osteofitose da articulação tarsometatarsiana; OSTF AITD osteofitose da articulação intertarsiana distal; Ras CIT: rasamento da crista intermédia da tíbia; ENTS ATMT: enteseofitose da articulação tarsometatarsiana; FIS EDi OT: fisite da epífise distal do osso tíbia; MOD Prox Pl OSMT: modelamento proximal plantar do osso segundo metatarsiano; ENTS Do OTMT: enteseofitose do aspecto dorsal do osso terceiro metatarsiano; FIS Prox OCal: fisite proximal do osso calcâneo; OCD CIT: osteocondrite dissecante da crista intermédia da tíbia; ENTS DoLa OTT: enteseofitose no aspecto dorsolateral do osso terceiro tarsiano; FX SusTal: fratura do sustentáculo do osso talus; Ras TrLOTal: rasamento da tróclea lateral do osso talus; LUSC Múltiplas Di OT: luscência múltiplas no aspecto distal do osso tíbia; MOD Pl OQT: modelamento do aspecto plantar do osso quarto tarsiano; Ras TrMOTal: rasamento da tróclea medial do osso talus.

**Tabela 14.** Prevalência de achados radiográficos observados na região do joelho direito e esquerdo, durante exame radiográfico de comercialização de equinos jovens da raça PSI.

ACHADOS REGIÃO	TOTAL		ERS 1		ERS 2		ERS 4		ERS 8	
<b>Joelho direito</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
DO OPa	3	23,08	0	0,00	3	100,00	0	0,00	0	0,00
Ras CMOF	2	15,38	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DO CLOF	1	7,69	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
Ras CLOF	1	7,69	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
LUSC Mesa OT	1	7,69	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FX com ENTS OPa	1	7,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	100,00
CONT IRR TrLOT	1	7,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	100,00
DO CMOF	1	7,69	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
NFO Mesa OT	1	7,69	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FOC CLOF	1	7,69	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
SUB-TOTAL	13		5		3		3		2	
<b>Joelho esquerdo</b>										
DO CLOF	2	28,57	0	0,00	1	50,00	1	50,00	0	0,00
Ras CLOF	1	14,29	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DO OPa	1	14,29	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
CONT IRR AFTP	1	14,29	0	0,00	1	100,00	0	0,00	0	0,00
CONT IRR TrLOT	1	14,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	100,00
DO CMOF	1	14,29	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00
SUB-TOTAL	7		1		3		2		1	
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>		<b>5</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>2</b>	

DO OPa: defeito ósseo no osso patela; Ras CMOF: rasamento no côndilo medial do osso fêmur; DO CLOF: defeito ósseo no côndilo lateral do osso fêmur; Ras CLOF: rasamento no côndilo lateral do osso fêmur; LUSC Mesa OT: luscência na mesa articular da tíbia; FX com ENTS OPa: fratura com enteseopatia do osso patela; CONT IRR TrLOT: contorno irregular tróclea lateral do osso tibia; DO CMOF: defeito ósseo no côndilo medial do osso fêmur; NFO Mesa OT: neoformação óssea na mesa do osso tibia; FOC CLOF: fragmento osteocondral no côndilo medial do osso fêmur; Ras CLOF: rasamento do côndilo lateral do osso fêmur; CONT IRR AFTP: contorno irregular da articulação femorotibiopatelar.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $p=0,3443$ ) entre a frequência das AR em MTD (n=177; 51,90%), MTE (n=146; 48,02%), MPD (n=164; 48,09%) e MPE (n=158; 51,97%).

Quando comparadas as regiões dos membros direitos com os esquerdos, não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as AR mais prevalentes nas regiões metacarpofalangeana direita e esquerda ( $\chi^2= 5,546$ ;  $p= 0,3529$ ), carpiana direita e esquerda ( $\chi^2= 4,01$ ;  $p= 0,548$ ), metatarsofalangeana direita e esquerda ( $\chi^2= 0,921$ ;  $p= 0,8203$ ) e tarsiana direita e esquerda ( $\chi^2= 1,893$ ;  $p= 0,9931$ ). Na região do joelho foram observadas diferenças significativas na comparação entre membro pélvico esquerdo, onde os AR foram mais prevalentes, e o membro pélvico direito ( $\chi^2= 13,448$ ;  $p= 0,0093$ ).

Quando verificada frequência de IS por região, comparando as AR de IS 1 com AR de IS 2, 4 e 8, observou-se não haver diferença significativa nas regiões carpiana direita ( $\chi^2=$

15,424;  $p= 0,0799$ ) e esquerda ( $\chi^2= 13,344$ ;  $p= 0,2051$ ) e joelho direito ( $\chi^2= 13,00$ ;  $p= 0,1626$ ), nas quais a incidência de AR com IS 1 foi estatisticamente comparável com a incidência de AR com IS 2, 4 e 8. Nas regiões metacarpofalangeana direita ( $\chi^2= 54,467$ ;  $p< 0,0001$ ) e esquerda ( $\chi^2= 63,59$ ;  $p< 0,0001$ ), metatarsofalangeana direita ( $\chi^2= 25,697$ ;  $p=0,0042$ ) e esquerda ( $\chi^2= 28,376$ ;  $p=0,0049$ ), tarsiana direita ( $\chi^2= 40,605$ ;  $p=0,0001$ ) e esquerda ( $\chi^2= 21,391$ ;  $p=0,0449$ ) e joelho esquerdo ( $\chi^2= 28,376$ ;  $p= 0,0049$ ), houve diferença significativa com maior prevalência dos achados radiográficos de IS 1.

O resultado do teste de Wilks' Lambda de comparação uni variada demonstrou que, dentre as variáveis de desempenho, as variáveis DCM ( $p=0,018$ ), RR ( $p=0,020$ ) e IP ( $p=0,038$ ) foram capazes de discriminar os grupos sem AR (G1) e com AR (G2) (Figura 28).

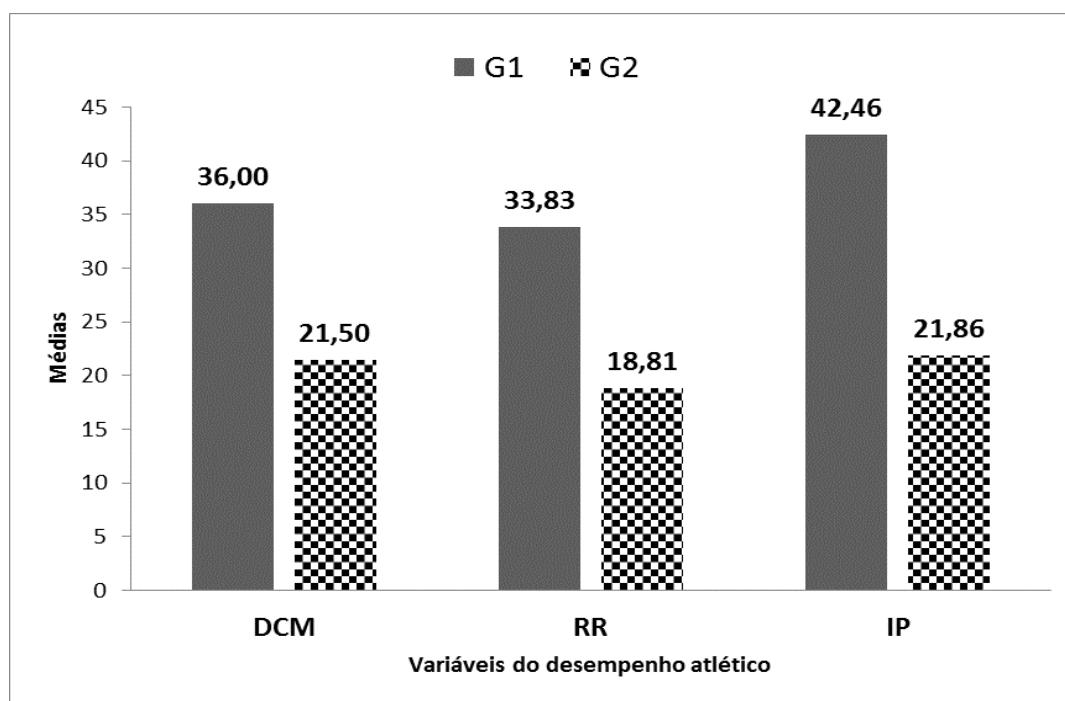


Figura 28. Teste de Wilks' Lambda de comparação univariada entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2), entre as médias das variáveis de desempenho duração da campanha atlética em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP) de equinos PSI alojados no JCB.

Foi observado que as variáveis DCM e a RR possuíam alta correlação, e, no intuito de evitar multicolinearidade, e consequentemente um aumento desnecessário do erro padrão, foi escolhida a mais significativa enquanto variável discriminante, ou seja, a DCM para a formação do modelo estatístico.

A função discriminante foi capaz de classificar corretamente 93,8% dos indivíduos, tendo o G2 obtido 100% de aproveitamento. No grupo G1 somente 1 animal (16,7%) foi corretamente previsto. Desta forma, tanto individualmente como em conjunto, foi possível verificar que as variáveis de desempenho se diferenciam quanto a presença ou não de AR, rejeitando, assim, a aleatoriedade.

A análise de variância demonstrou que não houve diferença estatística significativa entre o G2 e o GC com relação às variáveis DCM e RR. As variáveis DCM e RR observadas no G1 apresentaram diferença estatística significativa quando comparados com o G2 e o GC.

A variável IP demonstrou-se diferente nos 3 grupos, sendo maior no G1 do que no G2 ( $p=0,0046$ ), e maior que no GC ( $p<0,001$ ). O IP do G2, por sua vez, também foi mais elevado que do GC ( $p=0,0009$ ) (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios das variáveis de desempenho atlético duração da campanha em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP), para os grupos GC, G1 e G2, em equinos PSI alojados no JCB.

Variável	Avaliação de desempenho atlético (medias±DP)			Valor p
	Grupo Controle	Grupo 1	Grupo 2	
DCM	$20,47 \pm 14,58b$	$36,02 \pm 16,11^a$	$21,24 \pm 15,09b$	0,0322
RR	$17,03 \pm 14,28b$	$33,83 \pm 20,51^a$	$18,07 \pm 14,90b$	0,0178
IP	$10,02 \pm 9,76c$	$42,46 \pm 31,99^a$	$20,37 \pm 21,64b$	<0,001

Médias nas linhas com letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

A avaliação da DCM (Figura 29), RR (Figura 30) e IP (Figura 31), considerando-se a pontuação do ERSGI para a divisão dos grupos, demonstra que houve diferença significativa entre os G1 e G2B e G2C. Não houve diferença significativa entre o G1 e G2A, assim como não houve diferença significativa entre os G2A, G2B e G2C (Tabela 16).

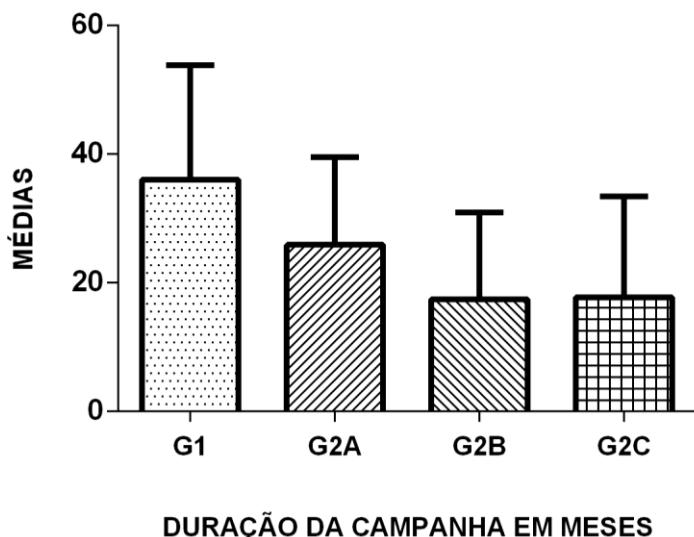


Figura 29. Análise de Variância da duração da campanha atlética em meses (DCM), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB.

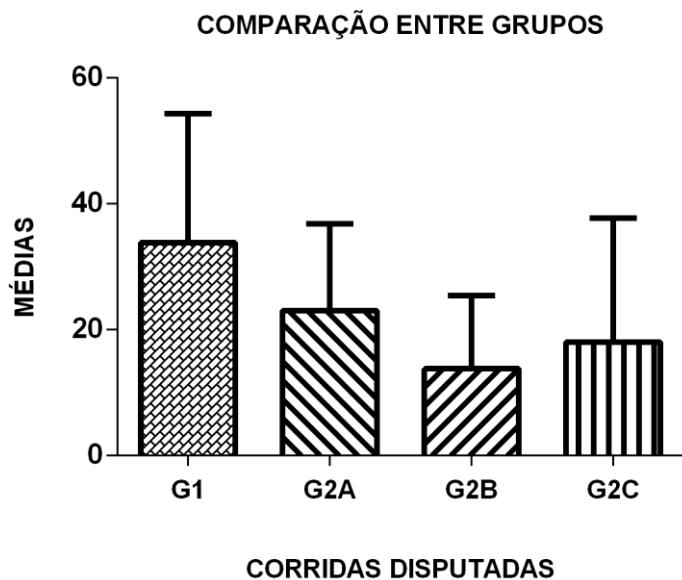


Figura 30. Análise de Variância do número de corridas disputadas (RR), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB.

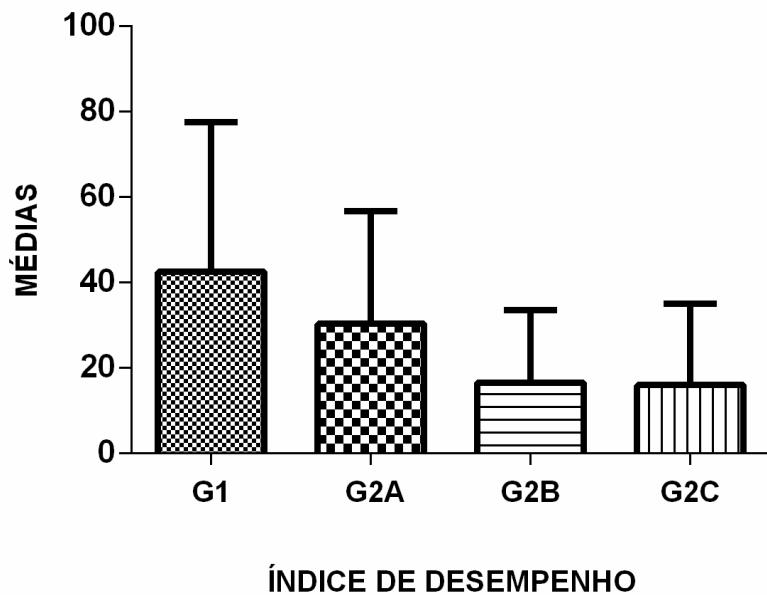


Figura 31. Análise de Variância do índice de desempenho (IP), entre os grupos sem AR (G1) e com AR (G2A, G2B e G2C), divididos de acordo com o ERSGI, em equinos PSI alojados no JCB.

Tabela 16. Valores médios das variáveis de desempenho atlético duração da campanha em meses (DCM), corridas disputadas (RR) e índice de desempenho (IP), para os grupos G1 e G2A, G2B, G2C, em equinos PSI alojados no JCB.

Variável	Avaliação de desempenho atlético (medias±DP)				
	Grupo 1	Grupo 2A	Grupo 2B	Grupo 2C	Valor p
DCM	36,00 ± 17,78a	25,89 ± 13,16ab	17,41 ± 13,18b	17,71 ± 15,68b	0,0073
RR	33,83 ± 20,51a	23,00 ± 13,84ab	13,79 ± 11,62b	18,00 ± 16,69b	0,0044
IP	42,46 ± 35,05a	30,25 ± 26,41ab	16,53 ± 16,99b	15,98 ± 18,95b	0,0116

Médias nas linhas com letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Estudo 1

Embora os machos fossem mais velhos do que as fêmeas, no presente estudo o sexo não influenciou o grau de FEP, diferindo de diversos relatos prévios que indicam que nas fêmeas o fechamento das placas de crescimento ocorre mais cedo do que nos machos (VULCANO, et al., 1997; LUSZCZYNSKI et al., 2011).

Como esperado, os cavalos com FEP classificados como C eram mais jovens que os classificados como B, e os cavalos classificados como A eram os de maior idade. De acordo com a análise de regressão logística, quanto mais velho for o equino, maior a probabilidade de fechamento epifisário estar completo e, quanto mais jovem, maior a probabilidade de sua linha epifisária ainda estar aberta, caracterizando um esqueleto imaturo.

Neste estudo, os cavalos com FEP classificados como A tinham em média 26,90 meses de idade. Estudos prévios com o objetivo de determinar a idade na qual o FEP é considerado completo (A), realizados em diferentes raças, relataram idades médias de 23 meses em fêmeas e 25 em machos PSI, 24 meses em fêmeas de Mangalarga e 25 meses em cavalos crioulos (LUIZ et al., 2007; MAMPRIM et al., 1992). O objetivo do presente estudo não foi determinar o tempo exato de FEP, mas verificar a influência da idade e do sexo no FEP, e, sendo assim, é possível que os cavalos classificados como A, tendo sido examinados radiograficamente apenas uma vez, provavelmente o foram quando já eram mais velhos. Além disso, as diferenças observadas no FEP de equinos, bem como os parâmetros de crescimento desses animais, são provavelmente geneticamente determinadas. No entanto, fatores externos como práticas de alimentação, podem ter uma influência importante, alertando sobre a necessidade de avaliação individualizada, respeitando a raça e o manejo adotados durante a criação e treinamento esportivo (LUSZCZYNSKI et al., 2011).

