

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
MESTRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

ROSALIA MARINA INFIESTA ZULIM

**ESTUDO DO CRESCIMENTO ÓSSEO DE BOVINOS DA RAÇA
NELORE ATÉ 24 MESES DE IDADE: PADRONIZAÇÃO E
CORRELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO) DO III
METACARPO COM SEXO, IDADE E PESO**

BOTUCATU-SP

2005

ROSALIA MARINA INFIESTA ZULIM

**ESTUDO DO CRESCIMENTO ÓSSEO DE BOVINOS DA RAÇA
NELORE ATÉ 24 MESES DE IDADE: PADRONIZAÇÃO E
CORRELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO) DO III
METACARPO COM SEXO, IDADE E PESO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), *campus* Botucatu, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Cirurgia Veterinária.

Orientadora: Prof. Dra. Lucy Marie Ribeiro Muniz.

BOTUCATU-SP

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Zulim, Rosalia Marina Infiesta.

Estudo do crescimento ósseo de bovinos da raça nelore até 24 meses de idade: padronização e correlação da densidade mineral óssea do (DMO) do III metacarpo com sexo, idade e peso / Rosalia Marina Infiesta Zulim. – 2004.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2004.

Orientador: Lucy Marie Ribeiro Muniz

Assunto CAPES: 50501070

1. Bovino – Doenças 2. Cirurgia veterinária 3 Desintometria

CDD 636.0897

Palavras-chave: Maturidade. Densitometria. Precocidade. Peso. Altura. Fechamento epifisário. Bovinos Nelore.

A monografia intitulada “ESTUDO DO CRESCIMENTO ÓSSEO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE ATÉ 24 MESES DE IDADE: PADRONIZAÇÃO E CORRELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO) DO III METACARPO COM SEXO, IDADE E PESO”, apresentada por ROSALIA MARINA INFIESTA ZULIM, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Cirurgia Veterinária à Banca Examinadora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), obteve conceito....., para aprovação.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Lucy Marie Ribeiro Muniz (orientadora)

Prof.

Prof.

Campo Grande-MS, março de 2005.

A Deus pelo milagre da vida, por seus ensinamentos e pelo perdão.

Aos meus amados pai e mãe que me ensinaram o valor da vida, a responsabilidade e a necessidade infinita de lutar por um objetivo.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof. Dra. Lucy Marie Ribeiro Muniz por acreditar que eu conseguiria, pela imensa ajuda e pelo apoio nas horas mais difíceis desta caminhada.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, *campus* de Botucatu, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-MS), que proporcionou condições favoráveis, bem como os animais, os funcionários e as instalações adequadas para este projeto fosse realizado.

A Dra. Maria Luiza Nicodemo, pesquisadora da EMBRAPA-MS pela grande ajuda e incansável confiança e crença no meu potencial profissional.

Aos funcionários do Serviço de Radiologia Veterinária da UNESP-Botucatu, Benetido Alho Pavan, João Boriolli Cassetani e Wilma de Castro, por terem me acolhido, pela solidariedade prestada além terem contribuído para que a minha estadia em Botucatu fosse ainda mais agradável. Aos residentes deste setor, Mariângela Zanin e Silvio Henrique Santi Antunes que acompanhados desta equipe maravilhosa ainda muito me ensinaram.

Aos amigos Paulo Sérgio de Oliveira Scudeller e Porfírio Candanedo Guerra, pelo incentivo sincero e força de que tudo daria certo.

Ao adorável casal Pedro Paulo Pires e Fabiana Bérgamo, pela amizade, pelo apoio e pela confiança.

RESUMO

O tamanho adulto influencia a eficiência do sistema de produção, bem como as doenças metabólicas, que prejudicam e atrasam o desenvolvimento do animal. Maturidade precoce pode ser buscada para as fêmeas, que são mais eficientes que animais de maior porte em condições de escassez e/ou limitação de alimentos, e para macho, que atingem o acabamento de gordura na carcaça mais rapidamente. A avaliação do grau de maturidade óssea correlacionada com a densidade mineral óssea pode ser uma ferramenta para seleção desses animais. O grau de maturidade óssea reflete a maturidade do esqueleto como um todo. O padrão geral de crescimento pode ser descrito como disto-proximal com amadurecimento mais rápido dos ossos na extremidade. O experimento tem por objetivo, estabelecer a curva de maturidade óssea, correlacionando peso, altura, densidade mineral óssea e adaptando metodologia desenvolvida por Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) em bovinos Nelore, com o intuito de utilização no diagnóstico preventivo de doenças metabólicas ósseas que acometem animais em desenvolvimento, proporcionando uma forma de monitorar as alterações ósseas destes animais criados em sistema extensivo. Dez machos e dez fêmeas foram analisados, mensalmente, através de radiografias, pesagem e altura de cernelha até os 24 meses ou até o fechamento do disco epifisário dos ossos estudados. Foram feitas radiografias da porção distal do metacarpo e de falange proximal (desenvolvimento rápido e de fácil acesso), utilizando as vistas látero-medial esquerda e dorsopalmar. As radiografias foram escaneadas e lidas através de um programa computacional específico. O grau de maturação óssea foi avaliado através da escala de mudanças morfológicas da epífise dos ossos longos, em escala de zero (epífise ausente) e dez (fechamento completo do disco epifisário) desenvolvida por Oishi, Hamada e Sakamoto (1996). Ficou estabelecido que é possível determinar a precocidade do animal pelo exame radiográfico bem como a prevenção de doenças metabólicas ósseas.

Palavras-chave: Maturidade. Densitometria. Precocidade. Peso. Altura. Fechamento epifisário. Bovinos Nelore.

ABSTRACT

The adult size influences the efficiency of the production system, like the metabolics disease that prejudices and retard the animal desenvolviment. Precocity maturity may be obtained to females that are more efficient that biggest animals in conditions of lack or food limitations, and for males that attain carcass fat faster. The evaluation of the maturity degree correlated with bone mineral density can be the key to select these animals. The bone maturity degree reflects the all-skeletal maturity. The general standard of bone growth may be descript like disto-proximal with faster bone maturation in extremities. The experiment has like objective to stabilize the curve of bone maturity, correlating weight, height, bone mineral density and to adapting OISHI, Hamada and Sakamoto (1996) bovine Nelore methodology with the finality of utilization in the prevent diagnostic of bone metabolic disease that occur in growth animals, giving a way to monitore the bone alteration of these animal living in extensive system. Ten males and ten females were studied, monthly, through radiographies, weight, and height until 24 months old or until the epiphyseal disc closure of studied bones. Were taken radiographies of distal metacarpal and distal left falangeal extremity (fast growth and easy access) utilizing mediolateral and dorsopalmar view. Those radiographic images were scanned and read through computer program. The bone maturity degree was available through morphologic changes scale of epiphysis long bones, zero scale (absent epiphysis) and ten (completely closure) development by Oishi, Hamada and Sakamoto (1996). Was establish for radiographics exams like the prevent of bones metabolics disease.

Key-words: Maturity. Densitometry. Precocity. Weigth. Heigth. Epiphysis closure. Bovine Nelore.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 -Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses em machos. Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.....36
- FIGURA 2 -Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses em fêmeas Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.....36
- FIGURA 3 -Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses em machos e fêmeas Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -Vacinas e vermífugos ano de 2002	32
TABELA 2 -Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos de altura (cm), peso vivo kg), maturidade do metacarpo distal e da falange proximal (segundo a escala de 0 a 10 sugerida por Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) e DMO (mmAl) do metacarpo de fêmeas Nelore sem o efeito “colheita”.....	40
TABELA 3 -Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos de altura (cm), peso vivo (KG), maturidade do metacarpo distal (Met) e da falange proximal (FP) (segundo a escala de 0 a 10 sugerida por Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) e DMO (mmAl) do metacarpo de machos Nelore em Campo Grande-MS	43
TABELA 4 -Valores médio de DMO de machos e fêmeas nos primeiros 24 meses de vida, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS	46
TABELA 5 -Valores médios, mínimos e máximos encontrados nos primeiros 24 meses de vida de bovinos nelore machos e fêmeas, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS	47
TABELA 6 -Relação dos meses do ano com o número da colheita.....	48
TABELA 7 -Coeficientes de correlação entre altura (cm), peso (Kg), maturidade de metacarpo distal e falange proximal e densidade do metacarpo distal para fêmeas. Sendo que B0 refere-se a constante que corresponde ao valor médio, B1, o coeficiente linear que corresponde à taxa de mudança, e B2, o coeficiente	

quadrático ligado desaceleração do crescimento, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS.....	56
TABELA 8 -Coeficientes de correlação entre altura (cm), peso (Kg), maturidade de metacarpo distal e falange proximal e densidade do metacarpo distal para machos. Sendo que B0 refere-se a constante que corresponde ao valor médio, B1, o coeficiente linear que corresponde à taxa de mudança, e B2, o coeficiente quadrático ligado desaceleração do crescimento e IP significa a idade à puberdade, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS	57
TABELA 9 -Valores médios de altura (cm), peso (gk), e DMO (mmAl), maturidade do metacarpo distal (Met) e falange proximal (FP) (segundo a escala de 0 a 10 sugerida Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) por colheita, de bovinos Nelore, criado em sistema extensivo em Campo Grande-MS	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 LOCAL	31
3.2 ANIMAIS	31
3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	31
3.3.1 Condições de manejo	31
3.3.2 Obtenção das radiografias	32
3.4 ESTATÍSTICA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE	55

1 INTRODUÇÃO

O estudo do tecido ósseo tem causado grande interesse no presente, com o intuito de prolongar a vida ativa, especialmente porque é destruído e reconstruído continuamente. O esqueleto pode ser visto como um banco de minerais cujas reservas são acumuladas durante os primeiros anos de vida e liberadas ao longo dos anos para as funções corpóreas de acordo com as necessidades, em dietas fracas ou em períodos de desgaste físico. As reservas acumuladas no esqueleto adulto são consideráveis, 1.200 g ou mais de cálcio, 500 g de fósforo, junto com o carbonato, citrato, magnésio, sódio, fluorato e outras substâncias (STEWART, 1975).

Estudos documentam que existe uma relação estrita dos aspectos nutricionais do paciente com maturação e desenvolvimento do sistema ósseo, onde alterações de desenvolvimento estão associadas à deficiência de minerais e vitaminas. Este conceito é observado pelas taxas estabilizadas de vitaminas, por exemplo, C e D e minerais relacionados a elas, cálcio e fósforo. Contudo, é relativamente pequena a atenção voltada para as deficiências de proteínas e calorias e seus efeitos no sistema ósseo. Falta de ênfase esta, que surpreende, lembrando que a baixa relação proteína-caloria (PCM) abraça um dos maiores problemas de nutrição do mundo. A organização mundial da saúde tem apresentado algumas doenças nutricionais e a mais importante, e que deve ter a maior e imediata atenção, é a PCM; contudo, sua ocorrência estimada no mundo tem sido difícil de avaliar. Estima-se que 100 milhões de crianças menores de 4 anos de idade são desnutridas na América Latina, Ásia (exceto China e Japão) e África e que 300 milhões de crianças abaixo de 5 anos no mundo inteiro sofrem de algum grau de PCM, que significa 60% da população total pré-escolar nos dias de hoje. (HIMES, 1978).

Estudos ainda estão sendo discutidos sobre os efeitos da PCM no crescimento e desenvolvimento do sistema ósseo. Existe uma vasta literatura sobre

o crescimento somático e a PCM. As dimensões corpóreas, como, estatura no homem e comprimento das pernas em animais é visivelmente uma das funções de crescimento dos ossos longos e vértebras, confirmados pelos estudos dos ossos e suas imagens radiográficas (HIMES, 1978).

Estudos com cavalos mostram que uma dieta rica ou escassa em 30% das taxas recomendadas de energia e proteína produz efeitos significativos no crescimento longitudinal com redução de aproximada de 25% quando comparados com cavalos com dietas equilibradas. Espessamento do disco epifisário também depende do equilíbrio energia-proteína, 30% de redução em animais com dietas abaixo do recomendado e 100% de aumento com dietas muito ricas, acima do recomendado. Estes fatos foram resultados de alterações dentro de cada disco epifisário. Em dietas pobres a camada de reserva não foi afetada mas as zonas proliferativas e hipertrófica foram reduzidas. Em dietas ricas, a reserva e as zonas hipertróficas aumentaram, mas a zona proliferativa não sofreu alteração (LOVERIDGE; NOBLE, 1994).

O Brasil possui o maior rebanho bovino do mundo atualmente, com 168 milhões de animais. Desta forma, a bovinocultura tem uma boa parcela de participação na balança comercial externa e na economia interna (SOARES, 1999). Por isso a importância de se evitar as perdas causadas por inúmeras enfermidades que atingem nosso rebanho, visando a precocidade e aumento da nossa produtividade.

