



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Felipe Silva Sento Sé

AVALIAÇÃO DO USO DA TORTA DE LICURI (*Syagrus coronata*) NA PREVENÇÃO DA CARÊNCIA DE COBRE EM OVINOS

Petrolina - PE
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Felipe Silva Sento Sé

AVALIAÇÃO DO USO DA TORTA DE LICURI (*Syagrus coronata*) NA PREVENÇÃO DA CARÊNCIA DE COBRE EM OVINOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Coutinho Antonelli

Petrolina - PE
2014

	Sé, Felipe Silva Sento
S438a	Avaliação do uso da torta de licuri (<i>Syagrus coronata</i>) na prevenção da carência de cobre em ovinos / Felipe Silva Sento Sé. -- Petrolina, PE, 2014. 88 f.: il.;29cm.
	Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, PE, 2014. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Coutinho Antonelli. Referências.
	1. Pequeno ruminante. 2. Carência. 3. Microminerais. 4. Prevenção. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 636.20063

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca
SIBI/UNIVASF
Bibliotecária: Ana Cleide Lucio Pinheiro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Felipe Silva Sento Sé

**AVALIAÇÃO DO USO DA TORTA DE LICURI (*Syagrus coronata*)
NA PREVENÇÃO DA CARÊNCIA DE COBRE EM OVINOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: ____ de Março de 2014

Alexandre Coutinho Antonelli, Prof. Dr., UNIVASF

Daniel Ribeiro Menezes, Prof. Dr., UNIVASF

Luiz Maurício Cavalcante Salviano, Prof. Dr., UNIVASF



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
Comitê de Ética em Estudos Humanos e Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "USO DO FARELO DE LICURI (SYAGRUS CORONATA) NA PREVENÇÃO DA CARÊNCIA DE COBRE-EM OVINOS", Protocolo nº 27091066, utilizando 24 animais da espécie OVIS ARIES, sob a responsabilidade de ALEXANDRE COUTINHO ANTONELLI, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal do Comitê de Ética em Estudos Humanos e Animais da Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "USE OF LICURY MEAL (SYAGRUS CORONATA) IN THE PREVENTION OF COPPER DEFICIENCY IN OVINES" protocol number 27091066, utilizing 24 animals, under the responsibility of ALEXANDRE COUTINHO ANTONELLI, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Animal and Human Ethic Commission of Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco and was approved "ad referendum", meeting).

Petrolina, 18 de Novembro de 2020

Verêncio de Sant'Ana Tavares

Prof. Verêncio de Sant'Ana Tavares
Coordenador do Comitê de Ética em Estudos Humanos e Animais
UNIVASF

DEDICO

À Deus, minha família, amigos, colegas de trabalho e orientador pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao meu **Deus**, pois sem ele tudo é impossível.

Ao **Profº Dr. Alexandre Coutinho Antonelli** pelos seus ensinamentos e paciência em sua orientação para a realização e conclusão desse trabalho.

Aos meus pais, **Antonio Nunes Sento Sé Neto** e **Rosemeiry de Almeida Silva Sento Sé**, pelo apoio contínuo para continuar seguindo meus estudos e me capacitando cada vez mais.

À **Vanessa Rayane Alves Ribeiro**, meu amor, pelas inúmeras vezes que me auxiliou desde o apoio psicológico até o manejo com as ovelhas nos finais de semana.

Ao, hoje mestre e médico veterinário, grande amigo **Salvador Santana Silva Júnior** pela ajuda no manejo com as ovelhas do projeto.

Aos médicos veterinários **Willy Requião** e **George Washington** pelo apoio e ajuda no trabalho do manejo com essas ovelhas.

Aos graduandos **Josemário (Marinho)**, **Ana Paula (Paulinha)**, **Iara Macêdo** e **Bruno Dias** pelos seus esforços contínuos durante mais de doze meses que me aguentaram dentro do aprisco e nos laboratórios.

Ao **Laboratório de Histologia** da Univasf, pelo auxílio nos cortes e preparação das lâminas histológicas.

