

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO AGROPECUÁRIO
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

**NUTRIÇÃO MINERAL EM BUBALINOS E BOVINOS NOS CAMPOS DO
MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ: CÁLCIO, FÓSFORO, COBRE, COBALTO,
MANGANÊS, FERRO E ZINCO**

ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO

0652
base
FCAP
ex. 1

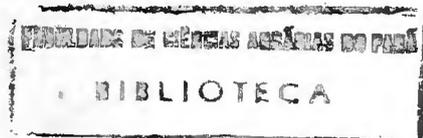
BELEM

1997

Biblioteca



06520019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO AGROPECUÁRIO
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

NUTRIÇÃO MINERAL EM BUBALINOS E BOVINOS NOS CAMPOS DO
MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ: CÁLCIO, FÓSFORO, COBRE, COBALTO,
MANGANÊS, FERRO E ZINCO

ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e Empresa
Brasileira de Pesquisa Agropecuária como requisito
parcial para obtenção de grau de Doutor em
Ciências.

Orientador: Prof. Dr. William Gomes Vale

BELÉM

1997

0650
Vale
FCPP

ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO

**NUTRIÇÃO MINERAL EM BUBALINOS E BOVINOS NOS CAMPOS DO
MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ: CÁLCIO, FÓSFORO, COBRE, COBALTO,
MANGANÊS, FERRO E ZINCO**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências no Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pela Comissão formada pelos professores:

Orientador:


Prof. Dr. William Gomes Vale

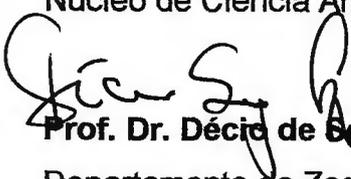
Núcleo de Ciência Animal, UFPA


Prof. Dr. Jonas Bastos da Veiga

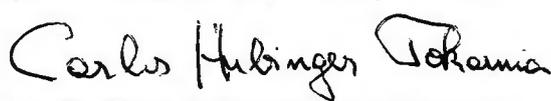
Núcleo de Ciência Animal, UFPA-EMBRAPA/Amazônia Oriental


Prof. Dr. Miguel Simão Neto

Núcleo de Ciência Animal, UFPA-EMBRAPA/Amazônia Oriental


Prof. Dr. Décio de Souza Graça

Departamento de Zootecnia, UFMG.


Prof. Dr. Carlos Hubinger Tokarnia.

Departamento de Nutrição Animal, UFRRJ.

Belém, 20 de novembro de 1997.

Deus, dá-me a serenidade de aceitar as coisas que não posso mudar,

A coragem de mudar as coisas que posso,

E o discernimento de saber a diferença.

Aos meus pais, Ilydio (in memoriam) e Gertrude, pela oportunidade de estudo.

Ao meu filho Daniel e ao meu marido Maurício, pelo tempo de convívio roubado.

Aos animais experimentais, pela vida doada.

Dedico

*Ao Prof. Dr. William Gomes Vale, por todos os ensinamentos
recebidos durante estes 13 anos de convivência.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho chegasse a termo, em especial:

Ao amigo e orientador Prof. Dr. WILLIAM GOMES VALE, pelo incentivo, confiança e compreensão prestadas durante a elaboração deste trabalho.

Aos co-orientadores Profs. Dr. JONAS BASTOS DA VEIGA e Dr. MIGUEL SIMÃO NETO, pelas valiosas sugestões, que contribuíram para o melhor desenvolvimento do projeto e apresentação deste trabalho, sábios ensinamentos, paciência e amizade.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, particularmente à COORDENADORIA DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, especialmente ao Prof. Dr. JOÃO GUERREIRO, ex-Coordenador e ao Prof. HORÁCIO SCHNEIDER, atual Coordenador, assim como também às Sras. SELMA AMORAS PINTO e ANA CÉLIA GONÇALVES COSTA, secretárias da Coordenadoria, pelas facilidades concedidas.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro necessário à realização do curso.

À FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, pela oportunidade de realização deste curso.

À EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa/Amazônia Oriental), pela cessão da área experimental e dos

animais, bem como a todos os funcionários do Campo Experimental "Dr. Ermenson Salimos" da Embrapa/Amazônia Oriental, pela amizade, carinho e auxílio no manejo dos animais.

Ao FRIGORÍFICO E MATADOURO DA SOCIPE, pela cessão dos animais e aos funcionários, pela ajuda na colheita das amostras.

À ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, que me acolheu e permitiu a utilização dos seus equipamentos e materiais, em especial aos Professores DÉCIO DE SOUZA GRAÇA e ANTÔNIO DE PINHO MARQUES JÚNIOR, pela amizade e pelo grande apoio recebido durante esse período.

Ao LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA ANIMAL DE PEDRO LEOPOLDO, em especial à amiga Dra. MARIA DE FÁTIMA VIEIRA, por ter me acolhido em seu laboratório, permitindo a utilização dos equipamentos e materiais, contribuindo para a realização de parte das análises laboratoriais.

Aos técnicos de laboratório ELOÍSA SALIBA, ANTÔNIO DE ARIMATÉIA MONTEIRO e CARLOS TEMÓTEO PINTO, pelo carinho, amizade e desprendimento com que colaboraram nos trabalhos laboratoriais.

Ao casal JOSÉ DOMINGOS e SIMONE ELISA GUIMARÃES, pelo apoio e amizade expressiva com que me acolheram durante a minha estadia em Belo Horizonte.

À AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA, pelo apoio financeiro fornecido para a realização do treinamento em Nutrição

Mineral em Gainesville, University of Florida, USA, durante o Curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. LEE R MCDOWELL e a Sra. NANCY WILKINSON, Animal Nutrition, University of Florida, USA, pela agradável oportunidade de convívio, treinamento e realização de parte das análises laboratoriais.

Ao Dr. RAIMUNDO PARENTE DE OLIVEIRA, pela contribuição prestada no desenvolvimento das análises estatísticas.

À Nutrisal, na pessoa do Dr. JOSÉ FERREIRA TEIXEIRA NETO, pelo auxílio do cálculo e confecção da mistura mineral dos animais.

Aos Médicos Veterinários CÂNDIDA MARIA SANTOS SILVA e LEÔNIDAS OLEGÁRIO DE CARVALHO, pela amizade e grande auxílio na colheita das amostras.

Aos bolsistas e estagiários CRISTIANO, EDMILSON, ANDRÉA, MARCOS e MAURO, pelo auxílio na colheita das amostras

A todos os funcionários do LABORATÓRIO DE REPRODUÇÃO ANIMAL da UFPa, pela amizade e apoio durante o curso, especialmente à secretária Srta. NÁDIA CRISTINE MONTEIRO DE OLIVEIRA e aos Professores JOSÉ SILVA SOUZA e ALUÍZIO OTÁVIO DE ALMEIDA SILVA.

A todos os amigos e colegas que fiz, dentro e fora da UFPa, sobretudo no tempo em que me ausentei do Estado do Pará para realizar parte deste trabalho, pela convivência e carinho, deixo aqui o meu muito obrigada de todo o meu coração.

SUMÁRIO

EPÍGRAFE	i
DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	vii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABELAS	xvii
RESUMO	xxii
ABSTRACT	xxiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTEJO NOS TRÓPICOS	1
1.1.1 Características geográficas e climáticas	1
1.1.2 Produção e nutrição animal	1
1.1.3 Interação solo, planta e animal na nutrição mineral	2
1.1.4 Cálcio e fósforo	3
1.1.5 Cobre	5
1.1.6 Cobalto	5
1.1.7 Manganês	6

1.1.8	Ferro	7
1.1.9	Zinco	7
1.1.10	Distúrbios minerais no Brasil e na Amazônia.....	8
1.1.11	O papel da ilha de Marajó na pecuária Amazônica	9
1.2	AVALIAÇÃO DA DEFICIÊNCIA MINERAL.....	12
1.2.1	Cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo	16
1.2.2	O cobre no tecido hepático	18
1.2.3	O cobalto no tecido hepático	21
1.2.4	O manganês no tecido hepático	24
1.2.5	O ferro no tecido hepático	25
1.2.6	O zinco no tecido hepático	27
1.3	RESPOSTA ANIMAL À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL	29
1.3.1	Consumo da mistura mineral	29
1.3.2	Produtividade.....	30
1.3.3	Influência da suplementação sobre o tecido animal.....	33
1.4	OBJETIVOS	38
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1	<u>EXPERIMENTO 1</u> : EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE	

<i>Brachiaria humidicola</i> NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ.....	39
2.1.1 Localização, clima e solo.....	39
2.1.2 Animais experimentais	44
2.1.3 Delineamento experimental	46
2.1.4 Suplementação mineral	47
2.1.5 Manejo da pastagem e dos animais.....	47
2.1.6 Ganho de peso dos animais	50
2.1.7 Colheita das amostras	50
2.1.7.1 Tecido ósseo	50
2.1.7.2 Tecido hepático	51
2.1.7.3 Fornagem.....	52
2.1.8 Análises laboratoriais	53
2.1.8.1 Tecido ósseo	53
2.1.8.2 Tecido hepático	54
2.1.8.3 Fornagem	55
2.1.9 Análise estatística	55
2.2 <u>EXPERIMENTO 2</u>: DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ.	60

2.2.1	Localização	60
2.2.2	Animais experimentais	60
2.2.3	Delineamento experimental	60
2.2.4	Colheita das amostras	63
2.2.4.1	Tecido ósseo	63
2.2.4.2	Tecido hepático	63
2.2.5	Análises laboratoriais	63
2.2.5.1	Tecido ósseo	63
2.2.5.2	Tecido hepático	64
2.2.6	Análise estatística	64
3	RESULTADOS	66
3.1	<u>EXPERIMENTO 1</u> : EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE <i>Brachiaria humidicola</i> NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ.....	66
3.1.1	Conteúdo de mineral na pastagem de <i>Brachiaria humidicola</i>	66
3.1.2	Consumo da mistura mineral pelos animais.	70
3.1.3	Mineral no tecido ósseo.....	73
3.1.4	Mineral no tecido hepático.	75

3.1.5	Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático.....	79
3.1.6	Correlações dos minerais na planta e no tecido animal.....	85
3.1.7	Ganho de peso.....	88
3.2	<u>EXPERIMENTO 2</u> : DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ.	93
3.2.1	Mineral no tecido ósseo.....	93
3.2.2	Mineral no tecido hepático	97
3.2.3	Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático	109
3.2.4	Correlações dos minerais entre os tecidos ósseo e hepático	112
4	<u>DISCUSSÃO</u>	114
4.1	<u>EXPERIMENTO 1</u> : EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE <i>Brachiaria humidicola</i> NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ.....	114
4.1.1	Cálcio e fósforo na pastagem.....	114
4.1.1.1	Efeito do período	114
4.1.2	Cobre, manganês, ferro e zinco na pastagem	116
4.1.2.1	Efeito do período	116

4.1.3	Consumo da mistura mineral	119
4.1.3.1	Efeito da espécie	119
4.1.3.2	Efeito do período	120
4.1.4	Percentual de cinzas, cálcio, fósforo e razão cálcio:fósforo no tecido ósseo.....	121
4.1.4.1	Efeito da suplementação mineral	122
4.1.4.2	Efeito da espécie	123
4.1.4.3	Efeito do período	124
4.1.5	Cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco no tecido hepático.....	127
4.1.5.1	Efeito da suplementação mineral	127
4.1.5.2	Efeito da espécie	130
4.1.5.3	Efeito do período	131
4.1.6	Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático.....	132
4.1.7	Ganho de peso dos animais	133
4.1.7.1	Efeito da suplementação	133
4.1.7.2	Efeito da espécie	134
4.1.7.3	Efeito do período	134
4.2	EXPERIMENTO 2: DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ	135

4.2.1	Percentual de cinzas, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo.....	135
4.2.1.1	Efeito da espécie	136
4.2.1.2	Efeito do período	136
4.2.1.3	Efeito do município	137
4.2.2	Cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco no tecido hepático.....	138
4.2.2.1	Efeito da espécie	138
4.2.2.2	Efeito do período	140
4.2.2.3	Efeito do município	142
4.2.3	Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático.....	142
5	CONCLUSÕES	146
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
	ANEXOS	165

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do município de Salvaterra, ilha de Marajó, Estado do Pará.....	40
Figura 2- Dados meteorológicos da região do Campo Experimental do Marajó ‘Dr. Ermenson Salimos’(CEMES), Salvaterra, ilha de Marajó, Estado do Pará. Período de julho de 1994 a junho de 1995	42
Figura 3- Aspecto de um dos cochos utilizados para a suplementação mineral dos animais durante o período seco (julho a dezembro de 1994).....	43
Figura 4- Aspecto de um dos cochos utilizados para a suplementação mineral dos animais, durante o período chuvoso (janeiro a junho de 1995).....	43
Figura 5- Parte do grupo de bovinos (acima) e bubalinos (abaixo) utilizados no experimento.....	45
Figura 6- Esquema de rodízio dos animais experimentais a cada 28 dias nos piquetes.....	49
Figura 7- Distribuição dos municípios na ilha de Marajó, Estado do Pará, de acordo com as propriedades de onde procederam os animais experimentais	61
Figura 8- Concentração média de cálcio, fósforo e da relação cálcio e fósforo da <i>Brachiaria humidicola</i> (com base na matéria seca) nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental	67

Figura 9- Concentração média de cobre, zinco e ferro da <i>Brachiaria humidicola</i> (com base na matéria seca) nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.....	68
Figura 10- Consumo diário médio da mistura mineral dos animais experimentais por espécie nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.....	72
Figura 11- Percentual de bovinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período seco.....	82
Figura 12- Percentual de bovinos com com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período chuvoso	82
Figura 13- Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período seco.....	83
Figura 14- Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período chuvoso.....	83
Figura 15- Ganho de peso diário médio dos animais por espécie nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental	89
Figura 16- Ganho de peso diário médio dos animais nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.....	90
Figura 17- Concentrações médias de cinzas no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e espécie	98

Figura 18- Concentrações médias do fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e espécie	99
Figura 19- Concentrações médias de cinzas no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e período	100
Figura 20- Concentrações médias do cobalto dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie	103
Figura 21- Concentrações médias do manganês dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie	104
Figura 22- Concentrações médias do zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie	107
Figura 23- Concentrações médias do zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período e espécie	108
Figura 24- Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático	111
Figura 25- Percentual de bovinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Melhor tecido amostral para estimar a deficiência mineral segundo o N.C.M.N. (1973)	15
Tabela 2 - Indicação para diagnóstico de deficiências minerais específicas em bovinos de corte de acordo com McDowell et al. (1984).....	15
Tabela 3 - Teor de cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	19
Tabela 4 - Concentração hepática de cobre em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	21
Tabela 5 - Concentração hepática de cobalto em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	23
Tabela 6 - Concentração hepática de manganês em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	26
Tabela 7 - Concentração hepática de ferro em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	27
Tabela 8 - Concentração hepática de zinco em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada	29
Tabela 9 - Evolução produtiva do rebanho bovino na Colômbia após quatro anos de suplementação mineral.....	32

Tabela 10 - Concentração de cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo de bovinos, de acordo com a suplementação mineral utilizada e a literatura consultada	36
Tabela 11 - Concentração de cobalto, cobre, manganês, ferro e zinco no tecido hepático de bovinos, de acordo com a suplementação mineral utilizada e a literatura consultada	37
Tabela 12 - Peso inicial dos animais experimentais	43
Tabela 13 - Composição da mistura mineral utilizada	48
Tabela 14 - Quadro de análise de variância para as variáveis do tecido animal	57
Tabela 15 - Quadro de análise de variância para ganho de peso animal.....	58
Tabela 16 - Quadro de análise de variância para consumo mineral do animal ...	59
Tabela 17 - Quadro de análise de variância para as variáveis da <i>Brachiaria humidicola</i>	59
Tabela 18 - Número de propriedades e de animais para o estudo da nutrição mineral na ilha de Marajó, Estado do Pará. Novembro e dezembro de 1994 (final de período seco) e maio a junho de 1995 (final de período chuvoso).....	62
Tabela 19 - Quadro de análise de variância das respostas dos animais experimentais	65
Tabela 20 - Concentração de cálcio, fósforo, cobre, manganês, ferro e zinco e relação cálcio:fósforo da <i>Brachiaria humidicola</i> , com base na matéria seca	69

Tabela 21 - Consumo da mistura mineral por espécie animal	70
Tabela 22 - Consumo da mistura mineral por período do ano.....	71
Tabela 23 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais, de acordo com a suplementação mineral	73
Tabela 24 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por espécie	74
Tabela 25 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais, de acordo com o período do ano	74
Tabela 26 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, de acordo com a suplementação mineral	76
Tabela 27 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por espécie	77
Tabela 28 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período do ano.....	78
Tabela 29 - Concentração de cobalto e de ferro dos animais suplementados, com base na matéria seca do tecido hepático, no período seco e por espécie animal.....	79

Tabela 30 - Percentual de bovinos e bubalinos que apresentaram uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.....	81
Tabela 31 - Correlação entre os minerais da pastagem de <i>Brachiaria humidicola</i>	86
Tabela 32 - Correlação entre os minerais nos tecidos ósseo e hepático dos animais	87
Tabela 33 - Ganho de peso diário dos animais de acordo com a suplementação mineral	91
Tabela 34 - Ganho de peso diário dos animais de acordo com a espécie animal.....	91
Tabela 35 - Ganho de peso diário dos animais por período do ano	92
Tabela 36 - Teor de cinza, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por espécie.....	94
Tabela 37 - Teor de cinza, cálcio, fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por período.....	95
Tabela 38 - Teor de cinza, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município	96
Tabela 39 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por espécie	102

Tabela 40 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período.....	105
Tabela 41 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município	106
Tabela 42 - Percentual de bubalinos e bovinos que apresentaram uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.....	110
Tabela 43 - Correlação entre os minerais dos tecidos ósseo e hepático dos animais	113

RESUMO

Durante os meses de julho de 1994 a junho de 1995 foram realizados dois experimentos objetivando avaliar e comparar o estado da nutrição mineral nas espécies bubalina e bovina da ilha de Marajó, Estado do Pará e estabelecer uma recomendação adequada de suplementação mineral.

No primeiro estudo, utilizaram-se 16 animais de cada espécie, divididos em dois tratamentos (T1 e T2) com oito animais por espécie, mantidos permanentemente em pastagens de *Brachiaria humidicola*, adicionando-se somente aos animais do T1, uma mistura mineral contendo 100% das exigências nutricionais do animal. No início, e a cada 28 dias até o final do experimento, foram determinados o consumo da mistura mineral, o ganho de peso animal e as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn) da forrageira. No final dos períodos seco (dezembro de 1994) e chuvoso (junho de 1995), retirou-se de cada animal um fragmento ósseo para avaliação do estado das cinzas e do Ca e P. Nesta mesma época foi também retirado um fragmento hepático de cada animal para a determinação do Cu, cobalto (Co), Mn, Fe e Zn. A suplementação mineral não promoveu um efeito significativo sobre o ganho de peso dos animais e, o consumo da mistura mineral, teve uma redução significativa de 133 g/UA/dia no período seco para 54g/UA/dia no período chuvoso. A deficiência de P encontrada na pastagem (0,08 %) alterou o percentual de cinzas no tecido ósseo, porém a suplementação mineral elevou a relação Ca:P óssea e a concentração do Cu hepático. A capacidade

produtiva animal foi potencializada pela exuberância e melhor qualidade da pastagem na época de maior chuva e, os bubalinos, mesmo consumindo 28% menos mistura mineral do que bovinos, apresentaram um melhor poder de resposta frente às condições climáticas extremas da ilha de Marajó (seca e chuva).

No segundo experimento, foram utilizados bubalinos (Bu) e bovinos (Bo) criados em regime de pastagem, procedentes de diferentes municípios do Marajó e destinados ao abate. Foram estudados 57 bovinos e 59 bubalinos no final do período seco e 62 bovinos e 60 bubalinos no final do período chuvoso, para determinar o percentual de cinzas, Ca e P no tecido ósseo e as concentrações de Cu, Co, Mn, Fe e Zn no tecido hepático. Em ambas as espécies, as concentrações de Ca (23,6%), P (10,5%) e Cu (5,7 ppm) estavam muito baixas, sobretudo no período chuvoso. As reservas hepáticas de Fe (1.038 ppm) foram muito além do limite máximo estipulado pela literatura consultada (180 ppm).

Os minerais mais importantes a serem suplementados, de acordo com este estudo, são o Ca, P e Cu. Essa suplementação se faz necessária sobretudo no período chuvoso do ano, muito embora deva estar sempre disponível no cocho para consumo porque tende a elevar as reservas no tecido animal. Os bubalinos parecem ser mais sensíveis à deficiência desses minerais do que os bovinos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted, from July 1994 to July 1995, to evaluate and compare mineral status of buffaloes and cattle and to attempt specific and regional mineral supplementation, in the Marajó Island, State of Pará.

In the first experiment, sixteen steers and sixteen male buffaloes were divided equally into two treatments (T1 and T2) with eight animals each and maintained on a *Brachiaria humidicola* pasture. Animals of T1 were supplemented with mineral mixture containing 100% of nutritional requirements. Mineral consumption, animal liveweight gain and the contents of calcium (Ca), phosphorus (P), copper (Cu), manganese (Mn), iron (Fe) and zinc (Zn) in the forage were determined at the beginning of the experiment and at 28-day intervals. At the end of the dry season (December 1994) and the rainy season (June 1995), bone and liver fragments were collected from all animals for mineral analysis. It was determined Ca, P and ash from bone, and Cu, cobalt (Co), Mn, Fe and Zn from liver. Mineral supplementation did not affect statistically animal liveweight gain and consumption of mineral mixture had a significant decrease, from 133 g/animal unit/day in the dry season to 54 g/animal unit/day in the rainy season. The deficiency of P (0.08 %) in the forage modified significantly ash bone levels and mineral supplementation increased the Ca:P relation in bone and liver Cu content. Animal performance was stimulated by better forage quality caused by rain and buffaloes tend to gain

more weight in the extreme climatic conditions of the region even consumption have been 28% lower than cattle.

In the second experiment, samples were collected from fattening buffaloes (B) and cattle (C) from five counties of Marajó Island, raised exclusively on pastures. It was used 59 and 60 buffaloes and 57 and 62 cattle in the dry and rainy season, respectively. Samples of animal tissues were collected to determine ash, Ca and P in the bone and Cu, Co, Mn, Fe and Zn in the liver. The values found for Ca (57.9 %), P (23.6%) and Cu (5.7 ppm) were below the critical levels reported in the literature. In both animal species Fe liver (1.038 ppm) was higher than maximum level suggested for beef cattle (180 ppm).

The study concluded that the most important minerals to be supplemented is Ca, P and Cu. The supplementation is necessary specially in the rainy season therefore have to be offered all year around because it releases mineral reservation in animal tissues. Buffaloes animals appear to have more sensibility to develop mineral deficiency than cattle.

1. INTRODUÇÃO

1.1 NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTEJO NOS TRÓPICOS

1.1.1 Características geográficas e climáticas

As regiões tropicais e subtropicais do mundo, localizadas entre as latitudes 30° norte e 30° sul do hemisfério terrestre, somam uma área de aproximadamente 5 bilhões de hectares de terra. Geograficamente, são consideradas como locais de clima quente onde as regiões tropicais úmidas do planeta, concentradas principalmente dentro das latitudes equatoriais e tropicais, estão presentes em todos os continentes, com exceção da Europa.

Uma das mais importantes características de todos os climas tropicais úmidos são as constantes temperaturas elevadas, podendo-se encontrar médias mensais entre 20 a 30 °C, com uma amplitude muito pequena entre o mês mais frio e o mais quente, associada a uma precipitação pluviométrica distribuída mais ou menos uniformemente no transcorrer do ano e um período seco relativamente curto (Kendall et al., 1974).

1.1.2 Produção e nutrição animal

A produtividade animal é comprovadamente mais baixa nas áreas tropicais do que em criações similares de climas temperados, contribuindo com somente 36 % da carne e 19 % do leite da produção mundial

(F.A.O., 1980). Isto se deve a alguns fatores, como o estresse acentuado, promovido pela elevada temperatura ambiente, baixa qualidade nutricional das forrageiras e problemas de manejo, além das perdas elevadas por doenças infecto-contagiosas e parasitárias, assim como a baixa qualidade genética para a obtenção de um rápido crescimento e elevada produção leiteira (Coolier & Beede, 1985).

Nessas condições, os distúrbios do metabolismo dos minerais desencadeiam um processo carencial, já mundialmente conhecido por problemas produtivos e reprodutivos, que envolvem perda de peso, desordens de pele, abortamento não infeccioso, diarreia, anemia, perda de apetite, anormalidade óssea, tetania, baixa fertilidade e apetite depravado (McDowell et al., 1993).

1.1.3 Interação solo, planta e animal na nutrição mineral

Os solos e as forragens vêm sendo apontados como os responsáveis pelo desencadeamento dos distúrbios minerais dos animais, devido à pastagem, geralmente de baixo valor nutritivo, ser a base do recurso alimentar para a sustentabilidade econômica dessas criações que, por sua vez, são dependentes do solo, na sua grande maioria ácido e com baixo teor de nutrientes.

O processo de lixiviação que ocorre nos solos durante a maior parte do tempo é fator ímpar para a ocorrência do seu enfraquecimento. Esse processo ocorre basicamente pela frequência elevada das chuvas, ainda que a

umidade e a temperatura elevada favoreçam uma atividade química e biológica bastante intensa do solo. Sendo assim, os riscos de alagamento e erosão são maiores nesses solos e o seu manejo torna-se muito mais difícil do que o dos solos das regiões subtropicais e temperadas (N.A.S, 1972).

No tocante ao conteúdo mineral, durante os períodos de grandes chuvas ou quando em terrenos alagadiços, a diluição dos minerais nos solos de baixa fertilidade ocorre de tal maneira que a sua absorção pela planta poderá ser insuficiente (Ellis Neto et al., 1969). Cabe ressaltar que as forrageiras de climas quentes são geralmente do tipo C_4 e necessitam de cerca de 29 % a mais de terra para crescer e produzem substancialmente mais matéria seca por unidade foliar do que as forrageiras de clima temperado, demonstrando, dessa forma, maior demanda de nutrientes. Em solos de baixa fertilidade, porém, tal processo promove o chamado “efeito diluidor mineral”, levando assim à deficiência (Mislevy, 1985).

O conteúdo mineral de uma forrageira pode ser variado e está, segundo Gomide (1976), Reid & Horvath (1980), Underwood (1981) e McDowell (1992), relacionado a vários fatores, destacando-se a idade da planta e as diferenças de espécies, que envolvem a capacidade de captação dos minerais do solo para a sua utilização.

1.1.4 Cálcio e fósforo

A maioria das forragens consumidas pelos ruminantes em pastejo nas regiões tropicais é pouco mais do que adequada ao conteúdo de

fósforo (P), porém quando envelhecida e intemperizada está quase sempre deficiente ou no limite mínimo das exigências em P para o animal. Além disso, os solos quando excessivamente ácidos, favorecem a formação de fosfatos de ferro (Fe) ou de alumínio (Al) insolúveis, além das erosões e do lixiviamento, que esgotam a quantidade livre de P e, conseqüentemente, decrescem a concentração do mesmo na planta. Esta é, sem dúvida, a deficiência mais difundida no mundo e, sob ponto de vista econômico, a mais importante de todos os distúrbios minerais (Gomide, 1976, Reid & Horvath, 1980; McDowell, 1985 e Martin, 1993).

Os sintomas clínicos da deficiência de P aparecem sobretudo quando a necessidade se torna mais elevada, como durante o crescimento, gestação ou lactação. Da mesma forma, as restrições de cálcio (Ca) e/ou de P por um período muito prolongado, resultam geralmente em anormalidades ósseas e dentárias, caracterizadas por um quadro clínico de osteomalácia ou raquitismo (Underwood, 1981; Capen & Rosol, 1989), além do atraso no desenvolvimento e crescimento, perda de peso, fraqueza generalizada, depravação do apetite e desordens reprodutivas, sendo estas últimas observadas mais especificamente na deficiência de P (McDowell, 1992). Vale salientar, também, a existência dos processos subclínicos destas deficiências, por serem mais graves, e na sua grande maioria, de difícil diagnóstico, promovendo um declínio produtivo e reprodutivo, em todo o rebanho, com perdas econômicas significativas (McDowell et al., 1993).

1.1.5 Cobre

Depois do P, a deficiência de cobre (Cu) é um dos fatores mais limitantes para a criação de ruminantes em pastejo, principalmente em regiões tropicais, não somente pelo baixo conteúdo nas forrageiras, como também por ser um elemento altamente dependente de interações com outros componentes dietéticos. Molibdênio (Mo), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), cálcio (Ca) e cádmio (Cd) são capazes de reduzir a eficiência de absorção do Cu (Ward, 1978, Hansard, 1983; Cousins, 1985; Suttle, 1986 e Hidiroglou, Ivan & McDowell, 1990). O Cu é constituinte de uma grande quantidade de enzimas do organismo animal, sendo por isso, considerado um elemento essencial para a atividade enzimática. Das enzimas que o contém ou o requerem, destacam-se a citocromo-oxidase, a uricase, a tirosinase e a superóxido dismutase. Outras funções atribuídas ao Cu, incluem a participação na formação óssea e manutenção da integridade do sistema nervoso (McDowell, 1985, 1992). Sinais clínicos da deficiência deste mineral incluem diarreia, palidez das mucosas, pelagem endurecida e eriçada e com modificações na coloração, atraso no crescimento, perda de peso, fragilidade dos ossos longos, fraturas espontâneas, problemas reprodutivos e depressão do sistema imunológico (Underwood, 1981, Keen & Grahan, 1989 e McDowell et al., 1993).

1.1.6 Cobalto

A deficiência de cobalto (Co), juntamente com as de sódio (Na), P e Cu, constituem uma das mais severas limitações para ruminantes em

regime de pastagem, podendo ser encontrada em solos lixiviados e de diversas origens (Underwood, 1981). Os microorganismos do rúmen constituem um elo entre o Co e a vitamina B₁₂, que é por eles sintetizada à partir do Co e requerida pelo animal para a eritropoiese e a granulopoiese, assim como também para catalização de reações bioquímicas enzimáticas relacionadas com a produção de energia (Keen & Graan, 1989). As manifestações clínicas da deficiência de Co em ruminantes assemelham-se àquelas observadas na má nutrição proteico-energética como perda do apetite, redução do peso e do crescimento, profunda anemia, caquexia e morte (McDowell et al., 1993).