Este estudo tem como objetivo estabelecer padrões radiográficos e de densidade mineral óssea (DMO) nos primeiros 24 meses de idade, em bovinos Nelore, afim de conhecer a possibilidade de encontrar indivíduos precoces dentro de um determinado grupo além da sua utilização no diagnóstico preventivo de doenças metabólicas ósseas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A matriz óssea é formada por fibras colágenas, usualmente orientadas em uma mesma direção, e outras substâncias como glicoproteínas e proteoglicanos, geralmente orientados também na mesma direção das fibras. Esta orientação forma nos ossos adultos a chamada estrutura lamelar típica. Estas lamelas podem ser paralelas entre si se depositadas ao longo da superfície trabecular ou periósteo, ou concêntrica se depositadas no centro dos vasos sangüíneos. Entretanto quando o osso é formado muito rapidamente, em remodelamento de fraturas ou doenças metabólicas, não há organização preferencial das fibras de colágeno, elas são orientadas ao acaso. Este tipo de osso é chamado de osso trançado, o oposto do osso lamelar (BARON, 1990).

A calcificação da matriz óssea não é metabolicamente inerte e celular, são formados inteiramente de pequenas lacunas osteocíticas. São originalmente formadoras de células (osteoblastos) presas em sua própria produção na matriz óssea que mais tarde vem a ser calcificada. Estas células possuem numerosas e longas células processadas ricas em microfilamentos que estão em contato com células processadas por outros osteócitos ou processadas na superfície óssea (osteoblastos). Esses processos são organizados durante a formação da matriz óssea e antes da calcificação (BARON, 1990).

O maior desenvolvimento do tecido ósseo acontece principalmente na superfície do endosteo, na interface com a medula óssea. Essa superfície é morfolologicamente heterogênea e esta heterogeneidade se reflete nas variadas atividades celulares envolvendo o remodelamento ósseo. O osteoblasto é a célula responsável pela produção dos constituintes da *matrix* óssea, colágeno e outras substâncias, e também possui um papel importante no processo de calcificação. É originado no mesênquima, estroma celular da medula óssea ou no tecido conectivo

mesenquimal celular. Estes precursores estimulam a proliferação e diferenciam os pré-osteoblastos dos osteoblastos maduros. Os osteoblastos nunca aparecem ou funcionam individualmente mas são sempre encontrados nas células cubóides ao longo da superfície óssea (BARON, 1990).

Os osteoclastos são as células ósseas responsáveis pela reabsorção óssea. É uma célula gigante multinucleada (4 – 20 núcleos) freqüentemente encontrada em contato com a superfície óssea calcificada e dentro de uma lacuna que é resultado da própria atividade de reabsorção. Podem ser encontrados quatro a cinco osteoclastos dentro de um mesmo sítio de reabsorção mas freqüentemente encontra-se um ou dois. Células da linhagem fagócito mononuclear são as maiores candidatas para diferenciação dentro dos osteoclastos; entretanto a diferenciação dentro dos osteoclastos ocorre somente no estágio pré-monócito. Trabalhos recentes sugerem que apesar da origem do fagócito mononuclear, o osteoclasto é destituído de fagócito e de receptores de C3 tanto quanto outros macrófagos, mas, são ricos em esterase não específica e lisosima sintetase como fagócitos mononuclear. Tanto anticorpos policlonais como monoclonais tem sido produzidos para serem osteoclastos específicos e não macrófagos. Na membrana do osteoclasto estão presentes receptores de calcitonina e não do hormônio da paratireóide, e não são encontrados receptores de vitamina D nestas células (BARON, 1990).

O crescimento ósseo endocondral é desigual quando se tem PCM (relação proteína/caloria baixa). Talvez a mais freqüente reportagem histológica encontrada está associada com o fechamento precoce das cartilagens epifisais quando comparados com grupos controle. A redução total da cartilagem epifiseal é evidente. A diminuição da profundidade da cartilagem epifiseal é acompanhada por um efetivo cessamento da mitose na zona proliferativa cartilaginosa e atrofia dos condrócitos. Na PCM a zona de calcificação cartilaginosa é caracterizada pela redução da invasão vascular com diminuição da atividade osteoblástica e diminuição dos osteoblastos (HIMES, 1978).

O esqueleto é um organismo complexo onde o desenvolvimento depende da interação do osso, da cartilagem, das fibras e do tecido hematopoiético. O pivô do sistema homeostático mineral está na capacidade das células ósseas em seqüestrar

e mobilizar os íons específicos e não somente na maturação normal do esqueleto (STEVEN, 1990).

As epífises dos ossos dos homens e dos cães possuem vários graus de união. As uniões se aproximam quando a cartilagem é adicionada à superfície epifiseal pela condriificação da medula epifiseal. Antes e durante a união precoce, o arranjo celular do disco epifiseal é preservado, com boas quantidades de colunas de cartilagens. A mineralização da cartilagem é demarcada por linhas radiopacas entre as superfícies. A primeira união da epífise é devido a mineralização do tecido, uma forma de osso metaplástico. Em uniões pequenas e precoces das epífises, a mineralização da cartilagem e a superfície do osso lamelar podem ser removidas e substituídas por um novo osso. A perfuração original é o aumento tardio até toda cartilagem ser destruída e completar a união, sem escaras. Em uniões grandes ou lentas, muitas perfurações são feitas no disco epifisário até toda troca ocorrer, freqüentemente persiste o osso epifiseal como escaras ósseas. Em ambos tipos de uniões, a completa união ocorre quando toda cartilagem residual é destruída (HAINES, 1975).

Conceitualmente o osso pode ser dividido em compacto ou cortical e trabecular ou canceloso. O osso cortical forma o vasto esqueleto apendicular que compreende 80% do esqueleto adulto e é responsável pela integridade mecânica. Por outro lado, o esqueleto axial, rico em osso trabecular é responsável pela demanda metabólica. O mais importante, as estruturas futuras de osso compacto e osso trabecular, respectivamente, indicam suas predileções para manifestar doenças específicas como a osteoporose (STEVEN, 1990).

O processo de construção e manutenção de uma estrutura óssea adequada é feito pela condrogênese e células osteogênicas. A intensidade desta construção e modelagem é constantemente modificada de acordo com as demandas do crescimento, como nas alterações do metabolismo, no sistema circulatório ou respondendo aos estímulos mecânicos. Os efeitos no crescimento e manutenção óssea de uma deficiência ou excesso de qualquer nutriente ou no desbalanço hormonal deve ser interpretado de acordo com a principal necessidade do esqueleto relativo ao estágio de desenvolvimento (STEWART, 1975).

O crescimento dos ossos longos é definido por dois processos: o crescimento longitudinal a partir do molde cartilaginoso (endocondral) (DELLMAN; BROWM, 1982) é um processo mais complicado envolvendo crescimento, maturação e calcificação do molde cartilaginoso, uma construção gradual até o osso definitivo (STEWART, 1975) e o crescimento em espessura (intramembranoso) que acontece a partir do perióstio (DELLMAN; BROWM, 1982), é um crescimento mais direto (STEWART, 1975). A diferença essencial entre os dois tipos de crescimento ósseo está na presença ou ausência de cartilagem (BARON, 1990). O crescimento longitudinal acontece no disco epifisário dos ossos longos e nas cartilagens de congregação de ossos médios e curtos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995). O disco epifisário é constituído de uma placa transversal de cartilagem hialina residual, localizada na metáfise de ossos longos, separando a diáfise da epífise, e as cartilagens de congregação ocupam porção anatômica semelhante nos ossos curtos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995). O crescimento da cartilagem no disco epifisário é contínuo nos animais jovens, mas o disco não se alarga, porque a medida que a cartilagem amadurece ela é calcificada, reabsorvida e substituída por tecido ósseo (ossificação endocondral) (PRICE; OYAJOBİ; RUSSEL, 1993).

Embora seja considerado que o disco epifisário persista até o crescimento longitudinal do osso se completar (PRICE; OYAJOBİ; RUSSEL, 1993), o disco epifisário vai reduzindo sua espessura à medida que se aproxima a época de fechamento. O crescimento longitudinal, aparentemente, cessa antes do fechamento completo do disco epifisário (FIELD et al., 1990).

A regulação do crescimento ósseo longitudinal através da proliferação e maturação dos condrócitos não está plenamente esclarecida apesar de muitos estudos com implantes e culturas de células em cobaias (CENTRELLA; CANALIS, 1985; ISAKSSON et al., 1987; LOVERIDGE; FARQUARSON; SCHEVEN, 1990). Está claro que os fatores locais que afetam a taxa de crescimento longitudinal e que os enxertos sofrem influências em vários pontos na cascata de desenvolvimento de um repouso, fase proliferativa lenta, proliferação rápida e finalmente através da diferenciação dos condrócitos hipertróficos maduros (LOVERIDGE; NOBLE, 1994).

O hormônio de crescimento (GH) é considerado o principal regulador do crescimento ósseo após o nascimento e é certo que o GH atua no aumento da

produção de insulina hepática (IGF – I), mas tem sido relatado os efeitos diretos de GH nos condrócitos *in vivo* e *in vitro* em disco de crescimento. Certamente, receptores de IGF-I são encontrados predominantemente na proliferação de condrócitos considerando que as camadas em repouso possuem a maior concentração de receptores de GH. Este conceito é confirmado por estudos feitos *in vitro* mostrando que eles respondem ao GH enquanto IGF-I atua na maior proliferação de condrócitos. Entretanto, em alguns grupos não foram encontrados efeitos direto do hormônio de crescimento nos condrócitos isolados porisso a contribuição relativa direta ou indireta dos efeitos de GH ainda é bastante incerta (LOVERIDGE; NOBLE, 1994).

Em humanos o hormônio de crescimento está presente em quantidades altas ao nascimento e com um ano de idade chegam perto dos níveis de um adulto. As taxas de diferenciação do crescimento nas primeiras duas décadas são, entretanto, relatadas, provavelmente, com interação do crescimento com outros hormônios. A tiroxina e seus metabólitos possuem grande interação com hormônios de crescimento. Em animais tireoidectomizados eles ainda estimulam a proliferação da cartilagem embora não ocorram seqüências da maturação. Enxertos de tiroxina atuam na maturação óssea, provavelmente possuem efeito direto sobre o osso. Excesso da tiroxina promove reabsorção óssea e a falta reduz a osteogênese e possibilita a hipercalcemia (STEWART, 1975).

Os hormônios tireoideanos são necessários para o crescimento e desenvolvimento normal, atuando na formação de cartilagens em conjunto com IGF-I. Em contraste com a regra mais importante na cartilagem de crescimento linear, os hormônios da tireóide não simulam a síntese da matriz óssea ou de replicação de células ósseas. Elas entretanto simulam a reabsorção óssea e isto é responsável pela hipercalcemia e hipertiroidismo (CANALIS, 1990).

O mais importante dos hormônios adreno-corticais é o 17-hidroxycorticosterona e o excesso pode diminuir a formação da matriz óssea, o aumento causa reabsorção e um aumento da excreção de cálcio. É capaz de antagonizar intoxicação por vitamina D e previne algumas destruições ósseas por ação da vitamina A. Certamente pode inibir o crescimento ósseo longitudinal produzindo cartilagens epifiseais que contenham reduzido número de células

hipertróficas. Alguns pesquisadores sugerem que o primeiro efeito do 17-hidroxycorticosterona é aumentar a produção de osteoclastos e somente mais tarde reduz a osteoblastose (STEWERT, 1975).

A insulina possui uma importante relação com a somatotropina no controle do crescimento ósseo. Pequenas doses de andrógeno possuem efeito na depressão da reabsorção da cartilagem e do osso. Parte da aceleração do crescimento durante a adolescência aumenta o suprimento de andrógeno. Grandes doses, pela aceleração da maturação óssea, inibem o crescimento em comprimento ósseo. O estrógeno tem grande importância no crescimento dos ossos dos pássaros, produzindo um aumento de deposição endosteal que mais tarde é reabsorvido para formação dos ovos. Em ratos estrógeno exógeno também simula a produção de osso endosteal e reduz a reabsorção óssea, mas a reprodução normal parece não induzir uma atividade espontânea (STEWERT, 1975).

Os efeitos dos andrógenos e estrógenos são importantes na maturação e crescimento do esqueleto e na prevenção da perda óssea associada a idade. In vivo estrógenos diminuem a reabsorção óssea, prevenindo assim a perda óssea, mas a ação deles, talvez seja indiretamente mediada por outros hormônios ou fatores locais (CANALIS, 1990).