Uma correlação geral entre o FEP e a incidência de lesões locomotoras é difícil de determinar devido à possível influência de comorbidades, métodos de treinamento e nutrição, entre outros fatores. Pode haver uma maior incidência de distúrbios locomotores, levando a carreiras mais curtas quando os cavalos iniciam o treinamento enquanto o esqueleto não está totalmente desenvolvido (COGGER et al., 2006) o que não foi avaliado no presente estudo.

Uma associação inversa foi observada entre a idade em meses na primeira corrida (IPCM), o número de corridas disputadas (RR) e a duração de carreira em meses (DCM). Cavalos do presente estudo que começaram suas carreiras atléticas quando mais jovens

tiveram carreiras mais longas e correram mais vezes, concordando com o observado na população de cavalos de PSI na Austrália, na Nova Zelândia e na Polônia (SOBCZYNSKA et al., 2007; TANNER et al., 2011; VELIE et al., 2013a). É importante mencionar os resultados indicam que os cavalos que correram pela primeira vez entre 30 e 35 meses de idade, tiveram as carreiras mais longas, com duração média de 20,37 meses. Além de a precocidade do desenvolvimento físico ser uma característica desejável em cavalos PSI de corridas, há evidências científicas que sugerem uma influência positiva do início precoce do treinamento controlado, permitindo adaptações mais adequadas dos ossos e cartilagens ao exercício (FIRTH et al., 2006; BRICCA et al., 2017). A duração da campanha atlética observada no presente estudo, é maior do que o observado em um estudo realizado com 164.046 equinos PSI na Austrália, no qual foi observada média de duração da campanha atlética de 18,90 meses (VELIE et al., 2013a) e menor do que o reportado em Hong Kong, quando se investigou a campanha atlética de 4950 equinos, sendo reportada média de 23,36 meses (VELIE et al., 2013c). Mesmo assim, deve-se ter cuidado ao treinar e iniciar a vida competitiva de cavalos jovens, especialmente aqueles com menos de 30 meses de idade.

O número de corridas por mês influenciou positivamente o total de corridas disputadas pelos animais no presente estudo, de forma que quanto maior o número de corridas por mês, maior o total de corridas disputadas. É importante que se aponte que houve uma grande variação individual entre os equinos, demonstrando uma grande variabilidade na frequência de inscrições, o que pode ter sido influenciado por diversos fatores. Não obstante, a maior parte da população tinha índices de menos de uma corrida por mês, totalizando menos de 20 corridas por carreira. Os valores médios para o total de corridas disputadas observadas em nosso estudo são maiores que os observados na população de equinos PSI australianos, que totalizaram em média 14,80 corridas (VELIE et al., 2013a) e inferiores às de Hong Kong, com valores médios de 19,55 corridas (VELIE et al., 2013c).

Em relação à influência do número de corridas por mês na duração da campanha atlética, observou-se que os cavalos que corriam aproximadamente uma vez por mês, tiveram maior duração de carreira. No presente estudo, os valores do número de corridas por mês foram semelhantes aos descritos na literatura (VELIE et al., 2013b) e foram utilizados para observar de que maneira a frequência de corridas por mês influenciaria o tempo de carreira em cavalos de corrida. Como observado na resposta quadrática da análise de regressão, cavalos com mais ou menos de  $0,93 \pm 0,46$  corridas por mês foram mais propensos a carreiras de menor duração.

## 5.2 Estudo 2

Muito embora a maior parte da população de equinos estudada no presente trabalho fosse composta de machos, a comparação entre características como idade à avaliação radiográfica de comercialização, assim como das variáveis da avaliação de desempenho atlético, não foram estatisticamente diferentes nas fêmeas, concordando com estudo radiográfico realizado em equinos de corrida de trote franceses (COUROUCE-MALBLANC et al., 2006). Estes achados também corroboram com as observações de Oliver e colaboradores (2008), quando avaliando a prevalência de AR em equinos PSI comercializados na Nova Zelândia.

Exceção guardada ao número de vitórias, parâmetro no qual os machos se destacaram. É importante evidenciar que, conforme descrito por Whitaker e colaboradores (2008), quando avaliando equinos de competição de Concurso Completo de Equitação ( $n=1156$ ), foi observado que os machos tinham melhores índices de desempenho atlético que as fêmeas, especialmente em competições de mais alto nível, por razões muito difíceis de serem

estabelecidas. Outro estudo avaliando a influência do gênero no desempenho atlético de equinos de Concurso Completo de Equitação (n=681), realizado na Grã-Bretanha, reportou a superioridade de desempenho de machos inteiros e machos castrados sobre fêmeas, quando avaliados os resultados das competições das quais participaram (HANOUSEK et al., 2018). Outrossim, este achado foi concordante com o reportado em estudo de equinos PSI brasileiros, envolvendo mais de 30.000 corridas realizadas no Rio de Janeiro e em São Paulo, no qual foi observado que machos apresentavam desempenho atlético superior às fêmeas em todas as categorias de distâncias, chegando esta diferença, em termos de tempo gasto para percorrer a mesma distância, a cerca de 0,30 segundos (MOTA et al., 2005). Uma das possíveis explicações seria o fato de que machos inteiros possuem uma maior concentração de fibras musculares do tipo IIA, reportadas na literatura como sendo superiores em capacidade oxidativa, e portanto mais eficientes na produção de energia, assim como uma menor proporção fibras musculares do tipo IIB, determinando, portanto maior eficiência na produção de energia quando se comprando com as fêmeas, cujo perfil de tipos de fibras musculares envolve uma maior concentração de fibras do tipo IIB (RONEUS et al., 1991).

Ainda assim, no presente estudo, o índice de desempenho composto por diversas variáveis, incluindo a caracterização da qualidade das corridas disputadas, e o parâmetro utilizado para a determinação da importância dos AR (ERSGI) não elicitaram diferença significativa entre machos e fêmeas, de maneira que o grupo foi investigado como sendo uniforme, não havendo, portanto, a indicação da separação das informações por gêneros, seja na investigação do desempenho atlético ou nas avaliações radiográficas.

O coeficiente de Kappa é um teste utilizado para a avaliação do grau de concordância, entre observadores de uma mesma amostra (PERROCA & GAIDZINSKI, 2003). No presente estudo o coeficiente de Kappa foi utilizado para verificar a concordância interavaliadores dos resultados das análises radiográficas. Quando se tomado como base no somatório dos índices de severidade das AR, o ERSGI, a concordância foi considerada substancial. Quando se separou os IS por região avaliada, verificou-se que, à exceção da região falangeana, cujo resultado foi o de concordância substancial, todas as outras regiões anatômicas avaliadas apresentaram concordância excelente.

Cabe ressaltar que, sendo este um estudo retrospectivo, a aquisição das imagens já havia sido realizada, e trata-se, portanto, da avaliação de um banco de imagens. No que diz respeito às avaliações da região falangeana dos membros torácicos dos equinos, a grande maioria dos estudos contava somente com uma posição radiográfica, a vista DPr10°-PaDO, frequentemente adquirida com o animal ainda portando ferraduras. A presença deste objeto metálico, extremamente radiopaco, é absolutamente contraindicado, uma vez que se interpõe à imagem formada, encobrindo parcial ou totalmente importantes estruturas anatômicas pertinentes à avaliação. Pode-se inferir, portanto, que o inadequado preparo do paciente previamente à aquisição da imagem radiográfica causou prejuízos à avaliação, conforme plenamente reportado anteriormente (WEAVER & BARAKZAI, 2010; HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

A necessidade de diminuição do número de imagens adquiridas por exame está bem relatada. Entre as diversas justificativas, a diminuição da exposição à radiação das pessoas envolvidas na aquisição das imagens, a minimização de riscos em se tratando de animais jovens e não domados em situação de campo e a mitigação dos custos dos exames são as principais. Entretanto, é reconhecido que um maior número de projeções por região avaliada aumenta as chances de diagnóstico preciso e de melhor caracterização dos achados radiográficos (LEPEULE et al., 2013; BUTLER et al., 2017; DIXON et al., 2018).

A prevalência de AR na população hora estudada foi similar ao observado em um estudo realizado com o objetivo de avaliar radiograficamente 3830 equinos PSI, comercializados na Austrália no ano de 2003, mencionando que 86,3% dos animais avaliados

eram portadoras de AR (JACKSON et al., 2009). Estas prevalências são consideradas bastante elevadas quando confrontadas com estudos realizados previamente. Axling e colaboradores (2016), realizando avaliação de laudos de estudos radiográficos de 1004 potros criados na Austrália e Nova Zelândia e com média de idade de  $15,5 \pm 1,7$ , reportaram prevalência de AR em 64,5% da população. Em estudo realizado com equinos franceses de trote, foi reportado que 42% da população era portadora de pelo menos uma AR (COUROUCE-MALBLANC et al., 2006), assim como os 30% de prevalência das AR, observado por Cohen e colaboradores (2006), avaliando potros PSI comercializados nos EUA.

A tarefa de comparar resultados reportados na literatura com os resultados observados na presente investigação é árdua, já que as metodologias de avaliação são bastante diversas. Alguns estudos limitam-se a aquisição de menor número de projeções radiográficas por região ou optam pela diminuição do número de regiões estudadas, usualmente por razão de custos e riscos, a exemplo de 10 projeções radiográficas avaliadas por Denoix e colaboradores (2013b), Lepeule e colaboradores (2013) e Jacquet e colaboradores (2013), correndo o risco de não visualização ou de subestimar a severidade das alterações. É importante que se leve em consideração a prevista redução na quantidade de informações da radiologia, uma vez que a técnica transforma em imagem bidimensional uma estrutura que é tridimensional, e desta forma, ao menos duas projeções radiográficas de cada região estudada são essenciais (WEAVER & BARAKZAI, 2010; DIXON et al., 2018). Outros fatores preponderantes que dificultam a confrontação de resultados entre os estudos são a heterogeneidade dos critérios de classificação das alterações radiográficas, bem como das populações estudadas, além da frequente ausência de validação interna das avaliações radiográficas (COUROUCE-MALBLANC et al., 2006; LEPEULE et al., 2013).

As AR observadas no presente estudo foram, em sua grande maioria, alteração de ERS 1. As AR foram aqui divididas em cinco grupos de graus de severidade, sendo o ERS 0 correspondente à ausência de alterações, e o ERS 1, o grupo de alterações mais leves, usualmente somente alterações de contornos ósseos ou periarticulares. A prevalência mais elevada das AR de ERS 1 também foi reportada por Jacquet e colaboradores (2013) e Lepeule e colaboradores (2013), avaliando equinos aos 18 meses de idade.

No presente estudo as AR com ERS 2 foram as segundas mais prevalentes. As AR com ERS 4 e 8 foram as menos prevalentes, à exceção da região carpiana e da região do joelho direito, que apresentaram AR de maior gravidade, ainda que em menor número. Conforme descrito por Lepeule e colaboradores (2013) as AR de maior gravidade estavam localizadas região do joelho, conforme observado no presente estudo, e na região tarsiana. Em concordância com o observado neste estudo, Denoix e colaboradores (2013b) reportaram prevalência de AR de maior gravidade na região carpiana de potros PSI.

Muitos dos estudos realizados anteriormente, objetivando estabelecer a prevalência das AR em potros concentraram-se ocorrência das AR, na sua localização anatômica e na sua classificação enquanto lesão, mas não necessariamente desenvolveram correlações com a gravidade da alteração radiográfica (KANE et al., 2003a; COHEN et al., 2006; JACKSON et al., 2009; FURNISS et al., 2011; AXLING et al., 2016). A utilização um sistema de graduação de severidade das AR, que utiliza tanto a localização das AR, sua possível interferência na função, e sua severidade, desde que aplicado criteriosamente, permite uma melhor representação da severidade global do indivíduo, e, portanto, um melhor reconhecimento dos riscos durante a comercialização destes animais (DENOIX et al., 2013b; LEPEULE et al., 2013; BASTOS et al., 2017).

Em concordância com o previamente reportado por Bastos e colaboradores (2017) avaliando 85 potros de 4 a 6 meses de idade na região sul do Brasil, no presente estudo não foram observadas diferenças estatísticas significativas da frequência das AR entre membros torácicos e pélvicos ou direitos e esquerdos.

A primeira e segunda AR mais prevalentes na presente investigação foram as alterações dos ossos sesamóides proximais, seja na verificação geral de todas as AR observadas, seja como AR mais prevalente nas regiões metacarpo e metatarso falangeanas. Nos membros torácicos estas AR foram identificadas em 121 articulações, perfazendo 51,69% das AR da região metacarpo falangeana direita e 65,22% das AR da região metacarpo falangeana esquerda, respectivamente 9,46 e 9,30% de todas as AR verificadas no estudo. Na região metatarso falangeanas também foram observadas alterações nos ossos sesamóides proximais, totalizando 44,90% das AR da região metatarso falangeanas direita e 52,38% das AR da região metatarso falangeanas esquerda, representando 3,41 e 5,12% de todos os achados, respectivamente. A grande maioria das AR de ossos sesamóides proximais (160/176) foram classificadas em ERS 1, conforme confirmado pelo teste de Qui-quadrado, enquanto somente 6,68% (10/176) das AR foram classificadas em ERS 2, 2,84% (5/176) em ERS 4 e 0,57% (1/176) em ERS 8. Em estudo realizado por Spike-Pierce & Bramlage (2003), com o objetivo de verificar a influência dos AR dos ossos sesamóides proximais no desempenho atlético de equinos PSI de 2 anos, foi observado que 15,6% dos animais examinados possuíam um ou dois canais vasculares alargados e de formato irregular, compatível com a classificação de ERS 2 hora adotada. Pode-se dizer, portanto, que além de uma menor prevalência da AR, estas também foram de menor severidade na amostra do presente estudo.

Os canais vasculares na superfície abaxial são as alterações mais prevalentes nos ossos sesamóides proximais, conforme reportado anteriormente (PRESTON et al., 2010; FURNISS et al., 2011) e dizem respeito à maneira como a vascularização chega a borda proximal abaxial para o suprimento sanguíneo dos ossos sesamóides proximais, na região da inserção do terceiro músculo interósseo, tendo como consequência a formação da imagem radiográfica de canais paralelos levemente radiopacos. A presença de até 3 canais de bordos regulares é considerada normal, porém mudanças em número, formato ou tamanho, usualmente são indicativos de enfermidade local (SPIKE-PIERCE & BRAMLAGE; 2003).

Um estudo realizado como objetivo de avaliar a capacidade de animais portadores de AR dos ossos sesamóides proximais de participarem de corridas, quando comparando-os a animais sem AR, demonstrou não haver diferença significativa entre as amostras. Equinos jovens sem AR possuíam cerca de 80% de correr, enquanto aqueles com AR nos ossos sesamóides proximais dos membros torácicos classificadas de maneira similar à classificação utilizada no presente estudo, com ERS 1, 2 e 4, apresentaram 82%, 82% e 79% de probabilidade de participar em corridas. Da mesma forma, não houve diferença significativa quando se comparou os grupos através de outras variáveis de desempenho, como por exemplo a obtenção de colocações, os prêmios ganhos e os prêmios ganhos por corrida. As mesmas observações foram pertinentes aos membros pélvicos, com animais sem AR tendo 81% de probabilidade de participar de corridas, e aqueles com ERS 1, 2 e 4, apresentaram 85%, 83% e 78% (KANE et al., 2003b).

No entanto, as fraturas dos ossos sesamóides proximais são as maiores ocorrências de lesões catastróficas durante as corridas de cavalos, com relatos de incidências de 50% (EUA) e 55% (Hong Kong) dos óbitos causados por lesões de SL, e uma grande parte dessas lesões ocorre na ausência de um evento traumático específico, observando-se, portanto, características típicas de fraturas por estresse. Estas fraturas frequentemente compartilham os mesmos locais que lesões ósseas incompletas, sendo associadas a patologias pré-existentes, que estão associadas ao enfraquecimento do osso com subsequente falha em razão das cargas repetitivas de alta intensidade durante o exercício. Desta forma, a presença de alterações dos ossos sesamóides proximais precisa ser criteriosamente avaliada durante o exame de comercialização uma vez que podem representar uma ameaça em potencial, não só ao

desempenho atlético, mas também à vida (JOHNSON et al., 1994; RIGGS, 2001; BODEN et al., 2006, STOVER et al., 2017; SUN et al., 2019).

As fisites dos ossos terceiro metacarpiano e terceiro metatarsiano, a terceira AR mais prevalente no presente estudo, são achados bastante frequentes em equinos avaliados aos 6 meses de idade, conforme reportado anteriormente, e estão incluídas na classificação abrangente de SOJ, já que um distúrbio da ossificação endocondral pode, também, ser induzido mecanicamente e resultante de pressão (DENOIX et al., 2013b). Outros distúrbios já foram anteriormente descritos como possíveis agentes causadores dos desequilíbrios da ossificação endocondral, entre eles por desbalanço nutricional, predisposição genética e obesidade, entre outros (TUEMMER et al., 2016).

