

Osteoporose em bubalinos em relação à idade, à condição clínica animal e ao estado físico-químico ósseo e do cobre hepático

Osteoporosis in water buffalo, in relation to age, clinical condition of the animal and physical-chemical bone and hepatic copper status

Washington Luiz Assunção PEREIRA¹; Elyzabeth da Cruz CARDOSO²

¹Instituto da Saúde e Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará

²Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro-RJ

Resumo

O presente trabalho faz parte de um programa de pesquisa de doenças metabólicas nutricionais em bubalinos no Trópico Úmido Amazônico e, nesse contexto, objetivou-se estudar os processos osteoporóticos em bubalinos criados em sistema de pastejo na Ilha de Marajó e a relação da enfermidade com a faixa etária e a condição físico-química óssea e do cobre hepático. Foram utilizados 110 animais: 39 jovens e 71 adultos, apresentando Índice de Condição Corporal entre 1 e 2. Avaliou-se um grupo composto por animais jovens e outro por animais adultos. Análises anátomo-clínica e da qualidade óssea possibilitaram subdividir cada grupo em dois subgrupos, segundo a presença ou não de manifestações osteopáticas aparentes. Do terço médio da 11^a costela direita analisou-se o cálcio, fósforo, cinza e densidade óssea e do tecido hepático determinou-se a concentração do cobre. No exame anatomopatológico, respectivamente 98,44% dos animais jovens e 96,16% dos animais adultos apresentavam algum grau de osteoporose (+, ++, +++). Foram demonstrados baixos percentuais na média do fósforo (10,69%), nas cinzas (60,24%) e na densidade (1,46 g/ml). O cobre hepático apresentou valores médios igualmente baixos (19,51 mg/kg). Os resultados mostraram que a osteoporose apresenta um quadro mais severo nos animais jovens, sendo que o processo pode estar relacionado com as baixas reservas de fósforo no tecido ósseo e do cobre no tecido hepático.

Palavras-chave: Bubalinos. Osteoporose. Osteopatia. Deficiência mineral.

Abstract

This paper is part of a research program of metabolic nutritional diseases in water buffalo in the Humid Tropical Amazon. In that context, the objective was to study osteoporotic processes in buffalo raised in a grazing system on Marajó Island and the relation of the disease with the age as well as physical-chemical bone and hepatic copper status. One hundred and ten animals were evaluated: 39 young or juvenile and 71 adults that presented Body Condition Index from 1 to 2. One group was composed by young buffalo and another by adult animals. Based on anatomical-clinical and bone quality analyses, the animals were subdivided in two sub-groups, according to presence or absence of clinical signs of apparent osteopathic. Analysis of calcium, phosphorus, ash and bone density was performed on the middle third of the 11th right rib, and the copper concentration was determined from liver tissue. Pathological anatomical findings showed that 98.44% of juvenile animals and 96.16% of adult animals, respectively, presented some degree of osteoporosis (+, ++, +++). Low average percentages were demonstrated for phosphorus (10.69%), in ashes (60.24%) and in density (1.46 g/ml). Hepatic copper presented similar low values (19.51 mg/kg). The results showed that juvenile animals presented more severe clinical sign of osteoporosis, and the pathogenesis may be related to low reserves of phosphorus in bony tissue and copper in liver tissue.

Keywords: Bubalines. Osteoporosis. Osteopathy. Mineral deficiency.

Introdução

Considera-se a osteoporose uma enfermidade osteopênica quantitativa, na qual há redução patológica da massa óssea, por unidade de volume¹. Doige e Weisbrode² descreveram na osteoporose redução na massa óssea, com mineralização normal dos ossos.

Correspondência para:

Washington Luiz Assunção Pereira
Caixa Postal, 917 - 66.077-530. Belém, Pará.
e-mail: wkarton@terra.com.br

Recebido para publicação: 27/06/2007

Aprovado para publicação: 24/09/2009

Krook³ refere à osteoporose como doença causada por fatores primários ou dietéticos, como a deficiência de proteínas na alimentação ou por fatores secundários, como verminoses, enterite crônica, má absorção e hipotireoidismo. A inanição e a má nutrição levam à interrupção do crescimento e à osteoporose, em parte devido à redução na formação óssea, pelas deficiências de proteínas e minerais².