O paratormônio (PTH), é provavelmente o fator mais importante na homeostasi de cálcio no plasma. A falta de cálcio no plasma aumenta a concentração de PTH circulante, que simula a reabsorção óssea, para um aumento de cálcio no plasma e uma redução da concentração de hormônio (STEWERT, 1975).

A calcitonina tem ação de hipocalcemia e hipofosfatemia, trazida pela inibição da reabsorção óssea. Os efeitos são claramente observados em pesquisas onde a reabsorção óssea é excessiva. A calcitonina pode ser lembrada como antagonista de alguma ação do PTH, mas não bloqueia o trânsito de cálcio no osso, a ativação da adenilciclase ou dos efeitos do hormônio no intestino (STEWERT, 1975).

Oberbauer (1985) notou que, em carneiros apesar de 95% do crescimento longitudinal do metacarpo ter se completado em 165 dias nos carneiros da raça

Dorset e em 226 dias nos carneiros da raça Suffolk, o disco epifisário só começou a ser ossificado com 390 dias, e não se completou em todos os animais até 480 dias de idade. Da mesma forma, Field et al. (1990) descrevem o fechamento do disco epifisário aos 570 dias de idade em carneiros castrados, tratados com estrógeno, sendo que não houve crescimento longitudinal significativo do metacarpo e do metatarso.

O suplemento de macronutrientes como o cálcio e o fósforo é muito importante para a mineralização, a possibilidade de deficiências destes minerais afetam o processo de crescimento longitudinal, mas ainda não tem sido estudadas sistematicamente. É bem claro que estes minerais participam, e muito, no processo celular, embora não estejam especificamente relacionados ao crescimento longitudinal, e deficiências de fósforo possuem um efeito maior relacionadas com crescimento e desenvolvimento corpóreo que as deficiências de cálcio propriamente ditas. Quando existe uma deficiência de cálcio a importância deste mineral está na manutenção dos níveis séricos para o funcionamento de numerosos tecidos e órgãos do corpo, o coração por exemplo. Em crianças com má-absorção crônica freqüentemente resulta em pouco crescimento e diminuição da absorção de cálcio; entretanto os ossos destas crianças aparecem com boa mineralização e a insuficiência de energia parece ser o maior problema. Em outras espécies somente deficiências severas induzem lesões ósseas. Em ratos dietas com deficiências de cálcio não afetam o crescimento longitudinal, embora severa restrição de cálcio cause crescimento retardado (LOVERIDGE; NOBLE, 1994).

Em humanos existe uma preocupação especial com doenças metabólicas e suas influencias diretas no conteúdo mineral ósseo, osteoporose, com a ocorrência de fraturas principalmente em indivíduos de idade avançada.

Existe uma forte tendência das extremidades ósseas completarem seu ciclo de desenvolvimento primeiro. Nos membros de ovinos, a seqüência de maturação foi descrita no carneiro como sendo: metacarpo e metatarso, rádio-ulna e tíbia-fíbula, úmero e fêmur e finalmente escápula e pélvis (LAWRENCE; FOWLER, 1997). Igualmente em bovinos, o fechamento do disco epifisário é completado seqüencialmente (determinação radiográfica) pela falange proximal (12-14 meses de idade), metacarpo distal (19-20 meses), calcâneo (27 meses), rádio distal (28-30

meses) e ulna distal (35-37 meses) (OISHI; HAMADA; SAKAMOTO, 1996). O ponto de inflexão da curva de crescimento da epífise é provavelmente definido com mais clareza no metacarpo do que na falange distal, uma vez que este último se encontra num grau mais avançado de desenvolvimento ao nascimento. Dessa maneira, metacarpo e metatarso são freqüentemente os ossos de eleição para estudos de maturidade, ao que se acrescenta a facilidade de acesso a esses ossos (BLACK, 1983).

Estudos com nove cavalos da raça Quarto de Milha analisados por implantes metálicos cirurgicamente implantados ao nascimento e depois radiografados no outro dia do implante e uma vez por semana durante 8 meses e uma vez por mês até completarem 18 meses de idade, afim de avaliar curvas de crescimento, crescimento cumulativo e taxas relativas de crescimento. A idade de fechamento das epífises também foi observada. O total de ossos em crescimento foi maior nestes potros do que observaram num estudo similar feito em pôneis mostrando a provável diferença entre as raças. A maior taxa de crescimento em potros foi do nascimento até 10 semanas de idade, entretanto a parte distal do rádio se mostrou contínuo até 60 semanas de idade, no terço distal do terceiro metacarpo e metatarso e o terço proximal da falange proximal cresceu abruptamente até depois de 10 semanas de vida (FRETZ; CYMBALUK; PHARR, 1984).

Outros estudos com eqüinos da raça árabe, avaliados mensalmente durante três anos, constataram que com exceção da epífise proximal do úmero e centros de ossificação da escápula, a epífise distal do rádio foi a última a consolidar, os 24 meses e 13 dias nas fêmeas e 23 meses e 6 dias nos machos. Foram radiografados em projeção crânio-caudal, os metacarpos, carpos, rádio e úmero e em projeção médio-lateral as articulações do cotovelo e ombro (MYERS JR.; EMMERSON, 1966).

Cada osso completa seu desenvolvimento a seu tempo, isto é, existe um diferencial no crescimento ósseo individual. O padrão geral de crescimento pode ser descrito igualmente em extremidades distais e proximais, havendo amadurecimento mais rápido dos ossos das extremidades (BLACK, 1983). Esse padrão parece ser comum entre as raças bovinas, e a participação de cada osso no peso total do esqueleto reflete o grau de maturidade óssea das diferentes raças de bovinos

(BERG; ANDERSEN; LIBORIUSSEN, 1978; JONNES; PRICE; BERG, 1978; SHAHIN; BERG; PRICE, 1992). Por exemplo, a raça Hereford tem menor tamanho corporal maduro comparado a outras raças. Ossos de crescimento tardio estão mais desenvolvidos a um determinado peso vivo em touros Hereford comparados a touros Chianina (BERG; ANDERSEN; LIBORIUSSEN, 1978).

Dessa forma, o grau de desenvolvimento de um determinado osso reflete a maturidade do esqueleto como um todo. Este conceito é apoiado por dados de HO et al., (1989), que relataram em ovelhas mestiças, Finn x Whiteface, de maturidade tardia, a fusão precoce dos ossos.

Jonnes, Price e Berg (1978) observaram que novilhas, novilhos e touros aparentemente, seguem padrões de crescimento ósseo relativo semelhantes e que diferenças no peso de ossos individuais quando ajustados para o mesmo peso total eram pequenas e provavelmente refletiam diferenças no estágio de maturidade. Os ossos de fêmeas podem apresentar fechamento do disco epifisário mais cedo que os de machos, devido a produção de hormônios gonadais (HO et al., 1989). Entretanto Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) não observaram diferenças em maturidade óssea entre machos e fêmeas de bovinos (Japanese Black), avaliados do nascimento aos 37 meses de idade.

É bem estabelecido que o sexo diferencia o crescimento ósseo e a distribuição é mais pronunciada do que quando se considera as diferentes raças. Estudos mostram que a castração resulta em uma relativa diminuição do peso ósseo na parte dianteira e aumento da altura do tórax, comprimento dos ossos e particularmente na parte distal dos membros. O efeito da castração é devido à redução da secreção de andrógeno. A castração causa um pequeno, mas significativa redução no crescimento relativo no quarto dianteiro e um aumento relativo do crescimento no quarto traseiro (SHAHIN; BERG; PRICE, 1992).

Shahin, Berg e Price (1992), Field et al. (1990), Field, McCormick e Balasubramanian (1996) observaram que a castração pode afetar o padrão de crescimento ósseo em bovinos, devido a alteração nos níveis de hormônios em circulação. Sugeriu-se que andrógenos poderiam inibir o desenvolvimento de ossos longos e estimular o crescimento do esqueleto axial (SHAHIN; BERG; PRICE, 1992);

ao mesmo tempo, novilhas castradas apresentam menor maturidade óssea que novilhas de primeira cria com a mesma idade.

Vulcano (2001) trabalhou visando a DMO em eqüinos da raça PSI. Foi radiografado 24 animais sendo 12 machos e 12 fêmeas, a partir dos 12 meses de idade e assim sequentemente até o fechamento epifisário e constatou insignificância do tempo de fechamento entre machos e fêmeas. O mesmo observado por Sterman (2001) em eqüinos atletas submetidos a prova de enduro, quando determinou a densidade mineral óssea do carpo acessório.

Outros dados relacionados à DMO com a idade foram os estudos feitos com ratos onde Fukuda e Iida (2004) observaram que a DMO é afetada por uma série de fatores como hormônios e o peso do animal. Foram avaliados o fêmur, tíbia e a primeira vértebra lombar dos animais. A DMO acompanha o ganho de peso do animal principalmente no período de crescimento, depois esta começa diminuir ainda mais após a menopausa ou ovariectomia, semelhante ao encontrados em humanos. As fêmeas do experimento tiveram um pico maior e mais cedo de DMO que os machos, principalmente nas vértebras lombares. E são nas vértebras lombares que a DMO começa a reduzir valores. Dados estes muito semelhantes aos encontrados em humanos.

Stoliker, Dunlap e Kronfeld (1976) correlacionaram, em cães, o conteúdo mineral ósseo com peso e sexo. O peso e a DMO tiveram significativa correlação quando comparados. Os animais com maior DMO eram, sem dúvida, os animais mais pesados. Na comparação entre os sexos, houve diferença significativa entre as médias dos valores de DMO entre machos e fêmeas ($>$ para machos). O mesmo foi encontrado em estudos feitos com 120 gatos, sendo 66 machos e 54 fêmeas, onde Santos (2002) determinou a DMO da extremidade distal do rádio destes animais e quando comparou a DMO com a idade, observou que os animais mais velhos apresentavam DMO maior.

Linui et al. (2004) escolheram os suínos para estudo por apresentarem características semelhantes aos humanos, como o ciclo de reprodutivo de 21 dias de fêmeas, são onívoros e de hábito diurno. Observaram uma tendência ao aumento da DMO com o passar do tempo. As fêmeas tiveram a DMO estabilizada por volta dos

20 meses e depois começou a declinar. Ficou claro neste experimento que as fêmeas possuem densidades minerais ósseas mais altas que machos durante a puberdade mas, após a puberdade observa-se o contrário, semelhante ao encontrados em humanos. Esse estudo sugeriu como fator importantíssimo no crescimento do esqueleto e da mineralização óssea, a ação dos hormônios sexuais, gonadotropinas e hormônios de crescimento. Levando em consideração que nesta raça de suíno estudada a maturidade sexual para fêmeas é de 5 meses enquanto que para machos é de 7 meses de idade, foram encontrados valores correspondentes de DMO em fases diferentes da vida do animal (IINUI et al., 2004).

Menchaca et al. (1996), estudaram a relação do tamanho da carcaça com a eficiência reprodutiva em bovinos Brahman em clima subtropical na Flórida. O objetivo principal foi caracterizar as curvas de crescimento de carcaças pequenas, médias e grandes, focalizadas no ciclo de crescimento. Objetivos adicionais foi determinar o efeito do sexo e tamanho da carcaça no padrão de crescimento e avaliar os efeitos das estações do ano. As curvas de crescimento foram diferentes para tamanho de carcaça e sexo dependendo do ciclo de vida. Os resultados puderam identificar áreas onde a eficiência reprodutiva pode ser melhorada. O efeito direto da estação do ano nas curvas de crescimento teve importância nas decisões de produção. A curva de ganho diário de bezerros antes do desmame, melhora o crescimento durante os últimos 2,6 meses, com uma pequena suplementação, principalmente as fêmeas. Durante o período que antecede o desmame, o mês do nascimento mostrou grande influência no ganho diário, demonstrando a importância do mês da estação de monta. O período de transição de aproximadamente um mês depois do desmame foi identificado como ponto estratégico de crescimento e de possíveis melhoras. Neste período, sugere que a taxa potencial de crescimento em fêmeas pode ser melhor explorado durante o período de desmame e por meio disso aumentar a eficiência reprodutiva se for economicamente viável.

Evolução de mudanças morfológicas na epífise pode ser visualizada através da radiografia, que é o método padrão para avaliação da maturidade óssea. Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) utilizaram a escala de alterações morfológicas na epífise descrita em seres humanos (OWADA; SUTOW, 1953) para avaliação radiográfica dos ossos de bovinos.

O Brasil possui o maior rebanho bovino do mundo atualmente, com 168 milhões de animais. Desta forma, a bovinocultura tem uma boa parcela de participação na balança comercial externa e na economia interna (SOARES, 1999). Por isso a importância de se evitar as perdas causadas por inúmeras enfermidades que atingem nosso rebanho, visando a precocidade e aumento da nossa produtividade.