A terminologia "fisite" ou "epifisites" pode estar errada ou estar sendo mal interpretada, já que não há processo inflamatório ativo da fise, epífise ou metáfise dos ossos comprometidos, conforme demonstrado por Gee e colaboradores (2005), que observaram distúrbios focais de ossificação endocondral detectados de regiões fisárias acometidas, tanto radiograficamente como histologicamente. Desta maneira, sugeriu-se que a denominação de "displasia fisária", ainda que pouco utilizada, seria a mais adequada, em razão de esta ser uma anomalia que compromete o processo de ossificação (BAXTER E TURNER, 2004, GEE et al., 2005).

Os equinos avaliados no presente experimento já apresentavam a cartilagem fisária distal dos ossos terceiro metacarpiano e terceiro metatarsiano ossificadas no momento das avaliações radiográficas de comercialização. Muito embora o processo de ossificação das linhas fisárias dos ossos terceiro metacarpiano e terceiro metatarsiano atinja seu ápice por volta dos 8 meses de idade, no presente estudo verificou-se neoformação óssea nas superfícies das cicatrizes fisárias, provavelmente decorrentes da extensa formação óssea resultante do distúrbio do processo normal de ossificação. Nos casos em que o animal apresenta um comprometimento de vários membros, é provável que o agente causador sejam problemas de natureza nutricional (GEE et al., 2005; TUEMMER et al., 2016).

Na epífise distal dos ossos terceiro metacarpiano e terceiro metatarsiano, a alteração causada pela fisite pode levar ao excesso de enrijecimento dos côndilos devido à extensa formação óssea, e isso pode resultar em uma mudança de tensão nas ranhuras condilares, sabidamente um local comum de fraturas catastróficas ocorridas durante as corridas (FIRTH et al., 2006; TUEMMER et al., 2016; JANES et al., 2017). Desta forma, a observação de distúrbios da ossificação endocondral dos ossos terceiro metacarpiano e terceiro metatarsiano precisa ser levada em consideração quando se avaliando a perspectiva de um futuro atlético saudável.

As luscência na crista sagital do osso terceiro metacarpiano foram observadas em 5% na amostra avaliada, representando 0,78% no MTD e 0,47% no MTE, quando considerando-se todas as AR observadas no presente estudo, sendo bilaterais em 3% dos equinos e unilaterais direitas em outros 2% dos animais avaliados. Também, o rasamento da crista sagital do osso terceiro metacarpiano, foi observado uma vez em cada uma das regiões metacarpiano falangeana direita e esquerda, em animais diferentes dos quais observou-se a luscência na crista sagital do osso terceiro metacarpiano. Conforme reportado na literatura, o rasamento da crista sagital do osso terceiro metacarpiano foi observado em 9,8% e a luscência na crista sagital do osso terceiro metacarpiano em 17,4% dos equinos avaliados durante exame de comercialização (KRANE et al., 2003a), prevalência bastante superior àquela observada neste estudo.

Ao que se avalia todas as AR da crista sagital do osso terceiro metacarpiano em conjunto conforme observado em alguns estudos, estas passaram a representar 7% da amostra investigada. A prevalência destas AR é bastante discrepante das descrita por Jackson e

colaboradores (2009) e por Furniss e colaboradores, que reportam respectivamente 37,1% e 15,69% de equinos acometidos.

Conforme reportado por Kane e colaboradores (2003b), por Cohen e colaboradores (2006) e por Jackson e colaboradores (2009), não foi verificada, em seus estudos, evidência de diminuição de desempenho atlético por razão da presença de AR da crista sagital do osso terceiro metacarpiano nos equinos avaliados. Cohen e colaboradores (2006), no entanto, observaram que os 17 (n=348) potros PSI que possuíam AR no aspecto proximal dorsal da crista sagital do osso terceiro metacarpiano, não só tiveram o valor comercial (leilão) diminuído em cerca de 50%, como também não obtiveram êxito financeiro quando comparados aos não portadores desta AR, em corridas aos dois anos de idade. É importante ressaltar, que nos EUA, local onde foi desenvolvido este estudo, os animais oferecidos em leilão público são radiograficamente examinados e suas radiografias disponibilizadas em repositório próprio, usualmente nos próprios recintos dos leilões, podendo serem consultados pelo Médicos Veterinários antes da comercialização. No Brasil, no entanto, estes animais vendidos em leilão público usualmente só serão avaliados radiograficamente após a venda, o que faz com que alterações leves, visíveis somente radiograficamente, não afetem tão diretamente o valor comercial do equino.

A baixa prevalência das AR da crista sagital do osso terceiro metacarpiano observadas no presente estudo, pode, parcialmente, ser consequência de somente 37% dos conjuntos de radiografias aqui avaliados possuírem a projeção LM Flex da região metacarpo falangeana, considerada uma das principais vistas radiográficas para a detecção da presença destas AR, uma vez que permite a visualização da face mais distal da superfície articular do osso terceiro metacarpiano, evidenciando a crista sagital, que encontra-se parcialmente sobreposta à falange proximal na projeção LM, ou seja, quando o equino encontra-se em apoio quadrupedal (HAUSPIE et al., 2011; BUTLER et al., 2017).

Em estudo epidemiológico sobre enfermidades do SL de animais em treinamento, Reed e colaboradores (2012) apontaram que a prevalência de lesões na região carpiana é bastante alta, chegando a acometer 45% dos equinos, frequentemente como manifestações bilaterais (39%) assim como unilaterais direitas ou esquerdas com prevalências de 35 e 23% respectivamente. No presente estudo 24% dos potros apresentou AR na região carpiana bilateralmente, enquanto as AR unilaterais direitas foram mais prevalentes que as esquerdas.

A lesões articulares geralmente envolvem danos a múltiplos tecidos osteocondrais em variados graus de severidade. Além disso, a natureza frequentemente progressiva e crônica das enfermidades articulares dificulta as estimativas da ocorrência de lesões primárias (REED et al., 2012). Neste sentido, a avaliação radiográfica de comercialização é útil não somente a avaliação das lesões juvenis, mas também como controle, do que seria o “momento zero”, ou seja, o reconhecimento do *status* articular individual antes do início da preparação atlética dos equinos jovens.

A AR mais prevalentes na região carpiana do presente estudo foi a observação de área luscência circular no aspecto palmar do osso carpo ulnar, que acometeu 30% dos equinos, sem que houvesse diferença significativa observada em MTD e MTE. É importante mencionar, no entanto, que o formato e o tamanho destas luscências circulares observadas foram variados, concordando com o reportado por Furniss e colaboradores (2011). No presente estudo as luscências menores ou menos radiolucente receberam classificação de ERS de menor severidade, sendo a grande maioria das vezes ERS 1, e luscências maiores, ou multiloculares receberam classificação de ERS de maior severidade, usualmente 2, mas chegando a 1 AR com ERS 4.

Os relatos de prevalência das luscência circular no aspecto palmar do osso carpo ulnar em equinos PSI jovens na literatura são bastante diversos. Kane e colaboradores (2003b) reportaram a prevalência de 20,1% de equinos jovens PSI, avaliados em exame radiográfico

de compra, como portadores desta AR, sem diferença de frequência entre MTD e MTE. Outros relatos mencionam prevalências nos exames de comercialização de equinos jovens PSI de 8,33% na África do Sul (FURNISS et al., 2011) e de 22,2% na Austrália (JACKSON et al., 2009). Ainda assim, os estudos reportam prevalência inferior da luscência do osso carpo ulnar quando comparados à presente investigação.

As luscências circulares no aspecto palmar do osso carpo ulnar também foram descritas como lesões de aparência cística, resultantes da avulsão do ligamento intercarpiano palmar lateral, que se insere no aspecto palmar do osso carpo ulnar. Usualmente, esta AR é visualizada como uma área radiolucente, circundada por um aro esclerótico, podendo apresentar fragmento ósseo único ou múltiplos fragmentos, de tamanhos e formatos diversos (BEINLICH & NIXON, 2004), não sendo, estes achados frequentemente associados a manifestação clínica (SYMON & DYSON, 2010).

Segundo avaliação de campanha atlética realizada por Kane e colaboradores (2003b), não houve diferença significativa entre os equinos portadores de luscências do osso carpo ulnar, quando comparados aos não portadores da AR, para as variáveis probabilidade de correr, obtenção de colocações, prêmios ganhos e prêmios ganhos por corrida. Em concordância, outro estudo correlacionando AR com variáveis de desempenho observou que a presença da luscência do osso carpo ulnar não interferiu no desempenho dos equinos (JACKSON et al., 2009), podendo, inclusive, ser considerado um achado radiográfico incidental (REED et al., 2012).

As fisites distais do osso radio também tiveram prevalência significativa neste estudo em ambos os membros torácicos. As fisites eram bilaterais em 7 equinos, unilaterais direitas em 6 e unilaterais esquerdas em 7 animais avaliados no presente estudo.

O desenvolvimento endocondral é um processo dinâmico influenciado diretamente pela carga depositada na linha fisária, de maneira que a sua modulação ocorre por estímulos físicos, assim como por nutrição e pelas características genéticas dos indivíduos, de maneira que trabéculas ósseas formadas têm configuração e força suficientes para um determinado impacto ou suporte de peso. Insultos físicos ou metabólicos abruptos, como o aumento repentino do exercício, ou uma importante modificação nutricional podem sobrecarregar o osso ainda despreparado para esta nova situação (GEE et al., 2005; BRAMBLE, 2011). É prática de manejo comum no Brasil, que os animais que serão oferecidos em leilão, tenham, além de um aumento importante dos níveis de energia na dieta, com um maior fornecimento de carboidratos solúveis, passem ao sistema intensivo de criação, ficando encocheirados durante todo o dia e a noite. Desta maneira, este período de menor atividade poderia resultar em uma sub estimulação da formação trabecular óssea, resultando em relativa fraqueza por razão da falta de estímulo do osso metafisário para a retomada normal do exercício posteriormente. Outrossim, a nutrição mais rica em energia, com consequente ganho de peso, pode exceder a capacidade de adaptação da fise de maneira a provocar uma fisite (GEE et al., 2005; BRAMBLE, 2012).

Os osteófitos / enteseófitos da região do carpo foram as terceiras AR mais prevalentes neste estudo. Quando avaliados separadamente, a osteofitose da articulação antebraquicarpal foi a mais prevalente, seguida da osteofitose da articulação carpo metacarpiana. No entanto, dificilmente se consegue isolar uma AR visando avaliar sua significância quando existe tão íntima interação entre as faces articulares, de maneira que optamos por avaliar as ocorrências por articulações do carpo. Muito da literatura produzida sequer localiza especificamente estas AR, realizando a avaliação do todo o grupo de osteofitoses / enteseofitoses, dada a origem fisiopatológica destas. Segundo Denoix e colaboradores (2013a) a formação de osteófitos e enteseófitos ocorre em resposta às tensões aplicadas às inserções de ligamentos no esqueleto jovem, provocando danos, que podem resultar na separação de um fragmento osteocondral ou

em uma avulsão da cartilagem de crescimento que posteriormente poderá ser ossificada levando ao aumentar do seu tamanho.

Em estudo realizado por Furniss e colaboradores (2011), no qual as osteofitoses foram agrupadas e avaliadas em conjunto, estas foram verificadas em 1,19% dos 252 equinos jovens avaliados radiograficamente durante exame de comercialização na África do Sul. Em concordância, também foram reportadas prevalências similares das osteofitoses em estudos realizados nos EUA, com 1,7% dos indivíduos afetados, e na Austrália, com 3,3% dos equinos acometidos (KANE et al., 2003a; JACKSON et al., 2009), todos com prevalências inferiores às aqui reportadas.

Quando unificadas no presente estudo, de todas as AR da região carpiana, 24% foram bilaterais, 24% unilaterais direitas e 14% foram unilaterais esquerdas, concordando com Reed e colaboradores (2012). Os pesquisadores mencionados anteriormente realizaram estudo prospectivo objetivando verificar a incidência e a distribuição das enfermidades articulares do carpo em equinos em treinamento, e reportaram que de maneira geral as lesões do carpo foram bilaterais em 39% dos membros, além de 35% de lesões unilaterais direitas e 23% de lesões unilaterais esquerdas, e que em 43% dos diagnósticos radiográficos foram verificadas alterações de osso subcondral e de margens articulares. Muito embora as porcentagens tenham sido superiores às aqui reportadas, cabe observar a relação da maior incidência de lesões no carpo direito, quando comparado com o esquerdo, que pode ter sido influenciada pelo sentido no qual os equinos realizam o treinamento. Outrossim, também foi reportado que os animais de 2 e 3 anos de idade tinham respectivamente, quando comparados aos animais de 18 meses, 2,5 e 3 vezes mais probabilidade de apresentar lesões de carpo, caracterizando que quão mais tempo sujeitos ao treinamento, mais riscos existem de manifestação de lesões carpianas, inferindo a estas lesões seu caráter de injúrias progressivas (REED et al., 2012).

De acordo com Jackson e colaboradores (2009) as AR de carpo diagnosticadas em potros durante exame de comercialização, não interferiram no desempenho atlético destes animais. Ao contrário, o estudo cita que, a doença articular intercarpiana dorsomedial, que envolve osteofitose e enteseofitose dos aspectos dorsomediais dos ossos carpo radial e terceiro carpiano, além de alterações no padrão do osso subcondral esta região, diagnosticadas durante os exames de comercialização, diminuíram em 37% as chances de o equino disputar corridas.

Conforme previamente reportado por Jackson e colaboradores (2009), e em concordância com o verificado no presente estudo, as osteofitoses da ATMT foram os achados mais prevalente da região tarsiana em cavalos de corrida, estando presente em 35,4% dos animais avaliados em exames radiográficos de comercialização na Austrália. Hoogmoed e colaboradores (2003) reportaram que as AR na ATMT representaram 50,4%, com maior remodelamento ósseo, secundadas pelas osteofitoses na AITD, conforme hora reportado, com prevalência de 45,8% dos membros.

O estudo de Denoix e colaboradores (2013b), do qual foi adaptada a metodologia de avaliação aqui apresentada, classifica as AR observadas nas articulações distais do tarso (ADT) de equinos jovens, por severidade (ERS 0, 1, 2, 4 e 8), sendo estas alterações que vão desde o remodelamento das margens articulares até colapso das articulações. Hoogmoed e colaboradores (2003), utilizaram critério de avaliação de 4 categorias para a AR do tarso, de maneira que o grau 0, o grau 1 e o grau 2 são bastante similares aos critérios estabelecidos para as ERS 0, 1 e 2. A maior diferença entre os estudos foi o critério estabelecido como grau 3, que no presente estudo divide-se em ERS 4 e 8.

A distribuição das AR verificadas por Hoogmoed e colaboradores (2003), na ATMT, AR mais prevalente na avaliação do tarso, foi de 24,3% dos membros estudados não possuíam AR (grau 0), 50,4% tinham AR de grau 1, 15,6% AR de grau 2 e 4,5% de grau 3. Quando verificaram a prevalência para as AR de AITD, os resultados reportados foram de 37,2% dos

membros estudados não possuíam AR (grau 0), 45,8% tinham AR de grau 1, 7,6% AR de grau 2 e 3,8% de grau 3. Muito embora no presente estudo as AR de ATMT e AITD tenham sido bastante prevalentes, estas foram majoritariamente de ERS 1, ou seja, foram comparativamente alterações de menor severidade.

Quando combinadas, as avaliações das ATMT e AITD, ou articulações distais do tarso (ADT), representaram 63,73% (65/102) e 68,18% (60/88) das AR observadas na região tarsiana direita e esquerda, respectivamente, substancialmente mais altas que aquelas reportadas na literatura até então. As prevalências de AR na ADT observadas em razão da avaliação radiográfica de comercialização de potros PSI, são de 9,92% dos animais avaliados na África do Sul (FURNISS et al., 2011), em 17,5% (KANE et al., 2003a) e 22% (PRESTON et al., 2010) nos EUA e em 31% na Nova Zelândia (OLIVER et al., 2008).

Estas AR quando em severidades maiores incluindo colapso articular leve ou moderado, classificados neste estudo com ERS 2 e 4, respectivamente, podem corresponder ao primeiro estágio de desenvolvimento da osteoartrite tásica juvenil, considerada uma forma de osteocondrose (DENOIX et al., 2013a), tendo como consequência futura a diminuição do desempenho do equino, quando comparados com animais não portadores de AR (KANE et al., 2003b; PILSWORTH & HEAD, 2010). De acordo com Kane e colaboradores (2003b), dos animais portadores de osteofitose nas ADT, 24% não correram, representando diferença significativa para os animais não portadores desta AR, dos quais 17% não desenvolveram campanha atlética. Outrossim, Hoogmoed e colaboradores (2003) reportaram que na ausência de AR de moderadas a severas, 85,7% dos equinos avaliados não apresentavam claudicação, fazendo com que a avaliação clínica seja bastante dificultada.