Pode-se observar osteoporose na deficiência de cobre (Cu), pois esse microelemento atua como ativador da Lisil-oxidase, crupoenzima fundamental na biossíntese do colágeno ósseo, assim em função de sua deficiência a integridade óssea fica comprometida. De acordo com Rosa e Mattioli⁴, a hipocrupose pode ser causada por um baixo aporte desse mineral na dieta. Essa deficiência inicia-se quando as reservas hepáticas começam a se esgotar e não é possível manter os teores normais de cobre no sangue ($> 9,2 \mu \text{ mol/L}$). Mills, Dalgarno e Wenham⁵ verificaram em bovinos jovens deficientes em cobre alterações ósseas de osteoporose em todo o esqueleto, com diminuição na densidade dos ossos pela rarefação das trabéculas e redução da espessura da região cortical do osso.

As consequências da osteoporose estão relacionadas com o enfraquecimento generalizado dos ossos trabeculares e corticais, que podem ocasionar fraturas e deformidades ósseas⁶. Devido à reabsorção endosteal, as trabéculas mostram-se mais delgadas e menos numerosas, e com o tempo, elas tendem a desaparecer, devido ao desequilíbrio entre a formação e a reabsorção. Quanto à região cortical do osso, verifica-se a presença de maior porosidade e redução na sua espessura. A reabsorção endosteal determina o alargamento da cavidade medular^{2,7}.

Osteoporose em bubalinos pode ocorrer nas deficiências de cobre e fósforo (P), comprometendo a qualidade óssea⁸, resultando em fragilidade e deformidades de ossos⁹. Shupe et al.¹⁰ observaram quadro grave de osteoporose em vacas com severa deficiência de P. Estruturalmente, o osso osteoporótico mostra rare-

fação das trabéculas dos ossos esponjosos, conferindo um aspecto menos denso e mais poroso. A região cortical apresenta adelgaçamento, o que torna mais leve e frágil o osso^{6,7}.

A deficiência de P prevalece em bovinos de pastejo em países tropicais, como o Brasil^{11,12}. A deficiência desse macroelemento já foi registrada em bubalinos na Ilha de Marajó^{13,14,15,16} e por Cardoso et al.¹⁷ no Município paraense de Santa Maria.

Tokarnia et al.¹⁸ consideram que o procedimento mais seguro e correto de diagnóstico das deficiências minerais é a inspeção clínica-patológica do rebanho, complementada pela análise química de tecido animal ou por experimento. No Brasil esses estudos envolvem principalmente bovinos, sendo poucos os trabalhos desenvolvidos em bubalinos. Dentro desta perspectiva este trabalho objetivou estudar aspectos referentes à osteoporose em bubalinos, dentro do perfil de doença nutricional mineral.

Material e Método

Foram utilizados para este estudo 110 animais da espécie bubalina (71 jovens e 39 adultos), criados extensivamente nos campos da Ilha de Marajó e abatidos para consumo em um matadouro do Município de Belém, Pará. Os animais foram selecionados durante a reclusão pré-abate e na seleção foram considerados animais sem distinção de sexo ou raça e que apresentavam um baixo "Índice de Condição Corporal" (ICC) de 1 a 2, num critério de 1 a 5, segundo Ribeiro¹⁹.

De acordo com o estágio de desenvolvimento ósseo, foram estabelecidos dois grupos de estudo: de animais jovens e de animais adultos. O estabelecimento da faixa etária foi obtido pelo exame da arcada dentária e da análise macroscópica de ossos durante o abate, considerando a presença ou não de placa epifisária de crescimento.

A análise anátomo-clínica dos animais possibilitou definir, em cada grupo, dois subgrupos segundo a sua

condição manifesta de osteodistrofia. O subgrupo 1 foi composto por animais com ICC abaixo de 2, porém sem aparentes sintomas de osteopatia clínica e alterações de esqueleto, como deformidades e apresentavam os ossos resistentes ao corte. O subgrupo 2 foi formado por animais com ICC abaixo de 2, com algum(s) sintoma(s) clínico(s), e/ou que apresentavam alguma alteração ósseo-esquelética. Nesse último subgrupo, os animais demonstravam ossos com maior porosidade (+, ++, +++) e com a resistência óssea diminuída ao corte. Na anamnese ficou estabelecido que os animais eram criados num sistema extensivo, não recebiam mineralização e consumiam principalmente forragens nativas como canarana-de-pico (*Echinochloa polystachya*), andrequiçê (*Leersia hexandra*), capim-de-marreca (*Paratheria prostrata*), arroz-bravo (*Oriza* sp.), taboquinha (*Paspalum zizanioides*), dentre outras.