1.1.7 Manganês

A deficiência de manganês (Mn) em ruminantes criados em pastejo é muito rara em regiões tropicais, muito embora o excesso de Fe na dieta possa interferir na sua absorção e promover o distúrbio no seu metabolismo (Underwood, 1981). No organismo animal, o Mn está relacionado com uma série de funções enzimáticas atuando como ativador e constituinte de metaloenzimas diretamente relacionadas com o crescimento ósseo, metabolismo dos lipídios e dos carboidratos, sistemas nervoso, imunológico e reprodutivo e estrutura celular (Underwood, 1981, Keen & Grahan, 1989; McDowell, 1985, 1992). Os sintomas da deficiência mais comumente encontrados são a degeneração ovariana e testicular, má formação óssea, ataxia e atraso no crescimento (McDowell et al., 1993).

1.1.8 Ferro

O ferro (Fe) é o segundo metal mais abundante na crosta terrestre depois do alumínio (Al), e apresenta um papel de grande importância no organismo dos animais de sangue quente, por ser o responsável pela ativação de uma série de reações enzimáticas oxidativas dentro da cadeia respiratória (Underwood, 1981). No entanto, nas criações em regime de pastagens, a deficiência de Fe não é de grande relevância, exceto em animais muito jovens ou quando há perda considerável de sangue em consequência de parasitas ou outras enfermidades hemorrágicas onde os sintomas aparecem na forma de uma profunda anemia (Keen & Graham, 1989). Via de regra, as pastagens tropicais apresentam quantidades de Fe maiores do que aquelas necessárias para atender as exigências do animal e que muito embora seja um elemento considerado de baixa toxicidade, quando grandes quantidades são ingeridas poderá ocorrer a sua interferência com o metabolismo de outros minerais como o do P, Cu, Co e Zn (Reid & Horvath, 1980; Ammerman et al., 1989, McDowell, 1992 e McDowell et al., 1993).

1.1.9 Zinco

A função mais importante deste elemento está relacionada com a integridade do crescimento e da manutenção funcional das estruturas da pele, particularmente no metabolismo dos ácidos nucleicos e da síntese protéica e, conseqüentemente, no processo fundamental de multiplicação celular. Os efeitos iniciais da deficiência incluem consumo reduzido de

alimento, seguido por alterações dermatológicas, diminuição da flexibilidade articular e problemas reprodutivos (McDowell, 1992). Altas concentrações de Ca, Cu, Fe e cádmio (Cd) no solo ou na dieta podem interferir na sua absorção (Ammerman et al., 1989 e McDowell et al., 1993).

1.1.10 Distúrbios minerais no Brasil e na Amazônia

As deficiências e os desequilíbrios minerais também são, sem dúvida, um dos maiores entraves para o aumento do desfrute do rebanho bovino brasileiro. Estatísticas mostram que o país, mesmo sendo o detentor do maior rebanho de bovinos de corte comercial do mundo, possui ainda, baixas taxas de natalidade e elevada idade ao abate (Martin, 1993).

Tokarnia et al. (1988), através de um levantamento sobre a situação atual da nutrição mineral de bovinos no Brasil, destacam as deficiências de P, Na, Co, Cu, iodo (I), Zn e Mn. Nas áreas menos desenvolvidas do país, como a Amazônia, o problema mineral em criações de bovinos em regime de pastagem é ainda muito maior, atingindo proporções alarmantes, que às vezes não são observadas à primeira vista devido à quase total falta de informações sobre o assunto.

Em um estudo pioneiro efetuado na Amazônia sobre a deficiência mineral, Sutmöeller et al. (1966) destacaram o problema, relacionando-o com a qualidade das pastagens e dos solos da região. Posteriormente, os trabalhos de Camargo et al. (1980), Costa & Moreira (1980), Barros et al. (1981), Camargo et al. (1985), Souza & Darsie (1985,

1986), Souza et al. (1982, 1986) e Cardoso et al. (1992a, 1992b, 1997a) demonstraram que os maiores problemas nas criações de ruminantes em pastagem na região encontram-se relacionados com a deficiência de Ca, P, Zn Co e Cu e o excesso de Fe.

1.1.11 O papel da ilha de Marajó na pecuária Amazônica

Nos últimos 25 anos, a produção pecuária na Amazônia desenvolveu-se rapidamente em área originalmente de florestas, em face da política de incentivos fiscais do Governo Federal, cuja finalidade foi de promover o incremento socioeconômico da região. Esse programa teve início com a abertura das grandes rodovias que começaram a atravessar a região a partir dos primeiros anos da década de 60, a começar pela BR-010 (Belém-Brasília), quando grandes fazendas começaram a ser implantadas, nas quais predominam pastagens cultivadas de gramíneas, basicamente dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*.

As espécies do gênero *Brachiaria* têm apresentado um alto grau de adaptabilidade na região, sendo a espécie mais difundida a *Brachiaria humidicola* porque tem se mostrado menos exigente no que diz respeito às condições químicas e físicas do solo (Serrão & Falesi, 1977). Entretanto, sua condição nutricional não parece ser satisfatória. No Estado do Pará, Camarão et al. (1983) encontraram diferenças significativas entre os coeficientes de digestibilidade "in vitro" das matérias seca e orgânica para esta variedade entre três idades de corte, evidenciando um marcante aumento dos teores de lignina

e um decréscimo significativo do conteúdo de proteína bruta aos 95 dias de idade. Na ilha de Marajó, Cardoso et al. (1997b) observaram uma condição nutricional muito pobre da *Brachiaria humidicola* em ambos os períodos do ano, chuvoso e seco, obtendo valores menores que 7 % e 50 % para a proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, respectivamente.

Nos Estados do Amazonas, Acre, Roraima, Rondônia, Amapá e parte do Pará, onde a população humana é muito rarefeita, chegando a cerca de um habitante por quilômetro quadrado, a criação bovina é relativamente pequena, não se achando uniformemente distribuída, nas chamadas terras firmes, onde existem vastos campos de pastagens nativas que apresentam limitações e um potencial produtivo reduzido por condições de muito baixa fertilidade dos solos (Serrão & Falesi, 1977).

Por outro lado, na Amazônia Legal existem cerca de 67 milhões de hectares de terras permanentemente ou temporariamente inundadas (Nascimento & Homma., 1984), e nestas áreas encontram-se as chamadas pastagens de várzea que têm a sua utilização restrita aos períodos secos, após o recesso das águas, quando enormes extensões de "várzea" ficam cobertas por uma pastagem luxuriante, muitas vezes de alta qualidade, onde a bubalinocultura vem melhor se desenvolvendo do que a bovinocultura, por fazer melhor uso da forragem flutuante destas pastagens, em virtude do seu hábito aquático.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1994), a população brasileira de búfalos está estimada em aproximadamente

1,6 milhão de cabeças, sendo a região norte a detentora de 50 % destes animais. Somente na região dos campos da ilha de Marajó, Estado do Pará, compreendida pelos municípios de Cachoeira do Arari, Chaves, Muaná, Ponta de Pedras, Salvaterra, Santa Cruz do Arari e Soure, o número estimado destes animais é de 563.529. Essa população é pouco maior que o número de bovinos estimado naquela área, que está em torno de 516.958 animais, de acordo com a mesma fonte.

O clima da ilha de Marajó, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Ami-tropical chuvoso, com período de máxima precipitação compreendido entre os meses de janeiro a junho e mínima, de setembro a novembro. A precipitação pluviométrica anual média é de 2.500 mm, com temperatura média de 27 °C e umidade relativa em torno de 85 %. O solo predominante dos campos é a Laterita Hidromórfica e, em menor escala, o Glei Pouco Úmido, ambos de característica extremamente argilosa e de baixa fertilidade (Falesi, 1972 e Kendall et al., 1974). Desta forma, os problemas ligados aos rigores climáticos, com extremos de cheias e secas periódicas, fazem com que as pastagens fiquem temporariamente submersas durante os meses mais chuvosos, obrigando a concentração do rebanho nas partes mais altas da ilha, também conhecidas como “tesos” ou quando a seca é muito forte, o crescimento forrageiro torna-se comprometido, chegando a ficar quase mesmo paralisado.

A criação bubalina no Marajó ainda se dá, sobretudo, num regime extensivo, tendo como base as raças Murrah, Mediterrânea, Jafarabadi

e Carabao, cujo o objetivo principal é a produção de carne e de leite, e, numa escala menor, o fabrico do queijo. Nesse sistema, os índices de produtividade são considerados ainda muito abaixo do seu verdadeiro potencial, por estar sendo desenvolvida essencialmente em pastagem nativa localizada em solos distróficos, resultando em um suporte forrageiro de baixa qualidade. No período seco, a qualidade dessa pastagem se agrava com a produção a ponto de provocar perda de peso acentuada nos animais. Nascimento & Lourenço Júnior (1979) e Teixeira Neto & Serrão (1984) consideraram ainda a quase inexistente prática de utilização de suplementação mineral no rebanho bubalino, quando comparado ao rebanho bovino da região, contribuindo significativamente no quadro de baixa produtividade. Via de regra, tratamentos específicos como suplementação protéica ou mesmo a suplementação mineral na época de abate dos animais não são procedimentos comuns na pecuária marajoara. As deficiências minerais já foram observadas na região, entretanto muito poucas informações específicas são disponíveis sobre o rebanho bubalino.

1.2 AVALIAÇÃO DA DEFICIÊNCIA MINERAL

O estudo e o diagnóstico dos problemas das carências minerais em ruminantes criados em regime de pastagem nos trópicos não são geralmente de fácil descrição, haja vista a multiplicidade dos nutrientes essenciais e de suas interrelações. A deficiência mineral na espécie bovina vem sendo avaliada através de exames clínicos, análises anatomopatológicas

e exames químicos nos tecidos e fluídos orgânicos do animal, juntamente com análises de solo e de plantas forrageiras para a determinação de um diagnóstico conclusivo do problema.

Muito embora as análises de solo e de plantas forrageiras sejam técnicas de grande relevância para o mapeamento regional das deficiências ou toxicidade dos minerais, elas são de difícil interpretação, devido à grande interação existente entre os elementos envolvidos, além de serem de difícil execução, pois exigem grande quantidade de recursos financeiros, humanos e materiais (Ammerman et al., 1989, Tokarnia et al., 1988 e McDowell, 1992).

Segundo Underwood (1981) e McDowell et al. (1993), em alguns casos, somente as dosagens químicas provenientes do tecido animal são suficientes para o diagnóstico do problema carencial, podendo, assim, ser efetuada a interpretação dos resultados com uma razoável rapidez e com um menor risco de erro. Mtimuni et al. (1990) verificaram que a correlação dos minerais dentro do sistema solo-planta-animal para estimar a condição do mineral no animal é sempre muito restrita devido a muitos fatores poderem afetar a viabilidade do mineral no solo e na forrageira e mesmo dentro de cada animal.

Cabe ressaltar ainda que no diagnóstico dos desequilíbrios minerais, as variações ambientais sazonais devem ser consideradas para que se obtenha resultados de maior clareza na interpretação. Posenti et al. (1993), através de um estudo no eixo solo, planta e animal, com uma determinação,

não conseguiram bons resultados na interpretação do efeito da suplementação mineral sobre a produtividade animal, concluindo que a coleta de tecido animal em uma época do ano não é suficiente para se detectar as deficiências minerais que possam existir.

Ainda com relação à análise mineral no tecido animal, é imprescindível o conhecimento do metabolismo e o local de ação de cada mineral no organismo animal para que a seleção desse tecido seja efetuada e reflita realmente a condição do mineral no animal. Sendo assim, Silva (1976) relaciona quatro alternativas que devem ser consideradas para essa escolha. A primeira delas está relacionada a tecidos cujos minerais funcionem como reguladores locais. A segunda, as que tenham os minerais essenciais como necessários à sua função e indispensável à sua fisiologia normal. A terceira, as que estejam envolvidas com o transporte, estocagem e excreção do mineral. Finalmente, a quarta, as que apresentem poder acumulativo do mineral.

Dentre as inúmeras indicações que subsidiam a avaliação dos teores de minerais nos tecidos e fluídos orgânicos de ruminantes, estão as estipuladas pelo N.C.M.N. (1973) e por McDowell et al. (1984), sendo que as de maior importância para a região amazônica encontram-se resumidas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1- Melhor tecido amostral para estimar a deficiência mineral segundo o N.C.M.N.(1973)

Fígado	Plasma	Saliva	Leite	Urina	Dieta	Solo
	Cálcio				Cálcio	
					Fósforo	
						Cobalto
Cobre	Cobre					
	Zinco				Zinco	
					Manganês	

Os valores mais representativos estão em negrito.

Tabela 2 - Indicação para diagnóstico de deficiências minerais específicas em bovinos de corte, de acordo com McDowell et al. (1984).

Elemento	Tecido	Concentração crítica
Cálcio	Osso (sem gordura)	< 24,5 %
	Osso (cinza)	< 37,6 %
	Plasma	< 8mg/dL
Fósforo	Osso (sem gordura)	< 11,5 %
	Osso (cinza)	< 17,6 %
	Plasma	< 4,5mg/dL
Cobalto	Fígado	0,05 - 0,07 ppm
Cobre	Fígado	25 - 75 ppm
	Soro	< 0,65mg/mL
Ferro	Fígado	> 180 ppm (Tóxico)
Zinco	Fígado	< 84 ppm

1.2.1 Cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo

Em bovinos, os trabalhos de Little (1972), Cohen, (1973) e Williams et al. (1991) servem como exemplo para a demonstração e comprovação do reflexo do fósforo (P) dietético sobre o tecido ósseo. Muito embora não tenha conseguido encontrar diferenças na concentração do P ósseo, Little (1972) demonstrou que as modificações na gravidade específica e no percentual de cinzas do osso são resultantes das variações ocorridas no conteúdo de P na dieta. Além do que, Cohen (1973) esclarece que, nestes casos, a modificação da concentração do P nos fluídos e tecidos orgânicos do animal é gradativa, sobretudo no tecido ósseo que apesar de ser mais demorada é sempre mais significativa do que as observadas no sangue. Williams et al. (1991) mostrou que tanto a concentração de P no sangue, como na saliva ou na costela óssea podem indicar o condição do P do animal, porém o melhor indicador foi o tecido ósseo, que refletiu significativamente o índice de P dietético.

A interação solo, planta e tecido ósseo vem sendo estudada por diversos autores em muitos países, utilizando geralmente bovinos criados em sistema de pastagem e durante basicamente dois períodos distintos do ano, o final da estação chuvosa e o final da estação seca. De maneira geral, nem sempre os índices encontrados apresentam diferenças significativas entre os períodos, ou refletem o conteúdo do solo, mas revelam as deficiências normalmente contidas na forrageira. Na Guatemala, Tejada et al. (1987) encontraram uma deficiência bastante acentuada de P no solo e baixas concentrações de Ca e P nas forrageiras, principalmente no período seco. No

tecido ósseo, no entanto, não houve variações de Ca e P entre os dois períodos, mas os valores foram considerados críticos quando comparados aos normais. Na Indonésia, Prabowo et al. (1991a) encontraram diferenças sazonais no Ca e no P do solo, sendo as concentrações de Ca mais elevadas no período chuvoso e as de P muito baixas em ambos os períodos. Na forrageira, o conteúdo de Ca e P não diferiram entre os períodos seco e chuvoso, com o Ca apresentando-se acima do valor crítico, porém no período chuvoso, a concentração de P foi mais baixa, na maioria das amostras. No osso, não houve diferenças significativas detectadas entre os períodos, mas o número de animais com uma concentração de cinzas, de Ca e de P abaixo do valor crítico foi bastante elevado.

Com relação à espécie bubalina, Prabowo et al. (1990) efetuaram na Indonésia uma avaliação e uma comparação da condição dos minerais desses animais com a espécie bovina. Diferenças sazonais foram observadas nas concentrações de Ca e P do solo que se encontravam mais elevadas no período chuvoso, tendo sido o P, o elemento de maior deficiência. Na forrageira, os valores de Ca ficaram abaixo do crítico em ambos os períodos, enquanto os de P mostraram um elevado grau de deficiência, tendo sido maior no período chuvoso. No tecido ósseo não houve diferenças sazonais, tanto para o Ca como para o P, assim como entre as espécies de animal, entretanto o número de animais com uma concentração de cinzas, de Ca e de P abaixo do valor crítico foi muito elevado. No Brasil, Cardoso et al.

(1997a) reportaram baixas concentrações de Ca e P nas forrageiras e no tecido ósseo desses animais, sendo mais acentuadas no período chuvoso.

Na Amazônia, alguns estudos foram efetuados entre solo, planta e tecido ósseo, para tentar avaliar o condição mineral do Ca e do P de bovinos criados em pastejo, tendo destaque o trabalho de Souza et al. (1979), no norte do Estado do Mato Grosso, que encontraram baixa concentração de P na forrageira e no tecido ósseo, entretanto valores mais críticos foram observados na forrageira no período seco e no tecido ósseo no período chuvoso. Também, no Estado do Mato Grosso, essa interrelação foi avaliada por Lopes et al. (1980) identificando no solo, nas pastagens e no tecido ósseo, baixas concentrações de P. Uma investigação foi efetuada no antigo território de Roraima por Souza et al. (1986), que encontraram variações sazonais e deficiências de Ca e P no solo e na forrageira com índices destes elementos e de cinzas ósseas insuficientes para atender os requisitos do animal.

Os percentuais de Ca, P e cinzas ósseos encontrados na literatura consultada estão resumidos na Tabela 3.

1.2.2 O cobre no tecido hepático

Segundo Underwood (1981), a determinação do cobre (Cu) na dieta ou em pastagens, buscando detectar a condição do mineral no animal, é de valor limitado e, como tal, pode ser facilmente mal interpretada, a menos que outros elementos com os quais o Cu interage, particularmente o molibdênio (Mo) e o enxofre (S) sejam também determinados. Porém, as Tabela

3 - Teor de cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie ¹	Ca	P	Cinzas
-----% na matéria seca do osso livre de gordura -----				
Little (1972)	Bo	24	11	67
Cohen (1973)	Bo	-	12	-
Tejada et al. (1987)	Bo	22 - 24	10	62 - 65
Prabowo et al. (1990)	Bo	23	10	62 - 64
	Bu	23	10	63 - 64
Prabowo et al. (1991a)	Bo	23	10	62 - 64
Cardoso et al. (1997a)	Bu	23	10 - 11	56 - 57
-----% na matéria seca das cinzas -----				
Souza et al. (1979)	Bo	38	15	-
Lopes et al. (1980)	Bo	18 - 40	16 - 17	53 - 57
Souza et al. (1986)	Bo	31 - 36	9 - 14	57 - 62
Williams et al. (1991)	Bo	-	16,5 - 17,5	-

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

concentrações de Cu no fígado podem refletir o seu conteúdo na dieta, mesmo que esta seja influenciada sobretudo pelas proporções de Mo e S, ou pelo elevado consumo de zinco (Zn) ou de carbonato de cálcio. Determinações de Cu no sangue ou no plasma podem também refletir a condição do mineral do animal, muito embora estes valores possam ser também influenciados pela idade, estado reprodutivo e enfermidades, assim como pelo consumo de Cu, Mo e S da dieta (N.R.C., 1984).

No Brasil, relatos sobre a baixa concentração de Cu em diversas forrageiras do Pantanal Mato-grossense foram apresentadas por Brum et al. (1980), sem no entanto ter sido encontrado o decréscimo das reservas de Cu no tecido hepático dos bovinos daquela área. Regiões de solos ácidos e deficientes em Cu foram também estudadas por Camargo et al. (1980) na Amazônia Legal, onde o Cu das pastagens no período seco foi menor do que no período chuvoso. Entretanto, a concentração desse mineral no tecido hepático apresentou-se dentro da normalidade. McDowell et al. (1989a) não encontraram baixas reservas de Cu hepática em animais procedentes de regiões na planície venezuelana, incluindo áreas com baixas concentrações de Cu nos solos e nas forrageiras. Na região central da África, Mtimuni et al. (1990) observaram que as baixas concentrações de Cu no solo e nas forrageiras não afetaram as reservas desse mineral no tecido hepático. O número de bovinos com uma concentração de Cu hepático abaixo da normalidade porém, foi maior no período chuvoso, coincidindo com o período em que foi observado o maior déficit de Cu da forrageira.

Cabe ressaltar que alguns resultados positivos foram encontrados na literatura com relação a utilização do Cu hepático como um indicador da condição desse mineral em bovinos. Barros et al. (1981) evidenciaram baixas reservas de Cu hepático em animais do Estado do Amazonas criados em áreas de terra firme e solos e forrageiras com baixas concentrações de Cu. Do mesmo modo, na Indonésia, Prabowo et al. (1991b)

verificaram que a baixa reserva de Cu no fígado de bovinos estava associada à baixa concentração desse elemento na forrageira.

Em bovinos, as baixas reservas de Cu no tecido hepático indicaram, para Bondan et al. (1991), apenas um estado de depleção desse mineral no organismo, uma vez que grande parte desses animais apresentou baixa concentração desse mineral no fígado sem uma evidência clínica da carência.

As concentrações de Cu no tecido hepático animal encontradas na literatura consultada estão resumidas na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentração hepática de cobre em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie ¹	Cu
		-----ppm na matéria seca-----
Brum et al. (1980)	Bo	155 - 340
Camargo et al. (1980)	Bo	48 - 377
Barros et al. (1981)	Bo	26 - 25
McDowell et al. (1989a)	Bo	70 - 116
Mtimuni et al. (1990)	Bo	61 - 84
Prabowo et al. (1990)	Bo	93 - 133
	Bu	138 - 171
Bondan et al. (1991)	Bo	50 - 208
Prabowo et al. (1991b)	Bu	72 - 138

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

1.2.3 O cobalto no tecido hepático

Em ruminantes, o diagnóstico da deficiência de cobalto (Co) através das manifestações clínicas e patológicas é uma medida inviável, sendo necessário efetuar-se uma análise completa da dieta. Para efeito de complementação, a determinação do Co no fígado pode tornar-se de grande auxílio no diagnóstico dessa carência (Underwood, 1981), muito embora a análise de análogos da vitamina B₁₂ como o piruvato sangüíneo ou o ácido metilmalônico plasmático e urinário estejam sendo atualmente utilizados como forma para se diagnosticar a deficiência de Co (Keen & Graan, 1989; McDowell, 1992).

Camargo et al. (1980), durante a avaliação dos minerais de interesse para a pecuária na Amazônia Legal, encontraram baixas concentrações de Co nas forrageiras e no tecido hepático de bovinos, obtendo valores mais críticos, no período seco. Barros et al. (1981), ao estudarem as pastagens de terra firme nos municípios de Manaus, Itacoatiara e Parintins, no Estado do Amazonas, encontraram teores de Co insuficientes para atender as exigências de bovinos em regime de campo, e a reduzida concentração deste elemento encontrada no fígado destes animais sugeriram uma provável relação com o "mal de secar". Souza & Darsie (1985), ao mapearem a deficiência de Co em seis regiões do nordeste do antigo Território de Roraima, encontraram em alguns locais, solos de baixas concentrações em Co. O tecido hepático dos animais, porém, continha uma reserva de Co bem maior do que a mínima recomendada. McDowell et al. (1989a), ao estudarem o condição do

Co em bovinos na planície venezuelana durante os períodos chuvoso e seco do ano, não encontraram baixas concentrações desse elemento nem no solo, nem na forrageira e nem no tecido hepático.

Na Indonésia, os resultados de Prabowo et al. (1990) demonstraram que os bovinos apresentaram concentrações de Co hepático significativamente mais baixas do que os bubalinos, porém em ambas as estações, esses valores, como também os da forrageira, estiveram acima do crítico.

As concentrações de Co no tecido hepático encontradas na literatura consultada estão resumidas na Tabela 5.

Tabela 5 - Concentração hepática de cobalto em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie ¹	Co -----ppm na matéria seca-----
Camargo et al. (1980)	Bo	0,12 - 0,13
Barros et al. (1981)	Bo	0,06 - 0,22
Souza & Darsie (1985)	Bo	0,32 - 1,15
McDowell et al. (1989a)	Bo	0,57 - 0,75
Prabowo et al. (1990)	Bo	0,46
	Bu	0,53 - 0,56

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

1.2.4 O manganês no tecido hepático

O manganês (Mn) está distribuído em baixas concentrações por diferentes tecidos, sendo o osso, o fígado, os rins e o pâncreas, os órgãos que apresentam os valores mais elevados desse elemento. A determinação da concentração do Mn nesses tecidos não constitui verdadeiramente um critério de diagnóstico, no entanto podem auxiliar na detecção da deficiência animal, quando associado ao conteúdo na dieta (Underwood, 1981, McDowell, 1985 e McDowell et al., 1993).

No Pantanal Mato-grossense, foi encontrado que as concentrações de Mn nas forrageiras e no tecido hepático de bovinos estão acima da normalidade (Brum et al., 1980). Em algumas regiões da Amazônia Legal, Camargo et al. (1980) detectaram uma baixa reserva de Mn no tecido hepático de bovinos, sendo a concentração desse elemento nas pastagens bastante crítica durante o período chuvoso. Segundo Souza et al. (1981), os elevados índices de Fe e Co presentes nas pastagens e na suplementação mineral no norte do Estado do Mato Grosso são os responsáveis pela diminuição das reservas de Mn no tecido hepático dos bovinos. Também no Estado do Mato Grosso, Mendes et al. (1981) observaram variações sazonais nas concentrações do Mn hepático de bovinos, com um decréscimo significativo durante o período chuvoso. Os valores de Mn encontrados por Souza & Darsie (1986) nas forrageiras e nas reservas hepáticas dos bovinos em seis regiões no antigo Território de Roraima, indicaram ser desnecessária a inclusão desse elemento nas misturas formuladas para estas regiões. Mtimuni

et al. (1990) encontraram diferenças sazonais nas concentrações hepáticas do Mn de bovinos na região central da África, sem observar decréscimo ou qualquer modificação no conteúdo deste mineral nas forrageiras. Prabowo et al. (1990), apesar de não terem encontrado baixas concentrações de Mn hepático e nem diferenças nos valores desse elemento entre as espécies bovina e bubalina, ressaltam que as elevadas quantidades de Fe encontradas nas forrageiras poderiam estar afetando a utilização do Mn e de outros elementos minerais.

As concentrações de Mn no tecido hepático encontradas na literatura consultada estão resumidas na Tabela 6.

1.2.5 O ferro no tecido hepático

De maneira geral, o ferro (Fe) é avaliado pela quantidade de hemoglobina e pelo percentual de saturação de transferrina, no entanto a concentração de ferritina nos tecidos, juntamente com a de hemossiderina poderão também refletir o condição do Fe no animal (McDowell, 1985, 1992; McDowell et al., 1993).

Devi do o fígado ser um dos maiores locais de estocagem do Fe (McDowell, 1992), estudos no solo, na forrageira e no tecido hepático vêm sendo efetuados por diversos autores para tentar estimar a condição desse elemento no organismo do animal. Mendes et al. (1981), ao estudarem o efeito da estação do ano sobre os minerais no tecido hepático de bovinos no Estado

Tabela 6 - Concentração hepática de manganês em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie ¹	Mn
		-----ppm na matéria seca-----
Brum et al. (1980)	Bo	31 - 36
Camargo et al. (1980)	Bo	5 - 20
Barros et al. (1981)	Bo	5 - 20
Souza et al. (1981)	Bo	4 - 8
Mendes et al. (1981)	Bo	4 - 8
Souza & Darsie (1986)	Bo	23 - 27
McDowell et al. (1989a)	Bo	> 6
Mtimuni et al. (1990)	Bo	6 - 11
Prabowo et al. (1990)	Bo	Bovinos: 9 - 11
	Bu	Bubalinos: 9 - 11

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

do Mato Grosso, encontraram uma reserva de Fe hepático maior na estação seca do que na chuvosa, muito embora considerado adequado ao animal. Souza et al. (1981), ao mapearem as deficiências minerais no norte do Mato Grosso encontraram alta concentração de Fe no solo e na forrageira. Variações sazonais de Fe foram verificadas nas forrageiras e no tecido hepático de bovinos no nordeste do antigo Território de Roraima por Souza & Darsie (1986), e tanto para bezerros como para vacas estudadas, a reserva de Fe hepático foi mais elevada no período seco. Na Venezuela, McDowell et al. (1989a) encontraram também diferenças sazonais nas reservas de Fe hepático

de bovinos criados em pastagens e solos contendo altas concentrações deste elemento. Estas diferenças também foram observadas na Indonésia por Prabowo et al. (1990), em bubalinos e bovinos, e nas forrageiras.

As concentrações de Fe no tecido hepático encontradas na literatura consultada estão resumidas na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentração hepática de ferro em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie	Fe
		-----ppm na matéria seca-----
Mendes et al. (1981)	Bo	277 - 392
Souza et al. (1981)	Bo	284 - 393
Souza & Darsie (1986)	Bo	376 - 469
McDowell et al. (1989a)	Bo	615
Prabowo et al. (1990)	Bo	281 - 311
	Bu	329 - 377

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

1.2.6 O zinco no tecido hepático

A detecção da deficiência de zinco (Zn) somente se faz clara através dos sintomas clínicos, sendo muito difícil ser diagnosticada em sua fase inicial. Nesta etapa, análises para a determinação de Zn na dieta são importantes, assim como de outros componentes como o Ca, que poderão

influenciar na sua absorção em nível intestinal. A concentração sérica ou plasmática de Zn também é apontada como um indicador da deficiência, no entanto, esses valores são bastante susceptíveis a variações na presença de situações estressantes (Underwood, 1981).

A determinação do Zn no tecido hepático tem sido utilizada para detectar a sua toxicidade, apresentando, porém, pouco valor para o diagnóstico da sua deficiência (Keen & Grahan, 1989).

Alguns autores como Brum et al. (1980), Camargo et al. (1980), Mendes et al. (1981), Barros et al. (1981) e McDowell et al. (1989a), ao estudarem a interação solo, planta e tecido hepático de bovinos criados em regime de pastagens, verificaram que as concentrações de Zn hepático encontravam-se dentro da normalidade ou próxima a ela, mesmo na presença de forrageiras deficientes desse elemento. Outros (Souza & Darsie, 1985, Souza et al., 1982) encontraram valores significativamente mais baixos no período chuvoso do ano.

As concentrações do Zn no tecido hepático encontradas na literatura consultada estão resumidas na Tabela 8.

Tabela 8 - Concentração hepática de zinco em bovinos e bubalinos segundo a literatura consultada.