Fick, McDowell e Houser (1976) informaram que a subnutrição é comum em animais criados em pastagens nos países subtropicais, cujas pastagens apresentam menor valor nutritivo em termos protéicos e energéticos. Por outro lado, as forragens em solos tropicais são deficientes em um certo número de macro e micro elementos minerais essenciais ao crescimento, sobrevivência, reprodução e produção animal. Tokarina, Langenegger e Langenegger (1970) confirmam o que acontece nas áreas de cerrado, onde coincidentemente, se concentra o maior contingente de rebanho bovino de corte e a ocorrência de doenças carenciais, se dá principalmente pela deficiência de fósforo.

Estudos apresentados por Nicodemo (1997) mostram que as diferentes dietas fornecidas a ovelhas jovens produzem variação nas taxas de crescimento, estas por sua vez, afetam o crescimento ósseo onde ovelhas de crescimento rápido possuem ossos maiores e mais pesados que quando comparadas com ovelhas de crescimento lento. O crescimento rápido dos ossos também tem sido relatado por Thompson, Butterfield e Perry (1985) e Perry, Thompson e Butterfield (1992) que quando as ovelhas de crescimento rápido são selecionadas no desmame, possuem alta propensão para ganho de peso quando comparada com ovelhas de crescimento lento. A redução da proporção Ca/P apresentada no trabeculado ósseo em ovelhas de crescimento rápido também suporta a idéia que o osso dessas ovelhas é menos maduro que os ossos de ovelhas de crescimento lento. A deposição inicial de mineral no osso é deficiente em cálcio (Ca), no qual os íons de bicarbonato vagarosamente recolocam íons de fosfato hidrogenado resultando em um aumento gradativo na relação Ca/P o que vem a ser mais maduro. A redução da relação Ca/P é vista em ovelhas de crescimento rápido e consiste na idéia que animais com maior crescimento ósseo possuem menor maturidade óssea (TECHNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS, 1991).

As desordens relacionadas com a desnutrição mineral podem variar de uma deficiência franca até condições brandas e transitórias, difíceis de serem diagnosticadas pela ausência de sintomas específicos. Nos estados de deficiência subclínica de fósforo, os animais normalmente exibem redução no teor de cinzas nos ossos, assim como diminuições das concentrações do elemento no tecido ósseo e no plasma sanguíneo, alterações que naturalmente se acentuam em proporção direta com o decorrer do tempo, afirma Underwood (1983). Estudos feitos por Nicodemo et al. (2003) com 60 novilhas Nelore com diagnóstico positivo de prenhez teve o objetivo de estudar o efeito da suplementação de cálcio (Ca) e fósforo (P), com ou sem energia durante a seca, sobre o metabolismo ósseo de vacas em pastejo, tendo como resultado um aumento nas concentrações de cinzas, Ca e P, em volume de osso fresco no osso com o passar do tempo. Os dados indicaram que a qualidade do osso foi pelo menos mantida ao final dos três anos do estudo, em todos os tratamentos experimentais. Não foi caracterizada perda óssea entre o início do terço final da gestação e o período inicial da lactação. Observou um aumento de Ca no osso entre a gestação e início da lactação. O fósforo no osso acusou os valores mais baixos durante o segundo ano, caracterizado por uma seca rigorosa tanto expresso nas cinzas como em volume de osso. As vacas não apresentaram sinais de deterioração da qualidade do osso. As taxas de formação e reabsorção de osso variaram com a fase do ciclo reprodutivo, mas podem ser moduladas pela dieta, menor reabsorção óssea nas fêmeas arraçadas na seca.

Em humanos, estudos comprovam que existe relação direta entre incidência de fraturas e o conteúdo mineral ósseo. A perda de cálcio dos ossos acarreta sérios comprometimentos à integridade física do indivíduo e a validade da densitometria preventiva ainda está em debate, por existir variações nos valores entre os diferentes métodos (O'CALLAGHAN, 1991).

Existem várias e diferentes medidas para se obter a DMO, entretanto são designadas para avaliar osteopenia. Frequentemente a osteopenia, perda ou ausência de substância óssea, tem sido diagnosticada pelo exame radiográfico. Observa-se uma radiolucência óssea, ou seja perda de contraste com o tecido muscular, mas para que isso ocorra é necessário uma perda de 25 a 30% do tecido ósseo para que se possa observar na radiografia, então, achados radiográficos só

são observados em casos severos. A osteopenia não pode ser distinguida em falta de osso devido a osteoporose ou devido a problemas medulares. Rarefação óssea é freqüentemente encontrada em PCM (HIMES, 1978).

Adams e Bridge (1969 apud HIMES, 1978), subjetivamente graduaram uma amostra de osso trabecular no metacarpo de radiografias de crianças com Kwashiorkor, um tipo de doença causada por desnutrição, e 17 crianças saudáveis; os ossos foram classificados em bom, regular e ruim. Usando estas categorias, houve significativamente menos osso trabecular nos metacarpos de crianças acometidas com Kwashiorkor que em crianças saudáveis. Em outro estudo com um grupo de 82 crianças desnutridas mostraram os metacarpos abaixo do normal em 62% dos casos e o osso freqüentemente tinham aparência de “cristal”. Alguns casos com áreas radiolucentes, vistas esporadicamente foram observadas em 68% das crianças e a qualidade da compactação óssea ficou abaixo da média. Em outros estudos encontrou-se radiolucência em ossos com aspectos de “cristal” foram observados em radiografias dos ossos de crianças com PCM, entretanto, encontraram somente que 10% das amostras de crianças com severa PCM tiveram rarefação óssea.

A avaliação do conteúdo mineral do esqueleto de um animal pode ser determinada pela análise das cinzas dos ossos; mas, para isto é necessário uma cirurgia ou sacrifício do animal para se obter uma amostra, portanto este não é o método de escolha, principalmente para avaliação do desenvolvimento ósseo no mesmo animal por um período de tempo (WILIANS et al., 1991).

Métodos não invasivos para análise da mineralização e densidade óssea “in vivo” têm sido desenvolvidos há 25 anos, incluindo absorção direta por fótons (CAMERON; SORENSON, 1963), análise de ativação por nêutrons (AL-HITI et al., 1976), tomografia computadorizada (REICH et al., 1976) e ultra-som (PRATT JR., 1980). Assim os métodos não invasivos que avaliam o conteúdo mineral ósseo estimado, despertam interesse e são usados, por clínicos e pesquisadores, durante a evolução seqüencial da DMO e demais critérios de avaliação óssea. Essas técnicas têm recebido considerável importância, pela evolução dos estudos da DMO em pequenos e grandes animais (WILIANS et al., 1991).

A utilização de técnicas densitométrica constitui uma importante ferramenta para melhoria das condições de estudo do esqueleto (SUNNER-SMITH; CAWLEY, 1970). É um método fácil e de baixo custo, mas requer padronizações acuradas para reduzir as variações dos valores encontrados (ANDERSON; SCHIMMINS; SMITH, 1966).

Densitometria radiográfica ou fotodensitometria óssea, expressa a quantidade de osso mineral, equivalente em densidade, em milímetros de alumínio. Densitometria radiográfica é uma técnica válida para avaliação local do osso *in vivo* e tem sido mostrada estar altamente correlacionada com as cinzas do osso e minerais ósseos (HIMES, 1978).

Mack, Shevock e Tomassetti (1947 apud HIMES, 1978) têm associado mudanças que ocorrem na densidade óssea, e outras bioquímicas e variações do crescimento de crianças desnutridas em dois diferentes regimes alimentares. Rahal et al. (2001 apud SANTOS, 2002) quando estudaram a desmineralização óssea em gatos com hiperparatireoidismo secundário nutricional induzido, pela densitometria óptica em imagem radiográfica observaram que esta técnica foi mais sensível que quando comparada com as alterações bioquímicas de fosfatase alcalina, fósforo e cálcio séricas.

Oden et al. (1998) afirmam que, com a determinação da DMO pode-se estudar as variações que o osso apresenta em animais em desenvolvimento, até identificar pacientes que apresentem alterações decorrentes de osteopenia. Wilians et al. (1991), determinaram *in vitro* o conteúdo mineral ósseo e resistência óssea no terceiro metacarpiano de 14 novilhas Angus, alimentadas com dietas diferentes em relação ao nível de fósforo e notaram que tais métodos, os não invasivos, foram sensíveis em prognosticar o conteúdo mineral ósseo e a perda da resistência óssea. Os animais com diminuição da resistência óssea são os animais alimentados com dietas com baixos níveis de fósforo e são evidenciados por possuírem baixa mineralização do material osteóide do III metacarpo, em baixa percentagem das cinzas. Esta correlação de DMO e resistência dos ossos foi previamente observada nos estudos de Wilians et al. (1991).

Segundo Omnell (1957), o raio-X é absorvido pelo alumínio assim como o

mineral ósseo por isso os resultados podem ser expressos em mm de alumínio ou DMO. Lachman (1955) afirma que com técnicas radiográficas convencionais, uma perda mínima de 30% da matriz óssea pode ser detectada pela radiografia e segundo Cohn (1981) existe uma margem de erro estimada de 6% para a análise dos pesos das cinzas dos ossos.

Meakin et al. (1981) utilizaram a técnica de fotometria radiográfica em 17 membros de eqüinos de várias raças, machos e fêmeas, com variados estágios nutricionais. Foi radiografado o III metacarpeano em projeção crânio-caudal a uma distância focal de 91,5 cm de distância do filme, utilizando uma técnica radiográfica de 97kV, 30 mA e 0,067s. Foi utilizado um aparelho de raio-X, filmes, chassís e intensificador de imagens convencionais. Os filmes foram processados manualmente. Ao chassi foi adaptado uma escala de alumínio, com degraus variando de 3 e 3 mm de espessura. Foram feitas 8 radiografias de cada membro. As leituras das radiografias “escaneadas” foram feitas em três regiões do corte selecionado: na extremidade lateral e medial da cortical e na medular. Os pesquisadores comentam que a técnica apresentada pode ser utilizada no estudo do desenvolvimento ósseo e no estudo de doenças relacionadas ao tecido ósseo, como a osteopenia.

Foi realizado um experimento que visou a utilização da densitometria radiográfica e concluíram que a técnica foi eficaz para detecção de pequenas diferenças no conteúdo mineral ósseo (TIEDMAN et al., 1990).

Trabalhos feitos com mãos de cadáveres humanos, concluíram que a técnica de absorciometria radiográfica, apresentava excelente precisão para DMO (YANG et al., 1994).

Em equinos, Vulcano et al. (1997), concluiu que a técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica para avaliação do carpo ulnar em eqüinos da raça Quarto de Milha, foi de baixo custo, sensível, e de possível reprodutibilidade.

Considerando que se encontra escassa literatura com relação ao desenvolvimento metabólico ósseo em bovinos da raça Nelore, objetiva-se com o estabelecimento de padrões radiográfico e densitométrico, sua utilização no

diagnóstico preventivo de doenças metabólicas ósseas que acometem animais em desenvolvimento. Possibilitando, talvez, por meio de uma avaliação radiográfica a indicação de um animal mais precoce dentro de um determinado grupo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL

O projeto foi realizado com animais da Fazenda Modelo da EMBRAPA de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul.

A determinação da DMO foi realizada no setor de Radiologia do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UNESP-Botucatu.

3.2 ANIMAIS

Foram utilizados bovinos da raça Nelore. Machos e fêmeas, avaliados mensalmente, por radiografias, peso e altura de cernelha. O experimento foi iniciado com 29 animais, havendo descartes ao longo do tempo, mas buscando manter o mínimo 10 machos e 10 fêmeas, acompanhados desde o nascimento até completarem 24 meses de idade. Foram criados neste período, em sistema extensivo, provenientes no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-CNPCG).

3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.3.1 Condições de manejo

Os animais foram acompanhados do nascimento até atingirem 24 meses de idade. Foram criados em sistema extensivo, com *Brachiaria brizantta* em pastos de 100hc, água à vontade e suplementação mineral durante todo o período, vacinas e

vermífugos (TABELA 1). Controle sanitário e parasitário rigoroso. Este piquete foi utilizado do nascimento até o final dos estudos. Aos sete meses de idade foi feito o desmame com a retirada das matrizes. Foi conferido mensalmente a altura de cernelha bem como o peso de cada animal.