Para determinar o grau de porosidade óssea, inicialmente analisou-se em carcaça a densidade do osso trabecular, na superfície seccionada das vértebras e do esterno. Posteriormente, cada caso foi reavaliado, examinando-se secções de metacarpo e costela já fixadas. Para essa última análise, foi utilizado um Estereomicroscópio (Zeiss SV 11), sendo estabelecidos quatro graus de densidade: porosidade normal (N), aumento leve de porosidade (+), aumento moderado de porosidade (++) e aumento acentuado de porosidade (+++), conforme orientação de Pereira et al.⁸.

Para todos os animais, foi efetuada a coleta de tecido ósseo e hepático para exames específicos. Para a análise físico-química do osso, foi coletado um fragmento de osso de aproximadamente dez gramas do terço médio da 11ª costela direita e para a determinação de cobre, cerca de 50 g de fígado do lobo caudal.

Para determinar o cálcio (Ca) e P ósseo, as amostras de osso foram desengorduradas com éter etílico, no extrator soxlet durante aproximadamente 48 horas. Em seguida, foram colocadas para secar por 12 horas a 105 °C em estufa. Os ossos secos e livres de

gordura foram pesados e calcinados a 550 °C durante 12 horas. As amostras foram solubilizadas pela digestão com ácido nítrico a 50% e 10% e diluídas com água deionizada, para formar soluções para a análise de Ca e P, conforme descrição de Fick et al.²⁰. Para a determinação do Ca, foi utilizada a espectrofotometria de absorção atômica (Varian Spectr AA 300) e para o P, a determinação colorimétrica (Quimis, mod. 108 D), segundo Fiske e Subarrow²¹.

A análise das amostras de fígado seguiu a técnica descrita por Fick et al.²⁰. As amostras foram trituradas, pesadas e colocadas para secar durante 12 horas a 105 °C, em estufa, e pesadas novamente para cálculo da matéria seca. Em seguida foram pré-digeridas em ácido nítrico a 50%, em placa aquecedora a 150 - 200 °C e calcinadas a 550 °C. Posteriormente, foram solubilizadas em ácido nítrico a 50% e 10% e diluídas em água deionizada. As leituras de cobre foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica e os resultados foram expressos com base na quantidade de matéria seca do tecido.

O cálculo da densidade óssea foi efetuado em osso fresco do terço médio da 11ª costela direita (osso cortical), a partir da pesagem das amostras ao ar (aproximadamente um grama), com posterior aferição do volume em proveta contendo 10 mL de água deionizada, sendo considerado: $d = m/v$, onde d (g/cm^3) representa a densidade, m a massa (g) e v (cm^3) a diferença entre o volume (mL) final e inicial, segundo descrição de Fick et al.²⁰.

O percentual de cinzas ósseas foi determinado de acordo com as recomendações de Mendes, Conrad e Ammerman²². Todos os resultados foram expressos em percentagem, tendo como base a matéria seca livre de gordura.

Para as variáveis quantificáveis: Ca, P, cinzas e densidade óssea e cobre hepático, foram feitas análises de variância pelo método de mínimos quadrados, tendo como fontes de variação os grupos de animais por faixa etária: jovens e adultos e os grupos de animais

segundo a presença de osteopatia: sem e com evidências de osteopatia clínica. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado. Foi utilizado o teste “F” para a identificação dos fatores e interação de fatores com efeitos estatisticamente significativos.

Resultados e Discussão

A frequência de alterações anatomopatológicas ósseas para classificar o grau de porosidade se encontra na tabela 1. O processo osteoporótico ocorreu inclusive em animais adultos que não apresentavam quaisquer evidências clínicas de osteopatia, que tiveram 7,69% dos ossos avaliados com menor densidade.

A maioria dos bubalinos com evidência clínica de osteopatia apresentaram algum grau de porosidade óssea (+,++,+++), ocorrendo em 98,44% dos animais jovens e 96,16% dos adultos, respectivamente (Tabela 1). Nos casos de osteoporose (+++), a acentuada porosidade óssea foi detectada, inclusive, na superfície externa do osso, característica

também observada por Shupe et al.¹⁰, em experimento de deficiência severa de P em vaca. Tassin e Rozier²³ descreveram cavitações no osso esponjoso em inspeção de carcaças em matadouro na osteoporose (+++). Pereira et al.⁸ referem que a condição grave de osteoporose (+++) pode ser resultado de excessiva reabsorção óssea, sem a correspondente reestruturação óssea.