À **Profª. Clarice** pelo auxílio na leitura das lâminas histológicas.

À **FUNDAÇÃO DE AMPARO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE PERNAMBUCO – FACEPE**, pela concessão de bolsa de mestrado (Processo nº 0484-5.05/11), imprescindível ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao **CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq**, pela concessão do auxílio a pesquisa (Processo nº 561877/2010-6), imprescindível ao desenvolvimento desta dissertação.

Ao **Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani** e **Clara Satsuki Mori**, do Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP pela ajuda nas análises deste experimento.

À **Universidade Federal do Vale do São Francisco** que ofereceu condições favoráveis para a execução desta pesquisa e pela minha formação.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.
(Charles Chaplin)

RESUMO

Durante décadas, a ovinocultura e a caprinocultura foram consideradas uma atividade marginal ou de subsistência na região Nordeste do Brasil. Mas a produção de pequenos ruminantes tem se expandido e a região Nordeste já conta com 90,7% do rebanho caprino e 55,9% do rebanho ovino brasileiro, porém com índices zootécnicos abaixo de outras regiões, pois são limitadas por deficiências minerais e nutricionais, além de controle sanitário inadequado. A utilização de recursos naturais provenientes da caatinga como fonte de nutrientes é uma das saídas mais economicamente viáveis para pequenos produtores. O objetivo deste estudo é verificar se ovinos criados no sertão e suplementados na sua dieta com farelo de Licuri são menos predispostos a carência de cobre e conseqüentemente ao surgimento da ataxia enzoótica, quando comparados com animais suplementados ou não com cobre presente em sal mineralizado. Foram utilizados inicialmente 24 ovinos fêmeas, sem raça definida nativas de criações extensivas da caatinga, híidas, com idade ao redor de doze meses de idade e com cerca de 20 kg de peso vivo no início do experimento, mantidas em baias com acesso a pastejo diário em caatinga natural no campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco UNIVASF. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos, que receberam os seguintes tratamentos dietéticos: exclusivamente forragem (CONTROLE); forragem e sal mineral (SAL MINERAL) contendo fonte de cobre específico para ovinos (OVINOFÓS®) *ad libitum*; forragem e fornecimento de torta de licuri equivalente a 8 ppm de cobre/dia (LICURI). O grupo LICURI, por receber um teor protéico maior (em torno de 19%), mostrou significativo maior ganho de peso médio. O grupo LICURI foi o único que não apresentou queda significativa nos teores de cobre entre a 1ª e 2ª biópsias. Em relação ao zinco hepático, não houve diferença significativa entre os grupos, tampouco entre as biópsias nos três grupos. Não houve diferença significativa entre os grupos, quando avaliado o molibdênio hepático. Os valores de cobre sérico obtidos estão de acordo com os valores de referência. Nenhum dos ovinos que fizeram parte do estudo apresentavam indícios de doença hepática ou degeneração muscular. Os cordeiros do grupo LICURI não apresentaram alterações macroscópicas no cérebro, apenas alguns cordeiros dos grupos CONTROLE e SAL MINERAL. Não foi possível estabelecer se a torta de licuri foi efetiva em prevenir a ocorrência de ataxia enzoótica devido ao baixo número de cordeiros produzidos pelos grupos CONTROLE e SAL MINERAL.

Palavras-chave: Carência. Microminerais. Pequeno ruminante. Prevenção.