TABELA 1 - Vacinas e vermífugos ano de 2002

Item	Meses			
	Fev.	Maio	Ago.	Nov.
Vermífugos	1ª dose	2ª dose desmama	Reforço	Reforço
Vacinas	Aftosa	Raiva		Aftosa
	Clostridiose			Clostridiose
	Brucelose (fêmeas)			Brucelose (fêmeas)

3.3.2 Obtenção das radiografias

Foi radiografada a articulação metacarpofalangeana esquerda de cada animal, mensalmente por 24 meses consecutivos, nas projeções dorsopalmar, e látero-medial. Utilizou-se um aparelho radiográfico portátil¹, calibrado para técnica de 70 Kv, variando, apenas a miliamperagem por segundo (mAs), de acordo com a espessura do membro. Foi fixada uma distância foco filme de 70 cm. Os chassis metálicos 24 X 30 cm estavam equipados com écrans², intensificadores de imagens e filmes radiográficos. Para o processo de revelação e fixação foi utilizada processadora automática padrão³.

¹ FNX JOCKEY 90 – Distribuidora de Equipamentos Médicos – RJ.

² KODAK Brasileira Comércio e Indústria Ltda.

³ Macrotec – Comércio e Indústria de Equipamentos Ltda.

Determinação dos padrões de crescimento ósseo

O grau de maturação óssea foi avaliado utilizando-se a escala de mudanças morfológicas da epífise dos ossos longos, em escala de zero (epífise ausente) a 10 (fechamento completo do disco epifisário), sugerida por Oishi, Hamada e Sakamoto (1996). Foi mensurada a altura de cernelha, de cada animal, a cada tomada de radiografias bem como seu peso.

Determinação da Densidade Mineral Óssea

Foram realizadas radiografias na projeção dorsopalmar do III metacarpiano esquerdo. Paralelamente, e distante 5 cm da região radiografada, foi colocada na região central do porta chassi, que é feito de madeira compensada com 3 mm de altura, o penetrômetro, uma escala de alumínio utilizada como referencial densitométrico, constituída de 25 degraus, o primeiro degrau com 1 mm de espessura, variando a seguir de 1 em 1 mm até o vigésimo quinto degrau, tendo cada um uma área de 5 X 15 mm.

Para as leituras densitométricas das imagens radiografadas, foi utilizado um scanner Umax – modelo Powerbook III equipado com adaptador de transparência para a digitalização das imagens radiográficas. As imagens foram armazenadas em microcomputador usando-se o programa HP Deskcan.

Foi utilizado um programa computacional (*software*) (LOUZADA, 1994) para a determinação e análises da densidade óptica das imagens digitalizadas da extremidade distal do III osso metacarpeano esquerdo e do penetrômetro que proporcionou a padronização da DMO em milímetros de alumínio. Foram realizadas três leituras consecutivas, da região, de cada animal, para obtenção de um valor médio de DMO.

Índice de puberdade

Foram realizados exames andrológicos no machos a partir dos 18 meses de idade até os 24 meses com a finalidade de avaliar a puberdade destes animais. As colheitas foram feitas mensalmente e foram avaliadas a motilidade, quantidade e a viabilidade dos espermatozóides colhidos de cada animal.

3.4 ESTATÍSTICA

Foram utilizados dados de altura, peso, grau de ossificação das epífises de metacarpos e falange proximal esquerda e de densidade óssea de bovinos Nelore tomadas ao longo dos dois primeiros anos de vida.

A estacionalidade da produção de forragem que, por sua vez, interfere no desenvolvimento dos animais, causa uma irregularidade no padrão de crescimento dos animais. Em função disso, foram estabelecidos fatores de correção para o momento de colheita com base na média de quadrados mínimos para colheita, em um modelo com os efeitos de sexo, colheita animal dentro de sexo e idade, linear e quadrático, utilizando o procedimento GLM do SAS (citação). Devido às dificuldades em separar os efeitos de colheita e de idade, foram retiradas as tendências linear e quadrática das médias de colheita para definir os fatores de correção.

Os dados foram ajustados pelos fatores de correção e, para cada animal, foi ajustada uma curva quadrática com polinômios ortogonalizados, obtendo os coeficientes B0, a constante que corresponde ao valor médio, B1, o coeficiente linear que corresponde à taxa de mudança, e B2, o coeficiente quadrático ligado desaceleração do crescimento. Após o ajuste de curvas por animal foi feita a correlação entre os coeficientes de regressão para as diversas características e idade à puberdade.

A análise foi executada no programa SAS (SAS..., 1999), utilizando o procedimento CORR, obtendo as correlações para cada um dos sexos, bem como o nível de significância observado para o teste de t avaliando se tais correlações são estatisticamente diferentes de zero.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste experimento foram obtidos valores de fechamento epifisário grau 10, segundo a tabela, Oishi, Hamada e Sakamoto (1996), para falange proximal. Alguns animais tiveram fechamento completo do disco epifisário a partir de 15 meses de idade ou seja, por volta dos 452 dias de idade. Fato este já previsto por Lawrence e Fowler (1997) (1997) que afirmaram a existência de uma forte tendência das extremidades completarem seu ciclo de desenvolvimento primeiro. Foram observadas estas tendências neste experimento onde a falange proximal completou seu fechamento epifisário meses antes do metacarpo. Dados estes que contradizem as afirmações de Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) quando dizem que o fechamento do disco epifisário do metacarpo foi completado aos 19-20 meses de idade. Essas diferenças podem estar relacionadas às diversas raças encontradas em bovinos. O resultado do grau de ossificação avaliado mensalmente em cada uma das epífises pode ser dividido em seis graus no metacarpo distal e sete graus na falange proximal (FIGURAS 1-3).

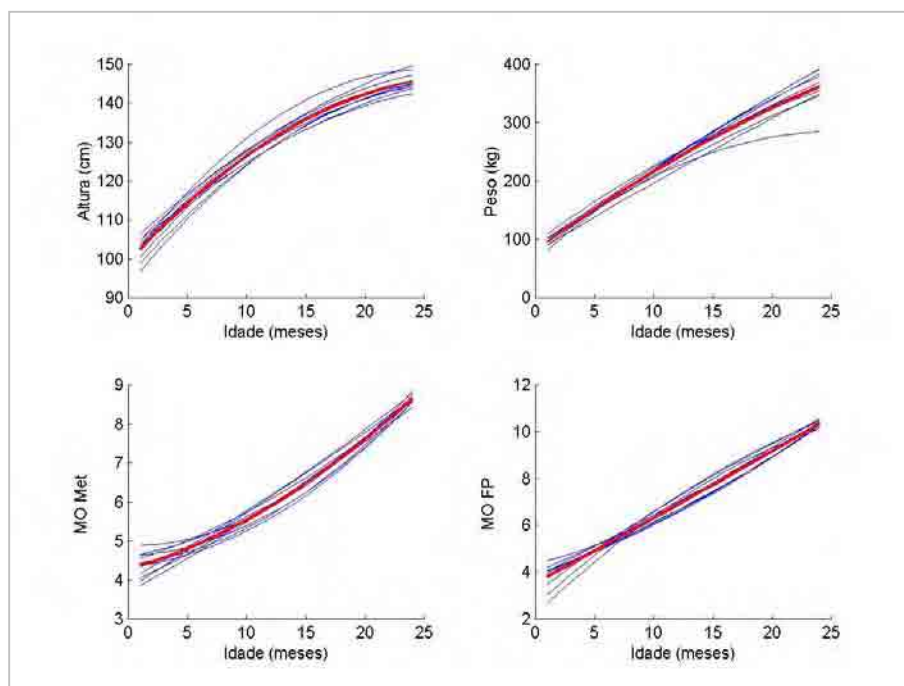


FIGURA 1 - Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses em machos. Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.

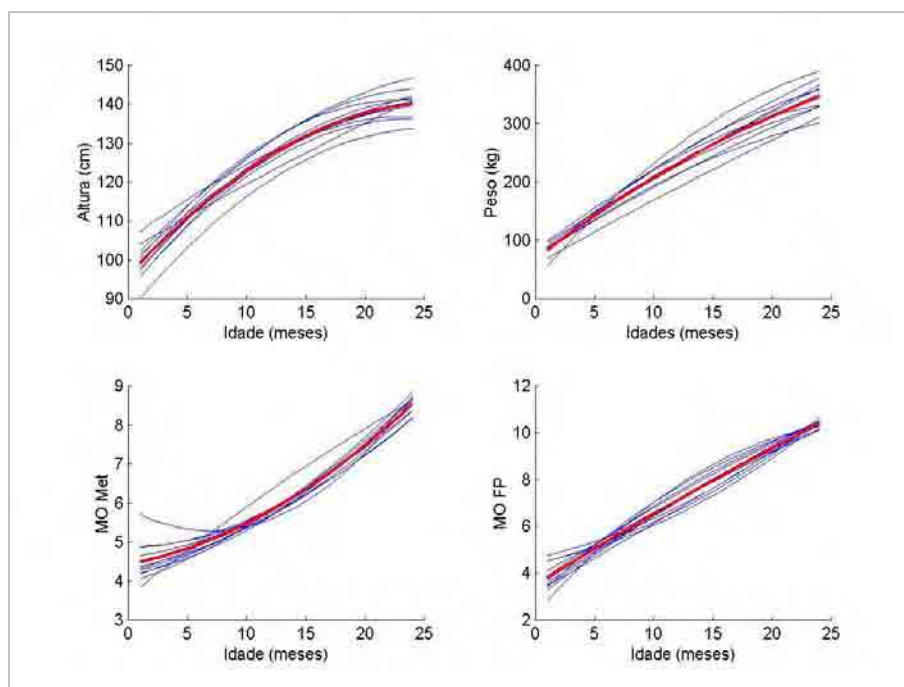


FIGURA 2 - Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses em fêmeas Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.

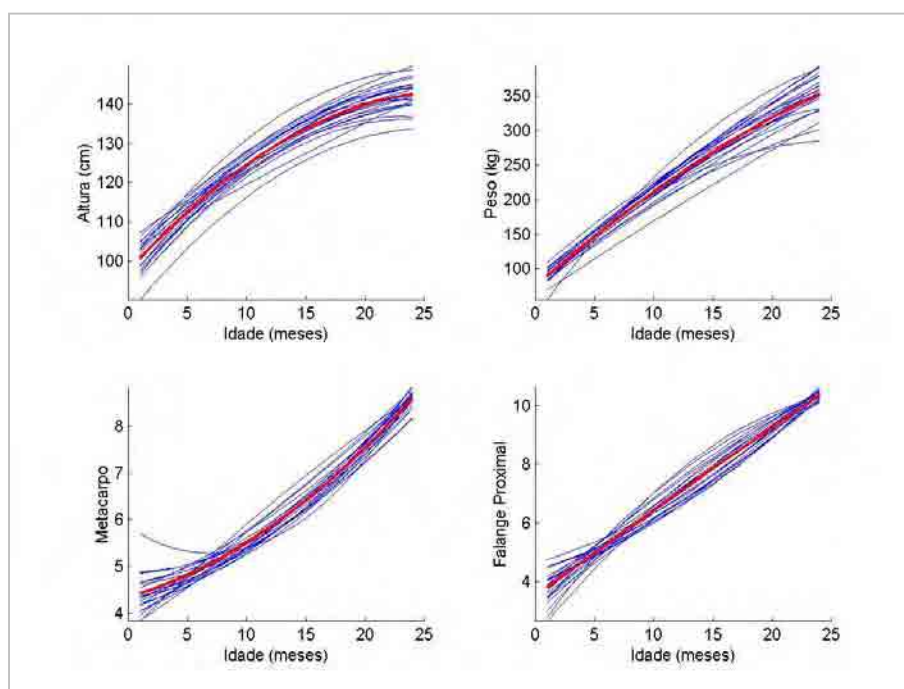


FIGURA 3 - Evolução de altura (cm), peso vivo (kg) e maturidade óssea (idade em meses) do metacarpo distal (Met) e falange proximal (fp) de zero a 24 meses, em machos e fêmeas Nelore em pastejo em Campo Grande-MS.

Não foi observado fechamento completo do disco epifisário do metacarpo distal durante o período estudado em qualquer um dos animais experimentais. O mesmo foi observado por Fretz, Cymbaluk e Pharr (1984), quando determinou a idade radiográfica do fechamento epifisário, e notou que existe uma tendência dos ossos distais completarem seu ciclo de desenvolvimento mais cedo que os proximais, o rádio, por exemplo, ainda continuava em desenvolvimento com 60 semanas de idade enquanto que os ossos do metacarpo, metatarsos e falanges proximais tiveram um pico de crescimento nas primeiras 10 semanas e fecharam seu ciclo mais cedo.