O rasamento da crista intermédia da tíbia não é, usualmente, uma AR de alta prevalência nos estudos de avaliação radiográfica de potros PSI jovens, contrariando o observado no presente estudo. No que diz respeito osteocondrite dissecante da crista intermédia da tíbia, esta foi observada unilateralmente em dois equinos, respondendo por 2% dos animais, e 0,16% de todas as alterações observadas na amostra.

As AR da crista intermédia da tíbia variam entre o rasamento, a concavidade e a fragmentação, esta última denominada osteocondrite dissecante. Na literatura, alterações leves como o rasamento podem não ser consideradas AR (KANE et al., 2003a). Ao contrário de Kane e colaboradores (2003a), Denoix e colaboradores (2013b) desenvolveram uma escala de avaliação das manifestações radiográficas da SOJ, objetivando melhor padronização das avaliações de animais em desenvolvimento. Nesta escala, o rasamento da crista intermédia da tíbia é considerado como uma alteração leve, de severidade 1/5, não sendo usualmente relacionada a manifestação clínica.

Mesmo as AR de concavidade e fragmentação, têm, usualmente baixa prevalência nos estudos, acometendo 2,3% (COHEN et al., 2006), 2,99% (OLIVER et al., 2008), 3,4% (JACKSON et al., 2009), 3,17% (FURNISS et al., 2011), 1,5% (DENOIX et al., 2013b) e 1,8% (JACQUET et al., 2013) dos equinos. Ainda assim, no tocante às OCD, a crista intermédia da tíbia é o sítio mais prevalente em região tarsiana de equinos jovens, chegando a representar de 63 a 65% das osteocondroses diagnosticadas radiograficamente (KANE et al., 2003a; OLIVER et al., 2008).

Segundo estudo realizado por Robert e colaboradores (2013), pautado no conhecimento sobre os possíveis processos causadores da SOJ, é possível suspeitar que o rasamento da crista intermédia da tíbia seja a representação de um processo inicial de osteocondrose prontamente debelado pelo organismo, de maneira a modificar o perfil de crista, levando ao rasamento pela alteração da ossificação osteocondral, mas não sendo suficiente para acarretar a sua completa falha. Dentro do mesmo raciocínio, Axling e colaboradores (2016) reportaram que apesar de haver correlação moderada entre o *status* das AR encontradas em potros avaliados radiograficamente aos 6 e aos 18 meses, não houve o

desenvolvimento de novas lesões, mas houve a regressão de algumas AR que haviam sido observadas aos 6 meses, quando os equinos foram reavaliados aos 18 meses. Estes achados corroboram com o observado por Lepeule e colaboradores (2013) que realizaram avaliação radiográfica seriada de potros e reportaram prevalência de AR em 37,6% dos animais aos 6 meses, e em 26,1% quando este mesmo grupo foi reexaminado aos 18 meses.

No tocante às avaliações da região do joelho, os estudos contavam somente com uma posição radiográfica, a vista LM, e, portanto, a quantidade e qualidade de informações adquiridas parece não ter correspondido à real prevalência das AR da região, segundo o descrito na literatura. Tanto mais, somente 53% dos equinos tiveram sua AFTP submetida a avaliação radiográfica de comercialização, possivelmente com o objetivo de mitigação de custos e riscos.

No presente estudo a AR mais prevalente do joelho localizar-se na patela, tanto no MPD quanto no MPE, representaram 30% das AR da região e 0,16% de todas as AR verificadas na amostra, sendo visualizados em 3 equinos no MPD e em um equino bilateralmente. Distinto do observado no presente estudo, cuja prevalência de AR na patela foi de 0,04% de todas as AR, Jackson e colaboradores (2009) observaram prevalência de AR na patela em menos de 1% dos equinos avaliados, bem como reportado por Furniss e colaboradores (2011), que observaram apenas 0,4% e Kane e colaboradores (2003a) observaram 0,5% de AR nesta região. Já a prevalência das AR nos côndilos lateral e medial do fêmur, no presente estudo, foi consideravelmente baixa, quando comparada ao reportado por Kane e colaboradores (2003a) cuja observação de prevalência foi de 41% dos equinos como portadores de AR no côndilo lateral e 0,3% no côndilo medial.

Quando confrontados com a literatura estes resultados hora reportados são discrepantes, especialmente quando comparados ao estudo desenvolvido por Bastos e colaboradores (2017), na região sul do Brasil, objetivando a avaliação das osteocondroses em potros entre os 4 e os 6 meses de vida. O estudo supracitado reporta maior prevalência de AR na região femorotibial, tendo observado 62 articulações afetadas em 45 potros, e a AR mais prevalente foi a presença de cistos ósseos no côndilo medial do fêmur, quando realizando a avaliação da região através de duas vistas radiográficas: a CaCr, e a caudolateral-craniomedial oblíqua a 20°.

Com apenas uma vista por articulação, como no presente estudo, a vista LM, algumas AR foram provavelmente perdidas ou não diagnosticadas, a exemplo da impossibilidade de visualização das osteocondroses do maléolo medial do tarso, assim como houve dificuldade de visualização do côndilo medial do fêmur (LEPEULE et al., 2013). A importância da utilização da vista CaCr se dá pela maior possibilidade de visualização dos aspectos das articulações da região do joelho mais importantes na sustentação do peso, ou seja, os côndilo medial do fêmur e o côndilo lateral do fêmur, além dos côndilo lateral da tíbia e do côndilo lateral da tíbia. Sabe-se que um dos mecanismos fisiopatogênicos da osteocondrose se desenvolve induzido por impacto biomecânico de compressão ou entalhamento em determinadas superfícies articulares ou margens ósseas, que pode dificultar o processo de ossificação endocondral levando à retenção da cartilagem, e, justificando-se, desta forma, a predileção das osteocondroses por determinados sítios (DENOIX et al., 2013a; OLSTAD et al., 2015).

Há na literatura um consenso que a osteocondrose é uma condição multifatorial na qual tanto fatores genéticos como os fatores ambientais, como a nutrição e o exercício, desempenham um papel importante (GEE et al., 2005; DENOIX et al., 2013a; OLSTAD et al., 2015). Os equinos avaliados no presente estudo estavam, de maneira geral, submetidos a condições análogas de criação e manejo, visto que a criação brasileira de PSI adota padrões bastante semelhantes, e contando, provavelmente com genética equivalente aos animais

estudados por Bastos e colaboradores (2017). Assim, poderíamos inferir que resultados mais comparáveis fossem alcançados.

A avaliação do desempenho e da longevidade atlética dos animais dependia, inicialmente, da capacidade dos dados coletados sobre as campanhas atléticas em discriminar os dois grupos de investigação, os equinos sem AR (G1) e os portadores de AR (G2), o que foi alcançado através do teste de Wilks' Lambda de comparação uni variada, demonstrando haver, dentre as variáveis do desempenho, aquelas que fossem determinantes, a exemplo da duração da campanha atlética, do número total de corridas disputadas e do índice de desempenho. Experimentos que envolvem variáveis aleatórias contínuas, pode-se pressupor a multinormalidade e realizar uma análise multivariada, de maneira a aproveitar a informação conjunta das variáveis envolvidas.

A função discriminante foi capaz de classificar corretamente a grande maioria dos indivíduos, principalmente impulsionada pelo resultado dos animais classificados como com AR (G2), onde obteve-se total aproveitamento. No grupo dos animais sem AR (G1) somente 1 animal foi corretamente previsto, possivelmente por se tratar de uma amostra pequena, com somente 7 equinos. Desta forma, tanto individualmente como em conjunto, foi possível verificar que as variáveis de desempenho se diferenciam quanto a presença ou não de AR, rejeitando, assim, a aleatoriedade.

A análise de variância demonstrou a semelhança entre o G2 e o GC com relação às variáveis de longevidade atlética, a duração da campanha atlética e o número total de corridas disputadas, de maneira que pudemos verificar que os animais do GC foram tão longevos quanto os animais portadores de AR. Outrossim, a análise de variância demonstrou que os equinos do G1, ou seja, não portadores de AR, correram durante um maior número de meses com um maior número de corridas disputadas quando comparados com os equinos do G2 e do GC.

Estudos desenvolvidos com o intuito de estabelecer o perfil atlético de animais PSI de corridas na Austrália reportaram que a média da duração da campanha atlética observada foi de 18,90 (VELIE et al., 2013a), ou seja, bastante similar à observação do presente estudo quando considerando-se o GC e G2. Já a longevidade atlética dos equinos PSI de corridas em Hong Kong, onde a duração da campanha atlética reportada foi de 23,36 meses (VELIE et al., 2013c), encontra-se a meio termo entre os aqui relatados G1 e G2.

Da mesma maneira, os valores médios de número total de corridas disputadas observados no presente estudo, tanto para os G2 como para o GC, encontram-se de acordo com aqueles reportados na Austrália, com média de 14,80 corridas (VELIE et al., 2013a) e em Hong Kong, com médias de 19,55 corridas (VELIE et al., 2013c). Exceção guardada aos dados do G1, que apresentou média bastante superior às reportadas nos estudos citados anteriormente.

A interpretação de como uma AR poderia influenciar o desempenho dos equinos é sabidamente bastante complicada. Não obstante, a própria literatura é discordante com relação a quais seriam as lesões capazes de acarretar a diminuição da longevidade e do desempenho atlético.

Segundo Meagher e colaboradores (2013) quatro AR foram significativamente associadas à diminuição da campanha atlética, aos 2 e 3 anos de idade, a lise supracondilar do osso terceiro metacarpiano de moderada a severa, a enteseofitose observada nos ossos sesamóides proximais, a doença articular intercarpiana dorsomedial e as osteofitoses e enteseofitoses de AITD e ATMT. Já, em estudo desenvolvido por Spike-Pierce e Bramlage (2003) avaliado PSI de 2 anos de idade em treinamento, reportou diminuída chance de disputar uma corrida quando os equinos tinham um diagnóstico de fragmento osteocondral no aspecto dorsoproximal da falange proximal, sesamoidite ou fratura de ossos sesamóides proximais, ou ossos central do tarso ou terceiro tarsiano colapsados. Contrariando os relatos

da literatura, e o presente estudo, Cohen e colaboradores (2006) reportaram não ter havido qualquer influência da presença de AR no desempenho atlético dos animais avaliados radiograficamente. Finalmente, em estudo recente, Davern e colaboradores (2019) verificaram não haver diferença entre os desempenhos atléticos quando comparados animais portadores de fragmentação osteocondral de ossos sesamóides proximais, com equinos não portadores da AR.

É possível que a formação dos grupos de abrangência de ERSGI tenha, na prática, maior aplicabilidade na tentativa de prognóstico de futuro atlético com base nas AR, do que propriamente a avaliação das AR isoladas, usualmente mais severas e menos frequentes, conforme observado na amostra avaliada, uma vez que seria improvável isolar unicamente o efeito de uma AR diante de tantos outros efeitos aos quais os equinos em ambientes de treinamento e competição estão submetidos.

No presente estudo observou-se que, quando se dividiu o G2 por ERSGI, formando, a partir dele, 3 diferentes grupos de severidade, e avaliando-os em termos da duração da campanha atlética e do número de corridas disputadas, o grupo que apresentava ERSGI mais baixo, o G2A, não apresentou diferença estatística significativa, quando comparado ao G1 ou ao G2B. O G2B e o G2C apresentaram diferença estatística significativa somente quando comparados ao G1. Desta forma, pode-se dizer que os animais cujos ERSGI foram mais baixos tem longevidade atlética semelhante aos animais que não apresentaram AR.

A variável IP foi significativamente diferente quando se comparou os GC, G1 e G2, sendo maior no G1 do que no G2, e maior que no G2 do que no GC. O IP é uma variável baseada na campanha atlética dos equinos, onde se pretendeu correlacionar a qualidade com a quantidade de provas disputadas, e é, portanto, influenciada por inúmeros fatores, a exemplo do clima e condição da pista no dia da corrida, da distância da corrida, do percurso importo pelo jockey, entre outros diversos fatores.

Outrossim, o desempenho atlético futuro de um equino de corridas depende de uma diversidade de influências desconhecidas no momento do exame, e que vão além do controle Médico Veterinário, incluindo a capacidade atlética individual, lesões futuras, eficiência do programa de treinamento, entre outras (DAVERN et al., 2019).

## 6 CONCLUSÕES

A idade influenciou o fechamento epifisário distal do osso radio em cavalos de raça Puro Sangue Inglês, mas o sexo não o fez.

Os equinos que correram pela primeira vez entre 30 e 35 meses de idade, e que apresentaram frequência de participação em corridas de aproximadamente uma vez ao mês, tiveram as campanhas atléticas mais duradouras.

As alterações radiográficas mais prevalentes entre os equinos da raça PSI aos 18 meses de idade estavam localizadas na região metacarpo falangeana sendo em sua maioria de baixo grau de severidade.

A presença de alterações radiográficas consideradas de moderadas a severas no exame radiográfico de compra de potros aos 18 meses de idade diminuiu a duração da campanha atlética e o desempenho atlético de equinos da raça PSI.

## 7 REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

- ABCPCC, 2016. Associação Brasileira de Criadores e Proprietários de Cavalos de Corrida. Disponível em <http://www.abcpcc.com.br/>. Acesso em 10/08/17.
- ADAMS, O.R. Radiographic determination of bone maturity as a guide to training horse. In: STASHAK, T.S. Lamness in horse. 3.ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 550p, 1974.
- AL-AGELE, R., PAUL, E., DVOJMOCH, V. K., STURROCK, C. J., RAUCH, C., & RUTLAND, C. S. The Anatomy, Histology and Physiology of the Healthy and Lame Equine Hoof. In: **Veterinary Anatomy and Physiology**. IntechOpen, 2019.
- AXLING, J. M., CASTLE, K., VELIE, B. D., TAMMEN, I., THOMSON, P. C., HAMILTON, N. A., RAADSMA, H. W., LINDGREN, G., JEFFCOTT, L. B., NICHOLAS, F. W. Use of diagnostic reports to estimate prevalence and distribution of skeletal lesions in young Thoroughbreds. **The Veterinary Journal**, v. 214, p. 72-76, 2016.
- BAILEY, C. J., REID, S. W. J., HODGSON, D. R., & ROSE, R. J. Impact of injuries and disease on a cohort of two-and three-year-old thoroughbreds in training. **The Veterinary Record**, v. 145, n. 17, p. 487, 1999.
- BASTOS, L. F. C., DUBIELLA, A., BASTOS, F. Z., BARUSSI, F. C., WEBBER, S. H., COSTA, M. F. D. M., & MICHELOTTO JR, P. V. Incidence of Juvenile Osteochondral Conditions in Thoroughbred Weanlings in the South of Brazil. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 54, p. 12-17, 2017.
- BAXTER, G. & TURNER, S. Doenças ósseas e estruturas relacionadas. En: STASHAK, T. S. **Claudicação em equinos segundo Adams**. Editora Roca, p 363-415, 2014.
- BEINLICH, C. P.; NIXON, A. J. Radiographic and pathologic characterization of lateral palmar intercarpal ligament avulsion fractures in the horse. **Veterinary radiology & ultrasound**, v. 45, n. 6, p. 532-537, 2004.
- BERTONE, A. Joint physiology: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine Exercise Physiology**, p. 132-142, 2008.
- BIRCH, H. L., SINCLAIR, C., SMITH, R. K., & GOODSHIP, A. E. Skeletal physiology: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine Sports Medicine and Surgery**, Saunders: Elsevier, 2<sup>nd</sup> Ed. p. 145, 2014.
- BLEUEL, J.; ZAUCKE, F.; BRÜGGEMANN, G. P.; NIEHOFF, A Effects of cyclic tensile strain on chondrocyte metabolism: a systematic review. **PLoS One**, v. 10, n. 3, p. e0119816, 2015.
- BODEN, L. A.; ANDERSON, G. A.; CHARLES, J. A.; MORGAN, K. L.; MORTON, J. M.; PARKIN, T. D. H.; SLOCOMBE, R. F.; CLARKE, A. F. Risk of fatality and causes of death of Thoroughbred horses associated with racing in Victoria, Australia: 1989–2004. **Equine veterinary journal**, v. 38, n. 4, p. 312-318, 2006.

BOUREBABA, L.; RÖCKEN, M.; MARYCZ, K. Osteochondritis dissecans (OCD) in Horses—Molecular Background of its Pathogenesis and Perspectives for Progenitor Stem Cell Therapy. **Stem Cell Reviews and Reports**, p. 1-17, 2019.

BRAMLAGE, L. R. Physitis in the horse. **Equine Veterinary Education**, v. 23, n. 11, p. 548-552, 2011.

BRICCA, A.; JUHL, C. B.; GRODZINSKY, A. J.; ROOS, E. M. Impact of a daily exercise dose on knee joint cartilage—a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials in healthy animals. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 25, p. S189-S190, 2017.

BUTLER, J. A., COLLES, C. M., DYSON, S. J., KOLD, S. E., & POULOS, P. W. **Clinical radiology of the horse**. John Wiley & Sons, 2017.

SCHALLER, O.; CONSTANTINESCU, G. M.; (Ed.). **Illustrated veterinary anatomical nomenclature**. 4a Ed., Stuttgart, Germany: Thieme Georg Verlag, 2018.