ABSTRACT

For decades, sheep breeding and goat were considered marginal or subsistence activity in the Northeast region of Brazil. But the production of small ruminants has expanded and Northeast already holds 90.7% of the goat herd and 55.9% of the Brazilian sheep herd, but with performance parameters below other regions, they are limited by mineral and nutritional deficiencies, addition to inadequate sanitary control. The use of natural resources from the caatinga as the source of copper is one of the most economically viable outlets for small producers. The objective of this study is to verify that sheep raised in the backwoods and supplemented in their diet with bran Licuri are less predisposed to copper deficiency and consequently the appearance of enzootic ataxia, when compared to animals supplemented or not with copper present in mineralized salt. Initially 24 female sheep were used, without defined breed native of extensive creations caatinga, otherwise healthy, aged around twelve months and about 20 kg of live weight at the beginning of the experiment, kept in stalls with daily access to grazing natural savanna in Agricultural Sciences campus of the Federal University of Vale do São Francisco UNIVASF. The animals were randomized into three groups receiving the following dietary treatments: forage only (CONTROL); forage plus mineral salt (SALT MINERAL) containing specific source of copper for sheep (OVINOFÓS®) ad libitum; forage plus licuri cake equal to 8 ppm of copper / day (licuri). The Licuri group, receive a higher protein content (around 19%) showed significant higher mean weight gain. The Licuri group was the only group that showed no significant decrease in copper content between 1st and 2nd biopsies. Regarding hepatic zinc, there was no significant difference between the groups, nor between biopsies in the three groups. There was no significant difference among groups when assessed hepatic molybdenum. The values of serum copper obtained are according to the reference values. All sheep that were part of the study showed no evidence of liver disease or muscle degeneration. The lambs of Licuri group did not present macroscopic changes in the brain, only a few groups of lambs and SALT MINERAL CONTROL treatment. It was not possible to establish whether the cake licuri was effective in preventing the occurrence of enzootic ataxia due to the low number of lambs produced by groups and SALT MINERAL CONTROL.

Key-words: Deficiency. Trace minerals. Small ruminant. Prevention.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Análise química da água ofertada aos animais	33
Quadro 2 -	Composição do sal mineral comercial fornecido aos ovinos.....	34
Quadro 3 -	Composição mineral das forragens e torta de licuri consumidas pelos ovinos.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema de sincronização do cio e hormônios utilizados.	72
Figura 2 -	Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Controle com áreas apresentando ausência de massa encefálica no hemisfério direito.....	72
Figura 3 -	Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Sal Mineral com áreas apresentando ausência de massa encefálica no hemisfério direito.....	73
Figura 4 -	Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Sal Mineral com áreas apresentando ausência de massa encefálica no hemisfério direito.....	73
Figura 5 -	Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Licuri com aspecto normal	74
Figura 6 -	Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Licuri com aspecto normal.....	75
Figura 7 -	Imagem microscópica de cérebro de cordeiro do grupo Controle sem alterações evidentes, corado com Hematoxilina-Eosina	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Evolução média de peso vivo (kg) de ovinos fêmeas adultas suplementadas ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.	37
Gráfico 2 -	Valores médios de cobre hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	38
Gráfico 3 -	Valores médios de cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	40
Gráfico 4 -	Relação do cobre hepático (ppm) com o cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 1ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	41
Gráfico 5 -	Relação do cobre hepático (ppm) com o cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 2ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	41
Gráfico 6 -	Valores médios de zinco hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	42
Gráfico 7 -	Valores médios de zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	44
Gráfico 8 -	Relação do zinco hepático (ppm) com o zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 1ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	45
Gráfico 9 -	Relação do zinco hepático (ppm) com o zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 2ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	46
Gráfico 10 -	Relação do zinco hepático (ppm) com o cobre hepático (ppm) na em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	46
Gráfico 11 -	Valores médios de ferro hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	47
Gráfico 12 -	Valores médios de ferro sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	48