Neste estudo foi observado que o grau de maturidade do metacarpo distal e da falange proximal foi influenciado pela colheita, ou seja, enquanto os meses se passavam as metáfises destes ossos tornavam-se mais calcificadas. O grau de maturidade óssea não foi influenciado pelo sexo, o que significa que não houve predileção do crescimento ósseo por sexo. O mesmo encontrado nos estudos de Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) que não observaram diferenças de maturidade

ósseas entre machos e fêmeas bovinos (Japanese Black), avaliados do nascimento aos 37 meses de idade. Outros estudos concluídos por Jonnes, Price e Berg (1978) observaram que novilhas, novilhos e touros aparentemente seguem padrões de crescimento ósseo relativo semelhantes e que diferenças no peso de ossos individuais, quando ajustados para o mesmo peso total, eram pequenas e provavelmente refletiam diferenças no estágio de maturidade. Embora Ho et al. (1989) afirmem que os ossos das fêmeas podem apresentar fechamento do disco epifisário mais cedo que os dos machos, devido a produção de hormônios gonadais, neste experimento, esta tendência não foi observada discordamos então dos pesquisadores acima citados por outro lado concordando com os resultados encontrados nos trabalhos de Oishi, Hamada e Sakamoto (1996) e Jonnes, Price e Berg (1978).

O fechamento da placa epifisária ocorre primeiramente em ossos localizados mais distalmente. O fechamento deste por sua vez está intimamente relacionado com a maturidade óssea. A verificação de uma maturidade óssea precoce reflete ganho de peso mais precoce e conseqüente acabamento de gordura. Portanto, é possível através da avaliação radiográfica apontar um animal mais precoce dentro de um determinado grupo.

A análise de variância acusou variação individual dentro dos grupos de machos e de fêmeas, tanto na taxa de maturação, quanto no ponto de alteração da taxa de maturação do metacarpo e da falange. Optou-se por analisar o parâmetro “Colheita”, de modo a reduzir o erro “Colheita” que contém efeitos de idade e de variações ambientais associados, razão pela qual há prejuízo na significância do efeito do componente idade.

Em análises gerais notou-se uma diferença de altura entre animais do mesmo sexo. Isto provavelmente indica uma predisposição individual de acordo com sua carga genética e aponta um animal mais precoce dentro de um determinado grupo. Observou-se ainda que, os machos em geral, são os animais mais altos e que existem animais tanto machos quanto fêmeas que superam as médias gerais (124,5cm nas fêmeas e 128,6 cm nos machos).

Em relação às análises estatísticas, foi observado um efeito quadrático da

idade, sobre a altura indicando que os animais estavam parando de crescer. Aos 24 meses de idade já existe forte declínio do crescimento em altura, embora as placas epifisárias do metacarpo distal continuem abertas, ou seja, mesmo que o crescimento em altura esteja cessando não se observa maturidade óssea em metacarpo distal nesta idade. A taxa de crescimento pós-natal é determinada por fatores genéticos, nutricionais e hormonais. Sob condições ideais, a taxa de crescimento tende a ser relativamente constante até o animal atingir cerca de metade do peso adulto. A taxa de crescimento e o desenvolvimento relativo dos tecidos podem ser modificados por alterações na dieta, raça, sexo do animal e condições ambientais. As diferenças relativas no crescimento dos órgãos e tecidos continuam na vida pós-natal. Dos principais componentes do corpo, a ordem de maturação é: osso, músculo e gordura, esta última de maturação tardia (BLACK, 1983). Assim é fácil entender neste experimento, porque aos 24 meses de idade já existe declínio do crescimento em altura embora o crescimento epifisário se mostre contínuo.

A medida que o tempo de colheita aumenta, o peso vivo também aumenta, estatisticamente quer dizer que houve efeito da colheita, sexo e idade sobre o peso. As fêmeas estavam em média mais leves que os machos no mesmo tempo de colheita. Houve também variação individual dentro dos grupos de machos e fêmeas quanto ao peso. A relação de idade e peso foi linear (efeito quadrático $p > 0,05$) indicando que os animais não haviam ainda reduzido o ganho de peso ao final de 24 meses. A taxa de ganho de peso variou com o sexo, os machos ganharam mais peso que as fêmeas, e dentro dos grupos de macho e de fêmea houve variação individual tanto na taxa como no momento de alteração na taxa de ganho de peso. Isto é, alguns animais tiveram taxa de ganho de peso e peso vivo maior do que outros animais de um mesmo sexo.

Para cada combinação de variáveis são apresentados o coeficiente de correlação, o nível de significância observado e o número de dados envolvidos no cálculo para as fêmeas, como apresentados na Tabela 2 e Tabela 7.

TABELA 2 - Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos de altura (cm), peso vivo (kg), maturidade do metacarpo distal e da falange proximal (segundo a escala de 0 a 10 sugerida por Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) e DMO (mmAl) do metacarpo de fêmeas Nelore sem o efeito “colheita”

Variáveis	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Altura (cm)	125,90	3,00	119,10	130,10
Peso vivo (kg)	235,90	17,26	200,40	262,40
Maturidade do metacarpo (idade em meses)	6,20	0,10	6,00	6,40
Maturidade da falange proximal (idade em meses)	7,30	0,19	7,00	7,60
DMO (mmAl)	11,80	0,32	11,30	12,30

Com relação às fêmeas deste experimento, foi observada uma correlação positiva entre os B0 (média) de peso e altura, indicando que os animais mais altos foram os mais pesados. Correlação significativa também entre o b0 de peso e o b1 (linear) de peso, mostrando que as fêmeas que tiveram peso médio maior no experimento, foram as que apresentaram maior ganho de peso, o que era esperado, naturalmente.

Uma das questões que se pretendia avaliar neste projeto, era se existiria uma maneira de separar indivíduos mais precoces por meio da avaliação radiográfica da maturidade óssea. Postulou-se que os animais que atingissem o fechamento do disco epifisário mais cedo, provavelmente exibiriam maturidade sexual e de acabamento de carcaça mais cedo também, já que existe um gradiente de maturação dos tecidos, onde maturidade óssea, muscular e do tecido adiposo se sucedem. Dessa forma, a observação de que as fêmeas que apresentaram nível de maturidade óssea mais elevada começaram a reduzir a velocidade de ganho de peso mais cedo indicaria que essa fêmea é, de um modo geral, mais precoce. Confirmado o que se esperava pelas análises estatísticas deste projeto que mostra correlação negativa entre o b0 de falange proximal (FP) e o b2 (quadrático) de peso.

Neste estudo os animais com maiores níveis de DMO foram os de maiores alturas médias, em outras palavras, houve correlação positiva de fêmeas entre os b0 de densidade óssea e altura. As fêmeas já haviam alcançado a altura máxima aos

20 meses de idade, indicada pela curva quadrática para altura (figura 2), o que indica que a taxa de crescimento ósseo já havia se reduzido, talvez seja porque esses animais tenham parado de crescer mais cedo, permitindo assim a melhor mineralização do osso como o trabalho realizado por Nicodemo et al. (2003) mostrou, que a maior taxa de crescimento ósseo está associada a redução da mineralização, conseqüentemente, com a menor taxa de crescimento ósseo, há melhor possibilidade de mineralização dos ossos. Em sistemas de produção onde a parte final da gestação coincide com a seca, é possível que o fornecimento de uma dieta adequada durante o período de chuvas possa maximizar a reposição do osso perdido, de modo que as reservas estejam recompostas até a fase de alta demanda no próximo ciclo reprodutivo. A caracterização do perfil metabólico do osso, com o auxílio de marcadores e biópsias, pode contribuir para o delineamento de estratégias eficientes de suplementação de fósforo para vacas de cria. Observaram então, um aumento na concentração de cinzas, Ca e P, em volume de osso fresco, no osso com o tempo. O terceiro ano apresentou valores mais altos para cinzas, Ca e P nas cinzas e P por volume. Resultado semelhante ao do peso, mas que não foi tão evidente ($p = 0,0997$). A taxa de crescimento ósseo é proporcional à taxa de ganho de peso, pelo menos em algumas espécies. Os dados do presente estudo mostraram que a taxa de ganho de peso ainda não havia se reduzido ao final do período experimental. É possível então que a menor correlação entre DMO e peso vivo se deva a essa condição.

Houve ainda, correlação negativa entre b1 de densidade e b2 de peso. As fêmeas que apresentaram maiores taxas de aumento da densidade óssea foram aquelas que começaram a reduzir a taxa de ganho mais cedo. Resultado semelhante ao do peso, mas menos evidente ($p = 0,0699$). Novamente verificamos indicação de que à medida que se reduz a taxa de ganho de peso, ocorre aproximação do peso adulto, há também condições mais adequadas para a deposição de minerais no osso. Um trabalho com ovinos em crescimento mostrou que a taxa de ganho de peso mais alta estava condicionada a uma menor maturidade do osso, que era também menos mineralizado (TECHNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS, 1991). Há indicações também do aumento da concentração de minerais no osso à medida que o tempo passa (NICODEMO et al., 2003).

O projeto indicou que as fêmeas que apresentaram o fechamento epifisário do metacarpo mais cedo chegaram também ao final da curva de crescimento mais cedo ou, estatisticamente falando, existiu correlação negativa entre o b1 e b2 para maturidade óssea avaliada no metacarpo distal.

Avaliando a maturidade do metacarpo distal e falange proximal, nota-se correlação positiva entre o b1 de maturidade. A medida que a falange proximal tende ao fechamento epifisário o metacarpo distal acompanha esta tendência mas de forma mais lenta. A associação entre os crescimentos desses dois ossos é esperada e registrada na literatura. Existe uma forte tendência das extremidades completarem seu ciclo de desenvolvimento primeiro. Nos membros, a seqüência de maturação foi descrita no carneiro como sendo: metacarpo e metatarso, radio-ulna e tibia fíbula, úmero e fêmur, e finalmente, escápula e pélvis (LAWRENCE; FOWLER, 1997). Da mesma forma, em bovinos, o fechamento do disco epifisário foi completado seqüencialmente (determinação radiográfica) pela falange proximal (12-14 meses de idade), metacarpo distal (19-20 meses), calcâneo (27 meses), rádio distal (28-30 meses) e ulna distal (35-37 meses) (OISHI; HAMADA; SAKAMOTO, 1996).

Os animais que tiveram o fechamento epifisário mais tardio, tiveram uma taxa maior de DMO e continuam aumentando a densidade óssea por mais tempo, indicada pela correlação positiva do B2 da maturidade pelo metacarpo com b1 e b2 da densidade. Considerando que os animais que apresentaram redução no processo de maturidade óssea mais tardios serão provavelmente os mais altos, esses animais por indicarem uma maior taxa de aumento de densidade por mais tempo, provavelmente tenderão a apresentar maior DMO quando adultos, como afirmam Nicodemo et al. (2003), que existe uma tendência do osso a se tornar mais mineralizado com o passar do tempo

O experimento nos mostrou uma correlação negativa entre b0 e b2 para a FP, significando que os animais com maior maturidade óssea média são os que atingem a maturação mais cedo. Deve-se considerar que os dados deste estudo são relativos apenas aos primeiros 24 meses de vida. Esta seria uma época de transição, em que os animais começam a atingir a maturidade óssea. No parágrafo anterior foi visto que os animais que demoram mais tempo para atingir a maturidade óssea continuam aumentando a densidade por mais tempo. Seria então possível, que, com

o passar do tempo, esses animais menos precoces alcançassem valores de densidade óssea superiores aos dos animais mais precoces.

Animais com maior taxa de maturação atingem a maturidade mais cedo, naturalmente esperada.

Animais que possuíram maiores taxas de aumento da densidade óssea são aqueles que continuam aumentando a densidade por mais tempo, como foi mencionado em parágrafos anteriores, ou seja, foi observada correlação positiva entre b1 e b2 para densidade.

O número de observações, os valores médios, os desvios-padrões, e os dados mínimos e máximos encontrados para os machos estão demonstrados na Tabela 3 e Tabela 8.

TABELA 3 - Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos de altura (cm), peso vivo (kg), maturidade do metacarpo distal (Met) e da falange proximal (FP) (segundo a escala de 0 a 10 sugerida por Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) e DMO (mmAl) do metacarpo de machos Nelore em Campo Grande-MS

Variáveis	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Idade a puberdade (meses)	16,80	2,20	15,00	22,50
Altura (cm)	130,00	2,00	127,60	133,70
Peso vivo (kg)	246,70	13,00	220,00	260,00
Maturidade do metacarpo (escala de 0-10)	6,20	0,13	6,00	6,47
Maturidade da falange proximal (escala 0-10)	7,20	0,14	7,00	7,40
DMO (mmAl)	12,70	0,60	11,90	13,50

Os machos avaliados neste experimento obtiveram uma correlação negativa entre Idade à puberdade e b0 de maturidade óssea, ou seja, machos com uma maturidade óssea mais elevada atingem a puberdade mais cedo. Dados observados semelhante para as fêmeas; considerando, é claro, que os esteróides antagonizam o hormônio do crescimento. O hormônio de crescimento estimula primeiramente o crescimento de cartilagem. Em humanos existe uma alta concentração de hormônio

de crescimento ao nascimento, mas, após o primeiro ano de vida estes níveis diminuem cada vez mais até a fase adulta. O estrógeno estimula a produção óssea endosteal (STEWART, 1975).