CLEGG, P. D. Musculoskeletal disease and injury, now and in the future. Part 1: fractures and fatalities. **Equine veterinary journal**, v. 43, n. 6, p. 643-649, 2011.

COGGER, N., PERKINS, N., HODGSON, D. R., REID, S. W. J., & EVANS, D. L. Risk factors for musculoskeletal injuries in 2-year-old Thoroughbred racehorses. **Preventive veterinary medicine**, v. 74, n. 1, p. 36-43, 2006.

COHEN, N. D., CARTER, G. K., WATKINS, J. P., O'CONOR, M. S. Association of racing performance with specific abnormal radiographic findings in Thoroughbred yearlings sold in Texas. **Journal of equine veterinary science**, v. 26, n. 10, p. 462-474, 2006.

COUROUCE-MALBLANC, A., LELEU, C., BOUCHILLOUX, M., & GEFFROY, O. Abnormal radiographic findings in 865 French Standardbred trotters and their relationship to racing performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. S36, p. 417-422, 2006.

COSTA, M. F. M.; DAVIES, H. M. ; ANDERSON, G. A. ; SLOCOMBE, R. F. Association between resting angiotensin-converting enzyme (ACE) in equine plasma and racing success for sprint and endurance in thoroughbred racehorses in Australia. In: **World Equine Veterinary Association Conference**, 2009, Guarujá. WEVA, 2009.

DAVERN, A. J., PELOSO, J. G., HAWKINS, J. F., MOORE, G. E., & MOREHEAD, J. P. Comparison of the racing performance of Thoroughbreds with versus without osteochondral fragmentation of the accessory carpal bone identified on yearling sales repository radiographs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 254, n. 4, p. 501-507, 2019.

DE MELLO COSTA, M. F. **Angiotensin-converting enzyme (ACE) and its relationship to performance and fitness**. 2010. 100p. PhD Thesis. Faculty of Veterinary Science, The University of Melbourne, Australia.

DENOIX, J. M., JEFFCOTT, L. B., MCILWRAITH, C. W., & VAN WEEREN, P. R. A review of terminology for equine juvenile osteochondral conditions (JOCC) based on

anatomical and functional considerations. **The Veterinary Journal**, v. 197, n. 1, p. 29-35, 2013a.

DENOIX, J. M., JACQUET, S., LEPEULE, J., CREVIER-DENOIX, N., VALETTE, J. P., & ROBERT, C. Radiographic findings of juvenile osteochondral conditions detected in 392 foals using a field radiographic protocol. **The Veterinary Journal**, v. 197, n. 1, p. 44-51, 2013b.

DENOIX, J. M. **Essentials of Clinical Anatomy of the Equine Locomotor System**. CRC Press, 2019.

DIXON, J.; BIGGI, M.; WELLER, R. Common artefacts and pitfalls in equine computed and digital radiography and how to avoid them. **Equine Veterinary Education**, v. 30, n. 6, p. 326-335, 2018.

DYSON, P. K., JACKSON, B. F., PFEIFFER, D. U., & PRICE, J. S. Days lost from training by two-and three-year-old Thoroughbred horses: a survey of seven UK training yards. **Equine veterinary journal**, v. 40, n. 7, p. 650-657, 2008.

DIAB, S. S., STOVER, S. M., CARVALLO, F., NYAOKE, A. C., MOORE, J., HILL, A., ARTHUR, R.; UZAL, F. A. Diagnostic approach to catastrophic musculoskeletal injuries in racehorses. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 29, n. 4, p. 405-413, 2017.

ENGILES, J. B., STEWART, H., JANES, J., & KENNEDY, L. A. A diagnostic pathologist's guide to carpal disease in racehorses. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 29, n. 4, p. 414-430, 2017.

FIRTH, E. C. The response of bone, articular cartilage and tendon to exercise in the horse. **Journal of anatomy**, v. 208, n. 4, p. 513-526, 2006.

FURNISS, C.; CARSTENS, A.; VAN DEN BERG, S. S. Radiographic changes in Thoroughbred yearlings in South Africa. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 82, n. 4, p. 194-204, 2011.

GEE, E. K., FIRTH, E. C., MOREL, P. C. H., FENNESSY, P. F., GRACE, N. D., MOGG, T. D. Enlargements of the distal third metacarpus and metatarsus in Thoroughbred foals at pasture from birth to 160 days of age. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 53, n. 6, p. 438-447, 2005.

GODOY, C. L. B. D.; VULCANO, L. C.; SANTOS, F. A. M.; SOARES, J. C. M. Fechamento epifisário da extremidade distal do rádio de eqüinos da raça Brasileira de Hipismo (BH). **Ciência Rural**, p. 1813-1815, 2004.

HANOUSEK, K.; SALAVATI, M.; FOULADI-NASHTA, A. Effect of horse gender on British Eventing competition performance: an observational. **Veterinary Record**, 2018.

HAUSPIE, S., DECLERCQ, J., MARTENS, A., ZANI, D. D., BERGMAN, E. H., SAUNDERS, J. Anatomy and imaging of the equine metacarpophalangeal/metatarsophalangeal joint. **Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift**, v. 80, n. 4, p. 263-270, 2011.

HILL, A. E.; BLEA, J. A.; ARTHUR, R. M.; MCILWRAITH, C. W. Non-fatal injury occurrence in Southern California Thoroughbred racehorses 2009–2010. **The Veterinary Journal**, v. 205, n. 1, p. 98-100, 2015.

HITCHENS, P. L., MORRICE-WEST, A. V., STEVENSON, M. A., & WHITTON, R. C. Meta-analysis of risk factors for racehorse catastrophic musculoskeletal injury in flat racing. **The Veterinary Journal**, v. 245, p. 29-40, 2019.

JACKSON, M.; VIZARD, A.; ANDERSON, G.; CLARKE, A.; MATTOON, J.; LAVELLE, R.; WHITTON, C. A prospective study of presale radiographs of Thoroughbred yearlings. **Rural Industries Research and Development Corporation. Publication**, n. 09/082, p. 09-082, 2009.

JACQUET, S., ROBERT, C., VALETTE, J. P., DENOIX, J. M. Evolution of radiological findings detected in the limbs of 321 young horses between the ages of 6 and 18 months. **The Veterinary Journal**, v. 197, n. 1, p. 58-64, 2013.

JANES, J. G., KENNEDY, L. A., GARRETT, K. S., & ENGILES, J. B. Common lesions of the distal end of the third metacarpal/metatarsal bone in racehorse catastrophic breakdown injuries. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 29, n. 4, p. 431-436, 2017.

JOHNSON, B. J.; STOVER, S. M.; DAFT, B. M.; KINDE, H.; READ, D. H.; BARR, B. C.; ... & BLANCHARD, P. Causes of death in racehorses over a 2-year period. **Equine Veterinary Journal**, v. 26, n. 4, p. 327-330, 1994.

JMP®, Version 2007. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007.

KANE, A. J., PARK, R. D., MCILWRAITH, C. W., RANTANEN, N. W., MOREHEAD, J. P., & BRAMLAGE, L. R. Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 1: Prevalence at the time of the yearling sales. **Equine Veterinary Journal**, v. 35, n. 4, p. 354-365, 2003a.

KANE, A. J., PARK, R. D., MCILWRAITH, C. W., RANTANEN, N. W., MOREHEAD, J. P., & BRAMLAGE, L. R. Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 2: Associations with racing performance. **Equine veterinary journal**, v. 35, n. 4, p. 366-374, 2003b.

KERBER, C.E. Métodos para avaliação da mineralização óssea de eqüinos em crescimento. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 1, p. 17-25, 1999.

LEPEULE, J.; ROBERT, C.; BAREILLE, N.; VALETTE, J. P.; JACQUET, S.; SEEGERS, H.; DENOIX, J. M. A reliable severity scoring system for radiographic findings in the limbs of young horses. **The Veterinary Journal**, v. 197, n. 1, p. 52-57, 2013.

LUIZ, R. C.; DE LA CORTE, F. D.; BRASS, K. E. Fechamento das placas epifisárias do metacarpiano principal, do rádio e da tibia em potros Crioulos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, 2007.

LUSZCZYNSKI, J., PIESZKA, M., KOSINIAK-KAMYSZ, K. Effect of horse breed and sex on growth rate and radiographic closure time of distal radial metaphyseal growth plate. **Livestock Science**, v. 141, n. 2, p. 252-258, 2011.

MAEDA, Y.; HANADA, M.; OIKAWA, M. Epidemiology of racing injuries in Thoroughbred racehorses with special reference to bone fractures: Japanese experience from the 1980s to 2000s. **Journal of Equine Science**, v. 27, n. 3, p. 81-97, 2016.

MAMPRIM, M. J., VULCANO, L.C., MUNIZ, L. M.R. Estudo radiográfico do fechamento da epífise distal da rádio em potras de raça Manga-Larga. **Vet e Zoot**, v. 4, p. 59-62, 1992.

MARTIG, S., CHEN, W., LEE, P. V. S., & WHITTON, R. C. Bone fatigue and its implications for injuries in racehorses. **Equine veterinary journal**, v. 46, n. 4, p. 408-415, 2014.

MASON, T.A., BOURKE, J.M. Closure of the distal radial epiphysis and its relationship to unsoundness in two-year-old thoroughbreds. **Australian veterinary journal**, v. 49, n. 5, p. 221-228, 1973.

MCKNIGHT, A. L. Digital radiography in equine practice. **Clinical techniques in equine practice**, v. 3, n. 4, p. 352-360, 2004.

MEAGHER, D. M., BROMBEREK, J. L., MEAGHER, D. T., GARDNER, I. A., PUCHALSKI, S. M., STOVER, S. M. Prevalence of abnormal radiographic findings in 2-year-old Thoroughbreds at in-training sales and associations with racing performance. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 242, n. 7, p. 969-976, 2013.

MOTA, M. D. S.; ABRAHÃO, A. R.; OLIVEIRA, H. N. Genetic and environmental parameters for racing time at different distances in Brazilian Thoroughbreds. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 122, n. 6, p. 393-399, 2005.

MIYAKOSHI, D., SENBA, H., SHIKICHI, M., MAEDA, M., SHIBATA, R., & MISUMI, K. A retrospective study of radiographic abnormalities in the repositories of 2-year-old Thoroughbred in-training sales in Japan. **Journal of equine science**, v. 27, n. 2, p. 67-76, 2016.

NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E., FREWEIN, J., WILKENS, H., WILLE, K. H., SILLER, W. G.; STOKOE, W. M. **The anatomy of the domestic animals. Volume 1. The locomotor system of the domestic mammals**. Verlag Paul Parey, 1986.

OIKAWA, M.; KUSUNOSE, R. Fractures sustained by racehorses in Japan during flat racing with special reference to track condition and racing time. **The Veterinary Journal**, v. 170, n. 3, p. 369-374, 2005.

OLIVIER, A.; NURTON, J. P.; GUTHRIE, A. J. An epizootiological study of wastage in Thoroughbred racehorses in Gauteng, South Africa. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 68, n. 4, p. 125-129, 1997.

OLSTAD, K.; EKMAN, S.; CARLSON, Cathy S. An update on the pathogenesis of osteochondrosis. **Veterinary pathology**, v. 52, n. 5, p. 785-802, 2015.

PALMER, J. L.; BERTONE, A. L. Joint biomechanics in the pathogenesis of traumatic arthritis. In: MCILWRAITH, C. W., TROTTER, G. **Joint disease in the horse**, p. 104-119, 1996.

PARKIN, T. D. H. Epidemiology of racetrack injuries in racehorses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 24, n. 1, p. 1-19, 2008.

PERROCA, M. G.; GAIDZINSKI, R. R. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes: coeficiente Kappa. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 37, n. 1, p. 72-80, 2003.

PILSWORTH, R.; HEAD, M. Presales radiographic surveys in yearlings 2. Significance of lesions in the carpus, tarsus and stifle. **In practice**, v. 32, n. 6, p. 247-253, 2010.

PRESTON, S. A., ZIMMEL, D. N., CHMIELEWSKI, T. L., TRUMBLE, T. N., BROWN, M. P., BONEAU, J. C., HERNANDEZ, J. A. Prevalence of various presale radiographic findings and association of findings with sales price in Thoroughbred yearlings sold in Kentucky. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 236, n. 4, p. 440-445, 2010.

REED, S. R.; JACKSON, B. F.; MC ILWRAITH, C. W.; WRIGHT, I. M.; PILSWORTH, R., KNAPP, S.; VERHEYEN, K. L. P. Descriptive epidemiology of joint injuries in Thoroughbred racehorses in training. **Equine veterinary journal**, v. 44, n. 1, p. 13-19, 2012.

RIGGS, C. M. Fractures – a preventable hazard of racing thoroughbreds? **The Veterinary Journal**, v. 163, n. 1, p. 19-29, 2002.

ROBERT, C., VALETTE, J. P., JACQUET, S., LEPEULE, J., & DENOIX, J. M. Study design for the investigation of likely aetiological factors of juvenile osteochondral conditions (JOCC) in foals and yearlings. **The Veterinary Journal**, v. 197, n. 1, p. 36-43, 2013.

ROGERS, C. W., GEE, E. K., BOLWELL, C. F., & ROSANOWSKI, S. M. Commercial equine production in New Zealand. 2. Growth and development of the equine athlete. **Animal Production Science**, 2017.

RONEUS, M.; LINDHOLM, A.; ÅSHEIM, Å. Muscle characteristics in Thoroughbreds of different ages and sexes. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, n. 3, p. 207-210, 1991.

ROSSDALE, P. D., HOPES, R., & DIGBY, N. J. Epidemiological study of wastage among racehorses 1982 and 1983. **The Veterinary Record**, v. 116, n. 3, p. 66-69, 1985.

SEIBERT, J. A. One hundred years of medical diagnostic imaging technology. **Health physics**, v. 69, n. 5, p. 695-720, 1995.

SEIBERT, J. A. X-ray imaging physics for nuclear medicine technologists. Part 1: Basic principles of x-ray production. **Journal of nuclear medicine technology**, v. 32, n. 3, p. 139-147, 2004.

SEMEVOLOS, S. A. Osteochondritis dissecans development. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, 33(2), 367–378, 2017.

SIMON, V.; DYSON, S. J. Radiologic anatomic variation of the carpus in horses with carpal lameness and control horses. **Veterinary radiology & ultrasound**, v. 51, n. 6, p. 601-606, 2010.

SPIKE-PIERCE, D. L.; BRAMLAGE, L. R. Correlation of racing performance with radiographic changes in the proximal sesamoid bones of 487 Thoroughbred yearlings. **Equine veterinary journal**, v. 35, n. 4, p. 350-353, 2003.

SOBCZYNSKA, M. The effect of selected factors on length of racing career in Thoroughbred racehorses in Poland. **Animal Science Papers and Reports**, v. 25, n. 3, p. 131-141, 2007.

STOVER, S. M. Nomenclature, classification, and documentation of catastrophic fractures and associated preexisting injuries in racehorses. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 29, n. 4, p. 396-404, 2017.

SUN, T. C., RIGGS, C. M., COGGER, N., WRIGHT, J., & AL-ALAWNEH, J. I. Noncatastrophic and catastrophic fractures in racing Thoroughbreds at the Hong Kong Jockey Club. **Equine veterinary journal**, v. 51, n. 1, p. 77-82, 2019.

TANNER, J. C.; ROGERS, C. W.; FIRTH, E. C. The relationship of training milestones with racing success in a population of Standardbred horses in New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 59, n. 6, p. 323-327, 2011.

TUEMMERS, C.; SALDIVIA, A.; MORA, C. Osteocondrosis, fisitis, deformaciones angulares y flexurales en equinos como ejemplos de enfermedades ortopédicas del desarrollo. **Sustainability Agri Food Environmental Research (SAFER)**, v. 4, n. 2, 2016.

VAN GREVENHOF, E. M., DUCRO, B. J., VAN WEEREN, P. R., VAN TARTWIJK, J. M. F. M., VAN DEN BELT, A. J., & BIJMA, P. Prevalence of various radiographic manifestations of osteochondrosis and their correlations between and within joints in Dutch Warmblood horses. **Equine veterinary journal**, v. 41, n. 1, p. 11-16, 2009.

VAN HOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R.; THOMAS, H. L.; HARMON, F. A. Retrospective evaluation of equine prepurchase examinations performed 1991–2000. **Equine veterinary journal**, v. 35, n. 4, p. 375-381, 2003.

VELIE, B. D.; WADE, C. M.; HAMILTON, N. A. Profiling the careers of Thoroughbred horses racing in Australia between 2000 and 2010. **Equine veterinary journal**, v. 45, n. 2, p. 182-186, 2013a.

VELIE, B.D., KNIGHT, P.K., THOMSON, P.C., WADE, C.M., & HAMILTON, N.A. The association of age at first start with career length in the Australian Thoroughbred racehorse population. **Equine Veterinary Journal**, v. 45, n. 4, p. 410-413, 2013b.

VELIE, B. D., STEWART, B. D., LAM, K., WADE, C. M., & HAMILTON, N. A. Profiling the careers of Thoroughbred horses racing in Hong Kong between 2000 and 2010. **Equine veterinary journal**, v. 45, n. 6, p. 694-699, 2013c.