Gráfico 13 - Valores médios de molibdênio hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	51
Gráfico 14 - Valores médios de molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	52
Gráfico 15 - Relação do molibdênio hepático (ppm) com o cobre hepático (ppm) na em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	54
Gráfico 16 - Valores médios da concentração de uréia sérica (mmol/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	55
Gráfico 17 - Valores médios da concentração de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	58
Gráfico 18 - Valores médios da concentração de proteínas séricas totais (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	59
Gráfico 19 - Valores médios da concentração de albumina sérica (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	61
Gráfico 20 - Valores médios da atividade sérica de AST (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	62
Gráfico 21 - Valores médios da atividade sérica de GGT (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	64
Gráfico 22 - Valores médios da atividade sérica de ceruloplasmina (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	66
Gráfico 23 - Relação do cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) com a atividade da ceruloplasmina sérica (UI/L) na em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	66
Gráfico 24 - Valores médios de cobre, zinco, ferro e molibdênio hepático (ppm) em cordeiros – Petrolina – 2013.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores médios e desvio padrão do peso vivo (kg) de ovinos fêmeas adultas suplementadas ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	36
Tabela 2 -	Valores médios e desvios padrão de cobre hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	38
Tabela 3 -	Valores médios e desvios padrão de cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.	39
Tabela 4 -	Valores médios e desvios padrão de zinco hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	42
Tabela 5 -	Valores médios e desvios padrão de zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	44
Tabela 6 -	Valores médios e desvios padrão de ferro hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	47
Tabela 7 -	Valores médios e desvios padrão de ferro sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	48
Tabela 8 -	Valores médios e desvios padrão de molibdênio hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	50
Tabela 9 -	Valores médios e desvios padrão de molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	52
Tabela 10 -	Valores médios e desvios padrão de concentração sérica de uréia (mmol/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	55
Tabela 11 -	Valores médios e desvios padrão da concentração de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	57

Tabela 12 - Valores médios e desvios padrão da concentração de proteínas séricas totais (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	59
Tabela 13 - Valores médios e desvios padrão da concentração de albumina sérica (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	60
Tabela 14 - Valores médios e desvios padrão de atividade de AST (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	62
Tabela 15 - Valores médios e desvios padrão de atividade de GGT (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013	63
Tabela 16 - Valores médios e desvios padrão de atividade de ceruloplasmina (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	65
Tabela 17 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio ($\mu\text{mol/L}$) em leite de ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013.....	68
Tabela 18 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio hepático (ppm) em cordeiros – Petrolina – 2013	69
Tabela 19 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em cordeiros – Petrolina – 2013.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AST	aspartato aminotransferase
Cu	Cobre
Co	Cobalto
Zn	Zinco
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
S	Enxofre
F	Coeficiente da Análise de Variância
Fe	Ferro
GGT	gama glutamiltransferase
kg	quilograma
L	Litro
dL	decilitro
mg	Miligrama
g	grama
ml	mililitro
mmol	milimol
umol	micromol
cm	Centímetro
MS	matéria seca
p	Probabilidade
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	partes por milhão

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
<	menor
>	maior
±	mais ou menos
° C	graus celsius
®	marca registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	OVINOCULTURA.....	18
2.2	IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA DO COBRE	18
2.3	METABOLISMO DO COBRE	19
2.4	CARÊNCIA DE COBRE	20
2.5	LICURI E SEU USO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	23
2.6	UTILIZAÇÃO DO LICURI COMO FONTE DE COBRE NO SEMIÁRIDO	25
3	OBJETIVOS	27
3.1	OBJETIVO GERAL	27
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1	ANIMAIS, ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES.....	28
4.2	PROTOCOLO EXPERIMENTAL	28
4.3	COLETA DE MATERIAIS BIOLÓGICOS E ANÁLISES LABORATORIAIS	29
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4.5	ASPECTOS ÉTICOS	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

Durante décadas, a ovinocultura e a caprinocultura foram consideradas atividades marginais ou de subsistência na região Nordeste do Brasil. Mas a produção de pequenos ruminantes tem se expandido e a região Nordeste já conta com 90,7% do rebanho caprino e 55,9% do rebanho ovino brasileiro, entretanto ainda apresentam índices zootécnicos abaixo dos de outras regiões, pois são limitadas por deficiências nutricionais, além de controle sanitário inadequado.

Dentre as principais causas da baixa produtividade do rebanho, destaca-se a nutrição inadequada em determinadas épocas do ano, principalmente durante o período de seca, onde há uma grande queda na produção de forragens para os caprinos e ovinos criados em regime extensivo, associada às deficiências minerais existentes nos solos e vegetação.