Na análise físico-química óssea com base na comparação das médias para o P, cinzas e densidade óssea foram observadas diferenças significativas dos resultados obtidos em relação aos animais jovens e adultos (Tabela 2).

A análise bioquímica realizada em amostras de costelas apresentou uma concentração média de Ca de 26,7% e 26,3% em animais jovens e adultos, respectivamente (Tabela 2). Este valor é relativamente superior ao nível crítico de 24,5%, considerado para bovinos de corte por McDowell¹¹. Essa análise indica que a reserva óssea de Ca em bubalinos procedentes da

Tabela 1 - Frequência de alterações anatomopatológicas de ossos de bubalinos criados na Ilha de Marajó, Estado do Pará, em função do grau de porosidade óssea

| Faixa etária | Evidência clínica | Graus de porosidade óssea (%) | | | |
|--------------|-------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| | | Normal | + ¹ | ++ ² | +++ ³ |
| Jovens | Sem | 100,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Com | 1,56 | 39,06 | 21,88 | 37,50 |
| Adultos | Sem | 92,31 | 7,69 | 0,00 | 0,00 |
| | Com | 3,84 | 50,00 | 34,62 | 11,54 |

¹Leve aumento, ²Moderado aumento e ³Acentuado aumento de porosidade.

Tabela 2 - Teores médios e desvio-padrão do Ca, P, cinzas e da densidade óssea de bubalinos criados na Ilha de Marajó, Estado do Pará, Brasil, em relação à faixa etária

| Faixa etária | Ca (%) | P (%) | Cinzas (%) | Densidade (g/ml) |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Jovens | 26,70 ^a ± 6,71 | 10,45 ^b ± 2,46 | 58,88 ^b ± 5,21 | 1,40 ^b ± 0,31 |
| Adultos | 26,30 ^a ± 4,67 | 11,09 ^a ± 1,38 | 62,34 ^a ± 4,41 | 1,59 ^a ± 0,30 |
| Média geral | 26,54 | 10,69 | 60,24 | 1,46 |
| Níveis críticos ¹ | 24,5 | 11,5 | 66,8 | 1,69 |

Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre as médias pelo teste F¹⁹

¹ Níveis críticos para bovinos de corte, para o percentual de cinzas ósseas¹², densidade óssea³⁴, e concentração do Ca e P¹³.

Ilha de Marajó é adequada e parece indicar que o solo e as gramíneas utilizadas no pastejo por esses animais apresentam valores para atender às exigências mínimas deste macroelemento. Essas observações também foram realizadas por Tokarnia et al.¹⁸, de que bovinos em regime de pastejo no Brasil, recebem quantidades de Ca, superiores ao requerimento do cálcio, por mais pobres que sejam as pastagens neste macroelemento.

Estudos de Cardoso et al.¹⁵ na Ilha de Marajó, Estado do Pará, Brasil e de Prabowo et al.²⁴ em Sulawesi, Indonésia, registraram em bubalinos percentuais médios de 23% para o Ca ósseo. Esses resultados contrapõem os valores registrados na presente pesquisa, estando abaixo dos níveis críticos para o Ca ósseo em bovinos¹¹.

O percentual médio de P registrado em bubalinos jovens foi de 10,45% (Tabela 2), valor próximo ao encontrado por Cardoso et al.¹⁵, de 11% e 10% para bovinos e bubalinos. Os estudos demonstraram que as concentrações médias desse macroelemento no tecido ósseo de bubalinos foram baixas, considerando o valor crítico de deficiência para bovinos de corte de 11,5%¹¹.

Os resultados mostraram para as cinzas ósseas valores de 58,88% e 62,34% para bubalinos jovens e adultos, respectivamente (Tabela 2) e foram semelhantes às reportadas por Beighle et al.²⁵, que encontraram concentrações de 59,9% e 62,59% para animais com idade inferior e superior a 36 meses, respectivamente. O mesmo correspondeu ao trabalho de Souza et al.²⁶, que registraram valores mínimo e máximo de 56,4% a 60,1% para bovinos jovens e 58,5% a 62% para vacas. Existe, portanto, uma tendência das cinzas apresentarem maior concentração nos animais adultos e, conseqüentemente, no osso já desenvolvido.

A média verificada para bubalinos no percentual das cinzas de 60,24% foi superior ao registrado por Cardoso et al.¹⁵ também em bubalinos na Ilha de Marajó, com média máxima de 58%. Cardoso et al.¹⁵,

utilizando bubalinos de matadouro, observaram valores ainda menores na média das cinzas ósseas, com percentual de 56%, enquanto Prabowo et al.²⁴, em bubalinos de três a quatro anos, registraram para as cinzas ósseas valores de 63% a 64%. Os resultados demonstraram que a média das cinzas ósseas entre os estudos ficaram abaixo do nível crítico para bovinos, de 66,8%²⁷.