VERHEYEN, K. L. P.; WOOD, J. L. N. Descriptive epidemiology of fractures occurring in British Thoroughbred racehorses in training. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, n. 2, p. 167-173, 2004.

VOSUGH, D.; NAZEM, M. N.; HOOSHMAND, A. R. Radiological anatomy of distal phalanx of front foot in the pure Iranian Arabian horse. **Folia morphologica**, v. 76, n. 4, p. 702-708, 2017.

VULCANO, L. C.; MAMPRIM, M. J.; MUNIZ, L. M.; MOREIRA, A. F.; LUNA, S. P. Radiographic study of distal radial physeal closure in thoroughbred horses. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, n. 5, p. 352-354, 1997.

YTREHUS, B.; CARLSON, Cathy S.; EKMAN, S. Etiology and pathogenesis of osteochondrosis. **Veterinary pathology**, v. 44, n. 4, p. 429-448, 2007.

WEAVER, M.; BARAKZAI, S. **Handbook of equine radiography**. Saunders/Elsevier, 2010.

WHITAKER, T. C.; OLUSOLA, O.; REDWIN, L. The influence of horse gender on eventing competition performance. **Comparative Exercise Physiology**, v. 5, n. 2, p. 67-72, 2008.

## **ANEXOS**

## ESTUDO 1

### Correlações

	IRXM	INTRXPCM	IPCM	IUCM	DCM	RR	RW	rpl
INTRXPCM	-0,435 0,000							
IPCM	0,188 0,001	0,785 0,000						
IUCM	0,054 0,363	-0,000 0,997	0,028 0,632					
DCM	0,007 0,905	-0,191 0,001	-0,215 0,000	0,970 0,000				
RR	0,047 0,426	-0,140 0,018	-0,124 0,036	0,832 0,000	0,843 0,000			
RW	0,029 0,620	-0,119 0,043	-0,139 0,019	0,713 0,000	0,730 0,000	0,692 0,000		
rpl	0,031 0,599	-0,120 0,043	-0,120 0,042	0,816 0,000	0,827 0,000	0,949 0,000	0,779 0,000	
NCM	0,015 0,794	0,142 0,016	0,170 0,004	-0,076 0,200	-0,116 0,051	0,245 0,000	0,017 0,773	0,196 0,001
IP	0,059 0,322	-0,155 0,009	-0,181 0,002	0,670 0,000	0,699 0,000	0,699 0,000	0,860 0,000	0,825 0,000
IPM	0,029 0,625	-0,013 0,823	-0,018 0,759	0,207 0,000	0,207 0,000	0,276 0,000	0,511 0,000	0,435 0,000
	NCM	IP						
IP	0,057 0,341							
IPM	0,238 0,000	0,669 0,000						
<i>Conteúdo da Célula</i>								
<i>Correlação de Pearson</i>								
<i>Valor-p</i>								

## Nominal Logistic Fit for FEP

Converged in Gradient, 4 iterations

### Whole Model Test

Model	-LogLikelihood	DF	ChiSquare	Prob>ChiSq
Difference	0,84059	2	1,681188	0,4315
Full	294,95822			
Reduced	295,79881			

RSquare (U)	0,0028
AICc	598,059
BIC	612,54
Observations (or Sum Wgts)	286

### Measure Training Definition

Entropy RSquare	0,0028	1-Loglike(model)/Loglike(0)
Generalized RSquare	0,0067	(1-(L(0)/L(model))^(2/n))/(1-L(0)^(2/n))
Mean -Log p	1,0313	$\sum -\log(p[j])/n$
RMSE	0,6334	$\sqrt{\sum(y[j]-p[j])^2/n}$
Mean Abs Dev	0,6218	$\sum y[j]-p[j] /n$
Misclassification Rate	0,5070	$\sum(p[j] \neq pMax)/n$
N	286	n

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	ChiSquare	Prob>ChiSq
Intercept	0,91709816	0,1594296	33,09	<,0001*
GEN[F]	0,19655201	0,1594296	1,52	0,2176
Intercept	0,43382604	0,1727438	6,31	0,0120*
GEN[F]	0,18870358	0,1727438	1,19	0,2747

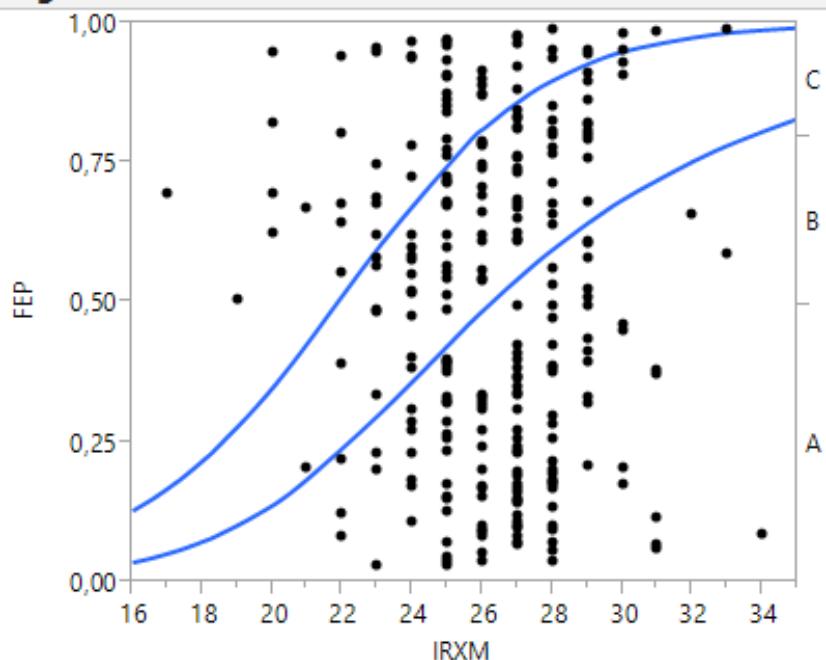
For log odds of A/C, B/C

### Effect Likelihood Ratio Tests

Source	Nparm	DF	L-R	Prob>ChiSq
			ChiSquare	
GEN	2	2	1,68118771	0,4315

### Nominal Logistic Fit for FEP

#### Logistic Plot



Converged in Gradient, 4 iterations

#### Whole Model Test

Model	-LogLikelihood	DF	ChiSquare	Prob>ChiSq
Difference	17,06347	2	34,12694	<,0001*
Full	278,73534			
Reduced	295,79881			

RSquare (U)	0,0577
AICc	565,613
BIC	580,095
Observations (or Sum Wgts)	286

Measure	Training	Definition
Entropy RSquare	0,0577	1-Loglike(model)/Loglike(0)
Generalized RSquare	0,1288	(1-(L(0)/L(model))^(2/n))/(1-L(0)^(2/n))
Mean -Log p	0,9746	$\sum -\log(p[j])/n$
RMSE	0,6055	$\sqrt{\sum(y[j]-p[j])^2/n}$
Mean Abs Dev	0,5842	$\sum  y[j]-p[j] /n$
Misclassification Rate	0,4650	$\sum (p[j] \neq pMax)/n$
N	286	n

#### Parameter Estimates

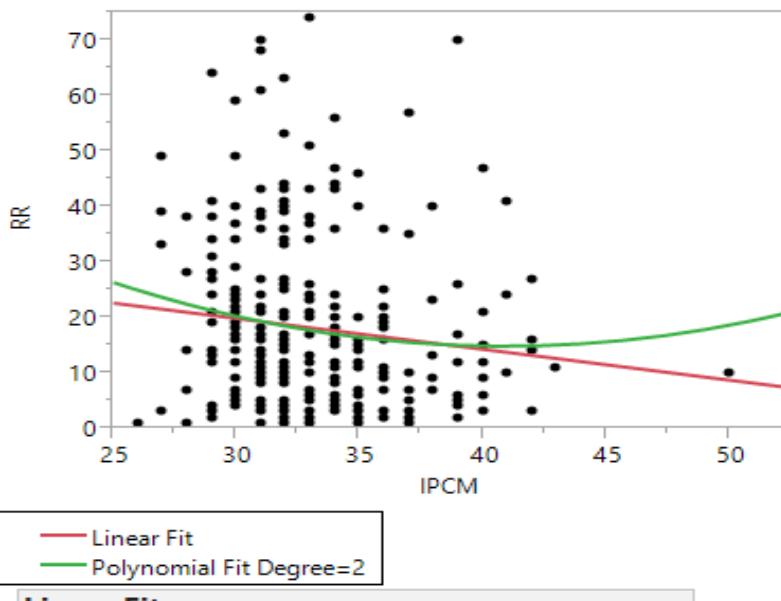
Term	Estimate	Std Error	ChiSquare	Prob>ChiSq
Intercept	-9,8285996	2,0059016	24,01	<,0001*
IRXM	0,41423529	0,0781188	28,12	<,0001*
Intercept	-6,6911083	2,008397	11,10	0,0009*
IRXM	0,27796703	0,0786203	12,50	0,0004*

For log odds of A/C, B/C

#### Effect Likelihood Ratio Tests

Source	Nparm	DF	L-R	Prob>ChiSq
			ChiSquare	
IRXM	2	2	34,126944	<,0001*

### Bivariate Fit of RR By IPCM



### Linear Fit

RR = 36,574323 - 0,5559814\*IPCM

### Summary of Fit

RSquare	0,015395
RSquare Adj	0,011928
Root Mean Square Error	15,02257
Mean of Response	18,16084
Observations (or Sum Wgts)	286

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1002,139	1002,14	4,4406
Error	284	64092,462	225,68	Prob > F
C. Total	285	65094,601		0,0360*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	36,574323	8,783121	4,16	<,0001*
IPCM	-0,555981	0,26384	-2,11	0,0360*

### Polynomial Fit Degree=2

RR = 41,092722 - 0,7080441\*IPCM + 0,0456747\*(IPCM-33,1189)^2

### Summary of Fit

RSquare	0,018888
RSquare Adj	0,011955
Root Mean Square Error	15,02237
Mean of Response	18,16084
Observations (or Sum Wgts)	286

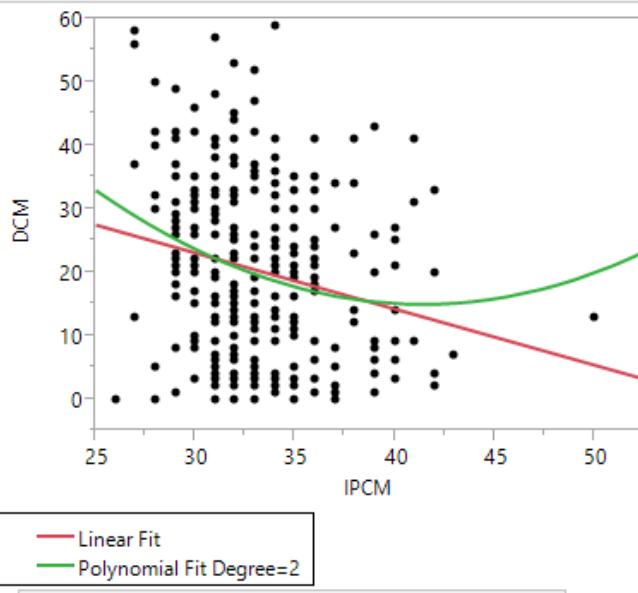
### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	1229,524	614,762	2,7241
Error	283	63865,078	225,672	Prob > F
C. Total	285	65094,601		0,0673

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	41,092722	9,86931	4,16	<,0001*
IPCM	-0,708044	0,304234	-2,33	0,0207*
(IPCM-33,1189)^2	0,0456747	0,045502	1,00	0,3163

### Bivariate Fit of DCM By IPCM



### Linear Fit

$DCM = 49,664452 - 0,8856665 * IPCM$

### Summary of Fit

RSquare	0,046389
RSquare Adj	0,043031
Root Mean Square Error	13,56731
Mean of Response	20,33217
Observations (or Sum Wgts)	286

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	2543,009	2543,01	13,8153
Error	284	52276,435	184,07	Prob > F
C. Total	285	54819,444		0,0002*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	49,664452	7,932286	6,26	<,0001*
IPCM	-0,885667	0,238281	-3,72	0,0002*

### Polynomial Fit Degree=2

$DCM = 56,304284 - 1,1091241 * IPCM + 0,0671195 * (IPCM - 33,1189)^2$

### Summary of Fit

RSquare	0,055346
RSquare Adj	0,04867
Root Mean Square Error	13,52728
Mean of Response	20,33217
Observations (or Sum Wgts)	286

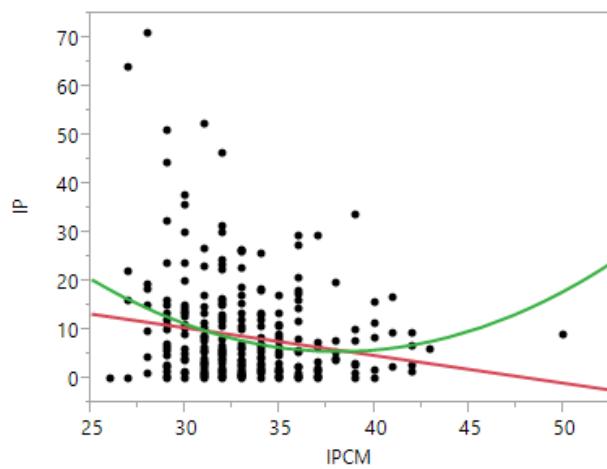
### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	3034,036	1517,02	8,2903
Error	283	51785,408	182,99	Prob > F
C. Total	285	54819,444		0,0003*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	56,304284	8,887074	6,34	<,0001*
IPCM	-1,109124	0,273956	-4,05	<,0001*
(IPCM - 33,1189)^2	0,0671195	0,040974	1,64	0,1025

### Bivariate Fit of IP By IPCM



Linear Fit  
Polynomial Fit Degree=2

### Linear Fit

$$IP = 27,539995 - 0,5677838 * IPCM$$

### Summary of Fit

RSquare	0,032878
RSquare Adj	0,029473
Root Mean Square Error	10,40436
Mean of Response	8,735629
Observations (or Sum Wgts)	286

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1045,138	1045,14	9,6548
Error	284	30743,217	108,25	Prob > F
C. Total	285	31788,354		0,0021*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	27,539995	6,083031	4,53	<,0001*
IPCM	-0,567784	0,182731	-3,11	0,0021*

### Polynomial Fit Degree=2

$$IP = 36,136338 - 0,8570861 * IPCM + 0,0868971 * (IPCM - 33,1189)^2$$

### Summary of Fit

RSquare	0,058769
RSquare Adj	0,052117
Root Mean Square Error	10,28227
Mean of Response	8,735629
Observations (or Sum Wgts)	286

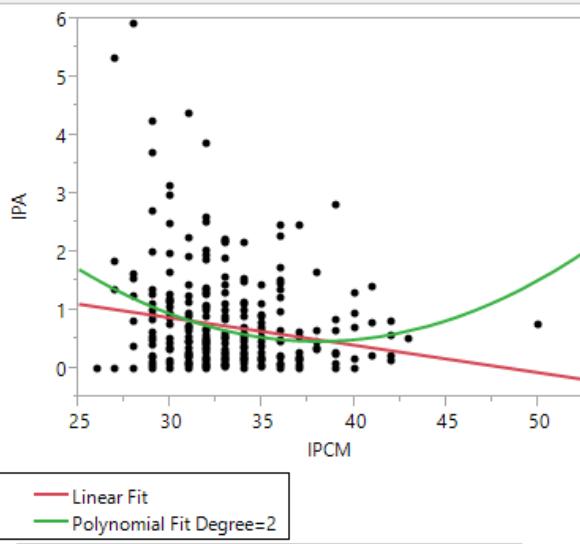
### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	1868,175	934,087	8,8351
Error	283	29920,180	105,725	Prob > F
C. Total	285	31788,354		0,0002*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	36,136338	6,755184	5,35	<,0001*
IPCM	-0,857086	0,208237	-4,12	<,0001*
(IPCM - 33,1189)^2	0,0868971	0,031145	2,79	0,0056*

### Bivariate Fit of IPA By IPCM



### Linear Fit

$$IPA = 2,2830614 - 0,0470888 * IPCM$$

### Summary of Fit

RSquare	0,032438
RSquare Adj	0,029031
Root Mean Square Error	0,868915
Mean of Response	0,723531
Observations (or Sum Wgts)	286

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares		F Ratio
		Mean Square	t Ratio	
Model	1	7,18859	7,18859	9,5211
Error	284	214,42355	0,75501	Prob > F
C. Total	285	221,61213		0,0022*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	2,2830614	0,508021	4,49	<,0001*
IPCM	-0,047089	0,015261	-3,09	0,0022*

### Polynomial Fit Degree=2

$$IPA = 3,0067877 - 0,0714452 * IPCM + 0,0073159 * (IPCM - 33,1189)^2$$

### Summary of Fit

RSquare	0,058761
RSquare Adj	0,05211
Root Mean Square Error	0,858526
Mean of Response	0,723531
Observations (or Sum Wgts)	286