Relatos de deficiência de macro e micro elementos foram registrados em vários estados da região Nordeste, tendo sido encontradas deficiências de cobre, cobalto, zinco, manganês e ferro nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Sergipe e Bahia e mais recentemente na Paraíba e Pernambuco.

A carência de cobre, uma das principais deficiências minerais do mundo para ruminantes juntamente com o fósforo, pode ocorrer por menor aporte deste microelemento na dieta ou maior ocorrência de elementos antagonizantes que diminuem a sua disponibilidade, tais como o enxofre, ferro e molibdênio.

A suplementação com cobre faz-se necessária em localidades comprovadamente deficientes em cobre para evitar a ocorrência de ataxia enzoótica em cabritos e cordeiros decorrentes de deficiência de cobre.

A utilização de recursos naturais provenientes da caatinga como fonte de cobre é uma das saídas mais economicamente viáveis para pequenos produtores. Estudos recentes mostraram que o fruto do Licuri, já utilizado como fonte de energia em ração de animais, é rico em cobre, portanto pode ser uma alternativa de suplementação deste microelemento para animais criados em áreas deficientes neste mineral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OVINOCULTURA

A espécie ovina foi a primeira a ser domesticada e acompanha o homem, desde os primórdios da civilização. A ovinocultura está presente na história da humanidade como sendo a atividade que proporciona a maior fonte de alternativas para subsistência, pois, fornece a lã e pele para vestuário; carne e leite para alimentação (FERNANDES, 1989).

2.2 IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA DO COBRE

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na performance reprodutiva, na manutenção do crescimento, no metabolismo energético, na função imune entre outras tantas funções fisiológicas, não só para a manutenção da vida, como também para o aumento da produtividade animal (LAMB et al., 2008; WILDE, 2006).

A atuação e a importância do cobre em sistemas enzimáticos no metabolismo dos ruminantes já são bem conhecidas. O cobre, assim como o flúor, ferro, zinco, manganês, iodo, cobalto e selênio é um microelemento essencial para a vida dos animais domésticos (ORTOLANI, 2006). O cobre tem como característica a facilidade de se oxidar ou reduzir, através da perda de um elétron na sua última camada, fundamental para as 26 metaloenzimas cúpricas que catalisam reações de óxido-redução. Entre as enzimas cobre-dependentes temos: citocromo-oxidase, lisil-oxidase, tirosinase, dopamina-oxidase, urato-oxidase, superóxido-dismutase e butiril-CoA desidrogenase, (RIET-CORREA et al., 2006).

O cobre também está presente em algumas metaloproteínas como a ceruloplasmina, que regula a atividade da transferrina, e a metalotioneína, que

entre outras funções regula a absorção do próprio cobre pelo organismo (ORTOLANI, 2006). Nos animais, ele participa da hematopoiese, metabolismo dos tecidos conectivos, formação da mielina e dos ossos e pigmentação e formação de lã e pêlos. (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992; RADOSTITS et al. 2007).

O excesso ou a falta de cobre, semelhante a outros macro e microelementos, pode provocar a intoxicação ou a carência em animais, respectivamente (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999). A carência de cobre é uma das principais deficiências minerais do mundo para ruminantes juntamente com o fósforo, podendo ocorrer por menor aporte deste microelemento na dieta ou maior ocorrência de elementos antagonizantes que diminuem a sua disponibilidade, tais como o enxofre (S), ferro (Fe) e Molibdênio (Mo).

2.3 METABOLISMO DO COBRE

O cobre ingerido é absorvido primordialmente no intestino delgado, sendo que para tal, o cobre solúvel se liga ainda na luz intestinal a determinados L-aminoácidos, secretados pelos enterócitos, que funcionam como carreadores de cobre para o interior do organismo. A proteína metalotioneína presente no enterócito regula a absorção cúprica da luz intestinal, sendo que quanto maior a quantidade de metalotioneína no enterócito menor a absorção desse microelemento. Em seguida, já no interior do organismo o Cu se liga a albumina, sendo carregado para o fígado, que é o principal órgão-estoque (ORTOLANI, 2006; SANSINANEA et al., 1993).