A densidade óssea nos bubalinos jovens apresentou uma média mais baixa (1,40 g/ml), em comparação aos adultos (1,59 g/ml), sendo os valores para ambas as faixas de idade muito inferior ao valor crítico para bovinos de corte de 1,69 g/ml²⁸ (Tabela 2).

A baixa concentração das cinzas implica de maneira direta o resultado da densidade óssea, o que explica o alto percentual observado de casos com aumento na porosidade óssea (+,+,+,+). Essas observações do aumento de porosidade e, conseqüentemente, de diminuição da densidade óssea, são ressaltadas por Pereira et al.⁸, em bubalinos, nas deficiências de P e cobre e por Shupe et al.¹⁰, em bovinos com deficiência de P, sendo ainda relatadas por Mills, Dalgarno e Wenhams⁵, Suttle e Angus²⁹ na deficiência de cobre.

O resultado mostrou menor concentração no P ósseo em bubalinos jovens (Tabela 2) e, conseqüentemente, esses baixos teores de P determinam alterações metabólicas e estruturais nos ossos. Desta maneira, foram baixos os percentuais de cinzas e de densidade óssea, o que significou ter ocorrido menor quantidade de tecido ósseo formado. Assim, considerou-se que as maiores gravidades de alterações ocorrem no esqueleto do animal jovem, na fase de desenvolvimento, do que no esqueleto do animal adulto. Essas observações são semelhantes às de Palmer⁷, de que as alterações ósseas são mais notáveis no esqueleto na fase de modelação.

Os valores mínimos encontrados para o P apresentaram percentuais críticos (1,05%); já os valores máximos (13,45%) (Tabela 3) estavam acima dos valores

médios e foram semelhantes aos descritos por Souza et al.²⁶, com a concentração máxima de 13% e 14%, em bovinos jovens e adultos, respectivamente, criados no Estado de Roraima, Brasil.

Na análise físico-química óssea com base na comparação das médias para o P, cinzas e densidade óssea foram observadas diferenças significativas dos resultados obtidos em relação à condição clínica dos animais jovens e adultos (Tabela 4).

Segundo o valor mínimo encontrado de 9,39% para o Ca ósseo (Tabela 3), pode-se considerar que casos de deficiência grave deste mineral ocorrem em bubalinos em pastejo na Ilha de Marajó. McDowell¹¹, cita a manifestação de raquitismo na deficiência de Ca e/ou de P. Pereira, Cardoso e Silva³⁰ verificaram em bubalinos jovens criados na Ilha de Marajó quadro clínico compatível com o raquitismo nutricional, descrevendo proliferações e projeções da placa epifisária de crescimento na metafise, alteração presente em 40,8% dos animais estudados.

O valor médio para o P em bubalinos sem evidência de osteopatia foi de 11,56% (Tabela 4), significando que a média deste no osso ficou dentro do va-

lor mínimo para bovinos, de 11,5%¹¹, enquanto que para os animais com osteopatia, foi de 10,48%. Esses valores baixos do P também foram verificados por Cardoso et al.¹⁴, em criações de bubalinos em pastagens nativas da Ilha de Marajó, com concentrações entre 10% e 11%. Em bubalinos de matadouro, Cardoso et al.¹⁵ registraram teores de P de 10%, e Prabowo et al.²⁴, em bubalinos de pastejo na Indonésia, níveis de 10% no P ósseo.

A baixa concentração do P no tecido ósseo de bubalinos, em parte, pode ter decorrência do baixo teor desse mineral nas forragens, associado à alta concentração de alumínio (Al) e de ferro (Fe) nos solos dos campos da Ilha do Marajó^{14,16}. Esses fatores podem comprometer a solubilidade e absorção do P pelas plantas¹¹. Pereira, Cardoso e Túry³¹ verificaram uma alta concentração de Fe hepático em bubalinos criados na Ilha de Marajó. Os autores observaram a ocorrência de alta significância ($p < 0,01$) entre graus de hemossiderose e a concentração de Fe hepático. Assim, concluíram que o aumento do Fe na dieta pode diminuir a absorção intestinal de cobre, com deficiência secundária para esse microelemento.