Autor	Espécie ¹	Zn -----ppm na matéria seca-----
Brum et al. (1980)	Bo	29 - 60
Camargo et al. (1980)	Bo	111 - 135
Mendes et al. (1981)	Bo	68 - 113
Barros et al. (1981)	Bo	94 - 179
Souza et al. (1982)	Bo	68 - 113
Souza & Darsie (1985)	Bo	76 - 115
McDowell et al. (1989b)	Bo	123 - 126
Prabowo et al. (1990)	Bo	102 - 114
	Bu	106 - 113

¹ Bo - Bovinos; Bu - Bubalinos

1.3 RESPOSTA ANIMAL À SUPLEMENTAÇÃO MINERAL

1.3.1 Consumo da mistura mineral

Nas criações de ruminantes em regime de pastagem, a avaliação das quantidades de minerais oriundos da pastagem é essencial para o ajuste das necessidades minerais dos animais (McDowell, 1996). No entanto, sabe-se que nem sempre a forrageira apresenta uma quantidade suficiente destes elementos, capazes de suprir essas necessidades, e portanto a suplementação mineral é imprescindível para que ocorra uma resposta produtiva do animal.

No que concerne à variação de consumo de mistura mineral pelos ruminantes, as afirmações de Cunha et al. (1964), Cunha (1980) e McDowell (1992), citados por McDowell (1996), devem ser levadas em consideração. Elas apontam diversos fatores envolvidos com o problema, em geral ligados à condição do solo, a variações sazonais da planta, ao conteúdo mineral da forrageira e à utilização ou não de suplementos protéicos e energéticos. Outrossim, respeitando-se os limites da potencialidade genética do animal, a necessidade mineral é sempre mais elevada à medida que a exigência do organismo torna-se mais elevada, como ocorre nos casos de crescimento, lactação, gestação ou trabalho. Finalmente, a palatabilidade, a viabilidade e a forma física dos minerais são fatores que deverão ser considerados na avaliação do consumo de uma mistura mineral.

Parece coerente também considerar aqui a ocorrência de diferenças de consumo entre as espécies de animais que foi demonstrada por Merkel et al. (1990) ao estudar os minerais em bovinos da raça Charolesa e bubalinos, levantando a hipótese de que esta última espécie com um consumo de mistura mineral mais reduzido pode utilizar ou conservar melhor alguns minerais de que os bovinos.

1.3.2 Produtividade

Muitos trabalhos vêm demonstrando a importância da suplementação mineral para bovinos criados em regime de pastagem nas regiões tropicais. O efeito benéfico de sua utilização está muito bem ilustrado

na Tabela 9, a qual demonstra a diferença entre os índices produtivos de bovinos na Colômbia, quando suplementados com sal comum e com mistura mineral completa.

Na ilha de Marajó, Guimarães & Nascimento (1971) comprovaram que mesmo em criações extensivas com pastagens nativas, a utilização da suplementação mineral pode apresentar um efeito positivo sobre o percentual de nascimento de bezerros no rebanho, onde uma mistura contendo apenas sal comum e farinha de osso é capaz de promover um aumento de 23 % nesses índices.

Echevarria et al. (1987) identificaram um efeito positivo no ganho de peso de novilhas na Bacia Amazônica do Peru, através da suplementação de P e uma consorciação de forrageiras com leguminosas e gramíneas.

Alegria et al. (1988), utilizando vacas mestiças zebu, criadas em terras baixas tropicais peruanas, verificaram que após um período de oito meses, o valor do ganho de peso diário dos animais mantidos em pastagens com uma mistura mineral contendo fósforo, cobre e cobalto foi significativamente maior (387 g) do que aqueles mantidos em pastagem e sal comum (53 g). O consumo diário da mistura mineral por animal foi de 60 g e 83 g, respectivamente.

Williams et al. (1992), ao estudarem a influência de duas concentrações de P na mistura mineral (0,12 % e 0,20 % de P) sobre o ganho

Tabela 9 - Evolução produtiva do rebanho bovino na Colômbia após quatro anos de suplementação mineral

Parâmetro	Sal comum	Mistura mineral completa ¹
Abortamento (%)	9,3	0,75
Nascimento (%)	50,0	67,0
Mortalidade de bezerros (%)	22,6	10,5
Peso aos 9 meses de idade (kg)	117,0	147,0
Ganho de peso aos 572 dias (kg)	86,0	141,0
Média de ganho de peso por dia (g)		
Kg/ano/vaca ²	150,0	247,0

¹ Concentração adequada para a maioria dos elementos minerais. As quantidades de Zn e Cu estavam abaixo do normal e não continham Se e S.

² Porcentagem de bezerro desmamado multiplicado pelo peso à desmama.

Fonte: McDowell et al. (1993)

de peso diário de bovinos quando criados em regime de pastagem, encontraram um resultado significativamente maior para o grupo mantido com a mistura mineral contendo uma quantidade de P mais elevada (1,22 kg/dia) do que no grupo que recebeu a mistura mineral de menor quantidade (0,98 kg/dia).

Nascimento et al. (1980), após 13 meses de suplementação com uma mistura mineral contendo sal comum e farinha de osso observaram um ganho de 83 kg no peso de vacas nelore. Tal resultado foi significativamente superior aos valores encontrados nos grupos de animais que

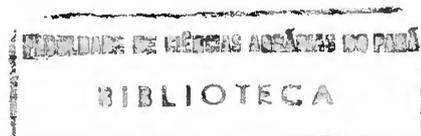
receberam durante esse mesmo período, misturas minerais contendo sal comum e microelementos (57,37 kg) ou sal comum e fosfato bicálcico (52 kg).

Na Colômbia, Laredo et al. (1989), ao compararem os aspectos produtivo e econômico entre duas misturas minerais com 6 % de P, sendo porém que uma era do tipo comercial completa, com todos os minerais e a outra, específica contendo apenas Ca, Cu e Zn, não evidenciaram diferenças sobre o ganho de peso animal. No entanto, a porcentagem de bezeros nascidos foi maior nos animais que receberam a segunda mistura mineral, demonstrando, dessa maneira, o efeito benéfico da utilização de misturas minerais regionais específicas.

Espinoza et al. (1991), ao estudarem o efeito de três quantidades de P na suplementação mineral de bovinos em regime de pastagem, baixo (4 % de P), médio (8 % de P) e alto (12 % de P), verificaram que no período chuvoso, os animais que receberam a suplementação mineral com 12 % de P tiveram um peso médio (448 kg) significativamente maior do que os demais tratamentos (422 e 431 kg, respectivamente).

1.3.3 Influência da suplementação mineral sobre o tecido animal

Na Guatemala, Knebush et al. (1986, 1988) não observaram diferenças entre as concentrações dos minerais nos tecidos ósseo e hepático de dois grupos de vacas criadas em regime de pastagem, o primeiro recebendo uma suplementação mineral completa e o outro com somente o sal comum. Estes resultados foram considerados pelos autores, como um reflexo



do baixo consumo da mistura mineral, que foi, em média, 14 g de sal comum por animal por dia e 15 g de mistura mineral completa por animal por dia, sem diferenças entre os períodos seco e chuvoso do ano.

Ainda na Guatemala, Valdes et al. (1988a) também não conseguiram obter reflexos positivos e significativos da suplementação mineral sobre as concentrações de Ca, P e cinzas no tecido ósseo em bovinos de corte. O consumo diário da mistura mineral por animal foi no primeiro grupo (sal comum e Ca e P) de 37,8 g, no segundo (todos os macro e micronutrientes) de 47,4 g e no terceiro (apenas com sal comum) de 45,3 g, não apresentando diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso do ano. O efeito da suplementação mineral foi somente observado nos índices de Fe, tendo sido significativamente mais elevado no grupo que recebeu a mistura mineral que continha sal comum e Ca e P (Valdes et al., 1988b). Da mesma forma, o reflexo positivo da suplementação mineral não foi verificado por McDowell et al. (1989b) sobre as concentrações de Co, Cu e Fe no fígado de bovinos da raça Brahman criados sob pastagem.

No Brasil, Guimarães et al. (1992), ao trabalharem com novilhas Nelore que recebiam uma mistura mineral completa (Fosbovi 30 - Tortuga), criadas em pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*) com concentração elevada de Fe mais deficiente em P e Zn, encontraram no tecido hepático, em ambos os períodos (chuvoso e seco), valores normais de Fe e deficientes de Zn.

Durante um período de três anos, Mtimuni et al. (1992) estudaram vacas da raça Brahman, criadas em pastagens naturais da África do Sul, tratadas com diferentes misturas minerais e observaram um efeito positivo da suplementação do P sobre o ganho de peso de bezerros nascidos. Não houve efeito da suplementação mineral e do período do ano sobre as concentrações de Ca e P ósseo e a quantidade ingerida pareceu não ser suficiente para manter a concentração de P no tecido ósseo dentro da normalidade. As reservas de Cu hepático indicaram boa condição de Cu no animal, e foram maiores nos tratamentos que continham Cu na mistura mineral.

Os resultados das análises dos minerais nos tecidos ósseo e hepático, de acordo com a suplementação mineral utilizada pelos diversos autores consultados, encontram-se resumidas nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10 - Concentração de cálcio, fósforo e cinzas no tecido ósseo de bovinos, de acordo com a suplementação mineral utilizada e a literatura consultada.

Autor	Suplementação	Ca	P	Cinzas
--% na matéria seca livre de gordura --				
Knebush et al. (1986)	Com	23 - 24	9	63 - 64
	Sem	23	9	63
Valdes et al. (1988a)	Com	27	11	65
	Sem	27	11	65
Mtimuni et al. (1992)	Com	18 - 31	7,7 - 9	63 - 65
	Sem	20	7	65
Posenti et al. (1993)	Com	36	15	60
	Sem	36	16	61

Tabela 11 - Concentração do cobalto, cobre, manganês, ferro e zinco no tecido hepático de bovinos, de acordo com a suplementação mineral utilizada e a literatura consultada.

Autor	Suplementação	Cu	Co	Mn	Fe	Zn
	o	----- ppm na matéria seca-----				
Knebush et al. (1988)	Com	38 - 41		8 - 9	307 -	99 - 105
	Sem	44		9	337	106
Laredo et al. (1989)	Com	141 - 245		8 - 55	228 -	92 - 134
	Sem				588	
McDowell et al. (1989b)	Com	270 - 307	0,78-0,88	11 - 12	558 -	99 - 102
	Sem				644	
Valdes et al. (1989b)	Com	87	0,53-0,93	12-13	421-534	116-133
	Sem	152				
Guimarães et al. (1991)	Com	20 - 70			80 - 510	30 - 130
	Sem					
Mtimuni et al. (1992)	Com	81 - 108	117 - 136		317 -	
	Sem	95	109		336	
Posenti et al. (1993)	Com	1199		9	208	124
	Sem	164		8	189	122

1.4 OBJETIVOS

O presente trabalho foi delineado visando ampliar o conhecimento sobre os minerais em bubalinos e bovinos que nas poucas referências bibliográficas consultadas são considerados como problema para a região. Para tal pretendeu-se:

- I. Avaliar o efeito da suplementação mineral sobre o ganho de peso e a condição dos minerais no tecido animal (ósseo e hepático) de bubalinos e bovinos criados em regime de pastagem de *Brachiaria humidicola*, na ilha de Marajó, Estado do Pará;
- II. Avaliar e comparar a condição dos minerais no tecido animal (ósseo e hepático) de bubalinos e bovinos criados em regime de pastagem nos principais municípios da ilha de Marajó, Estado do Pará, e
- III Contribuir para a elaboração de uma recomendação adequada de suplementação mineral para cada uma das espécies de animais na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram delineados dois experimentos independentes. Cada um foi intitulado e conduzido conforme descrito a seguir:

2.1 EXPERIMENTO 1: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE *Brachiaria humidicola* NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

2.1.1 **Localização, clima e solo**

Esse experimento foi efetuado no Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos" (CEMES), pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, localizado no município de Salvaterra, ilha de Marajó, Estado do Pará, durante o período de julho de 1994 a junho de 1995. A Figura 1 mostra a localização exata do município de Salvaterra na ilha.

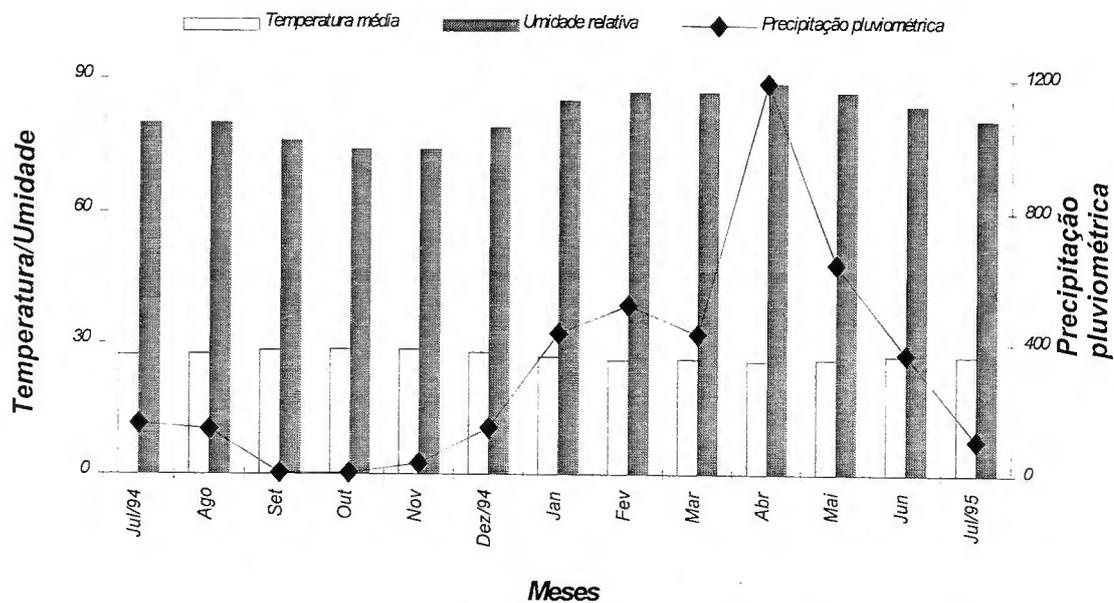
De acordo com dados do 2º DISME de Belém, do Instituto Nacional de Meteorologia no Estado do Pará, a região apresentou nesse período, uma temperatura média compensada de 27 °C, com 81,77 % de umidade relativa do ar e uma precipitação pluviométrica total de 4.149,1 mm.

A Figura 2 apresenta os níveis médios climáticos mensais da região, mostrando uma época seca bem definida entre os meses de julho a dezembro de 1994, com precipitação pluviométrica mínima de 3,7 mm durante o mês de outubro, e outra bastante chuvosa, entre janeiro e junho de 1995, com precipitação pluviométrica máxima de 1.185,5 mm no mês de abril.

Os solos da região são do tipo laterita hidromórfica, permanecendo úmidas ou inundadas durante o período chuvoso, em virtude da drenagem pobre e moderada. São solos excessivamente ácidos e de baixa fertilidade, refletindo os baixos valores das somas de bases, capacidade de troca e saturação de bases (Falesi, 1972).

A área experimental era constituída de 32 ha de uma pastagem cultivada de *Brachiaria humidicola* (quicuío-da-amazônia) já previamente formada, distribuída em oito piquetes de quatro hectares cada um. Cada piquete era provido de um reservatório de água potável e um cocho coberto fixo para a administração da mistura mineral. Durante o período chuvoso, foi adicionado aos cochos proteção lateral e no fundo, feito com tábuas de madeira, evitando que a mistura mineral, fosse atingida pelas chuvas fortes e freqüentes, que ocorrem na região (Figuras 3 e 4).

Antes de se iniciar o experimento, foram aplicados ao solo da pastagem, 100 kg de superfosfato triplo, 50 kg de cloreto de potássio e 500 kg de calcário por hectare (20, 20 e 50 dias antes do início do experimento, respectivamente).



Período seco - Julho a dezembro de 1994

Período chuvoso - Janeiro a junho de 1995

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2º DISME - Belém, Pará.

Figura 2 - Dados meteorológicos da região do Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos" (CEMES), Salvaterra, Ilha de Marajó, Estado do Pará. Período de julho de 1994 a julho de 1995.



Figura 3 - Aspecto de um dos cochos utilizados para a suplementação mineral dos animais, durante o período seco (julho a dezembro de 1994).



Figura 4 - Aspecto de um dos cochos utilizados para a suplementação mineral dos animais, durante o período chuvoso (janeiro a junho de 1995).

2.1.2 Animais experimentais

Utilizou-se um grupo de 16 bubalinos da raça Murrah, procedentes da Unidade de Pesquisa “Dr. Felisberto Camargo”, município de Belém, Estado do Pará, pertencentes a Embrapa/ Amazônia Oriental e outro de 16 bovinos mestiços zebú oriundos de uma fazenda de propriedade particular localizada no município de Castanhal, Estado do Pará (Figura 5).

Todos os animais utilizados eram machos, com aproximadamente 12 meses de idade, tendo sido transportados para o local do experimento 15 dias antes do início, onde foram mantidos em um piquete de *Brachiaria humidicola*, para se adaptarem às condições ambientais do local. Os pesos iniciais dos animais das duas espécies estão sumariados na Tabela 12.

Tabela 12 - Peso inicial dos animais experimentais

Espécie	N ¹	Média ²	D.P. ³
Bovino	16	289 ^a	18
Bubalino	16	231 ^a	38

¹ N - Número de animais

² Média com letras iguais não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio padrão

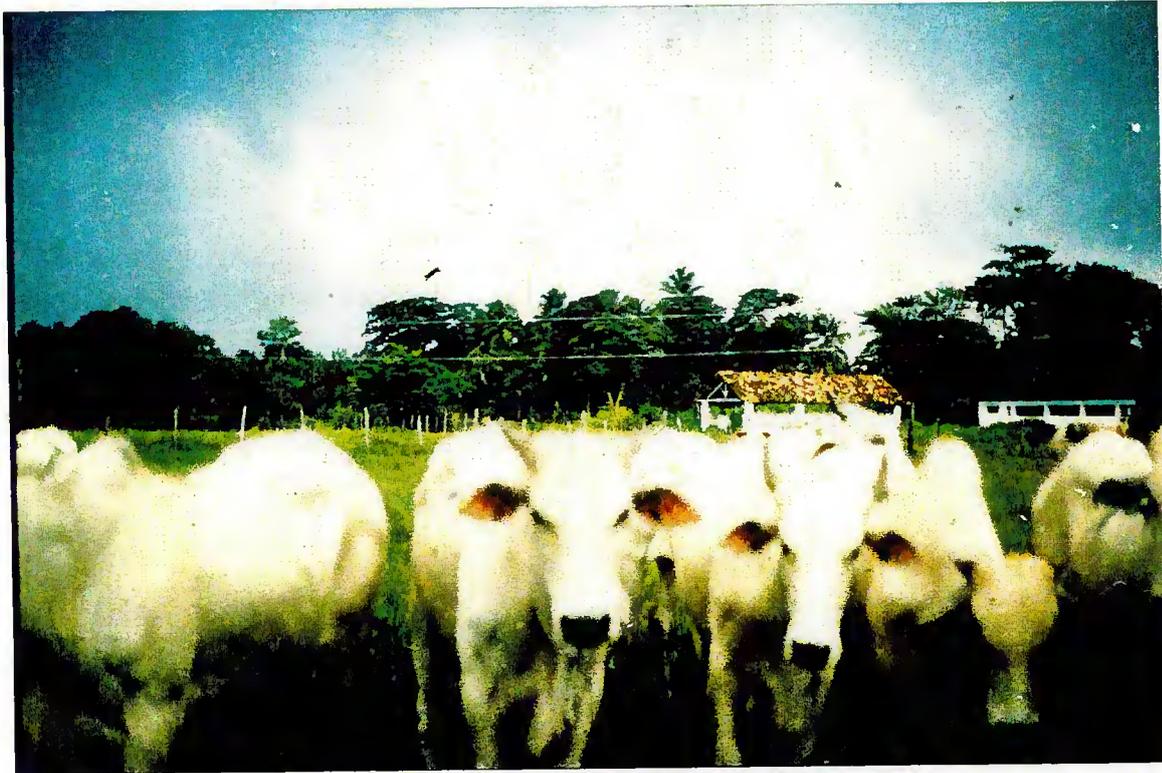


Figura 5 - Parte do grupo de bovinos (acima) e bubalinos (abaixo) utilizados no experimento.

Quinze dias antes do início do experimento, os animais experimentais foram submetidos a um exame clínico, não tendo sido detectado nenhum problema aparente de enfermidade. Também foram efetuadas vermifugação (Tetramizol na base de 10 mg para cada kg de peso vivo) e vacinação contra Febre Aftosa (Fabricante Byer do Brasil, São Paulo-SP).

2.1.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, sendo os bubalinos e os bovinos divididos em quatro lotes de quatro animais da mesma espécie. Os oito lotes de animais resultantes foram então alocados nos oito piquetes de quatro ha de pastagem de *Brachiaria humidicola* já existentes, cada um com 4 animais, numa carga de 1,0 animal/ha (0,6 UA/ha) e os tratamentos foram distribuídos da seguinte maneira:

Tratamento 1: Dois lotes de quatro bovinos com suplementação mineral.

Tratamento 2: Dois lotes de quatro bovinos sem suplementação mineral

Tratamento 3: Dois lotes de quatro bubalinos com suplementação mineral

Tratamento 4: Dois lotes de quatro bubalinos sem suplementação mineral

Cada lote de animais dentro de cada tratamento foi considerado como uma parcela.

2.1.4 Suplementação mineral

A Tabela 13 mostra a relação e a composição dos elementos minerais utilizados na mistura mineral utilizada no experimento, assim como as

respectivas fontes, quantidades e concentração do elemento. Indiscriminadamente, para ambas as espécies, a suplementação mineral visou atender 100 % ou mais das exigências nutricionais recomendadas para bovinos de corte (N.R.C., 1984), uma vez que são poucas as informações a esse respeito na espécie bubalina. Sendo assim, a expectativa do consumo diário da mistura mineral foi calculada em 162 g/UA. Para viabilizar esse consumo, foram adicionados na mistura mineral 4% de fubá de milho.

2.1.5 Manejo da pastagem e dos animais

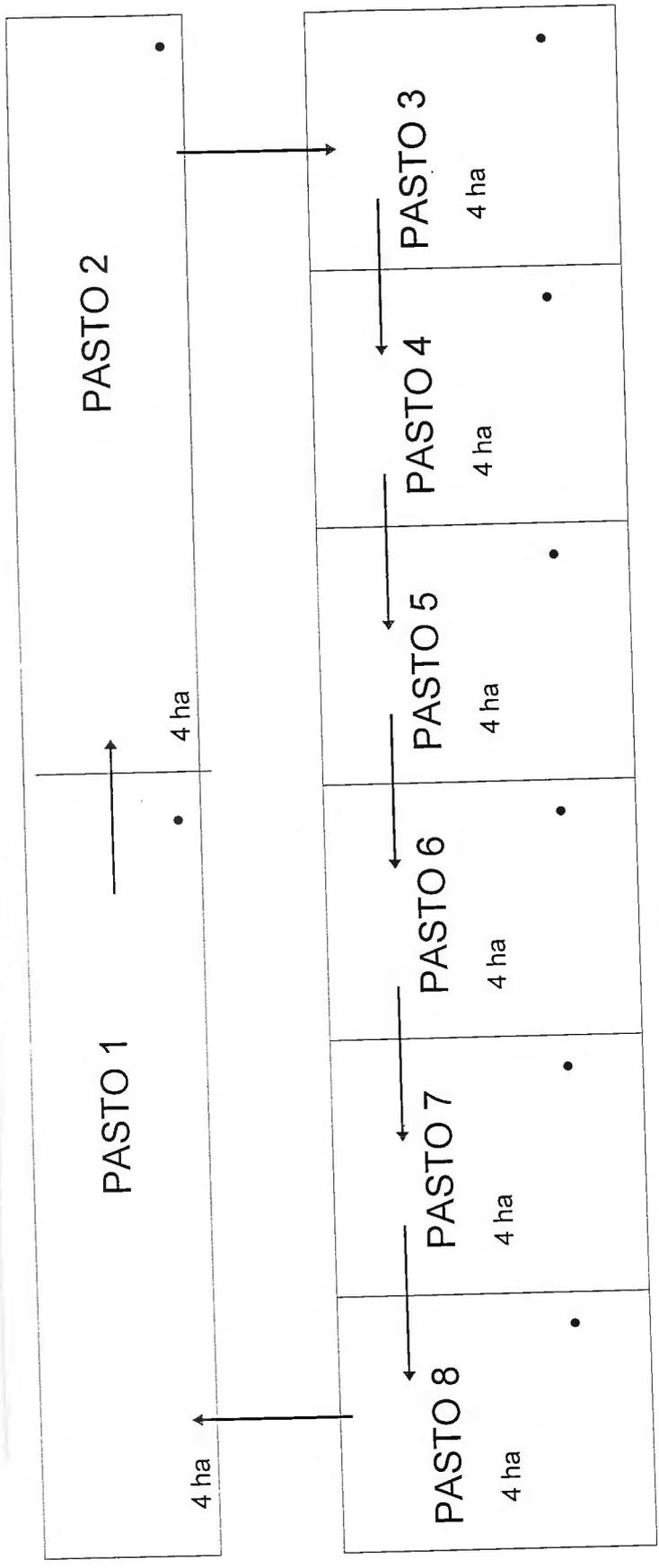
Todos os animais foram pesados no início do experimento e a cada 28 dias, sempre pela parte da manhã, em jejum alimentar e hídrico de 14 horas. Após cada pesagem, era efetuado o rodízio dos lotes de animais entre os piquetes, objetivando com isso, diluir a interferência do efeito das pastagens (Figura 6).

Para aqueles animais que recebiam a suplementação mineral, a quantidade da mistura fornecida foi calculada a partir do peso médio obtido de cada um dos lotes de animais, acrescida de 10 % do total. Essa mistura foi colocada nos cochos regularmente a cada 28 dias, coincidindo sempre com o dia da pesagem dos animais, ao mesmo tempo que todas as sobras eram recolhidas e pesadas individualmente. Durante o período chuvoso, em decorrência do excesso de umidade no ar, a frequência desse fornecimento foi modificada para cada 14 dias. Neste período, antes de se efetuar a pesagem das sobras da mistura mineral de cada cocho, efetuou-se a secagem desse material ao sol, para a remoção do excesso de umidade.

Tabela 13 - Composição da mistura mineral utilizada.

Fonte	Porcentagem do elemento na fonte (%)	Fórmula (%)	Porcentagem do elemento na mistura (%)	Previsão do consumo do composto (g)	Previsão do consumo do elemento (g)	Previsão das exigências atendidas (%) ¹
Fosfórico 45	18,0 P	74,0719	13,89 P	124,9963	22,4993 P	124,9963
	24,0 Ca		18,52 Ca		29,991 Ca	156,2454
	0,18 F		0,14 F		0,2250 F	
Óxido de magnésio	55,0 Mg	2,2040	1,26 Mg	3,7193	2,0456 Mg	28,7302
Enxofre elementar	98,5 S	1,2370	1,27 S	2,0874	2,0561 S	21,5076
Sulfato de cobre	24,5 Cu	0,3880	0,099 Cu	0,6548	0,1604 Cu	401,0344
Sulfato de cobalto	20,0 Co	0,0240	0,005 Co	0,0405	0,0081 Co	1.012,5000
Iodato de potássio	59,0 I	0,0051	0,003 I	0,0086	0,0051 I	705,2344
Sulfato de manganês	26,0 Mn	0,9320	0,24 Mn	1,5728	0,4089 Mn	207,5711
Óxido de zinco	90,0 Zn	1,0000	0,9 Zn	1,6875	1,5188 Zn	610,6755
Selenito de sódio	45,0 Se	0,0020	0,0009 Se	0,0034	0,0015 Se	189,8437
Cloreto de sódio	37,0 Na	16,00	6,17 Na	27,0000	9,9900 Na	165,9992
Calcário calcítico	38,0 Ca	0,1360	0,0054 Ca	0,2295	0,0872	0,4542
Fubá de milho		4,0000	-	-	-	0,0000
Total		100,0000		162,0000		

¹ De acordo com as recomendações para bovino de corte (N.R.C., 1984).



Cocho de sal mineral

- Bebedouro

Figura 6 - Esquema de rodízio dos animais experimentais a cada 28 dias nos piquetes de *Brachiaria humidicola*.

A quantidade diária de mistura mineral ingerida por animal foi estimada a partir da subtração entre o total colocado e as sobras, levando-se em consideração o peso médio dos animais de cada lote e o número de dias no qual a mistura mineral fora mantida no cocho.

2.1.6 Ganho de peso dos animais

O ganho de peso dos animais foi calculado à partir das diferenças entre os pesos iniciais e finais de cada intervalo de 28 dias. Foi efetuado um cálculo para a obtenção de um ganho de peso animal médio diário em g/UA dentro de cada lote de quatro animais (R1 e R2), seguindo-se a seguinte fórmula:

$$GP = (P_n - P_i)/28/450$$

Onde GP = média do ganho de peso diário animal em g/UA.

P_i = Peso médio no início de cada intervalo de 28 dias.

P_n = Peso médio após cada intervalo de 28 dias, onde n (número de intervalos de 28 dias) = 1,2,3,.....11.

2.1.7 Colheita das amostras

2.1.7.1 Tecido ósseo

As amostras de tecido ósseo foram efetuadas no final do período seco (dezembro de 1994) e no final do período chuvoso (julho de 1995), este coincidindo com o término do período experimental.

No final do período seco, as amostras foram obtidas através da retirada de um fragmento ósseo do animal vivo, e no final do período chuvoso, obtidas após o abate dos animais.

A colheita do fragmento ósseo do animal vivo foi efetuada no terço médio da 11ª costela esquerda, seguindo-se a técnica de Little (1972). Uma serra-copo com 2 cm de diâmetro, acoplada a uma serra elétrica, foi utilizada para a obtenção de cerca de 5 g de tecido ósseo. Os fragmentos ósseos foram acondicionados em sacos de plástico individuais, previamente identificados e armazenados em freezer, a 20 °C negativos.

Após o término do período experimental, todos os animais foram transportados para o Frigorífico e Matadouro da SOCIPE, município de Belém, para a realização do abate. De todos os animais retirou-se um fragmento de aproximadamente 5 g de osso, colhido do terço médio da costela esquerda, com o auxílio de uma serra. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico individuais, previamente identificados e armazenadas em freezer, a 20 °C negativos.

2.1.7.2 Tecido hepático

Da mesma maneira que no tecido ósseo, as amostras de tecido hepático foram retiradas no final do período seco (dezembro de 1994) e no final do período chuvoso (julho de 1995).

No final do período seco, essas amostras foram obtidas através de punção direta no fígado dos animais vivos e, no final do período chuvoso, retiradas após o abate dos animais.