No fígado, o Cu pode ser direcionado a três destinos distintos: integrar o estoque prolongado no interior dos hepatócitos em especial no núcleo, citosol, lisossomas e demais organelas; permanecer no estoque temporário onde o elemento se liga a ceruloplasmina; ou ser excretado pela secreção biliar, ligado à metalotioneína hepática, principal via de excreção do cobre do organismo (HOWELL e GAWTHORNE, 1987). A ceruloplasmina funciona como um agente carreador principal do cobre em estoque, com função de distribuição para o organismo por via sistêmica.

2.4 CARÊNCIA DE COBRE

Dentre as espécies domésticas, sem dúvida a ovina é a mais predisposta a desenvolver tanto o quadro carencial como a intoxicação, devido à pequena margem de segurança entre os teores na dieta que podem resultar em carência ou provocar intoxicação (SUTTLE, 2010). Estes quadros estão ligados a diferenças marcantes no metabolismo do cobre segundo a raça de ovinos, pois enquanto algumas têm menores capacidades de retenção do cobre em seus estoques orgânicos, como a raça Merino, outras o acumulam em demasia, como as raças Sulffok e Texel (SUTTLE, 2010; FERREIRA, ANTONELLI e ORTOLANI, 2008). Também é reconhecido que ovinos jovens em crescimento são muito mais susceptíveis a desenvolverem quadros de intoxicação por cobre, pois podem absorver o cobre dietético de duas a três vezes mais eficientemente que os adultos (SUTTLE, 2010).

Estudos demonstraram que a disponibilidade do cobre dietético pode estar drasticamente diminuída em rações com altos teores de molibdênio e enxofre, assim como o ferro (VASQUEZ et al., 2001). Quadros de carência de cobre têm sido descritos em ruminantes que recebem esses elementos em altas concentrações na dieta (MARQUES et al., 2003).

A disponibilidade do cobre dietético também está intimamente ligada à forma química com que o cobre se acha presente no alimento. Quando o elemento se apresenta na forma metálica a disponibilidade é muita baixa, já quando se combina com proteínas ou aminoácidos a absorção pode estar algumas vezes aumentada, e sendo muito alta na forma de sal (sulfato, carbonato, edetato etc). Os capins *in natura* apresentam o cobre na forma metálica, enquanto que o processo de fenação ou ensilagem do mesmo capim faz com que parte deste elemento se combine com proteínas (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; ORTOLANI, 2003).

As necessidades diárias de cobre na dieta para ovinos variam de 3 a 14 ppm, dependendo da raça, podendo triplicar durante a gestação e duplicar no período de amamentação (NRC, 2007). Em muitos casos a deficiência de cobre pode ser primária, quando a ingestão deste micromineral na dieta for insuficiente diante do requerimento deste elemento para os processos

metabólicos das várias classes de ovinos. Pode, também, ser secundária quando, apesar da ingestão em teores adequados, sua absorção e utilização pelos tecidos for reduzida pela presença de elementos antagonistas na dieta, como o enxofre, ferro e molibdênio (SUTTLE 1986; GENGELBACH et al., 1994; ANTONELLI, 2007; RADOSTITS et al., 2007).

A hipocuprose é uma das deficiências de maior interesse em ruminantes, apresentando diversos sintomas e distribuição cosmopolita, pois ocorre tanto em nosso país quanto em outras partes do mundo, sendo, talvez, a mais importante carência de origem mineral em ruminantes depois do fósforo (MORAES et al. 1999; VASQUEZ et al., 2001; RADOSTITS et al., 2007).

A carência de cobre em ovinos pode causar: fragilidade e perda da ondulação da lã ou despigmentação da lã preta; ovelhas prenhes com hipocuprose podem gerar borregos com alterações congênitas ou adquiridas da mielina (ataxia enzoótica) onde os cordeiros apresentam incoordenação dos membros posteriores nas primeiras semanas de vida, podendo resultar em paraplegia e morte; osteoporose; anemia; menor resistência a doenças infecciosas e redução do crescimento (TOKARNIA et al., 1966; UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; MAXIE, 2007).