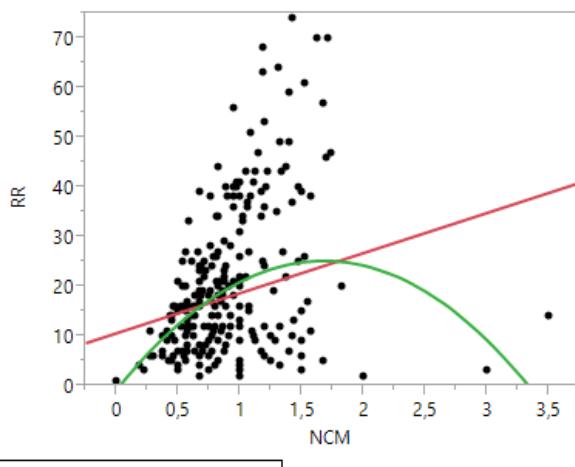
### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares		F Ratio
		Mean Square	t Ratio	
Model	2	13,02224	6,51112	8,8338
Error	283	208,58989	0,73707	Prob > F
C. Total	285	221,61213		0,0002*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	3,0067877	0,564029	5,33	<,0001*
IPCM	-0,071445	0,017387	-4,11	<,0001*
(IPCM - 33,1189)^2	0,0073159	0,0026	2,81	0,0052*

### Bivariate Fit of RR By NCM



— Linear Fit  
— Polynomial Fit Degree=2

### Linear Fit

$$RR = 10,665831 + 8,0758483 * NCM$$

#### Summary of Fit

	Sum of		
Source	DF	Squares	Mean Square
Model	1	3913,867	3913,87
Error	284	61180,735	215,43
C. Total	285	65094,601	<.0001*

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	3913,867	3913,87	18,1681
Error	284	61180,735	215,43	Prob > F
C. Total	285	65094,601		<.0001*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	10,665831	1,960918	5,44	<.0001*
NCM	8,0758483	1,894669	4,26	<.0001*

### Polynomial Fit Degree=2

$$RR = 7,3157145 + 13,76344 * NCM - 9,1904083 * (NCM - 0,92808)^2$$

#### Summary of Fit

	Sum of		
Source	DF	Squares	Mean Square
Model	2	9595,365	4797,68
Error	283	55499,236	196,11
C. Total	285	65094,601	<.0001*

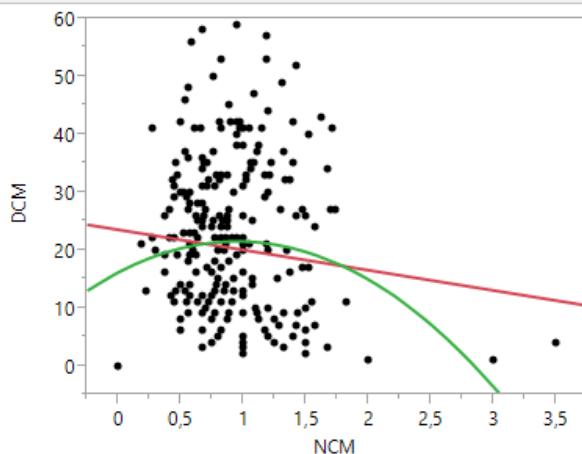
#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	9595,365	4797,68	24,4642
Error	283	55499,236	196,11	Prob > F
C. Total	285	65094,601		<.0001*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	7,3157145	1,971761	3,71	0,0002*
NCM	13,76344	2,093922	6,57	<.0001*
(NCM - 0,92808)^2	-9,190408	1,707472	-5,38	<.0001*

### Bivariate Fit of DCM By NCM



— Linear Fit  
— Polynomial Fit Degree=2

### Linear Fit

$$DCM = 23,580273 - 3,4998227 * NCM$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,013409
RSquare Adj	0,009935
Root Mean Square Error	13,79993
Mean of Response	20,33217
Observations (or Sum Wgts)	286

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		F Ratio
		Squares	Mean Square	
Model	1	735,058	735,058	3,8598
Error	284	54084,386	190,438	Prob > F
C. Total	285	54819,444		0,0504

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	23,580273	1,843691	12,79	<.0001*
NCM	-3,499823	1,781402	-1,96	0,0504

### Polynomial Fit Degree=2

$$DCM = 21,400336 + 0,2011202 * NCM - 5,9802426 * (NCM - 0,92808)^2$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,057292
RSquare Adj	0,050629
Root Mean Square Error	13,51334
Mean of Response	20,33217
Observations (or Sum Wgts)	286

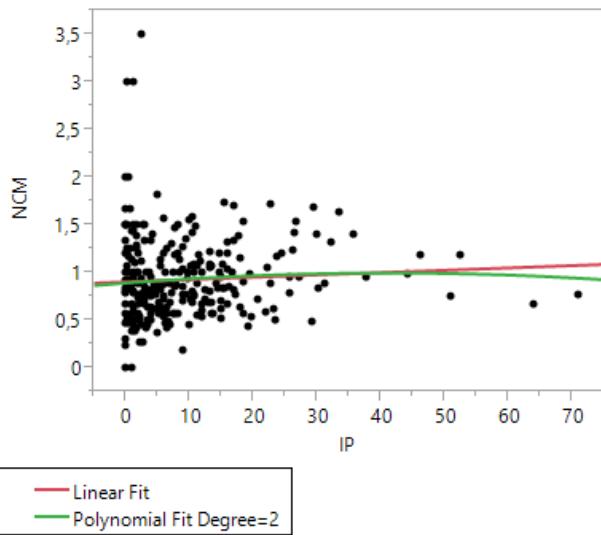
#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		F Ratio
		Squares	Mean Square	
Model	2	3140,700	1570,35	8,5995
Error	283	51678,744	182,61	Prob > F
C. Total	285	54819,444		0,0002*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	21,400336	1,902684	11,25	<.0001*
NCM	0,2011202	2,020565	0,10	0,9208
(NCM - 0,92808)^2	-5,980243	1,647654	-3,63	0,0003*

### Bivariate Fit of NCM By IP



#### Linear Fit

$$NCM = 0,9066862 + 0,0024487 \cdot IP$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,003176
RSquare Adj	-0,00033
Root Mean Square Error	0,45895
Mean of Response	0,928077
Observations (or Sum Wgts)	286

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		F Ratio
		Squares	Mean Square	
Model	1	0,190604	0,190604	0,9049
Error	284	59,820239	0,210635	Prob > F
C. Total	285	60,010842		0,3423

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,9066862	0,035244	25,73	<,0001*
IP	0,0024487	0,002574	0,95	0,3423

#### Polynomial Fit Degree=2

$$NCM = 0,899797 + 0,0040275 \cdot IP - 0,0000621 \cdot (IP-8,73563)^2$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,004153
RSquare Adj	-0,00288
Root Mean Square Error	0,459534
Mean of Response	0,928077
Observations (or Sum Wgts)	286

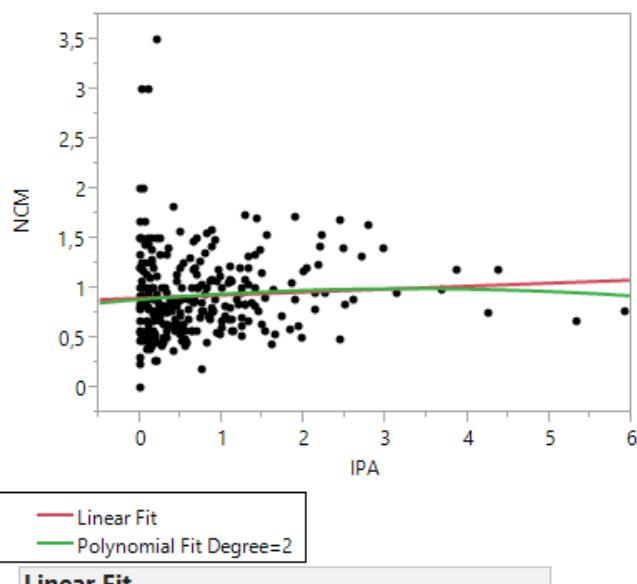
#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		F Ratio
		Squares	Mean Square	
Model	2	0,249238	0,124619	0,5901
Error	283	59,761605	0,211172	Prob > F
C. Total	285	60,010842		0,5549

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,899797	0,037633	23,91	<,0001*
IP	0,0040275	0,003952	1,02	0,3091
(IP-8,73563)^2	-6,21e-5	0,000118	-0,53	0,5987

### Bivariate Fit of NCM By IPA



#### Linear Fit

$$NCM = 0,9062085 + 0,0302246 \cdot IPA$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,003374
RSquare Adj	-0,00014
Root Mean Square Error	0,458904
Mean of Response	0,928077
Observations (or Sum Wgts)	286

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,202449	0,202449	0,9613
Error	284	59,808394	0,210593	Prob > F
C. Total	285	60,010842		0,3277

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,9062085	0,035126	25,80	<,0001*
IPA	0,0302246	0,030827	0,98	0,3277

#### Polynomial Fit Degree=2

$$NCM = 0,8986598 + 0,0513255 \cdot IPA - 0,0099611 \cdot (IPA - 0,72353)^2$$

#### Summary of Fit

RSquare	0,004588
RSquare Adj	-0,00245
Root Mean Square Error	0,459434
Mean of Response	0,928077
Observations (or Sum Wgts)	286

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of		
		Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	0,275347	0,137674	0,6522
Error	283	59,735495	0,211079	Prob > F
C. Total	285	60,010842		0,5217

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,8986598	0,037439	24,00	<,0001*
IPA	0,0513255	0,047347	1,08	0,2793
(IPA - 0,72353)^2	-0,009961	0,01695	-0,59	0,5572

## ESTUDO 2

### IRXM M X F

Table Analyzed	DATA IDADE M X F
Column B	M
vs.	vs,
Column A	F
Unpaired t test	
P value	0,9221
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0,09805 df=77
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	22,10 ± 0,3625 N=29
Mean ± SEM of column B	22,02 ± 0,6118 N=50
Difference between means	-0,08345 ± 0,8511
95% confidence interval	-1,778 to 1,611
R square	0,0001248

	F IPCM	M IPCM
Number of values	29	50
Minimum	19,00	18,00
25% Percentile	21,00	20,00
Median	22,00	21,00
75% Percentile	23,00	23,00
Maximum	28,00	50,00
Mean	22,10	22,02
Std. Deviation	1,952	4,326
Std. Error of Mean	0,3625	0,6118
Lower 95% CI	21,36	20,79
Upper 95% CI	22,85	23,25

### IPCM M X F

Table Analyzed	COMPARAÇÃO M F
Column B	M IPCM
vs.	vs,
Column A	F IPCM
Unpaired t test	
P value	0,5421
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0,6123 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	33,96 ± 1,078 N=28
Mean ± SEM of column B	33,29 ± 0,5664 N=52
Difference between means	-0,6758 ± 1,104
95% confidence interval	-2,873 to 1,522
R square	0,004783

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	28,00	27,00
25% Percentile	31,00	30,00
Median	33,00	33,00
75% Percentile	35,00	35,00
Maximum	56,00	49,00
Mean	33,96	33,29
Std. Deviation	5,706	4,084
Std. Error of Mean	1,078	0,5664
Lower 95% CI	31,75	32,15
Upper 95% CI	36,18	34,43

### **DCM M X F**

Table Analyzed	COMPARAÇÃO M F
Column D	M DCM
vs.	vs,
Column C	F DCM
Unpaired t test	
P value	0,0729
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1,818 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column C	18,61 ± 2,752 N=28
Mean ± SEM of column D	24,73 ± 1,979 N=52
Difference between means	6,124 ± 3,369
95% confidence interval	-0,5833 to 12,83
R square	0,04064

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	1,000	1,000
25% Percentile	7,000	12,50
Median	14,50	25,50
75% Percentile	32,50	36,50
Maximum	49,00	58,00
Mean	18,61	24,73
Std. Deviation	14,56	14,27
Std. Error of Mean	2,752	1,979
Lower 95% CI	12,96	20,76
Upper 95% CI	24,25	28,70

### **RR M X F**

Table Analyzed	COMPARAÇÃO M F
Column F	M RR
vs.	vs,

Column E	F RR
Unpaired t test	
P value	0,2409
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1,182 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column E	17,18 ± 3,394 N=28
Mean ± SEM of column F	21,42 ± 1,904 N=52
Difference between means	4,245 ± 3,592
95% confidence interval	-2,907 to 11,40
R square	0,01759

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	2,000	2,000
25% Percentile	4,000	9,000
Median	12,00	21,50
75% Percentile	24,50	33,00
Maximum	72,00	51,00
Mean	17,18	21,42
Std. Deviation	17,96	13,73
Std. Error of Mean	3,394	1,904
Lower 95% CI	10,22	17,60
Upper 95% CI	24,14	25,24

## **RW M X F**

Number of values	28	52
Minimum	0,0	0,0
25% Percentile	0,0	2,000
Median	1,500	3,000
75% Percentile	4,750	5,000
Maximum	9,000	13,00
Mean	2,464	3,942
Std. Deviation	2,782	2,913
Std. Error of Mean	0,5257	0,4040
Lower 95% CI	1,386	3,131
Upper 95% CI	3,543	4,753

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	0,0	0,0
25% Percentile	0,0	2,000
Median	1,500	3,000
75% Percentile	4,750	5,000
Maximum	9,000	13,00
Mean	2,464	3,942
Std. Deviation	2,782	2,913
Std. Error of Mean	0,5257	0,4040

## **RPL M X F**

	COMPARAÇÃO M F
Column J	M RPL
vs.	vs,
Column I	F RPL
Unpaired t test	
P value	0,1591
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1,422 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column I	$19,07 \pm 3,808$ N=28
Mean ± SEM of column J	$24,88 \pm 2,195$ N=52
Difference between means	$5,813 \pm 4,089$
95% confidence interval	-2,328 to 13,95
R square	0,02526

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	2,000	2,000
25% Percentile	4,000	10,25
Median	12,50	22,00
75% Percentile	26,00	38,00
Maximum	77,00	55,00
Mean	19,07	24,88
Std. Deviation	20,15	15,83
Std. Error of Mean	3,808	2,195
Lower 95% CI	11,26	20,48
Upper 95% CI	26,88	29,29

## **IP M X F**

	COMPARAÇÃO M F
Column L	M IP
vs.	vs,
Column K	F IP
Unpaired t test	
P value	0,4151
P value summary	ns
Significantly different? (P < 0,05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0,8193 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column K	$20,47 \pm 5,132$ N=28
Mean ± SEM of column L	$24,99 \pm 2,962$ N=52
Difference between means	$4,519 \pm 5,515$
95% confidence interval	-6,461 to 15,50
R square	0,008533

	F	M
Number of values	28	52
Minimum	0,0	0,0
25% Percentile	2,043	10,10
Median	9,345	18,15
75% Percentile	29,03	34,81
Maximum	111,5	102,7
Mean	20,47	24,99
Std. Deviation	27,16	21,36
Std. Error of Mean	5,132	2,962
Lower 95% CI	9,937	19,04
Upper 95% CI	31,00	30,93

### ERSGI M X F

Table Analyzed	Data ERS	M X F
Column B		m
vs.		vs,
Column A		f
Unpaired t test		
P value	0,9101	
P value summary	ns	
Significantly different? (P < 0.05)	No	
One- or two-tailed P value?	Two-tailed	
t, df	t=0,1133 df=77	
How big is the difference?		
Mean ± SEM of column A	9,241 ± 0,8956 N=29	
Mean ± SEM of column B	9,080 ± 0,9514 N=50	
Difference between means	-0,1614 ± 1,425	
95% confidence interval	-2,998 to 2,676	
R square	0,0001666	
Number of values	29	50
Minimum	2,000	1,000
25% Percentile	5,500	5,000
Median	8,000	8,000
75% Percentile	12,50	12,25
Maximum	20,00	40,00
Mean	9,241	9,080
Std. Deviation	4,823	6,727
Std. Error of Mean	0,8956	0,9514
Lower 95% CI	7,407	7,168
Upper 95% CI	11,08	10,99

## **TESTE KAPPA**

ANIMAL	$\Sigma$ ERS POR REGIÃO AVALIADA															
	ERSGI		A		B		C		D		E		F			
	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2	AV 1	AV 2
1	7	7	0	0	2	2	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0
2	4	4	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	3	3	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
4	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
5	13	13	6	6	3	3	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0
6	4	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7	10	10	4	4	2	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0
8	5	5	2	2	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
9	6	5	2	2	2	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
10	16	16	1	1	6	6	0	0	4	4	5	5	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	9	9	3	2	1	1	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
17	9	9	1	1	1	1	0	0	3	3	4	4	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	6	6	4	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
20	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0
21	8	8	1	1	4	4	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	9	9	0	0	1	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0
25	7	7	0	0	2	2	1	1	0	0	4	4	0	0	0	0
26	8	9	1	2	0	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0
27	8	8	2	2	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
28	5	5	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
29	9	9	2	2	2	2	0	0	0	0	3	3	2	2	2	2
30	13	12	6	6	0	0	0	0	4	4	2	3	0	0	0	0
31	6	6	2	2	1	0	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0
32	4	5	0	0	1	1	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0
33	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
34	9	8	2	3	0	0	0	0	2	2	4	4	0	0	0	0
35	5	9	1	0	0	0	0	0	1	0	7	5	0	0	0	0
36	35	35	7	7	11	11	0	0	0	0	17	17	0	0	0	0
37	3	2	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
38	5	5	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0
39	9	8	2	2	0	0	0	0	3	3	3	4	0	0	0	0
40	17	19	2	2	3	3	0	0	5	4	1	0	8	8	0	0