Os fragmentos retirados do fígado dos animais vivos seguiram a técnica de aspiração, descrita por Chappman et al. (1963) no 11^o espaço intercostal direito, utilizando-se um trocáter e uma cânula de 20 cm de comprimento e 2 mm de diâmetro, tendo sido retirado, em média, 1,0 g de tecido. As amostras foram colocadas inicialmente em papel filtro, para remoção do excesso de sangue, e posteriormente acondicionadas em sacos de plástico individuais, previamente identificados e estocadas em freezer, a 20 °C negativos.

Das amostras colhidas após o abate, retirou-se um fragmento entre 15 a 20 g do lobo hepático direito, com o auxílio de uma faca de aço inoxidável. As amostras foram inicialmente colocadas em papel filtro para, em seguida, serem acondicionadas em sacos de plástico individuais, previamente identificados e armazenados em freezer, a 20 °C negativos.

2.1.7.3 Forragem

As amostras de pastagem de *Brachiaria humidicola* foram colhidas no início do experimento e a cada 28 dias.

Uma amostra composta de aproximadamente 300 g do material foi obtida no mesmo dia, proveniente de dez locais diferentes em cada um dos piquetes. A forrageira foi cortada a uma altura de 10 cm do solo com o auxílio

de uma faca de aço inoxidável em uma área de 0,25 m², tentando imitar o hábito de pastejo dos animais. As amostras foram previamente homogeneizadas e acondicionadas em sacos de pano para posterior análise.

2.1.8 Análises laboratoriais

2.1.8.1 Tecido ósseo

As análises no tecido ósseo foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, seguindo-se a técnica descrita por Fick et al. (1979).

Após a remoção de todo o tecido medular ósseo, as amostras foram colocadas para secar por 12 horas a 105 °C em estufa ventilada e, em seguida, desengorduradas com éter etílico no Extrator Soxlet durante aproximadamente 48 horas. O osso seco livre de gordura foi colocado para secar a 105 °C por 12 horas, pesado e calcinado a 550 °C durante 12 horas. As cinzas foram pesadas e solubilizadas com ácido clorídrico 10% e diluídas em água destilada e deionizada, para formar soluções visando a análise de cálcio e fósforo. Para a determinação do cálcio, foi utilizada a técnica de Oxidimetria e para o fósforo utilizou-se a técnica colorimétrica (Shimadzu UV-160A) segundo Fiske & Subarrow (1925). A quantidade de cinza óssea também foi determinada segundo as recomendações de Mendes (1977).

Todos os resultados tiveram como base a matéria seca do osso livre de gordura.

2.1.8.2 Tecido hepático

A análise das amostras de fígado seguiu técnica recomendada por Fick et al. (1979) e pelo Chemistry Laboratory Guidebook (1986). Todas as amostras, após o descongelamento, foram trituradas, pesadas e colocadas para secar durante 12 horas a 105 °C em estufa ventilada e pesadas novamente para o cálculo da matéria seca. O material hepático retirado dos animais vivos foi digerido e solubilizado em ácido nítrico 10 e 50 %, enquanto que o proveniente do animal após o abate foi digerido e solubilizado em ácido nítrico 50 % e ácido clorídrico 10 %. Após a digestão, a calcinação das amostras se deu a 550 °C. Depois de solubilizadas foram diluídas em água deionizada para a leitura dos minerais.

Todas as leituras de Cu, Zn, Co, Mn e Fe foram efetuadas através de espectrofotometria de absorção atômica de chama (Perkin Elmer, model 306), com exceção da leitura do Co, oriundo da punção hepática, que foi efetuada através da espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite (Perkin Elmer, model HGA-2100).

A digestão de todas as amostras de fígado foram efetuadas no Laboratório de Absorção Atômica de Referência Animal de Pedro Leopoldo (LARA), do Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária no Estado de Minas Gerais, assim como também as leituras do Cu, Zn, Co e Mn. As leituras de Fe das amostras de todos os animais e as do Co das amostras obtidas através da punção no animal vivo, foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade da Flórida, Gainesville, USA.

Todos os resultados foram calculados com base na matéria seca do fígado.

2.1.8.3 Forragem

A análise das amostras das forrageiras seguiu técnica recomendada por Fick et al. (1979). Após a pré-secagem, todas as amostras foram trituradas, pesadas e secadas durante 12 horas a 105 °C, em estufa ventilada, pesadas novamente para o cálculo da matéria seca e calcinadas a 550 °C por 12 horas. Para a solubilização das amostras utilizou-se o ácido clorídrico 50% e 10%, tendo sido em seguida diluídas em água deionizada.

As leituras do Ca, Cu, Zn, Mn e Fe foram efetuadas através da espectrofotometria de absorção atômica de chama (Perkin Elmer, model 306). Para o P utilizou-se a técnica colorimétrica segundo Fiske & Subarrow (1925).

A digestão de todas as amostras e as leituras do Cu, Zn e Mn foram efetuadas no Laboratório de Absorção Atômica de Referência Animal de Pedro Leopoldo (LARA), do Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária no Estado de Minas Gerais. As leituras do Fe e do P foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade da Flórida, Gainesville, USA.

Todos os resultados foram calculados com base na matéria seca da forragem.

2.1.9 Análise estatística

As análises estatísticas seguiram as recomendações de Gomes (1985) utilizando-se modelos lineares processados no programa do C.N.P.T.I.A

- Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (Embrapa, 1996).

Os tratamentos foram constituídos por combinações fatoriais da espécie animal (bubalinos e bovinos) e da suplementação mineral (com e sem), considerando-se o período (seco e chuvoso) como subparcela dentro de cada combinação de fatores. A Tabela 14 mostra o quadro da análise de variância utilizado-se a decomposição dos graus de liberdade das variáveis do tecido animal.

Para o ganho de peso, os valores obtidos a partir da pesagem dos animais a cada 28 dias, foram consideradas hierarquicamente (aninhado) dentro de cada período estudado. A Tabela 15 mostra o quadro da análise de variância, utilizado-se a decomposição dos graus de liberdade das variáveis do ganho de peso.

Para o consumo da mistura mineral, os tratamentos foram constituídos por combinações fatoriais da espécie animal (bubalinos e bovinos) e do período (seco e chuvoso). A Tabela 16 mostra o quadro de análise de variância utilizando-se a decomposição dos graus de liberdade das variáveis do consumo da mistura mineral.

Para a forragem, a análise foi do tipo fatorial estudando-se as amostragens a cada 28 dias de forma hierárquica (aninhada) dentro de cada período (seco e chuvoso). A Tabela 17 mostra o quadro de análise de variância utilizado-se a decomposição dos graus de liberdade.

As variações nos graus de liberdade do resíduo e do total observadas nas Tabelas 14 e 17, foram-se em virtude da perda de algumas amostras durante a colheita ou análise laboratorial.

Para efeito de comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey com 5% de significância e a correlação foi efetuada entre todas as variáveis estudadas.

Tabela 14 - Quadro de análise de variância para as variáveis do tecido animal.

Fonte de variação	Grau de liberdade
Espécie (E)	1
Suplementação mineral (SM)	1
Interação E*SM	1
Repetição (E SM)	4
Resíduo (A)	22 a 24
Subtotal	29 a 31
Período (Pr)	1
Interação E*Pr	1
Interação SM*Pr	1
Interação E*SM*Pr	1
Resíduo (B)	21 a 26
Total	51 a 61

Tabela 15 - Quadro de análise de variância para ganho de peso animal.

Fonte de variação	Grau de liberdade
Espécie animal (E)	1
Suplementação mineral (SM)	1
Interação E*SM	1
Repetição (E SM)	4
Resíduo (A)	24
Subtotal	31
Período (Pr)	1
Interação E*Pr	1
Interação SM*Pr	1
Interação E*SM*Pr	1
Mês (Pr)	11
Interação E*Mês(Pr)	11
Interação SM*Mês(Pr)	11
Interação E*SM*Mês(Pr)	11
Resíduo (B)	336
Total	415

Tabela 16 - Quadro de análise de variância para consumo mineral do animal.

Fonte de variação	Grau de liberdade
Espécie animal (E)	1
Repetição (E)	2
Período (Pr)	1
Interação E*Pr	1
Resíduo	46
Total	51

Tabela 17 - Quadro de análise de variância para as variáveis da *Brachiaria humidicola*

Fonte de variação	Grau de liberdade
Período (Pr)	1
Mês (M)	11
Resíduo	79 a 82
Total	91 a 94

2.2 EXPERIMENTO 2: DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

2.2.1 **Localização**

Este experimento foi realizado entre os meses de novembro e dezembro de 1994 e maio e junho de 1995, através da coleta de amostras e informações sobre animais de várias fazendas particulares na ilha de Marajó, Estado do Pará. Os animais experimentais pertenciam a grupos separados e transportados pelos proprietários para a comercialização e abate no Frigorífico e Matadouro da SOCIPE, no município de Belém, Estado do Pará. Na Figura 7 é detalhada a ilha de Marajó e os municípios em que estavam localizadas as propriedades envolvidas no estudo.

2.2.2 **Animais experimentais**

Utilizou-se um total de 119 bovinos e 119 bubalinos sem distinção de sexo, idade ou raça. Por ocasião do abate, as informações relativas à procedência e espécie animal foram anotados em fichas individuais.

2.2.3 **Delineamento experimental**

Os animais foram subdivididos em dois lotes por espécie. Na primeira subdivisão, 57 bovinos e 59 bubalinos foram estudados ao final do período seco, entre os meses de novembro e dezembro de 1994 e na segunda, foram estudados 62 bovinos e 60 bubalinos no final do período chuvoso, entre os meses de maio e junho de 1995.

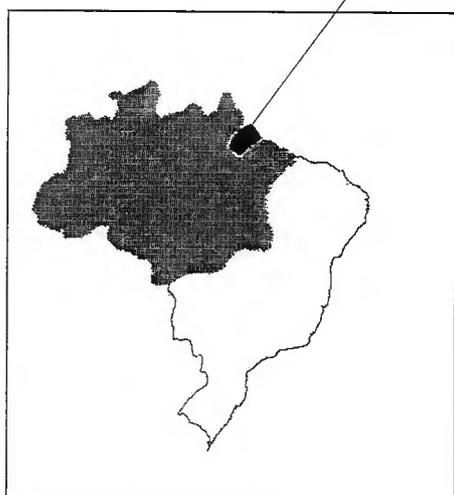


Figura 7 - Localização dos municípios na ilha de Marajó, Estado do Pará, de acordo com as propriedades de onde procederam os animais experimentais.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com dois tratamentos distribuídos da seguinte maneira:

Tratamento 1 - Espécie bovina

Tratamento 2 - Espécie bubalina

Na Tabela 18 encontra-se o resumo do número de animais utilizados em relação as espécies, municípios e propriedades. Para efeito de análise, Soure e Salvaterra foram considerados como um único local, em decorrência da proximidade geográfica e da existência de um número muito reduzido de animais experimentais nesses locais.

Tabela 18 - Número de propriedades e de animais para o estudo da nutrição mineral na ilha de Marajó, Estado do Pará. Novembro e dezembro de 1994 (final do período seco) e maio e junho de 1995 (final do período chuvoso).

Municípios	Período seco			Período chuvoso		
	Propriedades	Bovinos	Bubalinos	Propriedades	Bovinos	Bubalinos
Cachoeira do Arari	5	11	40	10	17	5
Santa Cruz do Arari	5	13	-	5	17	14
Chaves	4	18	5	3	-	5
Ponta de pedras	8	15	3	3	15	2
Soure/Salvaterra ¹	2	-	11	7	13	34
Total	24	57	59	28	62	60

¹ Municípios considerados como um todo.

Um valor de 5 % a 10 % do total diário de animais abatidos no local foi considerado como o tamanho das amostras a serem colhidas, até que fosse completado o número total de animais estabelecido por espécie, em cada período experimental.

2.2.4 Colheita das amostras

2.2.4.1 Tecido ósseo

Imediatamente após o abate dos animais, retirou-se um fragmento de 5 g de osso proveniente do terço médio da costela esquerda com o auxílio de uma serra. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico individuais, previamente identificados e armazenados em freezer, a 20 °C negativos.

2.2.4.2 Tecido hepático

Após o abate dos animais, um fragmento de tecido hepático de aproximadamente 15 a 20 g foi retirado do lobo direito com o auxílio de uma faca de aço inoxidável. As amostras foram colocadas inicialmente em papel filtro e em seguida acondicionadas em sacos de plástico individuais, previamente identificados e armazenados em freezer, a 20 °C negativos.

2.2.5 Análises laboratoriais

2.2.5.1 Tecido ósseo

Efetuarão-se as análises de Ca e P, assim como das cinzas no tecido ósseo seguindo as mesmas recomendações e procedimentos utilizados para as amostras dos animais do experimento 1.

2.2.5.2 Tecido hepático

Efetuararam-se as determinações de Cu, Co, Mn, Fe e Zn e as análises laboratoriais seguiram as mesmas recomendações e procedimentos utilizados para as amostras dos animais do experimento 1.

2.2.6 Análise estatística

As análises estatísticas seguiram as recomendações de Gomes (1985), utilizando modelos lineares processados no programa do C.N.P.T.I.A - Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (Embrapa, 1996).

Os tratamentos foram constituídos por combinações fatoriais combinando-se espécie (bubalina e bovina), município (Cachoeira do Arari, Santa Cruz do Arari, Chaves, Ponta de Pedras, Soure/Salvaterra) e período (seco e chuvoso). A Tabela 19 mostra o quadro de análise de variância utilizado-se a decomposição dos graus de liberdade.

As variações observadas nos graus de liberdade do resíduo e do total foram em virtude da perda de algumas amostras durante a colheita ou análise laboratorial.

Para efeito de comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey com 5% de significância e a correlação foi efetuada entre todas as variáveis estudadas.

Tabela 19 - Quadro de análise de variância das respostas dos animais experimentais.

Fonte de variação	Grau de liberdade
Espécie animal (E)	1
Período do ano (Pr)	1
Município (Mu)	4
Interação E*P	1
Interação E*Mu	4
Interação Pr*Mu	4
Interação E*Pr*Mu	4
Resíduo	174 a 200
Total	190 a 216

3. RESULTADOS

3.1 EXPERIMENTO 1: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE *Brachiaria humidicola* NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

3.1.1 Conteúdo de mineral na pastagem de *Brachiaria humidicola*

A análise de variância na *Brachiaria humidicola* encontra-se nos Anexos 1 e 2. O teste F revelou diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso do ano para a relação Ca:P ($p < 0,0001$) e para as concentrações de Ca ($p < 0,0001$), P ($p = 0,01$), Cu ($p = 0,02$), Mn ($p < 0,0001$) e Fe ($p < 0,0001$). Foi observado uma variação na relação Ca:P ($p < 0,0001$) e nos teores de Ca ($p < 0,0001$), P ($p < 0,0001$), Cu ($p < 0,0001$) e Fe ($p < 0,0001$) dentro de cada período e estão ilustradas nas Figuras 8 e 9.

Com a exceção do Zn, o teste de Tukey mostrou um efeito significativo ($p < 0,05$) do período sobre as médias das respostas estudadas. No período seco, o teor de Fe foi menor, e a relação Ca:P e as concentrações de Ca, P, Cu e Mn foram mais elevadas do que no período chuvoso (Tabela 20).

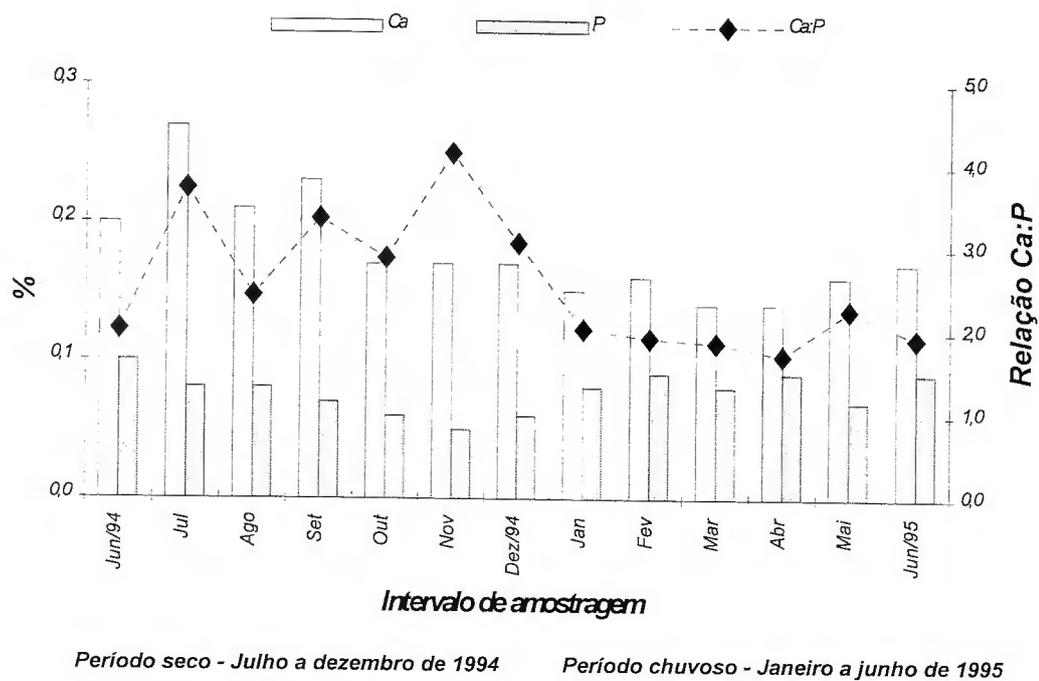


Figura 8 - Concentração média de cálcio, fósforo e da relação cálcio:fósforo da *Brachiaria humidicola* (com base na matéria seca) nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.

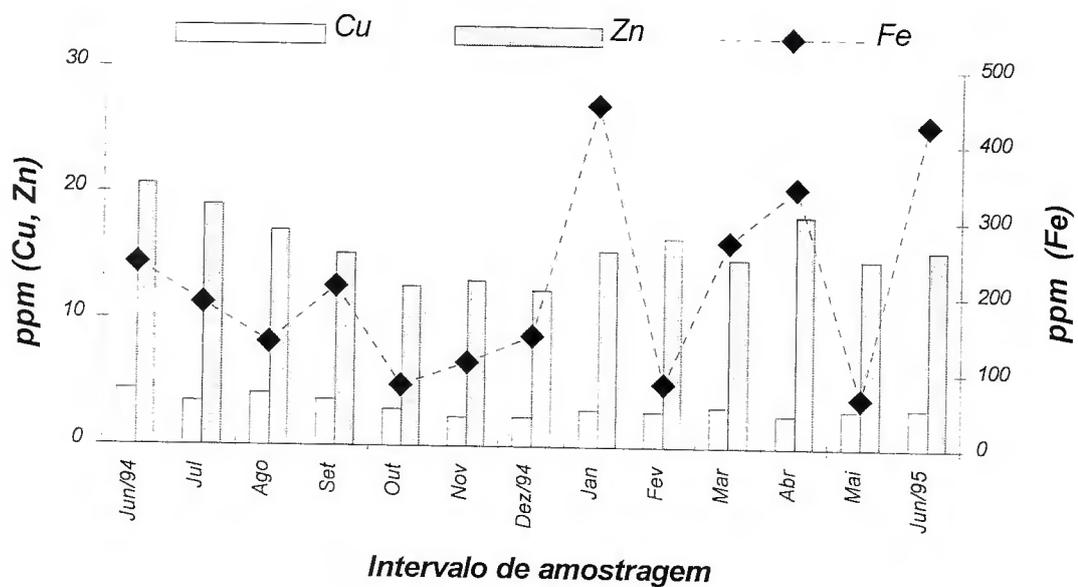


Figura 9 - Concentração média de cobre, zinco e ferro da *Brachiaria humidicola* (com base na matéria seca) nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.

Tabela 20 - Concentração de cálcio, fósforo, cobre, manganês, ferro e zinco e relação cálcio:fósforo da *Brachiaria humidicola*, com base na matéria seca.

Período	Ca		P		Ca:P		Cu		Mn		Fe		Zn									
	Média	N	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.								
----- % na matéria seca----- ppm na matéria seca-----																						
	N ¹	Média ²	D.P. ²	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.							
Seco	5	0,20 ^a	0,05	5	0,07 ^a	0,03	5	3,10 ^a	1,19	5	3,3 ^a	1	5	106,0 ^a	36	5	154,9 ^b	83	5	15,7	5	
	1			1			1			4			4			0				4		4
Chuvoso	4	0,15 ^b	0,04	4	0,08 ^b	0,02	4	1,95 ^b	0,76	4	2,9 ^b	1	4	78,2 ^b	23	4	365,5 ^a	145	4	15,9	5	
	4			4			5			5			5			2				5		5
Média geral		0,18			0,08			2,6:1			3,0			94,0			251,0					15,6
Requerimento ³		0,20 - 0,40			0,20 - 0,40			1:1 - 7:1			4 - 10			20 - 50			50 - 100					20 - 40

¹N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³D.P. - Desvio Padrão

⁴ De acordo com as recomendações para bovino de corte (NRC, 1984).

3.1.2 Consumo da mistura mineral pelos animais

A análise de variância apresentada no Anexo 3 indicou diferenças significativas no consumo da mistura mineral para espécie ($p=0,002$) e período ($p<0,0001$). O teste de Tukey ($p<0,05$) utilizado na comparação das médias das espécies (Tabela 21) e dos períodos (Tabela 22) mostrou que os bovinos consumiram mais mistura mineral do que os bubalinos e esse consumo foi maior no período seco do que no chuvoso. A Figura 10 mostra as variações do consumo médio de mineral das espécies, ao longo do período experimental.

Tabela 21 - Consumo da mistura mineral por espécie animal.

Espécie	Consumo da mistura mineral ¹		
	N ²	Média ³	D.P. ⁴
		-----g/UA/dia-----	
Bubalina	26	75,8 ^b	51
Bovina	26	105,6 ^a	47
Média Geral		90,7	

¹ Considerando 1 UA (Unidade animal) = 450 kg de peso vivo

² N - Número de observações

³ Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

⁴ D.P. - Desvio Padrão

Tabela 22 - Consumo da mistura mineral por período do ano.

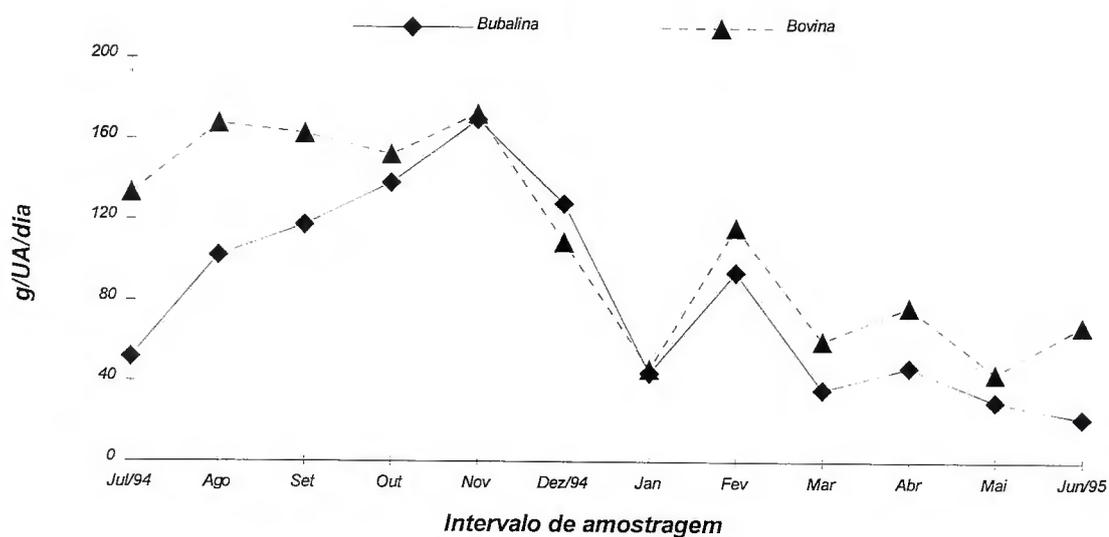
Período	Consumo da mistura mineral ¹		
	N ²	Média ³	D.P. ⁴
-----g/UA/dia-----			
Seco	28	133,3 ^a	35
Chuvoso	28	54,2 ^b	29

¹ Considerando 1 UA (Unidade animal) = 450 Kg de peso vivo

² N - Número de observações

³ Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

⁴ D.P. - Desvio Padrão



Período seco - Julho a dezembro de 1994

Período chuvoso - Janeiro a junho de 1995

Figura 10 - Consumo diário médio da mistura mineral dos animais experimentais, por espécie, nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.

3.1.3 Mineral no tecido ósseo

A análise de variância dos minerais no tecido ósseo encontra-se no Anexo 4. Houve diferenças significativas do período no percentual de cinzas ($p < 0,0001$) e da suplementação mineral na razão Ca:P ($p = 0,049$). As Tabelas 23, 24 e 25 apresentam as concentrações médias das variáveis cinzas, Ca, P e razão Ca:P no tecido ósseo, de acordo com a suplementação mineral, a espécie e o período estudado, respectivamente. A aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$) mostrou que a razão Ca:P foi significativamente maior nos animais que receberam a suplementação mineral, assim como o percentual de cinzas foi mais elevado no período seco do que no chuvoso.

Tabela 23 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais de acordo com a suplementação mineral.

Suplementação mineral	N ¹	Cinzas		Ca		P		Ca:P	
		Média ²	D.P. ³	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
-----% na matéria seca-----									
Com	32	60,2	2	26,5	4	10,8	2	2,5 ^a	0,5
Sem	32	60,3	3	25,8	3	11,1	0,5	2,4 ^b	0,3
Média geral		60,3		26,1		11,0		2,4	
Níveis críticos ⁴		66,8		24,5		11,5		2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al. (1984).

Tabela 24 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por espécie.

Espécie	N	Cinzas		Ca		P		Ca:P	
		Média	D.P. ¹	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
-----% na matéria seca-----									
Bubalina	27	59,8 ^a	2	25,1 ^a	4	10,8 ^a	2	2,3 ^a	0,4
Bovina	32	60,6 ^a	3	27,0 ^a	4	11,1 ^a	1	2,5 ^a	0,4
Níveis críticos ²		66,8		24,5		11,5		2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al. (1984).

Tabela 25 - Teores de cinzas, cálcio, fósforo e da razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais de acordo com o período do ano.

Período	N ¹	Cinzas		Ca		P		Ca:P	
		Média ²	D.P. ³	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
-----% na matéria seca-----									
Seco	30	61,6 ^a	1,4	26,8	3,7	11,3	0,3	2,4	0,3
Chuvoso	29	58,9 ^b	2,6	25,4	3,9	10,7	1,8	2,4	0,5
Níveis críticos ⁴		66,80		24,5		11,5		2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al. (1984).

3.1.4 Mineral no tecido hepático

A análise de variância das concentrações de minerais no tecido hepático dos animais encontra-se no Anexo 5. Houve diferenças significativas da suplementação mineral nos índices de Cu ($p=0,006$). O período influenciou significativamente ($p<0,0001$) os valores de Co e de Fe no tecido hepático.

As concentrações de Fe das espécies estudadas apresentaram um comportamento significativamente diferente entre os períodos ($p= 0,001$) e a suplementação mineral teve influência sobre o Co ($p= 0,039$) e o Fe ($p= 0,002$) em ambas as espécies e períodos estudados.

A aplicação do teste de Tukey ($p<0,05$) mostrou que a utilização da suplementação mineral aumentou a concentração do Cu no tecido hepático (Tabela 26). Não houve diferença estatística nos valores de Cu, Co, Mn, Fe e Zn hepático entre bubalinos e bovinos (Tabela 27). As concentrações de Co e Fe foram significativamente ($p<0,05$) mais elevadas no período chuvoso (Tabela 28). No período seco, a suplementação mineral influenciou significativamente ($p<0,05$) o conteúdo de Fe e Co hepático de bubalinos e bovinos. A concentração de Co hepático foi mais elevada na espécie bubalina e a de Fe hepático, mais elevada na espécie bovina (Tabela 29).

Tabela 26 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, de acordo com a suplementação mineral.

	Cu		Co		Mn		Fe		Zn						
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.			
Com	30	212,2 ^a	93	27	0,51	0,38	30	9,0	4	27	286,5	193	30	124,9	87
Sem	32	129,7 ^b	72	30	0,41	0,34	32	14,1	21	32	289,7	175	32	121,3	145
Média geral		169,6			0,46			12,2			288,3			123,0	
Níveis críticos ⁴		25			0,05			6			< 180 ⁵			84	

-----ppm na matéria seca-----

¹N - Número de observações.

² Letras diferentes apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D. P. - Desvio Padrão.

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte de acordo com McDowell et al. (1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al.(1984).

Tabela 27 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por espécie.

Espécie	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Bubalina	31	157,4 ^a	87	28	0,49 ^a	0,35	31	14,2 ^a	21	20	269,1 ^a	193	31	109,0 ^a	157
Bovina	31	181,9 ^a	97	29	0,43 ^a	0,36	31	10,2 ^a	4	29	308,1 ^a	171	31	137,1 ^a	63
Níveis críticos ²		25			0,05			6			< 180 ⁵			84	

¹N - Número de observações.

² Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³D.P. - Desvio Padrão.

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte de acordo com McDowell et al. (1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al.(1984).

Tabela 28 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período do ano.

Período	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	N	Média ¹	D.P. ¹	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Seco	31	183,4	90	30	0,15 ^b	0,11	31	9,2	5	30	145,3 ^b	135	32	107,8	148
Chuvoso	31	155,8	93	29	0,80 ^a	0,17	31	15,1	21	29	436,2 ^a	73	31	138,2	82
Níveis críticos ²		25			0,05			6			< 180 ⁵			84	

¹ N - Número de observações.

² Letras diferentes apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão.

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte de acordo com McDowell et al. (1984),

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al.(1984).

Tabela 29 - Concentração de cobalto e ferro dos animais suplementados, com base na matéria seca do tecido hepático, no período seco e por espécie animal.

Período	Suplementação mineral	Espécie	Co			Fe		
			N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.
----- ppm -----								
Seco	com	Bubalina	6	0,23 ^a	0,04	6	61,6 ^b	25
		Bovina	7	0,12 ^b	0,07	7	255,0 ^a	216
Níveis críticos ⁴			0,05			< 180 ⁵		

¹ N - Número de observações.

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão.

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte de acordo com McDowell et al. (1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al. (1984).

3.1.5 Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático

O percentual de animais que apresentou uma concentração de minerais nos tecidos ósseo e hepático abaixo do nível crítico, conforme considerado por Little (1972) e McDowell et al. (1985) para a espécie bovina, encontra-se na Tabela 30. As Figuras 11, 12, 13 e 14 representam esses dados por espécie animal e período estudado, respectivamente.