No Brasil, a ataxia enzoótica foi descrita pela primeira vez em ovinos no Estado do Piauí, e mais recentemente em Pernambuco, foi descrito um surto em ovinos e caprinos. Na maioria destes animais, surgia o quadro sintomatológico de incoordenação dos membros posteriores, de quedas freqüentes e de dificuldade para se manter em estação, diminuição da resposta sensitiva e motora na avaliação do reflexo sensitivo na região interdigital dos membros posteriores, e, em alguns casos, paralisia dos anteriores, a qual antecedia o surgimento de espasticidade permanente de todos os membros.

TOKARNIA et al. (1966) e SANTOS et al., (2006) descreveram como sinais encontrados o desequilíbrio dos membros posteriores e em casos graves paraplegia. Exames histológicos revelaram em todos os animais um leve edema e congestão cerebral. Na medula espinhal, detectou-se, pela coloração de Hematoxilina Eosina (HE), degeneração axonal, gliose, esferóides, leve infiltrado mononuclear e manguitos perivasculares. Pela coloração de luxol fast blue, verificou-se nas regiões dos cornos ventrais da medula espinhal áreas de dismielinização, na região cervical e lombar. Já em cabritos mais jovens foram

detectadas lesões no cerebelo (degeneração axonal e vacuolização da substância branca) (SANTOS et al., 2006).

Em bovinos, já foram descritos diversos quadros clínicos de hipocuprose, onde foram observados anemia, osteoporose, alterações da pigmentação dos pêlos, menor ganho de peso, baixos índices reprodutivos e diarreia (PHILLIPPO et al., 1987; UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; MAXIE, 2007). Já foram descritos casos de ataxia neonatal e morte súbita (BENNETTS et al., 1948; SANDERS e KOESTNER, 1980; MARQUES et al., 2003), sendo associadas a valores muito baixos de cobre e extremamente altos de ferro no fígado (TOKARNIA et al., 1971; TOKARNIA et al., 1999; MORAES et al., 1999).

Baixos teores de cobre em pastagens e depleção deste elemento no fígado e/ou no soro de ruminantes foram encontrados em estudos no Amapá (TOKARNIA et al., 1971), Amazonas (BARROS et al., 1981; MORAES et al., 1999), Ceará (TOKARNIA et al., 1968), Goiás (LOPES et al., 1980), Maranhão (TOKARNIA et al., 1960, 1968; MORAES et al., 1999), Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (TOKARNIA et al., 1971; FERNANDES e SANTIAGO, 1972; SOUSA et al., 1980; BRUM et al., 1987; POTT et al., 1989 ; MORAES et al., 1999), Minas Gerais (MORAES et al., 1999), Pará (TOKARNIA et al., 1968, 1971), Pernambuco (SANTOS et al., 2006), Piauí (TOKARNIA et al., 1960, 1966, 1968, 1971), Rio de Janeiro (TOKARNIA et al., 1971; MORAES et al., 1999), Rio Grande do Sul (TRINDADE et al., 1990; BONDAN et al., 1991; RIET-CORREA et al., 1993; MORAES et al., 1999) Roraima (TOKARNIA et al., 1968; SOUSA et al., 1989), Santa Catarina (TOKARNIA et al., 1971), e São Paulo (LISBÔA et al., 1996).

Em um estudo atual, verificaram-se em ovinos abatidos em matadouro no Estado de Pernambuco que os teores sérico e hepático de cobre eram em média inferiores aos limites considerados normais para a espécie, indicando a necessidade de suplementação deste mineral para animais criados neste estado (MARQUES, 2010).