Tabela 3 - Valores mínimos e máximos, média e coeficiente de variação das variáveis do tecido ósseo de bubalinos criados na Ilha de Marajó, Estado do Pará

| Variáveis | Valor mínimo | Valor máximo | Média | Coeficiente de variação (%) |
|------------------|--------------|--------------|-------|-----------------------------|
| Cálcio (%) | 9,39 | 43,94 | 26,54 | 22,51 |
| Fósforo (%) | 1,05 | 13,45 | 10,69 | 20,07 |
| Cinzas (%) | 46,62 | 68,79 | 60,24 | 5,18 |
| Densidade (g/ml) | 0,72 | 2,37 | 1,46 | 22,03 |

Tabela 4 - Teores médios e desvio-padrão de Ca, P, cinzas e da densidade óssea de bubalinos criados na Ilha de Marajó, Estado do Pará, Brasil em relação à condição clínica

| Evidência clínica | Ca (%) | P (%) | Cinzas (%) | Densidade (g/ml) |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Sem | 25,21 ^a ± 4,0 | 11,56 ^a ± 0,90 | 62,88 ^a ± 3,93 | 1,60 ^a ± 0,28 |
| Com | 26,85 ^a ± 6,3 | 10,48 ^b ± 2,29 | 59,55 ^b ± 5,26 | 1,43 ^b ± 0,32 |
| Níveis críticos ¹ | 24,5 | 11,5 | 66,8 | 1,69 |

Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre as médias pelo teste "F"

¹Níveis críticos para bovinos de corte, para o percentual de cinzas ósseas²⁷, densidade óssea²⁸, e concentração do Ca e P¹¹.

Segundo Palmer⁷, a prova de densidade pode ser usada para avaliar as alterações metabólicas do osso, visto que a densidade promove indicações acerca do volume da massa óssea. Na presente pesquisa, determinou-se para a densidade específica óssea uma média geral de 1,46 g/ml (Tabela 4), um índice consideravelmente baixo, se comparado ao registrado em bubalinos por Prabowo et al.²⁴, de 1,75 g/ml, ou ao considerado crítico de 1,69 g/ml²⁸ em bovinos de corte. A densidade do osso normalmente está diminuída nas doenças osteopáticas por deficiência de Ca e/ou de P^{2,10}.

No metabolismo do tecido ósseo, o P e o cobre são elementos essenciais e a deficiência dos mesmos pode levar à osteoporose e resultar em diminuição da densidade óssea. Pereira et al.⁸ observaram em bubalinos resultados altamente significativos para a densidade óssea, com variações significativas ($p < 0,03$) para animais com e sem sinais de osteopatias.

O percentual de cinzas foi baixo, tanto para os animais sem evidência de osteopatia (62,88%) como para os com essa evidência (59,55%) (Tabela 4), indicando que os animais apresentavam um volume menor da massa óssea e, portanto, comprometidos de osteoporose. Para os animais sem evidência de osteopatia, ficou demonstrado que a estrutura óssea pode aparentar normalidade no exame da porosidade óssea, no entanto, esses animais apresentam na média os ossos do esqueleto com um menor teor nas cinzas e, também na densidade óssea.

Esse efeito da concentração de cinzas ósseas pode ser interpretado como um reflexo do teor de P no osso. Portanto, quanto menos mineralizado é o osso, mais P é mobilizado e menor é a sua concentração nas cinzas ósseas, condição presente nos processos osteodistróficos³². Assim, esse efeito foi mais intenso nos animais com evidência de osteo-

patia⁷, com valores médios das cinzas apresentando-se semelhantes aos registrados por Cardoso et al.^{14,15} em bubalinos de pastejo procedentes da Ilha de Marajó, Estado do Pará e abatidos em matadouro. Contudo estes resultados são inferiores aos encontrados na Indonésia, por Prabowo et al.²⁴ em condições semelhantes de criações.

Neste estudo os resultados do cobre no tecido hepático de bubalinos criados na Ilha de Marajó, Estado do Pará, apresentou uma média muito baixa e igual a 19,51 mg/kg, quando considerado o valor mínimo para bovinos de corte de 25 mg/kg¹¹, esses valores comprovaram baixas reservas de cobre no fígado em bubalinos criados naquela região. De acordo com Cardoso et al.¹⁵ essa baixa reserva hepática de cobre em bovídeos tem relação com a deficiência desse microelemento no solo, ou por problemas de inter-relações entre o cobre e outros minerais.