Nas duas espécies, o número de animais com baixos índices de P ósseo foi maior do que o de Ca. Em bovinos, o comprometimento foi maior durante o período chuvoso (Figura 12), sendo essa proporção igual tanto no

grupos que não recebeu a suplementação como naquele que recebeu a suplementação mineral (87%). No período seco, essa incidência foi de 75 % de 62% nos animais suplementados e não-suplementados, respectivamente (Figura 11). Em ambos os períodos, 87% dos bubalinos que recebiam a suplementação mineral apresentaram baixa concentração de P (Figuras 13 e 14). No grupo que não foi suplementado, o período seco apresentou 100% dessa ocorrência e no chuvoso, 60%.

O tecido ósseo mostrou um déficit de cinzas acentuado que atingiu todos os animais experimentais (Tabela 30). Para a espécie bubalina, esse percentual (100%) permaneceu o mesmo nos dois períodos do ano (Figuras 13 e 14). A porcentagem de bovinos com baixos índices de cinzas no tecido ósseo foi diferente no período chuvoso, atingindo 85% dos animais que não receberam a suplementação mineral (Figuras 11 e 12).

Para aqueles animais que receberam a suplementação mineral, a incidência de baixas concentrações de Cu hepático foi menor do que os que não receberam a suplementação (Tabela 30). No período seco, os bovinos suplementados não apresentaram baixos índices de Cu hepático, porém, no chuvoso, 12 % desses animais apresentaram o problema (Figuras 11 e 12). Na espécie bubalina, somente o grupo que não foi suplementado teve uma incidência de baixas concentrações de Cu hepático e que foi igual a 25% (Figuras 13 e 14). O número de bovinos no grupo que não recebeu a suplementação mineral com baixos índices de Cu hepático foi de 37% no período chuvoso e 12% no seco (Figuras 11 e 12).

Tabela 30 - Percentual de bovinos e bubalinos que apresentaram uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.

Mineral	Nível Crítico ¹	Período	Bovino		Bubalino	
			Com suplementação mineral	Sem suplementação mineral	Com suplementação mineral	Sem suplementação mineral
			%		%	
Ca	≤ 24,5 %	Chuvoso	50	25	50	80
		Seco	12	25	12	50
P	≤ 11,5 %	Chuvoso	87,5	87	87	60
		Seco	62	75	87	100
Cinzas	≤ 66,8 ppm	Chuvoso	100	87	100	100
		Seco	100	100	100	100
Cu	≤ 25 ppm	Chuvoso	12	37	0	25
		Seco	0	12	0	25
Co	≤ 0,05 ppm	Chuvoso	0	0	0	0
		Seco	14	37	0	0
Mn	≤ 6 ppm	Chuvoso	0	0	0	0
		Seco	29	12	62	25
Fe	≥ 180 ppm ²	Chuvoso	100	100	100	100
		Seco	43	37	0	25
Zn	≤ 84 ppm	Chuvoso	0	0	29	62
		Seco	43	50	100	62

¹ Sugerido para a espécie bovina por Little (1972) e McDowell et al.(1984).

² Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al.(1984).

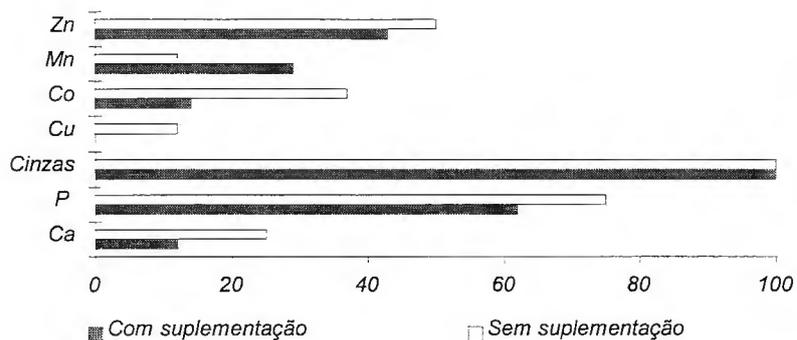


Figura 11 - Percentual de bovinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período seco.

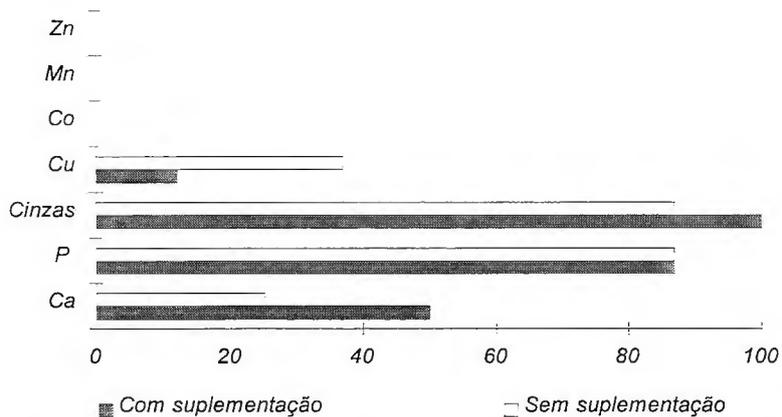


Figura 12 - Percentual de bovinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período chuvoso.

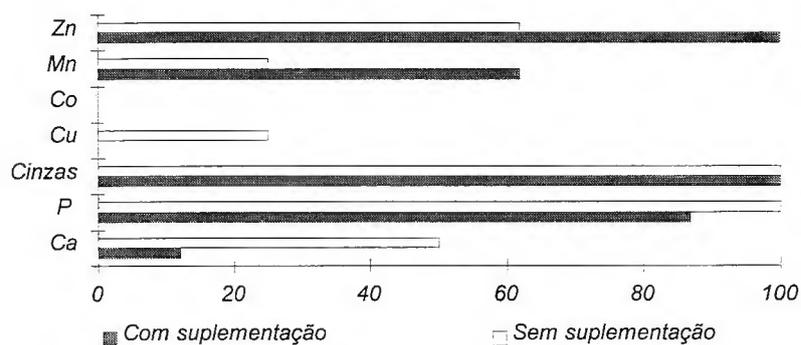


Figura 13 - Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período seco.

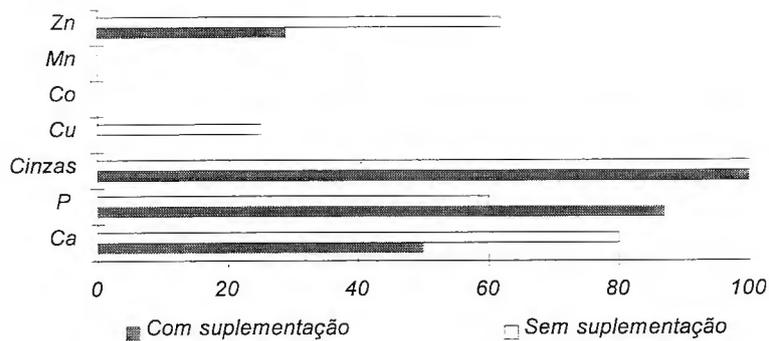


Figura 14 - Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático no período chuvoso.

Em ambos os períodos estudados, nenhum animal da espécie bubalina apresentou baixos índices de Co hepático (Figuras 13 e 14). Nos bovinos, esses baixos valores foram observados somente no período seco e em 14 % dos animais suplementados e 37 % dos animais não-suplementados (Figuras 11 e 12).

Baixas concentrações de Mn no tecido hepático ocorreram somente nos grupos suplementados de ambas as espécies e durante o período seco, com um maior grau de comprometimento da espécie bubalina (Tabela 30 e Figuras 11 e 13).

No período chuvoso, todos os animais experimentais tiveram as concentrações de Fe hepático acima do índice tolerável (Tabela 30). No período seco, o número de bovinos foi maior do que em bubalinos.

No período chuvoso, não foi observado baixas concentrações de Zn hepático em nenhum dos animais da espécie bovina (Figura 12), 62% dos bubalinos não-suplementados e 29% dos suplementados apresentaram o problema (Figura 14). No período seco, o processo ocorreu em todos os bubalinos que receberam a suplementação e em 62% dos que não receberam. Em bovinos esses índices foram menores, porém 43% e 50% dos animais suplementados e não-suplementados, respectivamente, apresentaram baixas concentrações deste elemento no tecido hepático.

3.1.6 Correlações dos minerais na planta e no tecido animal

As correlações dos minerais analisados na pastagem de *Brachiaria humidicola* e nos tecidos ósseo e hepático dos animais encontram-se relacionadas nas Tabelas 31 e 32, respectivamente.

Na gramínea, correlações positivas significativas ($p < 0,05$) foram encontradas para Cu e P ($r = 0,62$), Mn e Ca ($r = 0,79$), Zn e P ($r = 0,84$) e Zn e Cu ($r = 0,66$).

Nos tecidos ósseo e hepático dos animais foram observados correlações significativas ($p < 0,05$) positivas para P e Ca ($r = 0,33$), Ca:P e Ca ($r = 0,53$), Fe e Co ($r = 0,77$), Fe e Mn ($r = 0,27$) e Zn e Co ($r = 0,29$). Correlações negativas ($p < 0,05$) existiram para Ca:P e P ($r = -0,59$), Co e percentual de cinzas óssea ($r = -0,49$), Co e Ca ($r = -0,30$), Co e P ($r = -0,36$) e Fe e percentual de cinzas óssea ($r = -0,31$).

Tabela 31 - Correlação entre os minerais da pastagem de *Brachiaria humidicola*.

	Ca	P	Cu	Mn	Zn
P	0,02 ^a				
	NS ^b (13) ^c				
Cu	0,55	0,62			
	NS (13)	0,025 (13)			
Mn	0,79	-0,01	0,39		
	0,001 (13)	NS (13)	NS (13)		
Zn	0,35	0,84	0,66	0,24	
	NS (13)	0,001 (13)	0,013 (13)	NS (13)	
Fe	-0,43	0,51	-0,05	-0,45	0,25
	NS (13)	NS (13)	NS (13)	NS (13)	NS (13)

^a Coeficiente de correlação (r).

^b Grau de significância (p<0,05).

^c Número de observações

Tabela 32 - Correlação entre os minerais nos tecidos ósseo e hepático dos animais.

	Cinza	Ca	P	Ca:P	Cu	Co	Mn	Fe
Ca	0,12 ^a							
	NS ^b (59) ^c							
P	0,20	0,33						
	NS (59)	0,01 (59)						
Ca:P	-0,07	0,53	-0,59					
	NS (59)	0,00 (59)	0,00 (59)					
Cu	0,03	-0,08	-0,32	0,24				
	NS (57)	NS (57)	0,02 (57)	NS (57)				
Co	-0,49	-0,30	-0,36	0,12	-0,03			
	0,00 (53)	0,03 (53)	0,01 (53)	NS (53)	NS (57)			
Mn	-0,16	-0,09	-0,03	-0,06	-0,07	0,09		
	NS (57)	NS (57)	NS (57)	NS (57)	NS (62)	NS (57)		
Fe	-0,31	-0,10	-0,22	0,14	-0,03	0,77	0,27	
	0,02 (54)	NS (54)	NS (54)	NS (54)	NS (59)	0,00 (57)	0,04 (59)	
Zn	0,02	-0,03	-0,23	0,23	0,23	0,29	-0,05	0,10
	NS (57)	NS (57)	NS (57)	NS (62)	NS (62)	0,03 (57)	NS (62)	NS (59)

^a Coeficiente de correlação (r).

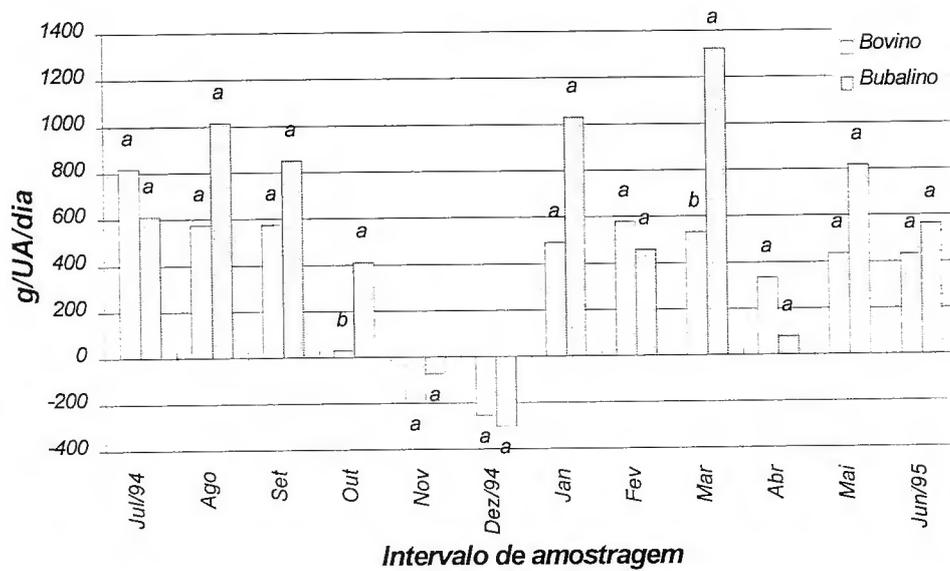
^b Grau de significância (p<0,05)

^c Número de observações

3.1.7 Ganho de peso

No Anexo 6 encontra-se o resumo da análise de variância efetuada no ganho de peso dos animais, mostrando haver um efeito significativo do período sobre essa variável ($p= 0,001$). O ganho de peso, ilustrado na Figura 15, mostra a variação significativa ($p=0,01$) do ganho de peso entre as espécies nos intervalos de amostragem e a Figura 16, a variação significativa existente entre os intervalos de amostragem ($p< 0,0001$).

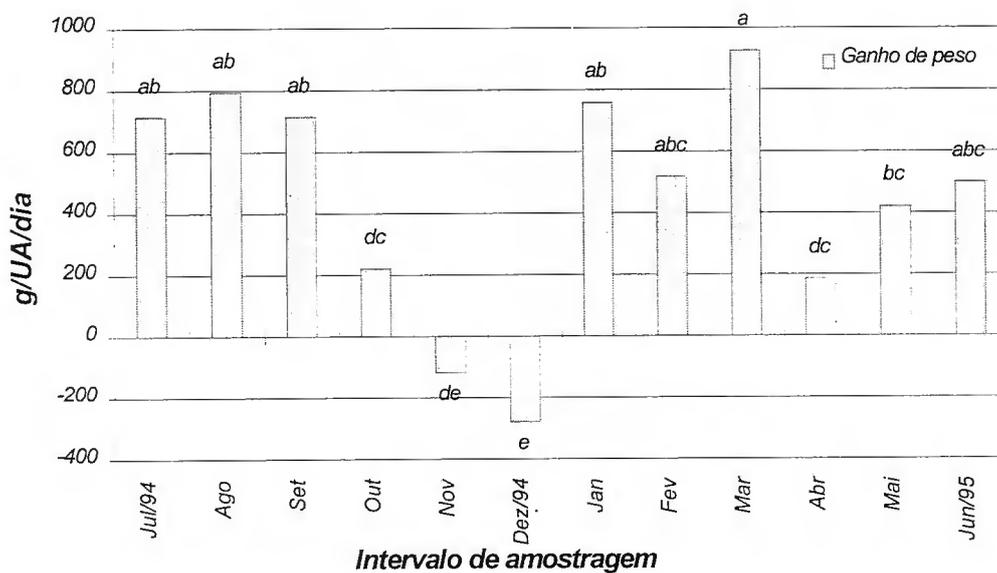
O teste de Tukey não revelou uma influência significativa ($p<0,05$) da suplementação (Tabela 33) e da espécie (Tabela 34) no ganho de peso. Somente entre os períodos (Tabela 35), foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$) no ganho de peso, sendo o chuvoso maior que o seco.



Período seco - Julho a dezembro de 1994

Período chuvoso - Janeiro a junho de 1995

Figura 15 - Ganho de peso diário médio dos animais por espécie, nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.



Período seco - Julho a dezembro de 1994

Período chuvoso - Janeiro a junho de 1995

Figura 16 - Ganho de peso diário médio dos animais nos intervalos de amostragem ao longo do período experimental.

Tabela 33 - Ganho de peso diário dos animais de acordo com a suplementação mineral.

Suplementação	N ¹	Ganho de peso	
		Média ²	D.P. ³
-----g/UA/dia ⁴ -----			
Com	16	458,9 ^a	145
Sem	16	336,7 ^a	173
Média geral		397,8	

¹ N - Número de observações

² Letras iguais não apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Considerando 1 UA (Unidade animal) = 450 kg de peso vivo

Tabela 34 - Ganho de peso diário dos animais de acordo com a espécie animal.

Espécie	N ¹	Ganho de peso	
		Média ²	D.P. ³
-----g/UA/dia ⁴ -----			
Bubalina	16	458,9 ^a	145
Bovina	16	336,7 ^a	173
Média geral		397,8	

¹ N - Número de observações

² Letras iguais não apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Considerando 1 UA (Unidade animal) = 450 kg de peso vivo

Tabela 35 - Ganho de peso diário dos animais por período do ano.

Período	N ¹	Ganho de peso	
		Média ²	D.P. ³
		-----g/UA/dia ⁴ -----	
Seco	32	329,3 ^b	127
Chuvoso	32	466,4 ^a	211

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes apresentam diferenças significativas, em nível de 5%, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Considerando 1 UA (Unidade animal) = 450 kg de peso vivo

3.2 EXPERIMENTO 2: DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DO MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

3.2.1 Mineral no tecido ósseo

A análise de variância dos percentuais de cinzas, Ca, P e razão Ca:P no tecido ósseo dos animais experimentais encontra-se no Anexo 7. O teste F revelou diferenças significativas entre espécies ($p < 0,0001$), municípios ($p < 0,0001$) e períodos ($p < 0,0001$) no teor de cinzas ósseas. Estes teores variaram significativamente entre as espécies ($p = 0,03$) e entre os períodos ($p = 0,008$) dentro de cada município. Os valores de Ca e de P apresentaram diferenças significativas entre os períodos ($p = 0,02$ e $p < 0,0001$, respectivamente) dentro dos municípios estudados, a concentração de P ósseo também apresentou diferenças entre as espécies ($p < 0,03$).

O teste de Tukey aplicado para efeito de comparação das médias, demonstrou que a espécie bovina teve o percentual médio de cinzas mais elevado ($p < 0,05$) do que a bubalina (Tabela 36). As variáveis cinzas, Ca e P tiveram médias significativamente mais elevadas ($p < 0,05$) no período seco do que no chuvoso (Tabela 37). O município de Chaves apresentou os mais altos índices desse elemento ($p < 0,05$) tendo sido o município de Soure/Salvaterra o mais deficiente (Tabela 38).

Tabela 36 - Teor de cinza, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por espécie.

Espécie	Cinzas			Ca			P			Ca:P		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Bubalina	91	55,7 ^b	6	90	23,0	4	89	10,2	2	80	2,6	2
Bovina	103	59,8 ^a	6	101	24,1	4	100	10,7	2	94	2,2	0,51
Média geral		57,9			23,6			10,5			2,4	
Níveis críticos ⁴		66,8			24,5			11,5			2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al. (1984).

Tabela 37 - Teor de cinza, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo do tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por período.

Período	Cinzas			Ca			P			Ca:P		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Seco	104	61,0 ^a	5	104	24,2 ^a	4	101	10,9 ^a	2	99	2,4	2
Chuvoso	90	54,3 ^b	6	87	22,8 ^b	4	88	9,9 ^b	2	75	2,4	1
Níveis críticos ⁴		66,8			24,5			11,5			2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al.(1984).

Tabela 38 - Teor de cinza, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município.

Município	Cinzas			Ca			P			Ca:P		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
----- % na matéria seca -----												
Cachoeira do Arari	66	59,0 ^{ab}	4	65	24,4	4	63	10,6	2	58	2,6	3
Santa Cruz do Arari	39	56,8 ^{bc}	7	39	23,0	4	38	10,1	2	36	2,5	2
Chaves	22	60,3 ^a	24	22	29,5	4	22	10,9	1	21	2,2	1
Ponta de Pedras	30	59,7 ^{ab}	7	30	23,2	4	28	10,4	2	28	2,3	0,1
Soure/Salvaterra	37	54,0 ^c	6	35	23,0	4	28	10,3	2	31	2,2	0,5
Níveis críticos ⁴		66,80			24,5			11,5			2:1	

¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por Little (1972) e McDowell et al.(1984).

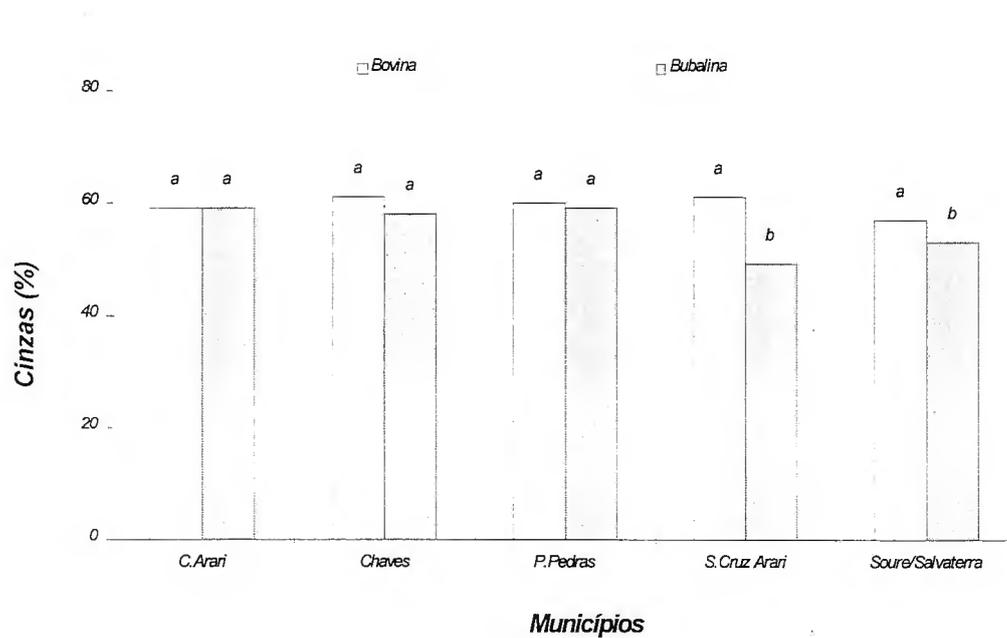
A espécie bovina apresentou um percentual médio de cinzas no tecido ósseo significativamente ($p < 0,05$) mais elevado que a bubalina (Figura 17) nos municípios de Santa Cruz do Arari e de Soure/Salvaterra.

Os valores de P ósseo dos animais de Santa Cruz do Arari foram maiores ($p < 0,05$) em bovinos do que em bubalinos (Figura 18), não tendo sido verificadas diferenças significativas entre as espécies nos demais municípios.

Em todos os municípios, o percentual de cinzas ósseas foram significativamente ($p < 0,05$) menores no período chuvoso (Figura 19).

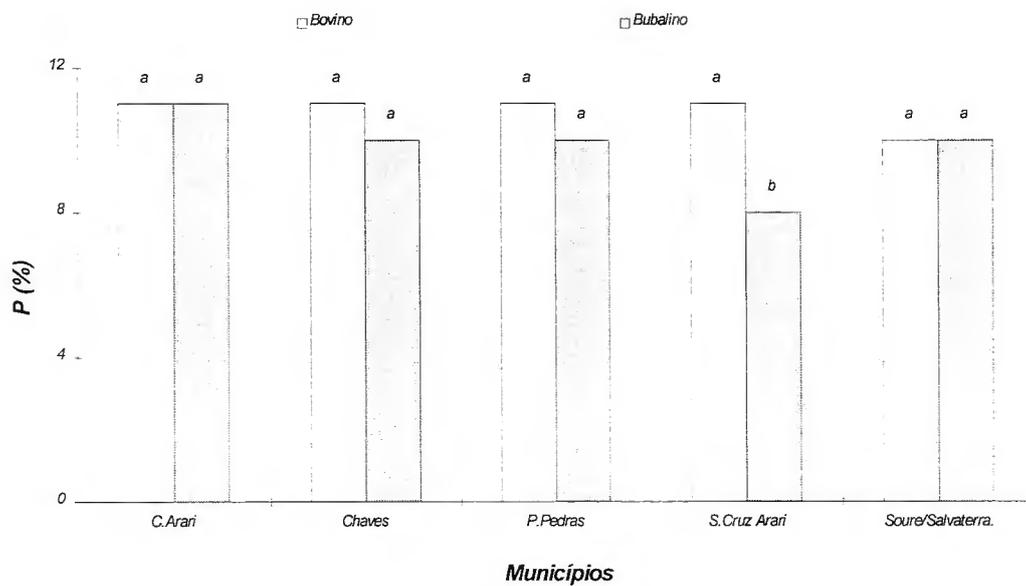
3.2.2 Mineral no tecido hepático

No Anexo 8 encontra-se a análise de variância para os minerais do tecido hepático dos animais experimentais. Diferenças significativas foram encontradas entre as espécies nas concentrações de Cu ($p < 0,0001$), Co ($p = 0,016$), Mn ($p < 0,0001$) e Zn ($p < 0,0001$), que também mostraram diferenças entre os municípios, tendo sido encontrado valores de p iguais a 0,001, 0,002, 0,025 e menor do que 0,0001, respectivamente. O período apresentou influência sobre as variáveis de Cu ($p = 0,015$), Co ($p = 0,049$), Fe ($p < 0,0001$) e Zn ($p < 0,0001$). Diferenças significativas foram observadas no conteúdo de Co ($p = 0,016$), Mn ($p = 0,001$) e Zn ($p = 0,043$) entre as espécies nos municípios estudados. As concentrações do Zn hepático de bubalinos e bovinos foram significativamente diferentes ($p = 0,026$) entre os períodos.



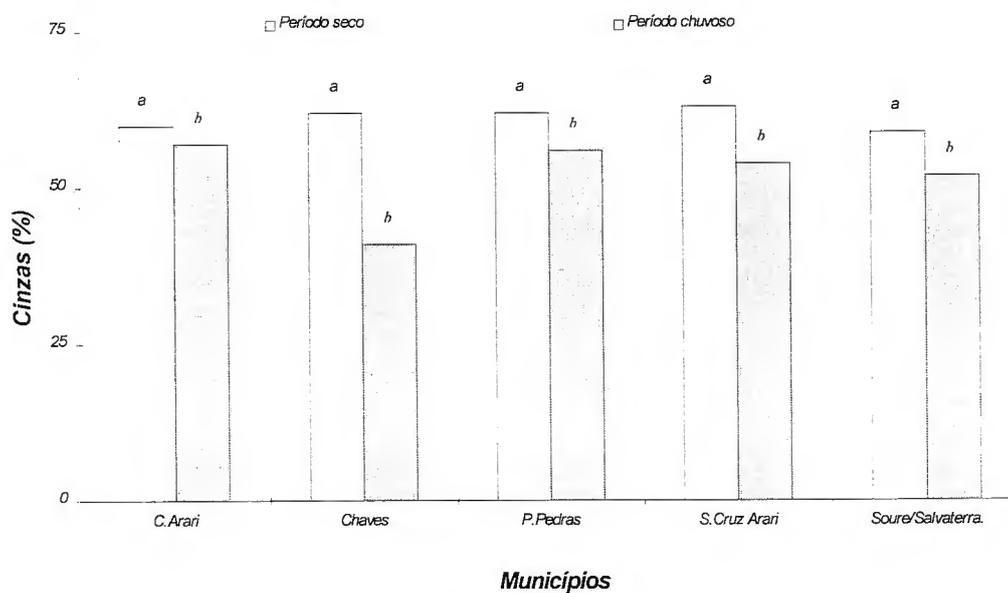
Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 17 - Concentrações médias de cinzas no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e espécie.



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 18 - Concentrações médias do fósforo no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e espécie.



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 19 - Concentrações médias de cinzas no tecido ósseo seco e livre de gordura dos animais por município e período.

O teste de Tukey indicou que os valores hepáticos de bubalinos foram significativamente superiores ($p < 0,05$) em Cu, Co e Mn (Tabela 39), porém as concentrações de Co e de Mn nos bovinos foram superiores do que a dos bubalinos nos municípios de Chaves e Santa Cruz do Arari, não havendo diferenças entre as espécies nos demais municípios (Figuras 20 e 21).

As concentrações hepáticas de Cu e o Fe foram maiores ($p < 0,05$) no período seco enquanto que as médias de Co e Zn foram mais elevadas no período chuvoso (Tabela 40).

O maior índice ($p < 0,05$) de Co ocorreu na cidade de Santa Cruz do Arari e Chaves e o de Zn, na cidade de Ponta de Pedras (Tabela 41). Em todos os municípios, as concentrações de Zn no tecido hepático dos bovinos foram maiores ($p < 0,05$) do que nos dos bubalinos, com exceção da cidade de Chaves em que não houve diferenças entre as duas espécies (Figura 22). Somente na espécie bovina, os índices de Zn no período chuvoso foram significativamente ($p < 0,05$) mais elevados (Figura 23) do que no seco.

Tabela 39 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca no tecido hepático, por espécie.