41	16	13	4	4	5	5	0	1	1	1	1	3	2	2
42	10	10	3	3	0	0	2	2	0	0	0	5	5	0
43	8	8	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2
44	9	9	0	0	4	4	0	0	0	0	0	3	3	2
45	5	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	0
46	2	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
47	40	40	5	5	2	2	2	2	18	18	11	11	2	2
48	4	4	2	2	2	2	0	0	0	0	11	11	0	0
49	15	15	2	3	2	2	0	0	0	0	0	3	3	0
50	8	7	1	1	2	2	0	0	0	1	1	7	7	0
51	11	11	2	0	1	0	0	0	2	0	9	0	0	0
52	14	14	0	0	5	5	0	0	9	9	0	0	0	0
53	14	14	0	0	0	0	0	0	6	6	1	1	0	0
54	7	7	1	1	6	6	0	0	1	1	3	3	0	0
55	11	11	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
56	2	2	2	2	0	1	0	0	3	4	4	6	0	0
57	13	9	0	6	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0
58	13	13	0	0	2	2	0	0	2	2	3	3	0	0
59	7	7	2	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0
60	7	3	2	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
61	3	4	3	3	2	2	0	0	2	2	3	3	0	0
62	10	10	0	0	1	1	0	0	11	11	2	2	0	0
63	14	14	3	3	2	2	0	0	0	0	3	3	0	0
64	8	8	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	12	12
65	16	16	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0	0
66	8	8	1	1	0	0	0	0	2	2	3	3	1	1
67	7	7	0	0	6	6	0	0	0	0	1	1	5	5
68	12	12	2	2	2	2	0	0	4	4	7	7	0	0
69	15	15	8	8	9	9	0	0	0	0	11	11	0	0
70	28	28	4	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
71	6	6	2	2	1	1	0	0	4	4	2	2	0	0
72	9	9	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0
73	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
74	5	5	1	0	2	3	0	0	0	0	5	6	0	4
75	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
77	4	6	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0
78	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0
79	5	5	3	2	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0
80	6	8	0	0	3	1	4	4	2	1	2	0	0	0
81	11	6	6	6	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
82	10	10	8	8	2	2	0	0	2	2	2	4	0	0
83	16	14	4	4	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
84	8	8	2	2	1	1	0	0	10	10	0	0	16	16
85	29	29	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
86	2	2	2	2	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0

87	5	5	2	2	2	2	0	0	4	4	0	0	0	0
88	8	8	0	0	1	1	0	0	4	4	2	2	0	0
89	7	7	2	2	2	2	0	0	5	5	0	0	0	0
90	9	9	2	2	4	4	0	0	2	2	5	5	0	0
91	13	13	6	6	4	4	0	0	6	6	4	4	0	0
92	20	20	0	0	3	3	0	0	3	3	2	2	2	2
93	10	10	9	9	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
94	11	11	1	2	2	2	0	0	3	2	6	6	0	0
95	12	12	12	12	3	3	0	0	0	0	5	5	0	0
96	20	20	5	5	1	1	0	0	2	2	2	2	0	0
97	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	1	1	0	0	5	6	2	2	8	8
99	17	16	1	1	4	4	0	0	2	2	3	3	4	4
100	14	14	3	3	0	0	4	4	4	4	3	3	0	0

Região A: metacarpo falangeana; Região B: carpiana; Região C: falangeana toracica; Região D: metatarso falangeana; Região E: tarsiana; Região F: joelho.

Valor Índice Kappa (K)	Concordância
0	Pobre
0 a 0,20	Ligeira
0,21 a 0,40	Considerável
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Substancial
0,81 a 1	Excelente

### TESTE KAPPA (ERSGI)

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,768	,044	30,456	,000
N of Valid Cases		101			

### TESTE KAPPA (REGIÃO)

#### METACARPOFALANGEANA:

Symmetric Measures

Measure of Agreement	
N of Valid Cases	

**CARPOS:****Symmetric Measures**

Measure of Agreement
N of Valid Cases

**DÍGITOS:****Symmetric Measures**

Measure of Agreement
N of Valid Cases

**METATARSOFALANGEANA:****Symmetric Measures**

Measure of Agreement
N of Valid Cases

**TARSOS:****Symmetric Measures**

Measure of Agreement
N of Valid Cases

Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.	
Kappa		,859	,040	17,631   ,000
100				

Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.	
Kappa		,880	,038	16,594   ,000
100				

Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.	
Kappa		,701	,141	10,363
100				,000

Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.	
Kappa		,867	,039	17,417
100				,000

Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.	
Kappa		,808	,044	18,916
100				,000

#### FEMOROTIBIOPATELAR:

##### Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Errora	Approx. Tb	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,962	,038	14,813	,000
N of Valid Cases		100			

#### QUI QUADRADO – AR X REGIÃO

ACHADOS BTD X BTE		Tabela de Contingência = 6 x 2 Qui-Quadrado = 5,546 Graus de liberdade = 5 (p) = 0,3529
OSP	51,7	65,2
FIS Di OTMTC	37,3	27,2
LUSC Cris Sag	4,2	3,3
Lis SUCON Pal OTMC	1,7	2,17
MOD BoDO OFP	0,85	1,1
Ras Cri Sab	0,85	1,1

#### ACHADOS

### JOD X JOE

	<b>JOD</b>	<b>JOE</b>	
<b>LUSC OCU</b>	30,9	32,7	
<b>FIS Di ORA</b>	21,8	28,6	Tabela de Contingência = 6 x 2
<b>OSTF Dis ORA</b>	12,7	6,1	Qui-Quadrado = 4,01
<b>OSTF ARC</b>	10,9	8,2	Graus de liberdade = 5
<b>OSTF ACMTC</b>	10,9	8,2	(p) = 0,548
<b>DO OSC</b>	1,8	2,0	

### RD X RE

	<b>ACHADOS</b>	<b>ACHADOS RE</b>	
	<b>RD</b>		
<b>DO COND LAT OF</b>	7,692307692	28,57	
<b>RAS COND LAT OF</b>	7,692307692	14,29	Tabela de Contingência = 5 x 2
<b>DO OP</b>	23,08	14,29	Qui-Quadrado = 13,448
<b>CONT IRR TrLa OT</b>	7,692307692	14,29	Graus de liberdade = 4
<b>DO COND MED OF</b>	7,692307692	14,29	(p) = 0,0093

### BPE X BPD

	<b>ACHADOS</b>	<b>ACHADOS BPD</b>	
	<b>BPE</b>		
<b>OSP</b>	52,38	44,90	
<b>FIS Di OTMTT</b>	28,57	32,65	Tabela de Contingência = 4 x 2
<b>IRR CONT COND Med</b>			Qui-Quadrado = 0,921
<b>OTMTT</b>	1,59	2,04	Graus de liberdade = 3
<b>Fr DISC Proc Pal OFP</b>	1,59	2,04	(p) = 0,8203

### TD            TE

	<b>TD</b>	<b>TE</b>	
<b>OSTF ATMT</b>	46,59	43	
<b>OSTF AITD</b>	21,59	22	Resultados
<b>RAS CIT</b>	15,91	22	Tabela de Contingência = 10 x 2
<b>ENTS ATMT</b>	2,27	2	Qui-Quadrado = 1,893
<b>FIS Di OT</b>	2,27	2	Graus de liberdade = 9
<b>FIS Ocal</b>	2,27	1	(p) = 0,9931
<b>OCD CIT</b>	1,14	1	
<b>MOD Porx OSMTT</b>	1,14	2	
<b>ENTS As Do La OTT</b>	1,14	1	
<b>RAS TrLaTa</b>	1,00	1	

### QUI-QUADRADO – FREQUENCIA SEVERIDADE AR X REGIÃO

BTD

	ERS 1	ERS 2+4+8	
	57	4	Tabela de Contingência = 10 x 2
	16	3	Qui-Quadrado = 54,467
	0	5	Graus de liberdade = 9
	0	2	(p) = < 0.0001
	0	1	
	0	1	
	1	0	
	0	1	
	0	1	

BTE

	ERS 1	ERS 2+4+8	
	57	1,00	Tabela de Contingência = 6 x 2
	24	1,00	Qui-Quadrado = 63,59
	0	4,00	Graus de liberdade = 5
	1	1,00	(p) = < 0.0001
	0	1,00	
	0	1,00	

JOD

	ERS 1	ERS 2+4+8	
	9	8	Tabela de Contingência = 10 x 2
	10	2	Qui-Quadrado = 15,424
	5	2	Graus de liberdade = 9
	5	1	(p) = 0,0799
	6	0	
	0	3	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
	1	0	

JOE

ERS 1

ERS 2+4+8

Resultados

11	5	Tabela de Contingência = 11 x 2
13	1	Qui-Quadrado = 13,344
4	0	Graus de liberdade = 10
4	0	(p) = 0,2051
1	0	
3	0	
1	0	
1	0	
3	0	
0	1	
1	0	

RD	ERS 1	ERS 2+4+8	Resultados
	0	1	Tabela de Contingência = 10 x 2
	1	0	Qui-Quadrado = 13
	2	0	Graus de liberdade = 9
	0	3	(p) = 0,1626
	1	0	
	0	1	
	0	1	
	0	1	
	1	0	
	0	1	

BPE	ERS 1	ERS 2+4+8	Resultados
	26	7	
	16	2	Tabela de Contingência = 13 x 2
	0	1	Qui-Quadrado = 28,376
	1	0	Graus de liberdade = 12
	1	0	(p) = 0,0049
	0	1	
	0	1	
	0	1	
	0	2	
	0	1	
	0	1	
	0	1	

Resultados

**BPD**

	<b>ERS 1</b>	<b>ERS 2+4+8</b>	Tabela de Contingência =	11 x 2
1	20	2	Qui-Quadrado =	25,697
0	13	3	Graus de liberdade =	10
1	1	0	(p) =	<b>0,0042</b>
0	0	1		
1	0	1		
1	0	2		
1	0	1		
0	1	1		
0	0	1		
0	0	1		
0	0	1		
0	0	1		

**TE**

	<b>ERS 1</b>	<b>ERS 2+4+8</b>	Resultados
	33	8	Tabela de Contingência =
	18	0	13 x 2
	14	1	Qui-Quadrado =
	1	1	Graus de liberdade =
	2	1	12
	1	0	
	0	0	
	0	0	
	1	0	
	1	0	
	2	1	
	1	0	
	1	5	

**TD**

	<b>ERS 1</b>	<b>ERS 2+4+8</b>	Tabela de Contingência =
	38	5	14 x 2
	21	1	Qui-Quadrado =
	22	0	Graus de liberdade =
	2	0	13
	1	1	
	0	1	
	0	1	
	1	1	
	1	0	
	2	0	
	0	1	

	1	0
	0	1
	1	0

### SEPARAÇÃO DOS GRUPOS SEM AR (G1) E COM AR (G2)

**Group Statistics**

Presença_Lesão	Mean	Std. Deviation	Valid N (listwise)	
			Unweighted	Weighted
1 DCM	36,0000	17,77639	6	6,000
	33,8333	22,46256		6,000
	42,4617	35,04912		6,000
	5,5000	4,32435		6,000
	1,2750	,74045		6,000
	,8733	,36730		6,000
	1,0367	,55048		6,000
2 Duração_Campanha	21,5000	13,87147	74	74,000
	18,8108	14,27199		74,000
	21,8586	21,91200		74,000
	3,2568	2,77000		74,000
	1,2000	1,14360		74,000
	5,1318	34,78422		74,000
	1,1442	1,43505		74,000
Total	Duração_Campanha	22,5875	80	80,000
	rr_total	19,9375		80,000
	rw_vitórias	3,4250		80,000
	IP	23,4039		80,000
	IP_Corrida	1,2056		80,000
	NCM	4,8124		80,000
	IPM	1,1361		80,000

**Tests of Equality of Group Means**

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
Duração_Campanha	,931	5,825	1	78	,018
rr_total	,933	5,617	1	78	,020
rw_vitórias	,959	3,333	1	78	,072
IP	,946	4,461	1	78	,038
IP_Corrida	1,000	,025	1	78	,875
NCM	,999	,089	1	78	,766
IPM	1,000	,033	1	78	,856

### Pooled Within-Groups Matricesa

		Duração_Campanha	rr_total	rw_vitórias	IP	IP_Corrida	NCM	IPM
Covariance	Duração_Campanha	200,340	178,769	26,353	197,909	1,088	-82,908	-2,265
	rr_total		222,977	26,963	210,554	-,735	-63,169	1,442
	rw_vitórias			8,380	55,700	1,547	-12,435	1,322
	IP			55,700	528,104	15,598	-80,901	12,124
	IP_Corrida			15,598	12,598	1,259	-2,859	,710
	NCM			1,259	-,80,901	-2,859	1132,390	3,110
	IPM			-2,859	12,124	,710	3,110	1,947
Correlation	Duração_Campanha	1,000	,846	,643	,608	,069	-,174	-,115
	rr_total		,846	1,000	,624	,614	-,044	-,126
	rw_vitórias			,624	1,000	,837	,476	-,128
	IP			,837	1,000	,605	-,105	,378
	IP_Corrida			,605	1,000	-,076	,454	
	NCM			-,076	1,000	,066		
	IPM			,066	,454			

### Test Results

Box's M		3,221		
F	Approx.	,914		
	df1	3		
	df2	887,409		
	Sig.	,433		

### Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,923	6,147	2	,046

### Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function	1
Duração_Campanha		,704
IP		,401

### Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
Duração_Campanha	,050
IP	,017
(Constant)	-1,532

### Classification Function Coefficients

	Presença_Lesão	
	1	2
Duração_Campanha	,159	,105
IP	,021	,002
(Constant)	-5,896	-1,232

### Classification Resultsa

	Presença_Lesão	Predicted Group Membership		Total
		1	2	
	Count			
Original	1	1	5	6
	2	0	74	74
	%	16,7	83,3	100,0
	1	,0	100,0	100,0

### DCM G1 X G2

- 1 -

- 2 -

Tamanho = 6 74  
 Média = 36 21,5  
 Variância = 316 1.924.178

### Homocedasticidade

---

Variância = 2.003.397 ---  
 t = 24.134 ---  
 Graus de liberdade = 78 ---  
 p (unilateral) = 0,009 ---  
**p (bilateral) = 0,0181** ---  
 Poder (0,05) 0,6906 ---  
 Poder (0,01) 0,4256 ---  
 Diferença entre as médias = 14,5 ---  
 IC 95% (Dif, entre médias) = 2,5106 a 26,4894  
 IC 99% (Dif, entre médias) = -1,4377 a 30,4377 ---

### RR G1 X G2

- 1 -

- 2 -

Tamanho = 6 74  
 Média = 338.333 188.108  
 Variância = 5.045.667 2.036.897

### Homocedasticidade

---

Variância = 2.229.767 ---

t =	23.701	---
Graus de liberdade =	78	---
p (unilateral) =	0,0101	---
<b>p (bilateral) =</b>	<b>0,0202</b>	---
Poder (0,05)	0,5931	---
Poder (0,01)	0,3266	---
Diferença entre as médias		
=	150.225	---
IC 95% (Dif, entre médias)	2,3739 a 27,6712	
=		
IC 99% (Dif, entre médias)	-1,7915 a 31,8365	---
<b>IP G1 X G2</b>	<b>- 1 -</b>	<b>- 2 -</b>
Tamanho =	6	74
Média =	424.617	218.586
Variância =	1.228.441	4.801.359

Homocedasticidade		
Variância =	5.281.042	---
t =	21.121	---
Graus de liberdade =	78	---
p (unilateral) =	0,0189	---
p (bilateral) =	0,0378	---
Poder (0,05)	0,5062	---
Poder (0,01)	0,2515	---
Diferença entre as médias =	20.603	---
IC 95% (Dif, entre médias) =	1,1372 a 40,0689	
IC 99% (Dif, entre médias) =	-5,2732 a 46,4793	---

### CM G1 X G1 X GC

Tukey HSDa,b

Categoria	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
GC	81	21,4893	
G2	74	21,5000	
G1	6		36,0000
Sig.		1,000	1,000

### RR G1 X G1 X GC

Tukey HSDa,b

Categoria	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
GC	81	17,0741	
G2	74	18,8108	
G1	6		33,8333
Sig.		,941	1,000

**RR G1 X G1 X GC**

Tukey HSDa,b

Categoria	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
GC	81	10,0642	
G2	74	21,8586	
G1	6		42,4617
Sig.		,149	1,000

**ANOVA GRUPOS POR IP E DCM****ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Campanha	Between Groups	1985,915	3	661,972	3,398	,022
	Within Groups	14807,472	76	194,835		
	Total	16793,387	79			
IP	Between Groups	5372,958	3	1790,986	3,566	,018
	Within Groups	38175,058	76	502,303		
	Total	43548,016	79			

**Campanha**Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Categoria	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	34	18,9412	
4	13	19,0769	
2	27	25,8889	25,8889
1	6		36,0000
Sig.		,588	,263

**IP**Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Categoria	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	13	15,9023	
3	34	17,4718	
2	27	30,2507	30,2507
1	6		42,4617
Sig.		,370	,513