Os resultados do cobre hepático demonstraram grande amplitude entre os valores mínimos e máximos (3,00 mg/kg a 72,12 mg/kg), sendo este comportamento também constatado por Tokarnia et al.³³ em bovinos na Ilha de Marajó. Tokarnia, Döbereiner e Moraes³⁴ também verificaram amplas variações no cobre hepático de bovinos em Municípios do Piauí, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul.

Convém lembrar que o cobre é fundamental para a adequada formação da matriz óssea e manutenção da estrutura do osso²⁹. Portanto, os resultados verificados neste presente estudo, de teores muito baixos de cobre, possivelmente pode ser um dos responsáveis pela alta incidência de alterações osteopáticas observadas. Esses resultados influenciaram de certa forma, a diminuição das cinzas e a densidade óssea, com fragilidade óssea, um quadro normalmente verificado em bezerros com dieta baixa em cobre^{5,7,29}. Pereira et al.⁹ comentam que, devido à fragilidade óssea, surgem as deformida-

des de esqueleto e ossos, que resultaram de fraturas e/ou pressões de esforço ou trabalho exercido sobre ossos osteopáticos.

Conclusões

Os resultados mostram uma alta frequência de processos osteoporóticos em bubalinos procedentes de criatórios da Ilha de Marajó, independente da idade

dos animais, entretanto o quadro mostrou-se mais severo nos animais jovens.

Os teores do fósforo no tecido ósseo e do cobre hepático em bubalinos apresentaram-se dentro dos limites considerados de deficiência. Portanto, as baixas reservas destes elementos, podem estar relacionadas com os processos osteoporóticos, muito provavelmente pelos manejos inadequados dos rebanhos.

Referências

1. BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. São Paulo: Manole, 1992. 629 p.
2. DOIGE, C. E.; WEISBRODE, S. E. Doenças dos ossos e articulações. In: CARLTON, W. W.; McGAVIN, M. D. **Patologia veterinária especial de Thomson**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998. p. 448-485.
3. KROOK, L. Doenças metabólicas do osso. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, v. 3, p. 29-65, 1988.
4. ROSA, D. E.; MATTIOLI, G. A. Metabolismo y deficiencia de cobre en los bovinos. **Analecta Veterinaria**, v. 22, n. 1, p. 7-16, 2002.
5. MILLS, C. F.; DALGARNO, A. C.; WENHAM, G. Biochemical and pathological changes in tissues of Friesian cattle during experimental induction of copper deficiency. **British Journal of Nutrition**, v. 35, p. 309-331, 1976.
6. STEVENS, A.; LOWE, J. **Patologia**. São Paulo: Manole, 1998. p. 476-495.
7. PALMER, N. Bones and Joints. In: JUBB, K. V. F.; KENNEDY, P. C.; PALMER, N. **Pathology of domestic animals**. Orlando: Academic Press, 1993. p. 2-116.
8. PEREIRA, W. L. A.; TÚRY, E.; VALE, W. G.; CARDOSO, E. C. Anatomical-pathological analysis of the bone quality in the diagnosis of osteodystrophy in buffaloes. **Bubalus Bubalis**, v. 2, p. 71-82, 2003.
9. PEREIRA, W. L. A.; TÚRY, E.; VALE, W. G.; CARDOSO, E. C. Anatomical-Pathological study of bone deformities in buffaloes affected by osteodystrophy. **Bubalus Bubalis**, v. 1, p. 83-88, 2003.
10. SHUPE, J. L.; BUTCHER, J. E.; CALL, J. W.; OLSON, A. E.; BLAKE, J. T. Clinical signs and bone changes associated with phosphorus deficiency in beef cattle. **American Journal Veterinary Research**, v. 49, n. 9, p. 1629-1636, 1988.
11. McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3. ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92 p.
12. UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del gado**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1981. 209 p.
13. CARDOSO, E. C.; TEIXEIRA NETO, J. F.; SILVA, A. W. C.; VEIGA, J. B. VALE, W. G.; ALENCAR, N. X. **Deficiência de cálcio e fósforo em bubalinos no Município de Portel, Estado do Pará**. Belém: Embrapa-Cpatu, 1992a. 20 p. (Embrapa-Cpatu. Boletim de Pesquisa, 135).
14. CARDOSO, E. C.; TEIXEIRA NETO, J. F.; OLIVEIRA, R. P.; VALE, W. G. Calcium and phosphorus deficiency in water buffaloes raised on Marajó Island, state of Pará, Brazil. **Buffalo Journal**, v. 13, n. 1, p. 15-22, 1997.
15. CARDOSO, E. C.; VALE, W. G.; VEIGA, J. B.; SIMÃO NETO, M. Condição mineral de bubalinos e bovinos na Ilha de Marajó, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 21, n. 5, p. 197-202, 1999.
16. COSTA, N. A.; MOREIRA, J. R. A. M. **Deficiência de cálcio, fósforo e cobre e toxicidade pelo ferro em bubalinos na Ilha de Marajó**. Belém, Embrapa-Cpatu, 1983. 6 p. (Embrapa-Cpatu. Comunicado Técnico, 41).
17. CARDOSO, E. C.; TEIXEIRA NETO, J. F.; SILVA, A. W. C.; VEIGA, J. B.; VALE, W. G.; SOUZA FILHO, A. P. S.; ALENCAR, N. X. **Deficiência mineral em bubalinos no Município de Santa Maria, Estado do Pará**. Belém, Embrapa-Cpatu, 1992. 4 p. (Embrapa-Cpatu. Comunicado Técnico, 71).
18. TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V.; CANELLA, C. F. C. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.
19. RIBEIRO, H. F. L. **Puerpério na búfala (*Bubalus bubalis*): Aspectos clínicos e histológicos da involução uterina e atividade ovariana**, 1996. 125 f. Tese (Doutorado Reprodução Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.
20. FICK, K. R.; McDOWELL, L. R.; MILES, P. H.; WILKINSON, N. S.; FUNK, J. D.; CONRAD, J. H. **Methods of mineral analysis for plants and animal tissues**. 3. ed. Gainesville: University of Florida, 1979.
21. FISKE, C. H.; SUBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal Biological Chemistry**, v. 66, p. 375-377, 1925.
22. MENDES, M.; CONRAD, J. H.; AMMERMAN, C. B. Teores de minerais em bovinos de corte do Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 1, n. 3, p. 25-30, 1981.
23. TASSIN, P.; ROZIER, J. Lésions du squelette. **Recueil de médecine vétérinaire**, v. 174, n. 1-2, p. 48-56, 1998.
24. PRABOWO, A.; McDOWELL, L. R.; WILKINSON, N. S.; CONRAD, J. H. Mineral status of grazing cattle in south Sulawesi, Indonésia: a Macrominerais. **American Journal of Animal Science**, v. 4, n. 2, p. 111-120, 1991.
25. BEIGHLE, D. E.; BOYAZOGLU, P. A.; HEMKEN, R. W.; ZAKE, S. Determination of calcium, phosphorus and magnesium values in rib bone from clinically normal cattle. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 1, p. 85-89, 1994.