Espécie	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Bubalina	110	7 ^a	4	108	0,98 ^a	0,4	110	11 ^a	3	110	1.067 ^a	542	110	123 ^b	40
Bovina	102	4 ^b	2	104	0,85 ^b	0,4	105	10 ^b	2	106	1.009 ^a	539	106	182 ¹	77
Média geral		5,7			0,91			10,5			1.038			153,3	
Níveis críticos ⁴		25			0,05			6			< 180 ⁵			84	

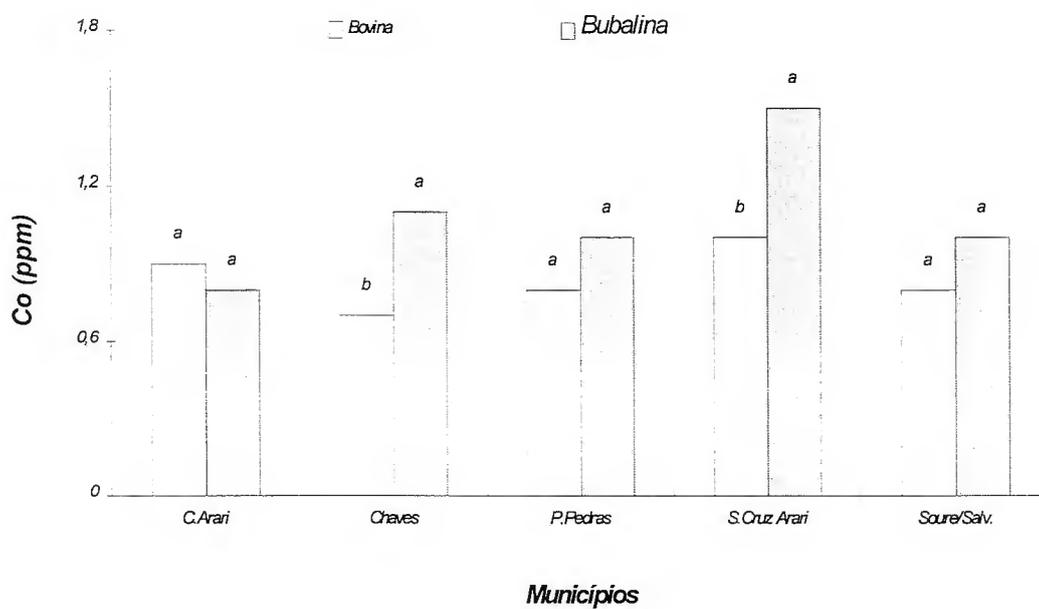
¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

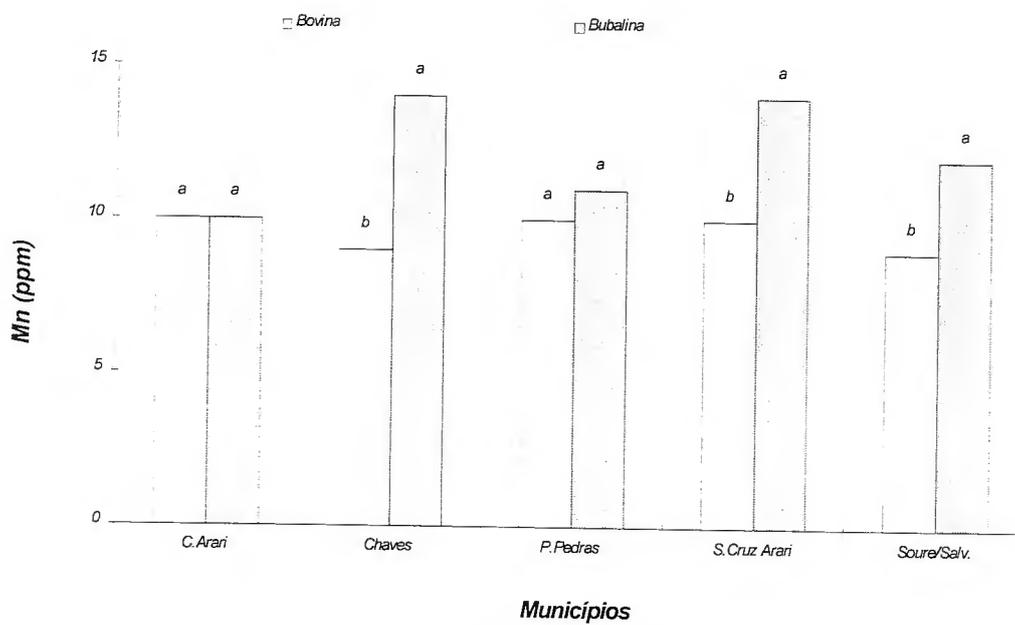
⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por McDowell et al.(1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático considerado por McDowell et al. (1984)



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 20 - Concentrações médias do cobalto dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie.



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 21 - Concentração média do manganês dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie.

Tabela 40 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período.

Período	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Seco	107	6 ^a	4	104	0,84 ^b	0,3	107	10 ^a	2	107	1.125 ^a	648	107	136 ^b	54
Chuvoso	110	5 ^b	3	108	0,98 ^a	0,5	108	11 ^a	3	109	952 ^b	392	109	170 ^a	76
Níveis críticos ⁴	25			0,05			6			< 180 ⁵			84		
¹ N - Número de observações															

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados McDowell et al. (1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático considerado por McDowell et al. (1984)

Tabela 41 - Concentração de cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município.

Município	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	N ¹	Média ²	D.P. ³	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Cachoeira do Arari	71	7 ^a	4	71	0,85 ^b	0,3	71	10 ^a	2	71	1.013 ^a	481	71	161 ^{ab}	76
Chaves	24	5 ^a	2	23	0,81 ^b	0,4	24	10 ^a	3	24	869 ^a	392	24	126 ^b	52
Ponta de Pedras	31	5 ^a	4	31	0,84 ^b	0,4	31	10 ^a	3	31	998 ^a	503	31	162 ^a	77
Santa Cruz do Arari	41	5 ^a	5	37	1,26 ^a	0,5	40	11 ^a	4	40	1.130 ^a	5233	40	184 ^{ab}	55
Soure/Salvaterra	50	5 ^a	2	50	0,94 ^{ab}	0,4	49	11 ^a	3	50	1.106 ^a	692	50	1261 ^b	53
Níveis críticos ⁴	25				0,05			6			180 ⁵			84	

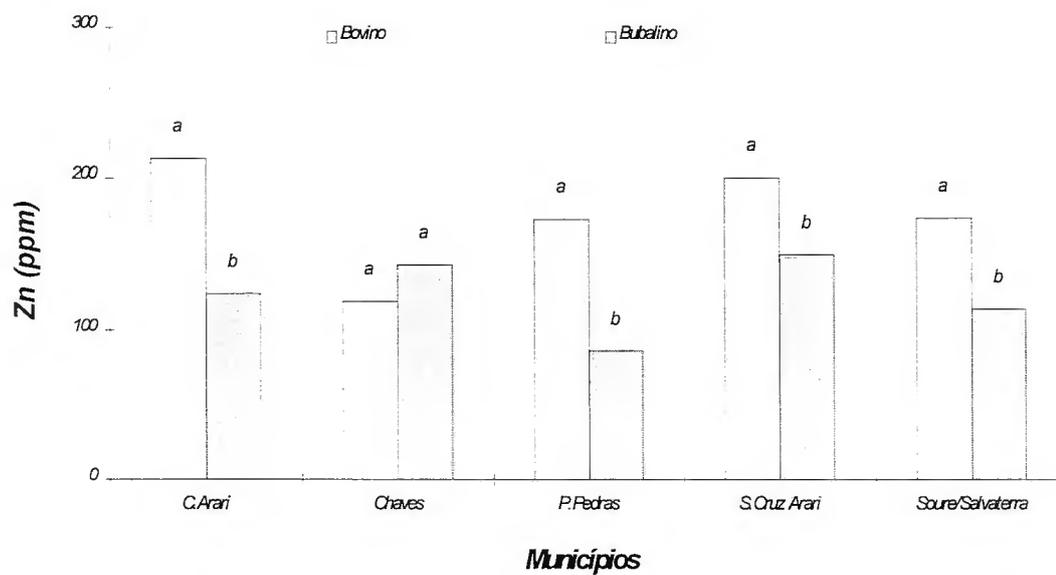
¹ N - Número de observações

² Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

³ D.P. - Desvio Padrão

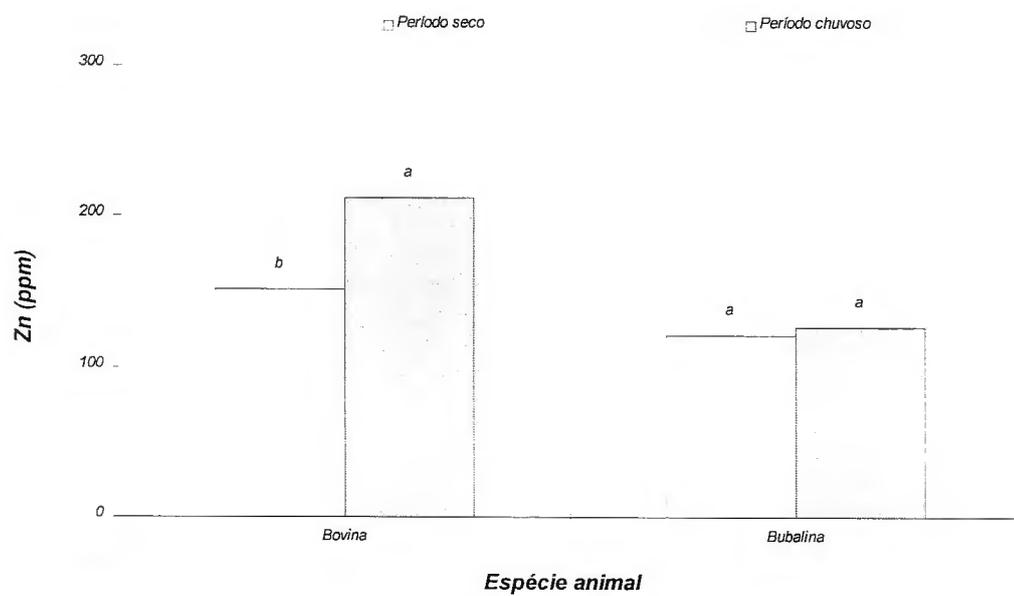
⁴ Níveis críticos para bovinos de corte considerados por McDowell et al.(1984).

⁵ Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático considerado por McDowell et al. (1984)



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 22 - Concentração média do zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por município e espécie.



Letras diferentes entre as colunas apresentam diferenças significativas, em nível de 5 %, de acordo com o teste de Tukey.

Figura 23 - Concentração média do zinco dos animais, com base na matéria seca do tecido hepático, por período e espécie.

3.2.3 Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático

O percentual de animais que apresentou uma concentração de minerais nos tecidos ósseo e hepático abaixo do valor crítico, conforme considerado por Little (1972) e McDowell et al. (1985), para a espécie bovina, encontra-se resumido na Tabela 42 e ilustrado de acordo com a espécie de animal, nas Figuras 24 e 25.

O número de animais com uma concentração baixa de Ca foi maior no período chuvoso do que no seco (Tabela 42). No período chuvoso, 85 % dos bubalinos e 67 % dos bovinos apresentaram o problema e, no período seco, 73 % dos bubalinos e 43 % dos bovinos (Figuras 24 e 25).

Baixos índices de P foram observados em 90 % dos bubalinos no período chuvoso e em 84 % no seco (Figura 24). Em bovinos, essa incidência foi observada em 86 % e 63 % nos períodos chuvoso e seco, respectivamente (Figura 25).

Todos os animais que foram utilizados (100 %) apresentaram baixos percentuais de cinzas no tecido ósseo, exceto no período seco, em que esse percentual ficou em 96 % para bovinos (Tabela 42).

Todos os animais (100 %) em ambos os períodos estudados apresentaram baixa concentração de Cu no tecido hepático.

Tabela 42 - Percentual de bubalinos e bovinos que apresentaram uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.

Mineral	Nível Crítico ¹	Período	%	
			Bubalino	Bovino
Ca	$\leq 24,5$ %	Seco	73	43
		Chuvoso	85	67
P	$\leq 11,5$ %	Seco	84	63
		Chuvoso	90	86
Cinzas	$\leq 66,8$ %	Seco	100	96
		Chuvoso	100	100
Cu	≤ 25 pm	Seco	100	100
		Chuvoso	100	100
Co	$\leq 0,05$ ppm	Seco	0	0
		Chuvoso	0	0
Mn	≤ 6 ppm	Seco	0	7
		Chuvoso	4	2
Fe	$\geq 180^2$ ppm	Seco	100	100
		Chuvoso	100	100
Zn	≤ 84 ppm	Seco	9	17
		Chuvoso	9	6

¹ Nível crítico sugerido por Little (1972) e McDowell et al.(1984) para a espécie bovina.

² Nível máximo de tolerância de Fe no tecido hepático sugerido para a espécie bovina por McDowell et al.(1984).

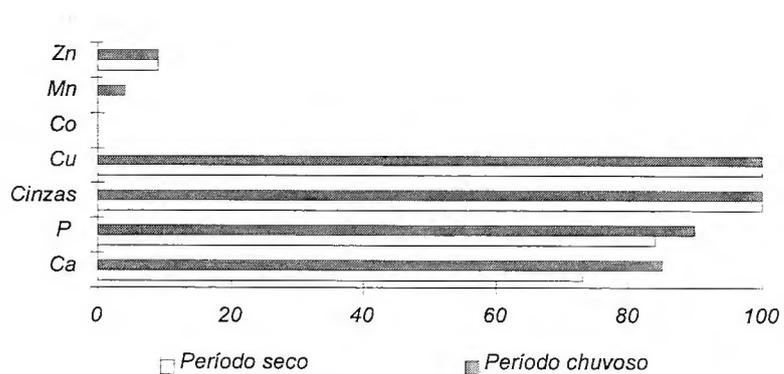


Figura 24- Percentual de bubalinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.

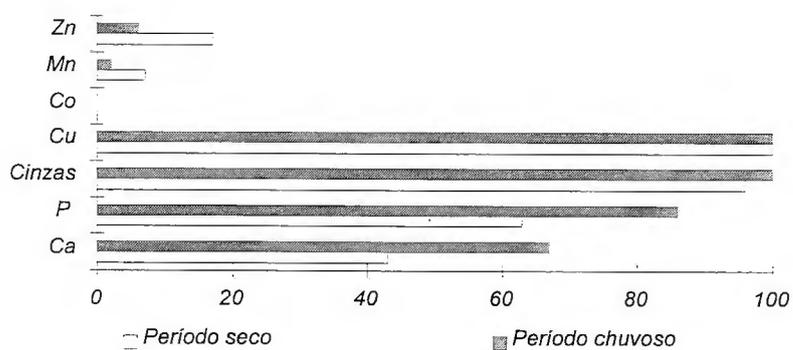


Figura 25 - Percentual de bovinos com uma concentração crítica de cinzas ósseas e de minerais nos tecidos ósseo e hepático.

Todos os animais utilizados apresentaram uma concentração de Co considerada dentro da normalidade (Figuras 24 e 25).

No período seco, os bubalinos não apresentaram baixos índices de Mn, porém em bovinos o processo ocorreu em 7 % dos animais. No período chuvoso, 4 % dos bubalinos e 7 % dos bovinos utilizados apresentaram o problema (Figuras 24 e 25).

Todos os animais utilizados em ambos os períodos apresentaram uma concentração de Fe hepático acima do valor máximo tolerável (Tabela 42).

No período seco, o percentual de bovinos deficientes em Zn (17 %) foi maior do que o de bubalinos (9 %). No Chuvoso, a deficiência comprometeu somente 6 % dos bovinos, porém 9 % dos bubalinos continuavam deficientes (Figuras 24 e 25).

3.2.4 Correlações dos minerais entre os tecidos ósseo e hepático

As correlações dos minerais analisados nos tecidos ósseo e hepático dos animais experimentais encontram-se relacionadas na Tabela 43. Foram observadas correlações significativamente positivas ($p < 0,05$) para Ca e cinzas óssea ($r=0,23$), Ca e P ($r=0,22$), Mn e Co ($r=0,06$), Fe e Cu ($r=0,15$), Fe e Co ($r=0,39$), Fe e Mn ($r=0,41$) e Zn e Co ($r=0,17$). Correlações negativas

existiram para Co e percentual de cinzas óssea ($r=-0,30$), Co e Ca ($r=-0,17$), Mn e percentual de cinzas óssea ($r=-0,23$) e Mn e Ca ($r=-0,23$).

Tabela 43- Correlação entre os minerais dos tecidos ósseo e hepático dos animais.

	Cinza	Ca	P	Co	Cu	Mn	Fe
Ca	0,23 ^a 0,00 ^b (190) ^c						
P	0,15 NS (177)	0,22 0,00 (174)					
Co	-0,30 0,00 (189)	-0,17 0,02 (186)	-0,13 NS (184)				
Cu	-0,07 NS (194)	-0,08 NS (191)	-0,07 NS (189)	0,06 NS (212)			
Mn	-0,23 0,00 (192)	-0,23 0,00 (190)	-0,12 NS (187)	0,54 0,00 (211)	0,14 NS (215)		
Fe	0,06 NS (193)	-0,04 NS (190)	-0,06 NS (188)	0,39 0,00 (212)	0,15 0,03 (216)	0,41 0,00 (215)	
Zn	-0,02 NS (193)	-0,10 NS (190)	0,04 NS (188)	0,17 0,01 (212)	-0,13 NS (216)	-0,02 NS (215)	0,05 NS (216)

^a Coeficiente de correlação (r).

^b Nível de significância ($p < 0,05$)

^c Número de observações

4. DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO 1: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL SOBRE O GANHO DE PESO E AS RESERVAS MINERAIS ÓSSEA E HEPÁTICA DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EM PASTAGEM DE *Brachiaria humidicola* NO MUNICÍPIO DE SALVATERRA, ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

4.1.1 Cálcio e fósforo na pastagem

O conteúdo médio de Ca e P na *Brachiaria humidicola* foi de 0,18 % e 0,08 %, respectivamente (Tabela 20). As necessidades mínimas de Ca e P para bovinos de corte, sugeridas pelo N.R.C.(1984), são de 0,20 % e a relação Ca:P na dieta, igual a 2:1. Com base nestes critérios, as concentrações de Ca e P da pastagem não foram suficientes para manter as exigências mínimas dos animais experimentais.

4.1.1.1 Efeito do período

Houve um efeito significativo ($p < 0,05$) do período sobre os índices de Ca e P e da relação Ca:P (Tabela 20).

A concentração de Ca foi maior no período seco e o comprometimento de absorção deste elemento do solo pela planta foi bem registrado ao longo do experimento (Figura 8). No período seco, o valor médio encontrado de 0,2 % para o Ca manteve-se no limite mínimo sugerido (0,2 %) pelo N.R.C. (1984) para bovinos de corte. No período chuvoso, esse valor

(0,15 %) ficou abaixo desse requerimento, onde somente 75 % da exigência foi suprida. Ainda que a *Brachiaria humidicola* seja uma espécie bem adaptável a solos de umidade elevada (Mislevy, 1985), o excesso de água em solos alagadiços e pobres em nutrientes podem proporcionar um efeito diluidor de tal forma que a absorção do Ca pela planta torna-se insuficiente (Souza et al., 1979; 1986, Mtimuni et al., 1990 e Prabowo et al., 1990, 1991a). Tais fatores podem ter colaborado para o decréscimo da concentração desse elemento na pastagem durante o período chuvoso, uma vez que os solos utilizados apresentavam, segundo Falesi (1972), as mesmas características.

O valor médio de P encontrado foi mais baixo no período seco do que no chuvoso (Tabela 20) e supriu, em média, somente 35 % e 40 %, respectivamente, da necessidade mínima recomendada para bovinos de corte, segundo o N.R.C. (1984). Pelos resultados obtidos foi possível comprovar as afirmações de Ellis Neto et al. (1969), Gomide (1976), Reid & Horvath (1980), Underwood (1981), McDowell (1985,1992) e Martin (1993) de que o conteúdo de P na planta sofre um processo de diluição natural e de translocação para o sistema radicular, declinando sua concentração à medida que ocorre o seu amadurecimento.

A relação Ca:P da pastagem foi maior no período seco (3,1:1) do que no chuvoso (1,95:1), possivelmente causada pela variação sazonal do Ca, no entanto, de acordo com o N.R.C.(1984), esses valores permaneceram dentro dos limites da normalidade para bovinos de corte.

Os resultados de Ca e P obtidos para a *Brachiaria humidicola* utilizada neste estudo estão de acordo com os observados por Suttmöller et al. (1966), Lopes et al. (1980), Barros et al. (1981), Costa & Moreira (1983), Camargo et al. (1985) e Cardoso et al. (1992a; 1992b; 1997a) em diversas espécies de forrageiras existentes na Amazônia, e reforçam a idéia de que uma das mais importantes deficiências de minerais que restringem a criação de bovídeos em pastagem na região é a do P.

4.1.2 Cobre, manganês, ferro e zinco na pastagem

Segundo o N.R.C.(1984), o requerimento mínimo de Cu para bovinos de corte é igual a 4 ppm e de Mn e Zn iguais a 20 ppm. Para bovinos adultos, a recomendação de Fe sugerida é 100 ppm na dieta e uma quantidade máxima tolerável de 1.000 ppm. Com base nestes critérios, as concentrações médias de Cu (3 ppm) e Zn (15,6 ppm) foram insuficientes, não atingindo as exigências mínimas necessárias e as de Mn (94 ppm) e Fe (251 ppm), acima da recomendação sugerida (Tabela 20).

4.1.2.1 Efeito do período

Os conteúdos do Cu, Mn e Fe da *Brachiaria humidicola* variaram significativamente ($p < 0,05$) entre os dois períodos do ano estudados (Tabela 20).

A concentração média do Cu de 3,3 ppm durante o período seco foi superior a encontrada durante o chuvoso, 2,9 ppm, atendendo somente em 82,5 % e 72,5 %, respectivamente, da exigência mínima de 4 ppm

recomendada para bovinos de corte pelo N.R.C. (1984). Os resultados mostram uma deficiência acentuada de Cu na pastagem, fato que na Amazônia brasileira vem sendo observada em outras variedades de forrageiras nativas e cultivadas (Brum et al., 1980; Camargo et al., 1980; Barros et al., 1981; Camargo et al., 1985 e Cardoso et al., 1992b).

A concentração de Mn no período seco (106,0 ppm) foi mais elevada do que no chuvoso (78,2 ppm), atendendo em 530 % e 391 %, respectivamente, a necessidade mínima dos bovinos de corte (20 ppm), conforme as recomendações do N.R.C.(1984). Os resultados obtidos são semelhantes aos reportados por outras espécies de forrageiras tropicais estudadas por Camargo et al., (1980), Barros et al. (1981), Camargo et al. (1985), Souza & Darsie (1986), Mtinmuni et al. (1990), Prabowo et al. (1990, 1991b) e Posenti et al. (1993). No entanto, foram mais baixos do que aquelas encontradas por McDowell et al. (1989a), na Venezuela.

Em ambos os períodos do ano, as concentrações médias do Fe ficaram acima do valor sugerido na dieta para bovinos de corte (N.R.C.,1984), que é de 100 ppm, o que pareceu refletir o conteúdo de Fe da forragem. Durante os períodos seco e chuvoso, o Fe foi suprido em 155 % e 365 %, respectivamente. A variação sazonal do Fe na pastagem já foi descrita por Souza & Darsie (1986) e Prabowo et al. (1990, 1991b) para outras espécies de forrageiras de uma maneira, porém, inversa da observada no presente experimento. No período chuvoso, a concentração média de Fe (365,5 ppm) foi 2,4 vezes maior do que no seco (155 ppm). A Figura 9 ilustra os altos níveis de

Fe da forrageira ao longo do experimento. O excesso de Fe no solo não é difícil de ser encontrado na Amazônia e normalmente reflete positivamente sobre o conteúdo da planta (Camargo et al., 1980; Barros et al., 1981; Camargo et al., 1985, Souza & Darsie, 1986; Brum et al., 1980 e Cardoso et al., 1997a). A origem do elevado teor de Fe na forragem, observado durante o período chuvoso, talvez se deva à presença de fatores que favoreçam a redução do Fe^{+3} para Fe^{+2} , tornando-o mais disponível para a planta (Falesi, 1972), como os elevadíssimos índices pluviométricos observados na região durante os meses de janeiro a julho de 1995 (Figura 2) e o tipo de solo utilizado, que é de característica alagadiça e mal drenado. De acordo com Underwood (1981) e McDowell et al. (1993), grandes quantidades de Fe na pastagem podem interferir no metabolismo de outros minerais. Nestas condições, Reid & Horvath (1980) e Gomide (1976) ressaltam que no solo, o Fe interage com o P, levando a formação de compostos de fosfatos de baixa solubilidade, tornando-o inabsorvível pela planta, fator este que pode ter contribuído para a ocorrência da deficiência de P na pastagem.

As concentrações médias de Zn no período seco (15,7 ppm) e no chuvoso (15,9 ppm) não foram suficientes para atender as necessidades mínimas de bovinos de corte (20 ppm), recomendadas pelo N.R.C. (1984), cobrindo nestes dois períodos somente 78,5 % e 79,5 %, respectivamente. Foi observada uma variação ao longo do ano de uma forma independente da influência sazonal (Figura 9), também descrita em outras espécies de

fORAGEIRAS por Knembush et al. (1988), Mtimuni et al. (1990) e Guimarães et al. (1992).

As deficiências de Cu e Zn encontradas na pastagem em ambos os períodos do ano ressaltam a necessidade da suplementação mineral em criações de bovídeos em regime de pastagem na região. Nestes casos, atenção especial deverá ser dada ao conteúdo de Cu e Zn na mistura em ambos os períodos do ano.

4.1.3 Consumo da mistura mineral

Os animais consumiram, em média, 90,7 g/dia/UA de mistura mineral (Tabela 21), não atingindo a quantidade programada de 162 g/UA/dia.

4.1.3.1 Efeito da espécie

O consumo da mistura mineral diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre as espécies (Tabela 21), e os bovinos consumiram maior quantidade de mistura mineral (105,6 g/UA/dia) do que os bubalinos (75,8 g/UA/dia).

O baixo consumo de mistura mineral por bubalinos foi também verificado por Merkel et al. (1990), que durante quatro meses obtiveram uma média diária de consumo mineral para bubalinos igual a 27 g e para bovinos igual a 48 g. Em condições tropicais, os bovinos também nem sempre consomem quantidades adequadas e uniformes de suplemento mineral (McDowell, 1992, 1996 e McDowell et al. 1993). Nascimento et al. (1980) conduziram um experimento com vacas nelore na ilha de Marajó, utilizando

diferentes tipos de misturas minerais e verificaram que o consumo das misturas de minerais era baixo.

A Figura 10 demonstra que a diferença do consumo entre as espécies ocorreu sobretudo no início do período experimental, o que pode ter contribuído significativamente para esta diferença e não descarta a hipótese da falta do hábito alimentar da mistura mineral por parte dos bubalinos. Dessa forma, seria necessário um maior tempo de adaptação desta espécie de animal com a mistura mineral, para que o consumo viesse a se estabilizar e assim ser totalmente determinado, muito provavelmente no segundo ano de estudo experimental.

4.1.3.2 Efeito do período

O consumo da mistura mineral variou significativamente ($p < 0,05$) entre os períodos do ano estudados (Tabela 22). O consumo no período seco foi maior do que no chuvoso, decrescendo de 133,3 g/UA/dia para 54,2 g/UA/dia. De acordo com Crowder (1985), Golding (1985), Mislevy (1985) e Martin (1993), a parada de crescimento da planta, naturalmente observada na estiagem, reduz a eficiência de absorção dos minerais em nível intestinal. Dessa forma, o consumo mineral geralmente é maior nesta época, para compensar a redução da utilização destes elementos por parte do organismo animal.

Segundo Coolier & Beede (1985), fatores climáticos extremos, que levam a situações de estresse, podem promover uma diminuição de

ingestão de forragem e do consumo mineral, alterando dessa maneira, a performance animal. Foi observado nos doze meses de trabalho experimental, que os maiores índices pluviométricos ocorreram entre os meses de janeiro a junho de 1995 (Figura 2), atingindo valores de até 3.570 mm². O período chuvoso, por ter apresentado índices pluviométricos tão elevados, pode ter causado um estresse nos animais e contribuído, dessa forma, para o decréscimo do consumo mineral. Além disso, é provável que esse excesso de chuva e umidade tenha se associado a característica higroscópica da mistura mineral utilizada, que permanecendo constantemente úmida, interferiu sobre a sua palatabilidade, contribuindo, assim, para a ocorrência da diminuição do consumo mineral no período.

Maiores estudos sobre os fatores ambientais talvez fossem necessários para que se pudesse esclarecer a tendência do consumo em função da época do ano.

4.1.4 Percentual de cinzas, cálcio, fósforo e razão cálcio:fósforo no tecido ósseo

Através da análise das cinzas e do Ca e P no tecido ósseo de bovinos de corte, Little (1972) e McDowell et al. (1984) consideraram que a deficiência mineral ocorre quando os valores de cinzas, Ca e P são menores do que 66,8 %, 24,5 % e 11,5 %, respectivamente. Com base nestes critérios, os valores médios encontrados para as cinzas (60,3 %) e para o P ósseo (11 %) dos animais experimentais indicaram a ocorrência de deficiência (Tabela

23). A concentração média de Ca, igual a 26,2 % e a razão Ca:P (2,4:1) mantiveram-se dentro da normalidade.

4.1.4.1 Efeito da suplementação mineral

A suplementação mineral afetou significativamente ($p < 0,05$) apenas a razão Ca:P óssea (Tabela 23) e essa falta de sensibilidade com relação às demais variáveis poderá ter sido consequência do baixo consumo da mistura mineral por parte dos animais. Resultados semelhantes foram constatados por Knebusch et al. (1986), Valdes et al. (1988a), Mtimuni et al. (1992) e Posenti et al. (1993,) no tecido ósseo de bovinos, quando os mesmos tiveram acesso a vários tipos de misturas minerais.

A concentração de P dos animais que receberam a suplementação foi de 10,8 % e os que não receberam foi de 11,1 %. Esses valores ficaram um pouco abaixo do valor crítico de 11,5 % para bovinos de corte, sugerido por Little (1972) e McDowell et al. (1984) e reforçam as observações de Cohen (1973) sobre o P de que quando há modificações da concentração desse elemento na dieta, as variações do mesmo no tecido ósseo serão lentas e gradativas. Tal fato vem ressaltar a importância de um período experimental maior do que o utilizado para ser demonstrado com mais facilidade o efeito da suplementação sobre as variáveis do tecido ósseo.

A deficiência de Ca e P não é facilmente detectada. Frequentemente observam-se problemas produtivos e reprodutivos, muito mesmo antes de se instalarem os sintomas de deformidades e fraturas ósseas

espontâneas (McDowell et al. (1993). Pelos resultados observados, a avaliação produtiva e reprodutiva do rebanho, associada a determinações no tecido ósseo, seria de grande auxílio no processo de avaliação do diagnóstico dessas deficiências.

Nos animais que receberam a suplementação mineral, a razão Ca:P foi de 2,5:1, tendo sido significativamente ($p < 0,05$) maior do que a dos animais que não foram suplementados (2,4:1). Os resultados indicam que essa variável é uma boa indicadora da capacidade de mineralização óssea animal e talvez possa servir como mais um parâmetro para se determinar o desequilíbrio dietético do Ca e P, muito embora deva ser elaborada em conjunto com as análises de cinzas, Ca e P ósseas. É neste tecido que estão contidos aproximadamente 98 % a 99 % do Ca e 80 % a 85 % do P corpóreo (Underwood, 1981, Capen & Rosol, 1989), com uma razão Ca:P sempre em torno de 2:1 (McDowell, 1985, McDowell, 1992 e McDowell et al., 1993). A correlação positiva ($r=0,33$) que existiu entre o Ca e o P ósseo (Tabela 32), reforça o fato de que o Ca e o P são depositados ou retirados simultaneamente do tecido ósseo, confirmando essa tendência já observada por outros autores (Capen & Rosol, 1989).