Os animais que tiveram maior peso médio durante esses 24 meses de vida , são os que tiveram maior taxa de ganho de peso e que demoraram mais para reduzir a taxa de ganho de peso. A combinação de taxa de ganho de peso e maior tempo de ganho de peso, resulta em maior média de peso, além de apresentarem maior taxa de maturidade óssea, provavelmente esses são os animais mais precoces, e devem atingir a conformação de acabamento de carcaça mais rapidamente.

Como se esperava, durante o experimento foi comprovado que animais que demoram em concluir a maturidade óssea são obviamente os mais altos, estatisticamente representado pela correlação positiva entre o b1 de altura e o b2 da maturidade óssea do metacarpo.

Ao final do experimento observa-se que os animais mais pesados foram os que possuíram a maior maturidade óssea média, maior densidade óssea média e os que começam a estabilizar a DMO mais cedo, provavelmente devem ser os animais mais precoces. Este foi o principal objetivo deste trabalho, comprovar se pode ser usada uma avaliação de maturidade óssea como indicador de precocidade. Fica evidente com estes dados a possibilidade desta avaliação. Dados analisados por Fukuda e Iida (2004), mostram uma estreita correlação de idade e relacionada com a DMO em ratos. A maior DMO encontrada em ratos foi aos 12 meses de idade e enquanto o tempo foi aumentando a DMO foi diminuindo. Então, animais que chegam neste pico de DMO mais cedo, são os que chegam à maturidade óssea mais precocemente, dados estes similares aos encontrados em humanos, onde a DMO diminui em homens com o aumento da idade o que é acompanhado pela diminuição dos hormônios sexual, observado também em mulheres pós-menopausa. Outros estudos com suínos, Lin et al. (2004) mostram estas mesmas tendências, onde a DMO relacionada à puberdade é similar à encontrada em humanos, onde avaliou-se DMO da quarta vértebra lombar de suínos e constataram que durante a puberdade estes dados são maiores, ou seja, atingem um pico, depois vão estabilizando e depois diminuem. Mostram as diferenças entre as raças e entre os

sexos concordando com os achados em seres humanos, achados estes, intimamente relacionados com os hormônios de crescimento. Sendo assim, os animais que demoram mais para reduzir as taxas de ganho de peso, ou seja, demoram mais pra atingir o peso final, são aqueles em que as taxas de acréscimo da DMO começam a cair mais cedo, ou seja, são aqueles que a DMO começa a diminuir mais precocemente, os animais mais precoces. Foi observado estas mesmas tendências nos animais desta pesquisa, com maior maturidade óssea média foram certamente, aqueles que obtiveram valores mais altos para densidade óssea média. O mesmo foi observado para as fêmeas.

Este estudo mostrou que os animais que tiveram maturidade óssea do metacarpo mais cedo apresentam também um fechamento epifisário de falange proximal mais precoce. Esses são os animais que provavelmente atingirão a maturidade do metacarpo mais cedo. A falange proximal já completou seu crescimento, e existe uma associação conhecida, já mencionada, entre o crescimento dos diversos ossos longos.

Sendo assim os animais que apresentam maior taxa de maturidade atingem a maturidade mais cedo, obviamente o já esperado.

Neste período, os primeiros 24 meses de vida, é possível determinar, por meio da densitometria óptica em imagem radiográfica, o animal com maior DMO que segundo nosso experimento será o animal mais alto, sendo capaz então de escolher aptidões genéticas para uma determinada função. Nesta fase de vida os animais mais precoces possuem uma DMO mais baixa, por possuírem uma alta velocidade de crescimento ósseo, não tendo tempo suficiente para mineralização óssea adequada. Estes animais ainda não tinham parado de ganhar peso ao final deste experimento. É possível que não tenhamos observado a maior DMO nos animais com fechamento epifisário precoce. Eles ainda não tinham acabado de ganhar o peso final. Entretanto, nesta fase de vida, se acompanhado com o fechamento epifisário e ganho de peso, a menor DMO indica o animal mais precoce.

Os valores médios de DMO de animais criados em sistema extensivo, nos primeiros 24 meses de idade para machos são de 12,75 mm/Al sendo que o mínimo encontrado para este sexo foi de 11,90 mm/Al o máximo de 13,15 mm/Al. Para as

fêmeas os valores médios, mínimos e máximos respectivamente são 11,80 mmAl, 11,30 mmAl e 12,30 mm/Al.

Foi possível a padronização dos valores de densidade mineral óssea nos 24 primeiros meses de vida de bovinos nelores machos e fêmeas criados em sistema extensivo de produção, apresentados na Tabela 5 e Tabela 9.

Para cada mês do ano foi dado um número que seguiu em seqüência a medida que o tempo foi passando, representados na Tabela 6.

Nos meses de seca, colheitas 7,8 e o mesmo observado no ano seguinte, 16,17, tivemos uma queda na DMO que subiu conforme a ocorrência das chuvas, ficando claro a necessidade do animal em receber suplementação mineral, principalmente durante a seca.

Os valores médios de DMO foram relativamente baixos, 12,25 mmAl, quando comparados com dados de Scudeller (2004), que avaliou a DMO de animais acometidas por doenças podais, com presença de reabsorção óssea onde obteve 12,45 mmAl em média de DMO. Provavelmente estes animais refletem condições de manejo e carências minerais ainda subclínicas. Os machos deste experimento tiveram uma DMO média maior que observado nas fêmeas, é possível que isto se deva ao fato de que lhes foi oferecido uma pequena suplementação mineral na época da seca. Estes dados estão apresentados na Tabela 4. Os baixos índices de DMO ainda podem ser consequência da drástica seca que enfrentaram neste período do experimento, dados estes que condizem com os resultados encontrados por Nicodemo et al. (2003) e Scudeller (2004).

TABELA 4 - Valores médio de DMO de machos e fêmeas nos primeiros 24 meses de vida, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS

Número de animais	Sexo	Desvio padrão	DMO média	DMO mínima	DMO máxima
12	Fêmea	0,32	11,89	11,31	12,33
10	Macho	0,56	12,77	11,90	13,57

TABELA 5 - Valores médios, mínimos e máximos encontrados nos primeiros 24 meses de vida de bovinos nelore machos e fêmeas, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS

Colheita	DMO média (mgAl)	Desvio padrão	DMO mínima (mgAl)	DMO máxima (mgAl)
1	8,95	0,11	8,75	9,22
2	9,30	0,42	8,87	10,33
3	9,50	0,47	8,90	10,45
4	10,76	0,78	9,67	11,89
5	11,44	0,89	10,11	12,89
6	12,24	0,89	10,89	13,83
7	10,81	0,93	9,33	12,22
8	10,34	0,93	9,21	12,33
9	10,40	1,01	9,11	12,77
10	12,58	1,14	10,89	14,87
11	13,48	1,35	11,33	15,30
12	13,67	1,23	11,87	15,22
13	14,29	0,83	12,33	15,88
14	14,28	0,66	12,00	15,77
15	12,46	0,98	10,36	14,01
16	12,57	0,91	10,89	14,22
17	13,13	0,79	11,77	14,33
18	13,87	0,63	12,00	14,89
19	15,04	0,80	13,56	16,01
20	15,47	0,89	13,77	16,87

TABELA 6 - Relação dos meses do ano com o número da colheita

Colheita	Meses do ano
1	dezembro de 2001 a janeiro de 2002
2	fevereiro de 2002
3	março de 2002
4	abril e maio de 2002
5	final maio de 2002
6	julho de 2002
7	início de agosto de 2002
8	final agosto de 2002
9	setembro de 2002
10	novembro de 2002
11	janeiro de 2003
12	fevereiro de 2003
13	março de 2003
14	maio de 2003
15	final de maio de 2003
16	junho de 2003
17	agosto de 2003
18	setembro de 2003
19	novembro de 2003
20	dezembro de 2003

5 CONCLUSÕES

Este trabalho, nas condições em que foi realizado, permitiu concluir que:

O fechamento da placa epifisária ocorre primeiramente nos ossos localizados mais distalmente, ou seja no falange proximal em relação ao III metacarpo.

O fechamento epifisário está intimamente relacionado à maturidade óssea que por sua vez reflete o ganho de peso e acabamento de gordura.

O exame radiográfico que determina a DMO permite determinar a maturidade óssea e sexual do animal.

A DMO é inversamente proporcional à maturidade sexual do animal e diretamente proporcional a altura.

A DMO aumentou com a idade do animal, tanto nos macho quanto nas fêmeas, durante os primeiros 24 meses de vida a não ser nos meses de seca quando a mesma diminui.

REFERÊNCIAS

- AL-HITI, J. et al. Spinal calcium: Its in vivo mensurement in man. **Int. J. Appl. Radiat. Isot.**, v. 27, p. 27-97, 1976.
- ANDERSON, J. B.; SCHIMMINS, J.; SMITH, D. A. A new techniqe for the measurements of metacarpal density. **Br. J. Radiol.**, v. 39, p. 443-450, 1966.
- BARON, R. Anatomy and ultastructure of bone. In: FAVUS, M. J. **Primer on metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. Kelseyville: American Society for Bone and Mineral Research, 1990. p. 3-7.
- BERG, R. T.; ANDERSEN, B. B.; LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 4. Genetic influence on patterns of bone growth and distribution in young bulls. **Anim. Prod.**, n. 27, p. 71-77, 1978.
- BLACK, J. L. Growth and development of lambs. In: HARESIGN, W. (Ed.). **Sheep production**. London: Butterworths, 1983. p. 21-58.
- CAMERON, J. R. ; SORENSON, J. Memsurements of bone mineral in vivo: an improved method. **Science**, v. 32, p. 142-230, 1963.
- CANALIS, E. **Regulation of bone remodeling**. Kelseyville: American Society for Bone and Mineral Research, 1990.
- CENTRELLA, M.; CANALIS, E. Local regulators of skeletal growth: a perspective. **Endocr. Rev.**, v. 6, p. 544-551, 1985.
- COHN, S. H. **Non-Invasive mensuremnts of bone mass and their clinical aplication**. Boca Raton: CRC Press, 1981.
- DELLMAN, H.; BROWM, M. E. Tecidos conjuntivos e de sustentação. In: _____. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982. cap. 3, p. 37-64.
- FICK, K. R.; McDOWELL, L. R.; HOUSER, R. H. Atual situação da pesquisa de minerais na América Latina. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1., 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1976. p. 261-297.
- FIELD, R. A. et al. Bone ossification and carcass characteristics of wethers given silastic implants containing estradiol. **J. Anim. Sci.**, n. 98, p. 3.663-3.668, 1990.

- FIELD, R.; McCORMICK, R.; BALASUBRAMANIAN, V. Growth, carcasses and tenderness characteristics of virgin, spayed and single-calf heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 74, n. 9, p. 2.178-2.186, 1996.
- FRETZ, B. P.; CYMBALUK, F. N.; PHARR, W. J. Quantitative analysis of long-bone growth in the horses. **Am. J. Vet. Res.**, v. 45, n. 8, p. 1.602-1.609, 1984.
- FUKUDA, S.; IIDA, H. Age-related changes in bone mineral density, cross-sectional area and the straight of long bones in the hind limbs and first lumbar vertebrae in female wistar rats. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 66, n. 7, p. 755-760, 2004.
- HAINES, R. W. The histology of epiphyseal union in mammals. **J. Anat.**, v. 120, v. 1, p. 1-25, 1975.
- HIMES, J. H. Bone growth and development in protein-calorie malnutrition. **Wildl. Rev. Nutr. Diet.**, v. 28, p. 143-187, 1978.
- HO, L. et al. Influence of gender, breed and age on maturity characteristics of sheep. **J. Anim. Sci.**, n. 67, p. 2.460-2.470, 1989.
- IINUI, A. et al. Age-related changes of bone mineral density and microarchitecture in miniature pigs. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 66, n. 6, p. 599-609, 2004.
- ISAKSSON, O. G. P. et al. Mechanisms of the stimulatory effect of growth hormone on longitudinal bone growth. **Endocrin. Rev.**, v. 8, p. 426-439, 1987.
- JONNES, S. D. M.; PRICE, M. A.; BERG, R. T. Effects of breed and sex on the relative growth and distribution of bone in cattle. **Can. J. Anim. Sci.**, n. 58, p. 157-165, 1978.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Tecido ósseo. In: _____. **Histologia básica**. 8. ed. Rio de Janeiro, 1995, p.100-126.
- LACHMAN, E. Osteoporosis: the potentialities and limitations of its roentgenographic diagnosis. **Am. J. Roentgenol. Ther. Nucl. Med.**, v. 4 p. 74-712, 1955.
- LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, L. **Growth of farm animals**. Wallington: CAB International, 1997.
- LOUZADA, M. J. O. **Otimização da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica de peças ósseas: estudo "in vitro"**. 1994. 191 f. Tese (Doutorado em Veterinária) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- LOVERIDGE, N.; FARQUARSON, C.; SCHEVEN, B. A. A. Endogenous mediators of growth. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 49, p. 453-450, 1990.
- LOVERIDGE, N.; NOBLE, B. S. Control of longitudinal growth: the role of nutrition. **Eur. J. Clin. Nutr.**, n. 48, p. 75-84, 1994.
- MEAKIN, D. W. et al. Estimation of mineral content of the equine third metacarpal by radiographic photometry. **J. Anim. Sci.**, v. 53, p. 1.019-1.026, 1981.