26. SOUZA, J. C.; GONÇALVES, E. M.; VIANA, J. A. C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, p. 1327-1336, 1986.
27. LITTLE, D. A. Bone biopsy in cattle in sheep for studies of phosphorus status. **Australian Veterinary Journal**, v. 48, n. 12, p. 668-670, 1972.
28. VALDES, J. L.; McDOWELL, L. R.; KOGER, M. Mineral status and supplementation of grazing beef cattle under tropical conditions in Guatemala. I. Macroelements. **Journal of Production Agriculture**, v. 1, n. 4, p. 347-350, 1988.
29. SUTTLE, N. F.; ANGUS, K. W. Effects of experimental copper deficiency on the skeleton of the calf. **Journal of Comparative Pathology**, v. 88, n. 1, p. 137-148, 1978.
30. PEREIRA, W. L. A.; CARDOSO, E. C.; SILVA, K. S. M. Alterações do osso cortical em bubalinos (*Bubalus bubalis* Lin.), segundo a condição osteodistrófica. **Revista Universidade Rural**, v. 25, p. 42-44, 2005. Suplemento.
31. PEREIRA, W. L. A.; CARDOSO, E. C.; TÚRY, E. Hemossiderosis in buffaloes from Marajó Island, Pará State, Brazil. In: SIMPÓSIO DE BÚFALOS DAS AMÉRICAS, 1., 2002, Belém. **Anais...** 2002. p. 357-359.
32. TEITELBAUM, L. S.; BULLOUGH, P. G. The pathophysiology of bone and joint disease. **American Journal of Pathology**, v. 96, n. 1, p. 283-354, 1979.
33. TOKARNIA, C. H.; CANELLA, C. F. C.; GUIMARÃES, J. A.; DÖBEREINER, J. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no nordeste e norte do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 3, p. 351-360, 1968.
34. TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 8, n. 1/2, p. 1-16, 1988.