4.1.4.2 Efeito da espécie

Não houve diferença significativa das variáveis estudadas no tecido ósseo entre as espécies, porém os índices apresentaram uma tendência a serem mais elevadas nos bovinos (Tabela 24), muito provavelmente pelo

consumo da mistura mineral ter sido maior nesta espécie. Esses resultados encontram-se de acordo com os observados por Prabowo et al. (1990), ao compararem os percentuais de cinzas e de Ca e P do tecido ósseo de bubalinos e bovinos criados em pastagens na Indonésia.

Os resultados encontrados para as cinzas e para o P ósseo, em ambas as espécies, foram inferiores aos observados em bovinos criados em condições extensivas e diagnosticados como deficientes em P por Souza et al. (1979), no Norte do Estado do Mato Grosso, por Lopes et al. (1980), na micro região do Mato Grosso do Estado de Goiás e por Souza et al. (1986), no Estado de Roraima, indicando com isso, um acentuado grau de deficiência. Os valores encontrados para os bubalinos foram semelhantes aos encontrados por Cardoso et al. (1997a) ao estudar a deficiência, na espécie, em criações de pastagens nativas na ilha do Marajó, Estado do Pará. Esses resultados apontam a necessidade da suplementação mineral em ambas as espécies, quando criadas em regime de pastagem na região.

4.1.4.3 Efeito do período

Foi observado um efeito significativo ($p < 0,05$) do período do ano sobre os níveis de cinzas ósseas (Tabela 25). O período seco apresentou uma concentração maior (61,1 %) do que o chuvoso (58,9 %).

Segundo Little (1972), as determinações de cinzas, de Ca e de P no tecido ósseo devem ser sempre analisadas em conjunto, para melhor facilitar a interpretação da nutrição mineral. Knebush et al. (1986), ao

estudarem vacas tratadas com diferentes tipos de suplementação mineral, concluíram que o conteúdo de cinzas do tecido ósseo pode refletir o teor de Ca e de P. Outros autores, como Valdes et al. (1988a) e Prabowo et al. (1990, 1991a) consideraram as cinzas do tecido ósseo como um bom indicativo da mobilização da reserva óssea de Ca e P.

As concentrações de P foram de 11,3 % e de 10,7 % nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, ambos abaixo do valor crítico considerado para bovinos de corte por Little (1972) e McDowell et al. (1984). Pelas diferenças significativas encontradas nas cinzas ósseas dos animais, é provável que o conteúdo das cinzas tenham refletido a condição do P ósseo.

O conteúdo mineral da forrageira utilizada, discutido no item 4.1.1, mostra que a mesma apresenta uma quantidade de P incapaz de suprir as necessidades de bovinos de corte, sugeridas pelo N.R.C. (1984), principalmente no período seco. Neste período do ano, a qualidade nutricional protéica e energética da forrageira restringe a produtividade de ruminantes quando criados extensivamente, comprometendo a mobilização do Ca e do P ósseo (Crowder, 1985; McDowell, 1992). O processo ocorre sobretudo quando a forragem contém níveis protéicos menores do que 7% e a quantidade de fibra bruta é elevada (McDowell, 1996).

Os resultados laboratoriais nutricionais da *Brachiaria humidicola* reportados por Camarão et al. (1983), na cidade de Belém, e por Cardoso et al. (1997b), na própria pastagem em que foi conduzido o presente experimento, indicam um baixo conteúdo de proteína bruta (< 7 %) e de digestibilidade *in*

vitro da matéria orgânica, o que a caracteriza como uma forrageira de baixo valor nutritivo.

Para os grupos de animais que receberam somente a pastagem como fonte alimentar, houve uma restrição acentuada de P dietético com índices de cinzas e P no tecido ósseo abaixo do considerado crítico sugerido pela literatura. Também para aqueles que receberam a suplementação mineral, os percentuais de cinzas e P ósseo foram menores do que o considerado crítico. Neste caso, muito embora o consumo mineral tivesse sido mais elevado no período seco do ano, a má qualidade nutricional e mineral da forrageira alterou provavelmente a digestibilidade ruminal e restringiu a capacidade produtiva dos animais, a absorção dos minerais em nível intestinal e conseqüentemente, a mobilização do Ca e do P ósseo.

No período chuvoso existe maior necessidade de Ca e P, porque os animais estão na fase de crescimento e exercendo, em um nível mais elevado, sua capacidade produtiva (Souza et al., 1986). Neste período, a pastagem utilizada apresenta-se em um estágio de melhor qualidade nutricional protéica e energética e as condições de mobilização do Ca e P ósseo para as funções produtivas são maiores. Sendo assim, o conteúdo de Ca e P na dieta neste período não foi suficiente para manter uma boa condição de mineralização óssea.

Os resultados demonstram a necessidade da suplementação mineral durante o ano todo mas sobretudo durante o período chuvoso.

4.1.5 Cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco no tecido hepático.

Através da análise do Cu, Co, Mn, Fe e Zn no tecido hepático de bovinos de corte, McDowell et al. (1984) consideram que a deficiência de Cu ocorre quando os valores são menores do que 25 ppm, de Co, quando estes são menores do que 0,05 ppm, de Mn, quando menores do que 6 ppm e de Zn, quando menores do que 84 ppm. A concentração de Fe no tecido hepático acima de 180 ppm é considerada por estes autores como tóxica para essa categoria animal. Com base nestes critérios, os valores médios encontrados para o Cu (169,6 ppm), Co (0,46 ppm), Mn (12,2 ppm) e Zn (123,0 ppm) são considerados como normais e os de Fe (288,8 ppm), acima da tolerância máxima (Tabela 26).

4.1.5.1 Efeito da suplementação mineral

A suplementação mineral afetou significativamente ($p < 0,05$) as concentrações hepáticas do Cu (Tabela 26). O valor médio de Cu hepático dos animais que receberam a mistura mineral (212,24 ppm) foi maior do que os que não receberam essa mistura (129,70 ppm), demonstrando que o Cu no tecido hepático é um bom indicador da condição do Cu animal. Esse efeito também já foi verificado em bovinos da raça Brahmam por McDowell et al. (1989b).

As deficiências do Cu e do Zn da forrageira não refletiram sobre o tecido hepático dos animais não-suplementados, encontrando-se de acordo com as observações de Brum et al. (1980), Camargo et al. (1980), Barros et al.

(1981), Mendes et al. (1981), McDowell et al. (1989b) e Mtimuni et al. (1990) no tecido hepático de bovinos criados extensivamente em pastagens deficientes em Cu e Zn. Os resultados comprovam as afirmações de Underwood (1981) a respeito das dificuldades e limitações em se diagnosticar a deficiência de Cu e Zn na fase inicial. O fígado, por ser o maior órgão de reserva de Cu, refletiu o efeito da suplementação mineral, com uma concentração significativamente ($p < 0,05$) mais elevada no grupo suplementado. Entretanto, o Zn hepático, não refletiu esse efeito, talvez por estar mais uniformemente distribuído no organismo animal em outros órgãos além do fígado, como pâncreas, músculo, osso e rins (Cousins, 1985). Dessa forma, o diagnóstico da deficiência de Zn através do tecido hepático pareceu ser, conforme salienta Keen & Graham (1989), de pouco valor, apresentando apenas uma tendência a ser mais elevado nos animais que consumiram a mistura mineral.

As concentrações médias de Fe hepático dos animais suplementados (286,5 ppm) e não-suplementados (289,7 ppm) foram superiores ao valor de tolerância máxima de 180 ppm considerado para bovinos de corte por McDowell et al. (1985). Índices elevados de Fe no tecido hepático de bovinos associados a uma alta concentração do mesmo elemento na pastagem já foram reportados por Valdes et al. (1988b), McDowell et al. (1989b) e Guimarães et al. (1992).

Não foi observado o efeito da suplementação mineral sobre a concentração de Co hepático. O valor médio desse elemento nos animais suplementados (0,51 ppm) foi semelhante ao daqueles não-suplementados

(0,41 ppm) e foram considerados dentro da normalidade, quando comparados ao valor crítico para bovinos de corte, estipulado por McDowell et al. (1985). Muito embora a deficiência de Co em bovinos já tenha sido descrita na Amazônia (Camargo et al., 1980 e Souza & Darsie, 1985) o Fe e o Co são elementos que apresentam uma mobilização facilitada quando em solos de baixa capacidade de drenagem (Reid & Horvath, 1980). Sendo assim, conforme as descrições de Falesi (1972), o solo utilizado, de característica alagadiça e mal drenado, pareceu conter uma quantidade de Co suficiente, que através da pastagem foi capaz de refletir o estado normal de Co no tecido hepático daqueles animais não-suplementados.

As concentrações médias de Mn no tecido hepático dos animais não-suplementados (14 ppm) e não-suplementados (9 ppm) indicaram uma boa reserva deste elemento no organismo. Independentemente à suplementação, refletiram um conteúdo adequado na dieta. Os resultados obtidos estão em concordância com os valores encontrados no fígado de bovinos criados extensivamente por Brum et al. (1980); Souza & Darsie (1981, 1986), Camargo et al. (1980) e Camargo et al.(1985), assim como também com os de bovinos criados extensivamente com suplementação mineral e estudados por Knembush et al. (1988), Valdes et al. (1988b), Laredo et al. (1989), McDowell et al. (1989a, 1989b) e Posenti et al. (1993).

4.1.5.2 Efeito da espécie

Não foram verificadas diferenças significativas nas concentrações do Cu, Co, Mn, Fe e Zn do tecido hepático entre as espécies (Tabela 27).

Na Indonésia, Prabowo et al. (1990) reportaram valores hepáticos de Co e Cu, significativamente ($p < 0,05$) mais elevados em bubalinos do que em bovinos. Merkel et al. (1990) encontraram concentrações séricas de Zn, Fe e Cu também mais elevadas nessa espécie, quando comparadas aos valores de bovinos de raça Charolêsa, sugerindo que bubalinos apresentam uma capacidade de conservar ou utilizar mais eficientemente esses minerais do que os bovinos.

No presente trabalho, observou-se que no período seco e somente entre os animais que receberam a suplementação mineral, o conteúdo médio de Co hepático da espécie bubalina (0,23 ppm) foi significativamente ($p < 0,05$) maior do que o da espécie bovina (0,12 ppm). Do mesmo modo, o nível médio de Fe (255 ppm) foi significativamente ($P < 0,05$) maior nos bovinos (61,6 ppm) do que em bubalinos (Tabela 29). As interações triplas como as verificadas no Fe e Co hepático entre período, espécie e suplementação são de muito difícil interpretação. É provável que diferenças do consumo da mistura mineral entre as espécies e os períodos estudados, assim como também a variação sazonal do conteúdo mineral da forrageira possam estar envolvidos no processo. Keen & Graham (1989) ressaltam que o Co e o Fe atuam em antagonismo em nível intestinal. É possível que, na espécie bubalina a quantidade de Co na dieta tenha sido suficiente para interferir na

absorção do Fe, impedindo que grandes quantidades fossem absorvidas, dando a ele condições de apresentar reservas mais baixas no fígado.

4.1.5.3 Efeito do período

As concentrações de Fe e de Co no tecido hepático dos animais diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os períodos do ano estudados (Tabela 28).

Em bovinos, as diferenças nas concentrações do Fe hepático entre as épocas do ano já foram descritas por inúmeros autores, que contrariamente aos encontrados no presente estudo, identificaram valores mais elevados no período seco (Mendes et al., 1981; Mtimuni et al., 1990; Prabowo et al., 1990; McDowell et al., 1989a; Souza & Darsie, 1986; Souza et al., 1981). Os índices de Fe no período chuvoso (436,2 ppm) foram mais elevados do que no seco (145,3 ppm), parecendo demonstrar que a concentração de Fe no tecido hepático está relacionada com as variações sazonais desse elemento na pastagem, já discutido no item 4.1.2.1.

A concentração média do Co hepático dos animais no período chuvoso (0,8 ppm) foi mais elevada ($p < 0,05$) do que no seco (0,15 ppm) e é um resultado compatível com os encontrados em bovinos criados extensivamente por Camargo et al. (1980), Barros et al. (1981), Souza et al. (1981), Camargo et al. (1985) e Souza & Darsie (1985) nas regiões norte e central do Brasil, porém contrários aos descritos por Mendes et al. (1981).

4.1.6 Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático

A deficiência mineral, tendo como base o número de bubalinos e bovinos experimentais que apresentaram percentual de cinzas, Ca e P no tecido ósseo e uma concentração de Cu, Co, Mn e Zn no tecido hepático abaixo dos níveis sugeridos como críticos para bovinos por Little (1972) e McDowell et al. (1984) mostraram que o déficit de cinzas no tecido ósseo foi muito acentuado em ambas as espécies estudadas (Tabela 30). Esses resultados encontram-se de acordo com os observados por Prabowo, McDowell & Wilkinson (1990) demonstrando que as cinzas ósseas atuam como um bom indicativo da condição do Ca e P nesse tecido.

A deficiência de Co é controlada mediante a utilização de uma pastagem que contenha uma concentração de Co dentro dos limites da necessidade animal ou com a administração de suplementos minerais (Underwood, 1981). A Figura 11 indicou que os bovinos iniciaram o experimento com uma baixa reserva de Co no tecido hepático que parece ter sido superada ao longo do período experimental (Figura 12). Esses resultados permitem concluir que a área de procedência desses animais era provavelmente deficiente em Co e que a transferência dos mesmos para a pastagem experimental associada ou não com a suplementação mineral foi capaz de atuar como medida de controle dessa deficiência.

No período seco, todos os bubalinos que receberam a suplementação mineral, apresentaram baixa concentração de Zn hepático

demonstrando que a quantidade de mistura mineral consumida não foi suficiente para manter as reservas hepáticas do animal em boas condições (Figura 13).

No período chuvoso, onde a redução do Fe^{+3} para Fe^{+2} no solo torna esse elemento mais disponível para a planta (Falesi, 1972), a concentração de Fe hepático superou o valor máximo de tolerância, o que pareceu indicar um reflexo do conteúdo do mesmo na pastagem.

4.1.7 Ganho de peso dos animais

4.1.7.1 Efeito da suplementação

A suplementação mineral não influenciou o ganho de peso dos animais (Tabela 33). Da mesma forma, Laredo et al. (1989) e Williams et al. (1992) não obtiveram uma resposta favorável no peso de bovinos criados em regime de pastagem com a utilização de suplementos minerais. Provavelmente o consumo inadequado foi um dos fatores que contribuíram para a ocorrência desse efeito.

Cabe ressaltar que a resposta positiva da suplementação mineral sobre a produção animal ocorre geralmente quando as condições experimentais são de dois ou três anos (Alegria et al., 1988, Knebush et al., 1988, Mtimuni et al., 1992) e portanto não é viável concluir, com os resultados do presente experimento, que a suplementação mineral não foi necessária para o aumento de peso efetivo animal.

Esse efeito também não é evidenciado se os índices protéicos e energéticos estiverem inadequados na dieta (Crowder, 1985; Golding, 1985; Mislevy, 1985; McDowell, 1992; 1994, 1996a; 1996b e McDowell et al., 1993). Em bovinos, a resposta do ganho de peso é quase que imediata com a utilização da farinha de osso na mistura mineral (Guimarães & Nascimento, 1971 e Nascimento et al. 1980) pela presença da proteína óssea. Echevaria et al. (1987) só conseguiram demonstrar o benefício da suplementação mineral de P quando consorciaram leguminosas e forrageiras. Sendo assim, é provável que as restrições protéicas e energéticas ligadas a pastagem utilizada tenham em muito colaborado com os resultados aqui obtidos.

4.1.7.2 Efeito da espécie

Não foi observado diferenças significativas de ganho de peso entre as espécies de animais (Tabela 34) porém em duas fases bem distintas do ano, no final da estiagem (outubro) e no meio das chuvas (março), o ganho de peso diário médio dos bubalinos foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que o dos bovinos (Figura 15), indicando um certo grau de superioridade daquela espécie, frente às condições climáticas extremas da ilha do Marajó.

4.1.7.3 Efeito do período

A época do ano afetou significativamente ($p < 0,05$) o ganho de peso diário dos animais. No período chuvoso, o ganho médio diário foi igual a 466 g/UA/dia e maior do que no seco, que foi de 329 g/UA/dia (Tabela 35) e a

qualidade da forragem neste período foi um dos fatores que influenciou positivamente a performance dos animais em todos os tratamentos utilizados.

A Figura 16 mostra uma perda de peso significativa ($p < 0,05$) entre os meses de novembro e dezembro, coincidindo com a fase final de estiagem. O valor nutritivo da pastagem é sempre muito crítico nesta época, e mesmo com o consumo de mistura mineral mais elevado, como foi observado, muito provavelmente restringiu a capacidade produtiva dos animais. No mês de março, os animais apresentaram um desenvolvimento significativamente maior do que nos demais meses, demonstrando com isso que o meio do período chuvoso é a melhor fase para o desenvolvimento produtivo animal. Provavelmente estes resultados sofreram a influência sazonal da exuberância e da melhor qualidade da pastagem.

4.2 EXPERIMENTO 2: DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS NOS TECIDOS ÓSSEO E HEPÁTICO DE BUBALINOS E BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE NA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

4.2.1 Percentual de cinzas, cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo.

De acordo com Little (1972) e McDowell et al. (1984), a deficiência mineral de Ca e P em bovinos de corte ocorre quando os percentuais de cinzas, Ca e P no tecido ósseo estão abaixo de 66,8 %, 24,5 % e 11,5 %, respectivamente. Com base nestes dados, as concentrações médias

encontradas para as cinzas (57,9 %), Ca (23,6 %) e P (10,5 %) ósseos foram menores do que os valores críticos (Tabela 36).

4.2.1.1 Efeito da espécie

O percentual de cinzas foi significativamente ($p < 0,05$) maior nos bovinos (59,8 %) do que nos bubalinos (55,7 %) (Tabela 36). Na Indonésia, Prabowo et al. (1990) não encontraram diferenças nesta variável entre as espécies bubalina e bovina. Provavelmente, os resultados aqui observados foram influenciados pelos baixos índices encontrados nas cinzas de bubalinos nos municípios de Santa Cruz do Arari e Soure/Salvaterra (Figura 17).

As cinzas do tecido ósseo são constituídas basicamente por Ca e P e por isso são consideradas como boas indicadoras da deficiência desses elementos (Little, 1972, Knebush et al. 1986, Souza et al., 1986, Valdes et al., 1988a e Prabowo et al., 1990, 1991a). Sendo assim, os baixos índices de P ($p < 0,05$) ósseo dos bubalinos no município de Santa Cruz do Arari (Figura 18) contribuíram para as diferenças ocorridas nas cinzas ósseas dos animais, demonstrando com isso que esta espécie é mais susceptível à deficiência de P.

4.2.1.2 Efeito do período

Todas as variáveis do tecido ósseo apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos do ano estudados (Tabela 37). No período seco, as cinzas (61,0 %), o Ca (24,2 %) e o P (10,9 %) foram mais

elevados do que no chuvoso, onde os valores foram de 54,3 %, 22,8 % e 9,9 %, respectivamente.

O efeito da estação do ano sobre o P ósseo também foi observado por Souza et al. (1979, 1986) e Cardoso et al. (1997a) muito embora estes resultados nem sempre são fáceis de se constatar (Tejada et al., 1987, Prabowo et al., 1991a). Na Figura 19 pode-se perceber que em todos os municípios os percentuais de cinzas foram mais baixos ($p < 0,05$) no período chuvoso, o que parece demonstrar que nesta época a dieta não contém uma concentração adequada para sustentar uma deposição mineral óssea adequada.

4.2.1.3 Efeito do município

Os percentuais de cinzas o tecido ósseo dos animais do município de Soure/Salvaterra (54 %) foram significativamente ($p < 0,05$) menores do que o dos animais de Chaves (60,3 %) (Tabela 38) e provavelmente refletem o baixo conteúdo de Ca e P das pastagens. O efeito da localidade sobre as variáveis do tecido ósseo já foi observado por Mitmuni et al. (1990) e Prabowo et al. (1990) em bovinos criados extensivamente e considerado pelos autores como resultante do conteúdo de Ca e P da forrageira.

4.2.2 Cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco no tecido hepático

Através da análise do Cu, Co, Mn, Fe e Zn no tecido hepático de bovinos de corte, McDowell et al. (1984) consideraram valores menores do que 25 ppm para a deficiência de Cu, 0,05 ppm para a de Co, 6 ppm para a de Mn e 84 ppm para a de Zn. Uma concentração de Fe no tecido hepático acima de 180 ppm é considerada por esses autores como tóxica para essa categoria animal. Com base nestes critérios, o valor médio encontrado para o Cu (5,7 ppm) ficou abaixo do crítico, indicando baixas reservas deste elemento no organismo animal. O índices de Co (0,91 ppm), Mn (10,5 ppm) e Zn (153,3 ppm) ficaram dentro dos padrões da normalidade e os de Fe (1.038,0 ppm) muito acima do limite de tolerância máximo (Tabela 39).

4.2.2.1 Efeito da espécie

As concentrações de Cu, Co, Mn e Zn do tecido hepático foram significativamente ($p < 0,05$) diferentes entre as espécies (Tabela 39).

Bubalinos apresentaram uma quantidade de Cu hepático (7,0 ppm) maior do que os de bovinos (4 ppm) sendo esses valores bem menores do que os de bovinos criados extensivamente e estudados por Brum et al. (1980), Guimarães et al. (1992) e Posenti et al. (1993). No entanto, confirmam a deficiência relatada por Camargo et al. (1980) em bovinos no norte do país.

As reservas de Co hepático dos bubalinos (0,98 ppm) foram maiores do que as de bovinos (0,85 ppm). A Figura 20 mostra que essa diferença se deveu aos baixos índices de Cu encontrado no tecido hepático de

bovinos nos municípios de Chaves e Santa Cruz do Arari. Os resultados obtidos foram semelhantes aos observados em bovinos por Camargo et al. (1980), Souza et al. (1980), Camargo, Santiago & Chiba (1985) e Souza & Darsie (1985).

Na Indonésia, resultados semelhantes aos do Co e Cu hepático foram encontrados por Prabowo et al. (1990) para essas espécies e parecem indicar que a capacidade de reserva hepática destes elementos é maior em bubalinos do que em bovinos.

A reserva hepática de Mn foi maior na espécie bubalina (11 ppm) do que na bovina (10 ppm). A Figura 21 mostra que essa diferença foi influenciada pelas baixas concentrações de Mn no tecido hepático de bovinos nos municípios de Chaves, Santa Cruz do Arari e Soure/Salvaterra. Os resultados obtidos ficaram acima dos valores reportados em bovinos por Souza et al. (1981) e por Posenti et al. (1993) porém foram iguais aos encontrados por Camargo et al. (1980) e Camargo, Santiago & Chiba (1985) no norte do país, indicando que nesta região, o Mn hepático, apesar de normal, está muito próximo ao limite da deficiência.

Os índices de Fe encontrados para as espécies bubalina (1.067,6 ppm) e bovina (1.009,5 ppm) foram muito maiores do que os valores reportados em bovinos de diversas regiões do Brasil por Barros et al. (1981), Mendes, Conrad & Ammerman (1981), Souza et al. (1981), Souza & Darsie (1986), Guimarães et al. (1992) e Posenti et al. (1993).

O Zn hepático de bovinos (182 ppm) foi maior do que o de bubalinos (123 ppm). A Figura 22 mostra que essa diferença se deveu aos baixos índices encontrados no tecido hepático de bubalinos nos municípios de Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras, Santa Cruz do Arari e Soure/Salvaterra. Os resultados foram semelhantes aos observados por Camargo et al. (1980) e Posenti et al. (1993) porém menores do que os observados em bovinos por Brum et al.,(1980), Souza et al. (1982), Camargo, Santiago & Chiba (1985), Souza & Darsie (1985) e Guimarães et al. (1992).

4.2.2.2 Efeito do período

As concentrações de Cu, Co, Fe e Zn hepático foram significativamente ($p < 0,05$) diferentes entre os períodos do ano estudados (Tabela 40).

A concentração do Cu hepático (6 ppm) foi mais elevada no período chuvoso do que no seco (5 ppm) e esse efeito foi também observado por Mendes, Conrad & Ammerman (1981) no Cu hepático de bovinos criados extensivamente.

No período chuvoso, a concentração média de Co (0,98 ppm) foi maior do que no seco (0,84 ppm) e essa variação foi contrária às observadas em bovinos por Camargo et al. (1980), Mendes, Conrad & Ammerman (1981), Souza et al. (1981) e Souza & Darsie (1985).

A concentração do Mn hepático foi de 10,4 ppm e de 10,6 nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, e semelhantes aos reportados em bovinos por Souza & Darsie (1986), muito embora baixos valores já tenham sido descritos por Mendes, Conrad e Ammerman (1981) e Souza et al. (1981) em bovinos no período chuvoso, ocasionados pelo excesso de Fe e Co na dieta.

Uma variação sazonal das reservas de Fe hepático dos animais foi observada no presente experimento, tendo ocorrido uma concentração de Fe maior no período seco (1.125,3 ppm) do que no chuvoso (952,3 ppm). Essa variação já foi descrita em bovinos por Souza et al. (1981), Souza & Darsie (1986), McDowell et al. (1989), Mtimuni et al. (1990) e Prabowo et al. (1990), muito embora os valores obtidos não tenham sido tão elevados quanto os encontrados no presente experimento. Solos na forma de lama ou suas partículas impregnadas nas forrageiras podem ser consumidos indiretamente, trazendo consigo grandes quantidades de Fe, sobretudo quando os solos apresentam uma estrutura pobre, mal drenada, com alta capacidade de carga ou também durante os períodos em que a pastagem está escassa (McDowell et al., 1993). Na ilha de Marajó, tais condições são facilmente observadas, podendo desta forma ter contribuído para que as concentrações de Fe hepático estivessem tão elevadas em ambos os períodos. Além disso, já foram descritos um conteúdo de Fe nas pastagens nativas dos campos da ilha maior do que 1.000 ppm e que foram considerados tóxicos para bovinos por Costa & Moreira (1983). O Cu, por ser um componente da ferroxidase, é necessário

para a mobilização do Fe em nível hepático (Ammerman, Kawashima & Henry, 1989), sendo assim, a baixa concentração de Cu hepático dos animais experimentais pode estar colaborando também para que as reservas de Fe hepático estivessem tão elevadas.

No período chuvoso, a concentração média de Zn foi maior (170 ppm) do que no seco (136,2 ppm). Provavelmente, a grande quantidade de Zn no tecido hepático da espécie bovina (Figura 23) auxiliou a ocorrência desse resultado. Essa variação foi contrária a observada em bovinos por Mendes, Conrad & Ammerman (1981) e Souza & Darsie (1985).

4.2.2.3 Efeito do município

As concentrações de Co e Zn hepático diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os municípios (Tabela 41). Os animais de Santa Cruz do Arari tiveram o Co hepático (1,26 ppm) maior do que os dos animais de Cachoeira do Arari (0,85 ppm), Chaves (0,81 ppm) e Ponta de Pedras (0,84). Os animais de Ponta de Pedras tiveram um conteúdo de Zn (161,9 ppm) maior do que os de Chaves (126,4 ppm) e Soure/Salvaterra (126,4 ppm).

4.2.3 Deficiência mineral nos tecidos ósseo e hepático

Através de análises dos tecidos ósseo e hepático de bovinos de corte, Little (1972) e McDowell et al. (1984) consideraram que as deficiências de Ca e P ocorrem quando os valores de cinzas, Ca e P no osso são menores

do que 66,8%, 24,5% e 11,5%, respectivamente. Do mesmo modo, McDowell et al. (1984) consideraram a ocorrência da deficiência de Cu, Co, Mn, Fe e Zn quando a concentração no tecido hepático encontra-se abaixo de 25 ppm, 0,05 ppm, 6 ppm e 84 ppm, respectivamente. Com base nestes critérios, o número de animais com uma concentração mineral óssea e hepática abaixo da normalidade encontra-se resumido na Tabela 42 e ilustrada de acordo com a espécie de animal, nas Figuras 24 e 25.

No período chuvoso, todos os animais utilizados apresentaram um déficit no percentual de cinzas no tecido ósseo (Tabela 42). No período seco, esse percentual ficou em 96 % para bovinos (Figura 25) porém todos os bubalinos permaneceram com valores abaixo do crítico (Figura 24). Estes resultados parecem refletir, conforme ressaltam Little (1972), Knebush et al. (1986), Souza et al. (1986), Valdes et al. (1988a) e Prabowo et al. (1990, 1991a), o comprometimento do Ca e P ósseo em ambas as espécies, onde os índices de deficiência foram também maiores no período chuvoso.

Considerando que o rebanho bovino da ilha de Marajó nem sempre tem acesso à suplementação mineral, ficando na total dependência das forragens nativas de baixa qualidade nutricional para suprir suas necessidades, pode-se considerar a existência de uma deficiência de Ca e P dos animais de forma crônica. O processo torna-se mais crítico no período chuvoso porque a forragem é nesta época do ano mais rica em proteína e

energia, dando assim o respaldo para o crescimento dos animais que na verdade está restrito, pelo baixo conteúdo de Ca e P da forragem.

A possível presença da deficiência de Cu nos rebanhos estudados deve ser considerada, uma vez que todos os animais estudados apresentavam baixos índices de Cu no tecido hepático (Tabela 42). A determinação do agente causador, se primário pela carência do mineral nas forrageiras ou secundário, causado por antagonistas do Cu na dieta, particularmente o Mo (Suttle, 1986), não é de fácil confirmação. Dos bovinos estudados por Bondan et al. (1991), no Estado do Rio Grande do Sul, todos os animais que continham uma concentração de Cu hepático abaixo de 5 ppm, apresentaram um quadro clínico de hipocuprose, com tremores musculares e morte súbita. No entanto, os animais utilizados não apresentaram sinais clínicos aparentes da deficiência.

As elevadas concentrações de Fe no tecido hepático já poderiam ser consideradas como tóxica para o organismo animal, muito embora a instalação de um processo de mineralose não tenha sido verificada (Tabela 42). O excesso de Fe na dieta pode interferir na absorção de P, Cu e Zn (Reid & Horvath, 1980; Hansard, 1983; Cousins, 1985; Ammerman, Kawashina & Henry, 1989, Hidiroglou, Ivan, McDowell, 1990 e McDowell, 1992) e as baixas concentrações de P ósseo e de Cu hepático dos animais experimentais merecem maior atenção pois podem ser consequência de um elevado conteúdo de Fe na dieta.

A ausência de sintomas clínicos da deficiência mineral, como aparentemente ocorreu com os animais utilizados neste experimento, ressalta a importância da avaliação de parâmetros produtivos e reprodutivos, que, em conjunto com as análises de tecidos animal e vegetal, venham a facilitar na interpretação do diagnóstico do processo.

5. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais realizadas, pode-se levar em consideração as seguintes conclusões:

I. A suplementação mineral não promoveu o efeito estatístico esperado sobre o ganho de peso de bubalinos e bovinos, o que não descarta a importância dessa prática na região. Alguns fatores devem ser levados em consideração no auxílio dessa resposta, tais como a influência da estação do ano sobre o consumo da mistura mineral, a duração do período experimental, o qual não foi suficientemente longo para permitir a expressão da performance animal.

- No período chuvoso, a capacidade produtiva animal foi potencializada pela exuberância e melhor qualidade da pastagem, ocorrendo uma redução significativa do consumo da mistura mineral causada, principalmente, pelo “estresse das chuvas”. É possível que nas condições do Marajó, a utilização de aditivos mais palatáveis ou de outras formas físicas de administração de misturas minerais, menos higroscópicas, possa ser utilizada nesta época do ano para potencializar o efeito da suplementação mineral.
- No período seco, apesar do consumo da mistura mineral ser estatisticamente mais elevado, a produtividade animal ficou limitada a qualidade nutricional da *Brachiaria humidicola*, comprometendo a eficiência de absorção dos minerais pelos animais. Neste período, a suplementação

mineral poderia ser, sob o ponto de vista econômico e produtivo, mais viável, se fontes adicionais protéicas e energéticas fossem fornecidas.

II. A pastagem de *Brachiaria humidicola* cultivada nas condições deste estudo não continha um conteúdo adequado de fósforo, cobre e zinco para sustentar a necessidade mínima diária animal. As deficiências de fósforo e de cobre na pastagem foram mais críticas no período chuvoso, enquanto que a de zinco ocorreu na mesma intensidade ao longo do ano, porém não alteraram as concentrações de fósforo ósseo e de cobre e zinco hepático, o que demonstra que o distúrbio mineral se manifesta através de um processo lento e demorado e o período experimental foi insuficiente para detectá-lo. Nestes casos, o percentual de cinza óssea parece indicar mais precocemente a condição do P animal em relação ao conteúdo dietético. Os animais, quando suplementados elevaram a relação Ca:P óssea e as reservas do Cu hepático, e por isso a suplementação mineral deve ser recomendada nos casos em que a pastagem apresente níveis deficientes desses minerais.

III. Os bubalinos e bovinos criados em regime de pastagem nos municípios de Santa Cruz do Arari, Cachoeira do Arari, Chaves, Ponta de Pedras e Soure/Salvaterra apresentaram uma concentração muito reduzida de cálcio e fósforo no tecido ósseo e de cobre no tecido hepático, o que indica baixas reservas destes minerais no organismo. Nestas condições, a suplementação mineral se faz necessária durante todo o ano, ainda que existam restrições na qualidade nutricional das pastagens e na eficiência de absorção destes minerais pelos animais durante a estiagem. Pelos valores

encontrados, é provável a existência de manifestações clínicas da deficiência mineral e comprometimento produtivo dos rebanhos estudados, o que mereceria uma atenção maior nas pesquisas de nutrição mineral futuras na região. Os bubalinos parecem ser mais sensíveis à deficiência de cálcio e fósforo, sendo o período chuvoso, a época do ano mais crítica.

- Ao contrário do que é reportado na literatura amazônica, a região dos campos da ilha do Marajó não parece ser um local de ocorrência da deficiência de cobalto, manganês e zinco em bubalinos e bovinos. As concentrações hepáticas desses minerais mantiveram-se dentro da normalidade, indicando boa reserva no organismo.

IV. Com relação à performance produtiva, não há diferença entre as espécies bubalina e bovina, porém a adaptação dos bubalinos frente às condições climáticas extremas da ilha de Marajó (seca e chuva) foi superior. Esta espécie tendeu a consumir uma quantidade significativamente menor de mistura mineral do que a bovina, não ficando bem evidenciado se esse consumo é característica da espécie ou se a sua adaptação com a mistura mineral é mais lenta.

- Apesar de um menor consumo de mistura mineral, os bubalinos apresentaram uma concentração hepática de cobre, cobalto e manganês significativamente maior do que os bovinos, indicando que nesta espécie, o poder de conservar e utilizar estes elementos é maior do que os bovinos. Estudos mais aprofundados sobre a suplementação

mineral nesta espécie seriam necessários para se obter conclusões definitivas.

V. Os solos mal drenados e alagadiços da ilha do Marajó e a escassez de forrageira durante a estiagem são fatores que propiciam condições de elevação das reservas de ferro e cobalto no tecido hepático de ambas as espécies de animais.

- A concentração de ferro no tecido hepático de bovinos e bubalinos ficou muito além do limite de toxicidade considerado na literatura, porém não causou nenhum processo tóxico aparente.
- O presente trabalho não esclareceu se para as espécies bubalina e bovina, a concentração média de ferro hepática encontrada, igual a 1.038 ppm, já poderia estar interferindo com a absorção e utilização de outros elementos como o fósforo e o cobre, de valores extremamente baixos no tecido dos animais do presente estudo. Nestes casos, outros estudos deveriam ser efetuados para evidenciar se o processo já poderia ser considerado como um caso de mineralose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRIA, C., ECHEVARRIA, M.G., GARCIA, M., VALDIVIA, R., ROSEMBERG, M. & McDOWELL, L. R. Mineral supplementation and fertility in crossbred zebu heifers fed regional grasses in the peruvian tropical lowlands. **Nutrition Reports International**, **37**: 805-810, 1988.
- AMMERMAN, C.B., KAWASHIMA, T. & HENRY, P.R. Interrelationship of copper, zinc and iron in animal nutrition. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL MEETING ON MINERAL NUTRITION AND MINERAL REQUIREMENTS IN RUMINANTS. Kyoto, Japan, 1989. p: 47-55.
- BARROS, N.N., TEIXEIRA BRITO, L. , MORAES, E., CANTO, A.C. & ITALIANO, E.C. **Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas**. Manaus, EMBRAPA-UEPAE, 3 p. (EMBRAPA-UEPAE, Comunicado Técnico 16), 1981.
- BONDAN, E. F., CORREA, R.F. & GIESTA, S.M., Níveis de cobre em fígados de bovinos no sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, **11**: 75-85, 1991
- BRUM, P. A. R., SOUZA, J.C. , ALMEIDA, I.L., COMASTRI FILHO, J. A., POTT, E. B., VIEIRA, L. M., COSTA JÚNIOR, E. M. A. & TULLIO, R.R. **Níveis de manganês, zinco e cobre nas forrageiras e no fígado de bovinos na sub-região do Paiaguás, Pantanal Matogrossense**. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE, 6p. (EMBRAPA-UEPAE, Comunicado Técnico 3), 1980.

CAMARÃO, A. P., BATISTA, H. A M., LOURENÇO JÚNIOR & J. B., DUTRA, S.

Composição química e digestibilidade "in vitro" do capim quicuío-da-amazônia em três idades de cortes. Belém, EMBRAPA-CPATU, 17p (EMBRAPA-CPATU, Boletim de Pesquisa 51), 1983.

CAMARGO, W.V. A., FERNANDES, N.S. & SANTIAGO, A. M.H. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo.** 47: 83-111. 1980.

CAMARGO, W.V. A., SANTIAGO, A. M.H, NAZÁRIO, W & CHIBA, S. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária.** 7(4): 188-124. 1985.

CAPEN, C.C. & ROSOL, T.J. Calcium regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 4 ed. San Diego, Academic Press. 1989. p:678-743.

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, 4p.(EMBRAPA-CPATU, Comunicado Técnico 71), 1992a.

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, 20p.(EMBRAPA-CPATU, Boletim de Pesquisa 135), 1992b

CARDOSO, E.C., TEIXEIRA NETO, J.F., VEIGA, J.B., OLIVEIRA, R.P. & VALE, W.G. Calcium and phosphorus deficiency in water buffaloes raised on Marajó Island, State of Pará, Brasil. **Buffalo Journal**, v 13, n. 1 p:15-22, 1997a

CARDOSO, E.C., VALE, W.G., McDOWELL, L.R., WILKINSON, N.S., SIMÃO NETO, J.B. & LOURENÇO JR., J.B. Seasonal variation of selenium, crude protein and *in vitro* organic matter digestibility of *Brachiaria humidicola* from Marajó Island, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 28: 19-20, 1997b.

CHAPPMAN, H.L., COX, D.H., HAINS, C.E. & DAVIS, G.K. Evaluation of the liver technique for mineral nutrition studies with beef cattle. **Journal of Animal Science**, 22:733-737, 1963.

CHEMISTRY LABORATORY GUIDEBOOK. Determination of trace elements in animal tissue by atomic absorption spectrophotometry. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service Science. 1986. p. 47-49.

COHEN, R.D.H. Relation of pasture phosphorus content of blood, hair and bone of grazing steers. **Australian Journal Experimental Agricultural Husbandry**. 60: 5-8, 1973.

- COOLIER, R.J. & BEEDE, D.K. Thermal stress as a factor Associated with nutrient requirements and Interrelationships. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. San Diego, Academic Press. 1985. p. 104-125.
- COSTA, N. A. & MOREIRA, J.R.A.M. **Deficiências de cálcio, fósforo e cobre, e toxicidade pelo ferro em bubalinos na Ilha de Marajó**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 6 p.(EMBRAPA-CPATU, Comunicado Técnico 41), 1983.
- COUSINS, R. J. Absorption, transport, and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Physiological Review**, **65**(2): 239-303, 1985
- CROWDER, L.V. Pasture management for optimum ruminant production. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. San Diego, Academic Press, 1985. p. 104-125.
- CUNHA, T.J., SHIRLEY, R.L., CHAPMAN, H.L., Jr., AAMMERMAN, C.B., DAVIS, G.K., KIRK, W.G. & HENTGES, J.F. 1964. **Bulletin 683-Fla. Agric. Exp. Stn.**, Gainesville, Florida. apud McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego, Academic Press, 524 p. 1992.
- CUNHA, T.J. **Anim. Nutr. Health** **35**(3),11. 1980 apud McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego, Academic Press, 524 p. 1992.

- ELLIS NETO, G. L., MCDOWELL, L.R. & CONRAD, J. H. Evaluation of mineral supplements for grazing cattle in Latin America. **Nutrition Reports International. 38:** 1137 - 1147, 1969
- ECHEVARRIA, M.G., REYES, C., CLAVO, N., RODRIGUEZ, J., VALDIVIA, R. & McDOWELL, L.R. Phosphorus supplementation of nelore steers fed yaragua/stylo mixture in the peruvian tropics. **Tropical Animal Health and Production. 19:** 143 - 146. 1987.
- ESPINOZA, J.E., McDOWELL, L.R., WILKINSON, N.S., CONRAD, J.H., MARTIN, F.G. & WILLIAMS, S.N. Effect of dietary phosphorus level on performance and mineral status of grazing cattle in a warm climate region of central Florida. **Livestock Research for Rural Development. 1(3):**28-40.1991.
- F.A.O. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (F.A.O.). 1980. **Production Year-book.** F. A.O. Roma.
- FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. **Boletim técnico do Instituto de Pesquisa e Experiência Agropecuária do Norte. 54:**17-66. 1972.
- FICK, K.R., McDOWELL, L.R., MILES, P.H., WILKINSON, N.S., FUNK, J.D. & CONRAD, J.H. **Methods of mineral analysis for plant and animal tissues.** 3 ed. Gainesville, University of Flórida. 1979.
- FISKE, C.H. & SUBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal Biological Chemistry, 66:**375-377, 1925.

- GOLDING, E.J. Providing Energy-protein supplementation during the dry season. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. San Diego, Academic Press, 1985. p. 130-158.
- GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. 11 ED. Piracicaba, Nobel. 1985. 466p.
- GOMIDE, A.J. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. Laboratório de manipulação de amostras e análise de tecido animal. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1976. Anais. Belo Horizonte: UFMG/UFV/ESAL/EPAMIG/USAID, 1976. p. 20-33.
- GUIMARÃES, J.M. A.B. & NASCIMENTO, C.N..B. **Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimento de bezerros em rebanhos de bovinos de corte na Ilha do Marajó**. Belém, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte 51p. (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, Série: Estudos sobre bovinos. 1). 1971.
- GUIMARÃES, A.M, RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. & MOREIRA, P.K. Variação sazonal de vitamina A, macro e microelementos no capim, plasma e fígado de novilhas Nelore, criadas em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 44: 57-66, 1992.

- HANSARD, S.L. Microminerals for ruminant animals. **Nutrition Abstracts and Reviews - Series B**, **53**(1):1-22, 1983
- HIDIROGLOU, M., IVAN, M. & McDOWELL, L.R. Copper metabolism and status in cattle. In: 15th. WORLD BUIATRICS CONGRESS Schering/Plough Animal Health. Salvador, Bahia, 13 a 17 de Agosto de 1990. p: 19-30.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 1990
<http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/v/m/ppmr>
- KEEN, C.L. & GRAHAN, T.W. Trace elements. In: KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4 ed. San Diego, Academic Press. 1989. p: 754-784.
- KENDALL, H.M., GLENDINNING, R.M., MacFADDEN, C.H. & LOGAN, R.F. **Introduction to physical geography**. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. New York. 1974.
- KNEBUSH, C.F., VALDES, J.L., McDOWELL, L.R. & CONRAD, J.H. Macromineral status and supplementation of grazing steers under tropical conditions in Guatemala. **Nutrition Reports International**, **33**(6): 917-929. 1986.
- KNEBUSH, C.F., VALDES, J.L., McDOWELL, L.R. & CONRAD, J.H. Seasonal effect of mineral supplementation on microelement status and performance of grazing steers. **Nutrition Reports International**, **38**(2): 399- 412. 1988.

LAREDO, M.A., GONZÁLEZ, F., CARRILLI, J. A. & McDOWELL, L.R. Mineral supplementation of beef cattle in an andean region of Colombia. **Nutrition Reports International**, **39** (5):1060-1079. 1989.

LITTLE, D.A. Bone biopsy in cattle and sheep for studies of phosphorus status. **Australian Veterinary Journal**, **48**(12), 1972.

LOPES, H. O.S., FICHTNER, S.S., JARDIM, E.C., COSTA, C.P. & MARTINS JR, E.M. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato-Grosso de Goiás - I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG**, **32**(2): 161-174.1980.

MARTIN, L.C.T. **Nutrição mineral de bovinos de corte**. São Paulo, Nobel, 173p. 1993

McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. San Diego, Academic Press, 443p. 1985.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego, Academic Press, 524 p. 1992.

McDOWELL, L.R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and Technology**, **60**: 247-271, 1996.

McDOWELL, L.R., CONRAD, J.H. & ELLIS, G.L. Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis. In: SIMPOSIUM ON HERBIVORE NUTRITION IN SUB-TROPICS NA TROPICS. PROBLEMS AND PROSPECTS. 1984. p.67-68. Pretoria, África do Sul.

- McDOWELL, L.R., MORILLO, D., CHICCO, G.F., PERDOMO, J.T., CONRAD, J.H. & MARTIN, F.G. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. II. Microminerals. **Nutrition Reports International**, **40(1)**: 17-31. 1989a.
- McDOWELL, L.R., SALIH, Y, HENTGES, J.F., MASON JR., R.M. & WILCOX, C.J. Effect of mineral supplementation on tissue mineral concentrations of grazing Brahman cattle. II Trace minerals. **International Journal Animal Science**, **4**:6-13, 1989b.
- McDOWELL, L.R., CONRAD, J.H., HEMBRY, F.G., ROJAS, L.X., VALLE, G. & VELÁSQUEZ, J.. **Minerales para ruminantes en pastoreo em regiones tropicales**. Ed.2. Universidad de Florida, Gainesville. 76p. 1993
- MENDES, M.O. **Mineral status of beef cattle in northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique**. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville. 1977
- 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** **1(3)**:25-30, 1981
- MERKEL, R.C., McDOWELL, L.R., POPENOE, H.L. & WILKINSON, N.S. Mineral status comparisons between water buffalo and charolais cattle in Florida. **Buffalo Journal**, **1**:33-41. 1990.

- MISLEVY, P. Forages for grazing systems in warm climates. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. San Diego, Academic Press, p. 73-101. 1985.
- MTIMUNI, J.P., MFITILODZE, M.W. & McDOWELL, L.R. Interrelationships of minerals in soil-plant-animal system at Kuti ranch, Malawi. **Communication in Soil Science Plant Analysis**. 21(5/6): 415-427. 1990.
- MTIMUNI, J.P., MFITILODZE, M.W. & McDOWELL, L.R. Mineral supplementation and reproductive rate of beef cows grazing tropical natural pastures in Malawi (part 1). **Livestock Research for Rural Development**, 4(3): 20-26. 1992
- MTIMUNI, J.P., CONRAD, J.H., McDOWELL, L.R. & MARTIN, F.G. Effect of season on mineral concentration of soil, plant and animal tissues. **International Journal Animal Science**. 5: 181-189, 1990
- N.A.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1972. Soils of the Humid Tropics. Washington, D.C. 219p.
- NASCIMENTO, C.N.B. & HOMMA, A.K.O **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 282p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 27).
- NASCIMENTO, C.N.B. & LOURENÇO JÚNIOR, J.B. Criação de búfalos na Amazônia. In: SIMPÓSIO SOBRE A AMAZÔNIA. 31 REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 16 a 17 de julho de 1979. 20p.

- NASCIMENTO, C.N.B., CARVALHO, L.O.D.M., SALIMOS, E., LOURENÇO JR, J.B. & KASS, M.L. **Suplementação mineral de bovinos de corte em pastagem nativa**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 15p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 12).
- N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on animal nutrition. Washington. Nutrient requirement of beef cattle. 6 ed., Washington: National Academic of Science. 1984. 90p.
- N.C.M.N. NEETHERLANDS COMMETTÉ ON MINERAL NUTRITION. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Holanda. 1973. 59p.
- C.N.P.T.I.A. EMBRAPA . Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (Campinas, S.P.). **Bases de dados pesquisa agropecuária: acervo documental**. Campinas, 1996.1 CD-ROM.
- POSENTI, R. A., RIBEIRO, W.R. & OTSUK, I.P. Determinações minerais em tecidos de bovinos suplementados ou não com minerais. **B. Indústria Animal**, 50(1): 43-48, 1993
- PRABOWO, A., McDOWELL, L.R., WILKINSON, N.S., WILCOX, C.J. e CONRAD, J.H. Mineral status comparisons between grazing cattle and water buffalo in south sulawesi, Indonesia. **Buffalo Journal**, 6(1):17-32. 1990.
- PRABOWO, A., McDOWELL, L.R., WILKINSON, N.S., WILCOX, C.J. & CONRAD, J.H. Mineral status of grazing cattle in south Sulawesi,

- Indonesia: a. Macrominerals. **American Journal of Animal Science**, 4(2):111-120, 1991a.
- PRABOWO, A., McDOWELL, L.R., WILKINSON, N.S., WILCOX, C.J. & CONRAD, J.H. Mineral status of grazing cattle in south Sulawesi, Indonesia: 2. Microminerals. **American Journal of Animal Science**, 4(2):121-130, 1991b
- REID, R.L. & HORVATH, D.J. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. **Animal Feed Science and Technology**, 5: 95-167, 1980.
- SERRÃO, E.A.S. & FALESI, I.C. Pastagens do Trópico úmido brasileiro. In: 4 SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 1977. ESALQ, Piracicaba, EMBRAPA-CPATU.
- *SILVA, R.M. Laboratório de manipulação de amostras e análise de tecido animal. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1976. Anais. Belo Horizonte: UFMG/UFV/ESAL/EPAMIG/USAID, 1976. p.80-84.
- SOUZA, J.C. & DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 20(11):1309-1316, 1985.

- SOUZA, J.C. & DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. II: Ferro e manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **21(7)**:763-769, 1986.
- * SOUZA, J.C., CONRAD, J.H., BLUE, W.G. & MCDOWELL, L.R. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **14(4)**: 387-395, 1979
- * SOUZA, J.C., CONRAD, J.H., BLUE, W.G., AMMERMAN, C.B & MCDOWELL, L.R. Inter-relações entre minerais no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **16(5)**:739-746, 1981.
- * SOUZA, J.C., CONRAD, J.H., MOTT, G.O., MCDOWELL, L.R., AMMERMAN, C.B & BLUE, W.G. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **17(1)**:11-20, 1982.
- 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**, **21(12)**: 1327-1336, 1986
- SUTMÖELLER, P., ABREU, V.A., GRIFT, J.V.D. & SOMBROEK, W.G. **Mineral imbalance in cattle in the Amazon Valley**. Communication 53 Dept. of Agr. Res. Amsterdam, The Netherlands. 1966.
- SUTTLE, N.F. Copper deficiency in ruminants; recent developments. **The Veterinary Record**, **22**:519-522, 1986.

- TEIXEIRA NETO, J.F. & SERRÃO, A. Produtividade estacional, melhoramento e manejo de pastagens na Ilha de Marajó. Belém, EMBRAPA-CPATU, 6p. (EMBRAPA-CPATU, Comunicado Técnico 51).1984.
- TEJADA, R., McDOWELL, L.R., MARTIN, F.G. & CONRAD, J.H. Evaluation of the macromineral and crude protein status of cattle in specific regions in Guatemala. **Nutrition Reports International**, **35(5)**: 989-997, 1987
- TOKARNIA, C.H., DÖBEREINER, J. & MORAES, S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, **8(1/2)**:1-16, 1988
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del gado**. 2 ed. Zaragoza, Acribia.1981. 209p.
- 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**, **1(4)**:347-350. 1988a
- VALDES, J.L., McDOWELL. L.R. & KOGER, M. Mineral status and supplementation of grazing beef cattle under tropical conditions in Guatemala. II. Microelements and animal performance. **Journal of Production Agriculture**, **1(4)**:351-353, 1988b.
- WARD, G.M. Molybdenum toxicity and hypocuprosis in ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, **46(4)**:1078-1085, 1978.

WILLIAMS, S.N., McDOWELL, L.R., WARNICK, A.C., WILKINSON, N.S & LAWRENCE, L.A. Phosphorus concentrations in blood, milk, faeces, bone and selected fluids and tissues of growing heifers as affected by dietary phosphorus. **Livestock research for Rural Development**, 3(2): 67-80, 1991.

WILLIAMS, S.N., McDOWELL, L.R., WARNICK, A.C., LAWRENCE, L.A. & WILKINSON, N.S. Influence of dietary phosphorus level on growth and reproduction of growing beef heifers. **International Journal Animal Science**, 7:137-142, 1992.

ANEXOS

Anexo 1 - Análise de variância para cálcio, fósforo e razão Ca:P na graminea *Brachiaria humidicola* utilizada no Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação.	Grau de liberdade	Cálcio		Fósforo		Ca:P	
		Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F
Período	1	0,061	**	0,003	0,01	31,168	**
Mês(Período)	11	0,006	**	0,002	**	2,346	**
Resíduo	82	0,002		0,000		0,858	
Total	94						

** p < 0,0001

Anexo 2 - Análise de variância para cobre, manganês, ferro e zinco na graminea *Brachiaria humidicola* utilizada no Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação.	Grau de liberdade	Cobre		Manganês		Ferro		Zinco	
		Quadrado médio	PR > F						
Período	1	4,218	0,02	18.174,189	**	9131577,371	**	0,371	0,89
Mês(Período)	11	35,402	**	1.460,745	0,10	31.512,023	**	47,436	0,01
Resíduo	79	0,693		888,787		10.785,972		18,919	
Total	91								

** p < 0,0001

Anexo 3 - Análise de variância para o consumo mineral dos animais procedentes do Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F
Espécie	1	11.576,456	0,002
Repetição(Espécie)	2	24,672	0,972
Período	1	80.900,122	**
Espécie*Período	1	34,477	0,843
Resíduo	46	872,456	
Total	51		

** p < 0,0001

Anexo 4 - Análise de variância para cálcio, fósforo, razão cálcio:fósforo e percentual de cinzas no tecido ósseo dos animais no Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermerson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Cálcio			Fósforo			Ca:P			Cinzas		
		Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F	Quadrado médio	PR > F		
Espécie	1	55,222	0,175	0,351	0,505	0,212	0,135	11,300	0,304				
Mineral	1	10,046	0,521	1,080	0,269	0,476	0,049	0,003	0,986				
Espécie*Mineral	1	2,251	0,756	0,008	0,919	0,050	0,415	0,466	0,823				
Repetição(Espécie*Mineral)	4	20,353	0,273	0,656	0,859	0,060	0,864	8,136	0,097				
Animal(Repetição*Espécie*Mineral)	22	11,687	0,713	1,842	0,585	0,155	0,691	4,405	0,332				
Período	1	22,719	0,228	3,914	0,176	0,039	0,653	104,802	**				
Espécie*Período	1	0,264	0,895	0,025	0,913	**	0,973	5,043	0,253				
Mineral*Período	1	11,927	0,379	3,352	0,210	0,070	0,550	3,581	0,334				
Espécie*Mineral*Período	1	27,891	0,183	0,418	0,653	0,071	0,548	0,598	0,691				
Resíduo	25	14,852		2,023		0,191		3,688					
Total	58												

** p< 0,0001

Anexo 5 - Análise de variância para cobre, manganês, ferro e zinco no tecido hepático dos animais no Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação	Cobre			Cobalto			Manganês			Ferro			Zinco		
	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F
Espécie	1	14.378,474	0,124	1	0,062	0,174	1	229,257	0,564	1	13.406,689	0,270	1	9.795,210	0,421
Mineral	1	106.868,525	0,006	1	0,078	0,137	1	530,130	0,393	1	1.981,233	0,649	1	147,425	0,918
Espécie*Mineral	1	21.414,728	0,077	1	0,027	0,334	1	590,346	0,370	1	1.390,557	0,702	1	16.906,074	0,304
Repetição(Espécie*Mineral)	4	3.819,917	0,534	4	0,23	0,208	4	580,569	0,064	4	8.211,677	0,327	4	12.206,506	0,419
Erro (A)	24	8.174,282	0,090	24	0,016	0,358	24	137,616	0,893	24	13.112,869	0,056	24	14.236,209	0,338
Período	1	17.267,739	0,068	1	5,051	**	1	483,597	0,158	1	969,425,581	**	1	14.452,503	0,284
Espécie*Período	1	11.022,181	0,140	1	0,008	0,461	1	424,232	0,185	1	107.522,374	0,001	1	37.058,308	0,091
Mineral*Período	1	3.979,338	0,369	1	0,013	0,349	1	296,376	0,266	1	19.020,899	0,105	1	49.584,161	0,053
Espécie*Mineral*Período	1	15.737,301	0,080	1	0,07	0,039	1	202,856	0,355	1	85.101,403	0,002	1	27.801,660	0,141
Erro (B)	26	123.607,649		21	0,014		26	229,018		23	6.698,246		26	12.051,693	
Total	61														

** p > 0,0001

Anexo 6 - Análise de variância para ganho de peso dos animais procedentes do Campo Experimental do Marajó "Dr. Ermenson Salimos", Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará, entre junho de 1994 a junho de 1995.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	PR > F
Espécie	1	2,537x10 ⁶	0,182
Mineral	1	2,031x10 ⁶	0,222
Espécie*Mineral	1	441.925,228	0,537
Repetição(Espécie Mineral)	4	973.182,361	0,001
Animal(Repetição Espécie Mineral)	24	131.774,220	0,979
Período	1	2,981x10 ⁶	0,001
Espécie*Período	1	14.137,088	0,82
Mineral*Período	1	347.344,904	0,259
Espécie*Mineral*Período	1	2.352,446	0,926
Mes(Período)	11	4.371x10 ⁶	**
Espécie*Mes(Período)	11	879.438,320	0,001
Mineral*Mes(Período)	11	340.915,900	0,253
Espécie*Mineral*Mes(Período)	11	204.638,261	0,683
Residuo	336	270.625,043	
Total	415		

** p< 0,0001

Anexo 7 - Análise de variância para o percentual de cinzas, teores de cálcio, fósforo e razão cálcio e fósforo no tecido ósseo dos animais procedentes da Ilha de Marajó no Frigorífico e Matadouro da SOCIPE, Belém, Pará, entre os meses de novembro e dezembro de 1994 e maio e junho de 1995.

Fonte de Variação	Cinzas			Cálcio			Fósforo			Ca:P		
	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F
Espécie	1	791,138	**	1	52,386	0,062	1	14,790	0,053	1	6,192	0,15
Município	4	152,313	**	4	25,034	0,154	4	2,845	0,570	4	1,305	0,79
Período	1	1.758,304	**	1	78,446	0,023	1	54,721	**	1	0,373	0,73
Espécie*Município	4	62,187	0,030	4	26,713	0,130	4	10,389	0,034	4	0,835	0,89
Espécie*Período	1	5,964	0,608	1	0,496	0,855	1	4,367	0,290	1	0,527	0,68
Município*Período	4	80,440	0,008	4	26,520	0,133	4	3,045	0,536	3	0,309	0,96
Espécie*Município*Período	1	4,822	0,644	1	5,509	0,542	1	0,125	0,857	1	0,093	0,86
Erro (A)	177	22,518		174	14,764		172	3,873		158	3,031	
Total	193			190			188			173		

** p<0,0001

Anexo 8 - Análise de variância para o cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco no tecido hepático dos animais procedentes da Ilha de Marajó no Frigorífico e Matadouro da SOCIPE, Belém, Pará, entre os meses de novembro e dezembro de 1994 e maio e junho de 1995.

Fonte de Vbriação	Cu			Co			Mn			Fe			Zn		
	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F	Grau de liberdade	Quadrado médio	Pr>F
Espécie	1	344,181	**	1	0,843	0,016	1	140,655	**	1	181.576,272	0,409	184.421,494	**	
Município	4	52,522	0,001	4	0,648	0,002	4	21,675	0,025	4	308.241,247	0,328	18.508,179	**	
Período	1	66,888	0,015	1	0,565	0,049	1	0,041	0,942	1	4,046x106	**	57.789,029	**	
Espécie*Município	4	11,572	0,390	4	0,450	0,016	4	37,580	0,001	4	530.553,768	0,097	7.994,006	0,043	
Espécie*Período	1	0,394	0,851	1	0,012	0,711	1	2,668	0,554	1	52.508,610	0,657	16.098,755	0,026	
Município*Período	4	20,621	0,122	4	0,217	0,199	4	12,695	0,158	4	606.266,265	0,062	1.920,570	0,658	
Espécie*Município*Período	1	24,489	0,141	1	0,003	0,892	1	0,137	0,893	1	82.668,856	0,577	1.821,626	0,449	
Resíduo	200	11,154		195	0,143		198	7,574		199	264.517,429		3.165,935		
Total	216			211			214			215	264.517,429		3.165,935		

** p< 0,0001