MENCHACA, M. A. et al. Evaluation of growth curves of brahman cattle of various frame sizes. **J. Anim. Sci.**, n. 74, p. 2.140-2.151, 1996.

MYERS JR., V. S.; EMMERSON, M. A. The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two Arabian foals. **J. Am. Vet. Radiol. Soc.**, v. 7, p. 39-47, 1966.

NICODEMO, M. L. F. **Measurement and function of turnover markers in sheep and pig bone**. 1997. 141 f. Thesis (Ph.D.) – University of Aberdeen, 1997.

NICODEMO, M. L. F. et al. Metabolismo ósseo de vacas jovens nelore em pasto de *brachiaria brizantha* com suplementação diferenciada na seca. In: REUNIÃO ANUAL DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

O'CALLAGHAN, M. W. A brief look at new technologies and their potencial application to equine diagnosis. **Vet. Clin. North Am.**, v. 7, p. 467-479, 1991.

OBERBAUER, A. M. **Growth of metacarpal bones in sheep**: plate closure and regulating factors from birth to maturity. 1985. Thesis (Ph.D.). Cornell University, Ithaca, 1985.

ODEN, Z. M. et al. The effect of trabecular structure on DXA based predictions of bovine bone failure. **Calcif. Tissue Int.**, v. 63, p. 67-73, 1998.

OISHI, A.; HAMADA, H.; SAKAMOTO, H. Radiographical evaluation of bone maturation in japanese black beef cattle. **J. Vet. Sci.**, v. 58, n. 6, p. 529-535, 1996.

OMNELL, K. A. Quantitative roentgenologic studies on changes in mineral content of bone in vivo. **Acta. Radiol. Suppl.**, n. 148, p. 325-334, 1957.

OWADA, K.; SUTOW, W. W. The standard skeletal maturation (the skeletal age) from 6 to 19 years old in japaneses health children. **Clin. Pediatr.**, n. 6, p. 738-746, 1953.

PERRY, D.; THOMPSON, J. M.; BUTTERFIELD, R. M. Bone distribution patters in sheep selected for high and low weaning weighth. **Anim. Prod.**, n. 54, p. 129-135, 1992.

PRATT JR, G. W. An in vivo method of ultrasonically evaluating bone strength. **Proc. Am. Assoc. Equine Pract.**, v. 13, p. 26-29, 1980.

PRICE, J. S.; OYAJOB, B. O.; RUSSEL, R. G. G. The cell biology of bone growth. **Eur. J. Ciln. Nutr.**, n. 48, p. S131-S149, 1993.

REICH, N. E. et al. Determination of bone mineral content using CT scanning. **Am. J. Roentgenol. Ther. Radium Nucl. Med.**, v. 127, p. 593, 1976.

SANTOS, F. A. M. **Determinação dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna em gatos, por meio da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica**: correlação entre peso, sexo, idade. 2002. 54 f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

SAS: STAT - User's guide, versão 6. 4. ed. Cary: SAS Institute Inc., 1999.

SCUDELLER, S. O. **Estudo das correlações entre lesões ósseas podais diagnosticadas pela radiografia ...** . 2004, 153 p. Tese (Doutorado em Veterinária) – Faculdade de Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SHAHIN, K. A.; BERG, R. T.; PRICE, M. A. The effect of breed-type and castration on bone growth and distribution in cattle. **Reprod. Nutr. Dev.**, n. 32, p. 429-440, 1992.

SOARES, J. M. D. O comércio internacional de produtos cárneos. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 66, p. 15-19, 1999.

STERMAN, F. A. **Avaliação da densidade mineral óssea em eqüinos atletas destinados ao enduro eqüestre pelo método de densitometria óptica radiográfica.** 2001. 47 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

STEVEN, L. T. Skeletal growth and development. In: FAVUS, M. J. **Primer on metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism.** Kelseyville: American Society for Bone and Mineral Research, 1990. p. 7-11.

STEWART, R. J. C. Bone Pathology in experimental malnutrition. **World Rev. Nutr. Diet.**, v. 21, p.1-74, 1975.

STOLIKER, H. E.; DUNLAP, H. L.; KRONFELD, D. S. Bone mineral measurement by photon densitometry in racing dogs, and its relationship to body weight, sex and bone fractures. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 2, p. 1.545-1.550, 1976.

SUNNER-SMITH, G.; CAWLEY, A. J. Nonunion of fracture in the dog. **J. Small Anim. Pract.**, v. 11, p. 311-325, 1970.

TECHNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirement of sheep and cattle. **Nutr. Abstr. Rev. Ser. B**, n. 6, p. 573-612, 1991.

THOMPSON, B. M.; BUTTERFIELD, R. M.; PERRY, D. Food intake, growth and body composition in Australian merino selected for high and low weaning weight. 2 Chemical and dissectible body composition. **Anim. Prod.**, n. 40, p. 71-84, 1985.

TIEDMAN, J. J. et al. Qualitative roentgenographic densitometry for assessing fracture healing. **Clin. Orthop.**, v. 253, p. 279-286, 1990.

TOKARINA, C. H.; LANGENEGGER, J.; LANGENEGGER, C. H. Botulismo em bovinos no Piauí, Brasil. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v. 5, p. 465-472, 1970.

UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del ganado.** 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 1983.

VULCANO, L. C. **Determinação e padronização dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) do carpo acessório de eqüinos em crescimento da raça puro sangue inglês (PSI) por meio da densitometria óptica em imagem radiográfica.** 2001. 52 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

VULCANO, L. C. et al. Valores normais da densidade óssea do carpo ulnar em potros em crescimento da raça Quarto de Milha através da densitometria óptica radiográfica. **A Hora Vet.**, v. 100, p. 52-54, 1997.

WILIANS, S. N. et al. Criteria to evaluate bone mineralization in castle: II. Noninvasive techniques. **J. Anim. Sci.**, v. 69, n. 3, p. 1.243-1.254, 1991.

YANG, S. et al. Radiographic absorptiometry for bone mineral measurement of the phalange: precision and accuracy study. **Radiology**, v. 192, p. 857-859, 1994.

ZAR, J. H. **Biostatistical analisys.** 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall International Inc, 1996.

APÊNDICE

TABELA 7 - Coeficientes de correlação entre altura (cm), peso (Kg), maturidade de metacarpo distal e falange proximal e densidade do metacarpo distal para fêmeas. Sendo que B0 refere-se a constante que corresponde ao valor médio, B1, o coeficiente linear que corresponde à taxa de mudança, e B2, o coeficiente quadrático ligado desaceleração do crescimento, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS

	B0_alt	B1_alt	B2_alt	B0_pes	B1_pes	B2_pes	B0_met	B1_met	B2_Met	B0_FP	B1_FP	B2_FP	B0_den	B1_den	B2_Den
B0_alt	ns	ns	ns	0,74*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,58*	ns	ns
B1_alt	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B2_alt	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B0_pes	0,74*	ns	ns	ns	0,77*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B1_pes	ns	ns	ns	0,77*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B2_pes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	- 0,68*	ns	ns	ns	- 0,69*	- 0,61
B0_met	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B1_met	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	- 0,6 *	ns	0,69 *	ns	ns	ns	ns
B2_Met	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	- 0,6*	ns	Ns	- 0,56*	0,67*	ns	0,57*	ns
B0_FP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	- 0,68*	ns	ns	ns
B1_FP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,69*	-0,5*	ns	ns	-0,64*	ns	ns	ns
B2_FP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,67*	-0,68*	-0,64*		ns	ns	ns
B0_den	0,58*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B1_den	ns	ns	ns	ns	ns	-0,69*	ns	ns	0,57*	ns	ns	ns	ns	ns	0,9***
B2_Den	ns	ns	ns	ns	ns	-0,61*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,9***	ns

Nível e significância: * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001.

Não significativo (Ns).

TABELA 8 - Coeficientes de correlação entre altura (cm), peso (kg), maturidade de metacarpo distal e falange proximal e densidade do metacarpo distal para machos. Sendo que B0 refere-se a constante que corresponde ao valor médio, B1, o coeficiente linear que corresponde à taxa de mudança, e B2, o coeficiente quadrático ligado desaceleração do crescimento e IP significa a idade à puberdade, em bovinos Nelore criados em sistema extensivo de produção em Campo Grande-MS

	IP	B0_alt	B1_alt	B2_alt	B0_pes	B1_pes	B2_pes	B0_met	B1_met	B2_Met	B0_FP	B1_FP	B2_FP	B0_den	B1_den	B2_Den
IP																
B0_alt		ns	ns	ns	ns	0,63*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B1_alt		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,89***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B2_alt		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B0_pes		0,63*	ns	ns	ns	0,83**	ns	0,71*	ns	ns	0,69*	ns	ns	0,83**	ns	-0,86**
B1_pes		ns	ns	ns	0,83**	ns	0,79**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,83**	ns	-0,90***
B2_pes		ns	ns	ns	ns	0,79**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,67*
B0_met	0,67	ns	ns	ns	0,75*	ns	ns	ns	ns	ns	0,72*	ns	ns	0,78**	ns	-0,72*
B1_met		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,72*	ns	0,84**	ns	ns	ns	ns
B2_Met		ns	0,89***	ns	ns	ns	ns	ns	-0,72*	ns	Ns	-0,67*	ns	ns	ns	ns
B0_FP		ns	ns	ns	0,69*	ns	ns	0,72*	ns	ns	ns	ns	ns	0,61*	ns	ns
B1_FP		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,84**	-0,67*	ns	ns	-0,95***	ns	ns	ns
B2_FP		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,73	0,63*	ns	-0,95***	ns	ns	ns	ns
B0_den		0,58*	ns	ns	0,83**	0,83**	ns	0,78*	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,89***
B1_den		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,57*	ns	ns	ns	ns	ns	0,9***
B2_Den		ns	ns	ns	-0,86**	ns	-0,67*	-0,72*	ns	ns	ns	ns	ns	-0,89***	ns	ns

Nível e significância. * = p < 0,05; ** = p < 0,01; ***= p < 0,001.

Não significativo (Ns).

TABELA 9 - Valores médios de altura (cm), peso (kg), e DMO (mmAl), maturidade do metacarpo distal (Met) e falange proximal (FP) (segundo a escala de 0 a 10 sugerida Oishi, Hamada e Sakamoto, 1996) por colheita, de bovinos Nelore, criado em sistema extensivo em Campo Grande-MS

Colheita	Altura (cm)	Peso (kg)	DMO (mmAl)	Met	FPF
1	97,72	82,32	8,99	4,16	4,33
2	108,04	120,73	9,34	4,43	4,58
3	114,17	150,69	9,63	4,88	4,94
4	116,16	165,25	10,95	4,96	5,1
5	117,26	174,05	11,48	5,43	5,44
6	119,86	193,46	12,27	5,66	5,65
7	120,54	185,69	10,85	5,13	5,31
8	123,76	199,46	10,38	5,36	5,74
9	125,95	196,96	10,44	5,29	5,83
10	127,26	209,87	12,62	6,07	6,49
11	130,49	244,23	13,52	6,20	7,42
12	132,76	265,64	13,71	6,18	7,89
13	134,58	291,42	14,33	6,07	8,69
14	137,36	324,32	14,32	6,38	9,21
15	138,58	324,82	12,509	6,82	9,53
16	139,22	309,92	12,61	7,86	9,62
17	139,67	314,01	13,17	8,34	9,69
18	141,22	319,19	13,91	8,38	9,51
19	142,72	341,92	15,08	8,50	9,99
20	145,04	376,05	15,51	8,50	9,99