Para que haja um controle ou profilaxia da carência de cobre em ovinos e caprinos, faz-se necessário suplementar o rebanho com este elemento via oral ou parenteral em regiões onde há evidências de hipocuprose, ou há clara perda de produtividade ocasionadas pela deficiência de cobre (RIET-CORREA et al., 2006). Esta suplementação pode ser feita através da inclusão de 0,25 a

0,5% de sulfato de cobre no sal mineral, ou diretamente com sal mineral apropriado para ovinos. Fornecer sal mineral específico para bovinos a ovinos pode-se causar intoxicação cúprica (RIET-CORREA et al., 2006).

2.5 LICURI E SEU USO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Syagrus coronata (Martius) Beccari pertence à subfamília Arecoideae, tribo Cocoeae, subtribo Butineae (NOBLICK, 1991). Essa subfamília é a maior entre as Arecaceae, contando com 115 gêneros e 1500 espécies (UHL et al. 1995). Dos diversos nomes pelos quais a espécie é conhecida popularmente, LICURI é o nome mais utilizado no sertão baiano, sendo conhecida ainda por ARICURI, NICURI, ALICURI E OURICURI. A altura da palmeira varia entre 6-10 m e floresce e frutifica o ano todo, variando de região para região de acordo com a pluviosidade.

É uma palmeira típica do semi-árido nordestino, sendo uma espécie com nítida preferência pelas regiões secas e áridas das caatingas, ocorrendo em solos silicosos de baixa e média fertilidade, abrangendo desde o norte de Minas Gerais, toda a porção oriental e central da Bahia, até o sul de Pernambuco, incluindo também os Estados de Sergipe e Alagoas (NOBLICK, 1986). Historicamente, no sertão baiano, o licuri chegou a ser conhecido como a “árvore salvadora da vida”, por ter sido a principal fonte de alimento nos períodos drásticos de seca (BONDAR, 1938).

Os cachos de licuri têm em média 1357 frutos, que têm comprimento e diâmetro médios de 2,0 cm e 1,4 cm, respectivamente, sendo que cada árvore produz aproximadamente oito cachos por vez (CREPALDI, 2001). O licuri inicia sua frutificação seis anos após o plantio com produção média anual de frutos de 2.000 kg/ha, diminuindo nos anos de pluviosidade abaixo da média. No entanto, em um licurizal bem cuidado, (podando as folhas velhas, capinando as plantas daninhas ao seu redor) a produção de frutos pode alcançar até 4.000 kg/ha (DRUMOND, 2007). Quando maduros, os frutos apresentam uma coloração que varia do amarelo-claro ao laranja, dependendo não apenas do

seu estágio de maturação, mas também dos indivíduos considerados. A polpa e amêndoas são consumidas in natura.

O licuri é importante para a subsistência do sertanejo, sendo muito utilizado na alimentação do gado, servindo de alimento para aves e animais silvestres, como é possível utilizá-lo para extração de seu óleo com destino à produção de saponáceos (sabão em pó, detergentes, sabão em barra e sabonetes finos) considerados de alta qualidade. Merece destaque o teor de lipídeos (49,2%) e de proteínas (11,5%) da amêndoa e o teor de carboidratos totais (13,2%) da polpa dos frutos. A análise realizada nos frutos de licuri indica que a espécie apresenta frutos bastante energéticos (635,9 kcal/100 g), sendo estimado um valor calórico de 108,6 kcal/100 g para a polpa e 527,3 kcal/100 g para a amêndoa (CREPALDI et al., 2001).

Do resíduo obtido com a extração do óleo do licuri, obtém-se uma torta também comercializada como alimento para animais. Esta torta apresenta 19% de proteínas e 12% de óleo e representa uma alternativa de ração para vacas leiteiras, para o desenvolvimento precoce de animais de corte e também para reprodutoras (RAMALHO, 2008). Estudos mostraram que a adição de 2,3% de óleo de licuri na dieta total de caprinos aumentou o consumo de matéria seca e matéria orgânica (SILVA et al., 2008a) e aumentou a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta (SILVA et al., 2008b). Estudos relacionados com comportamento de ingestão, ingestão de alimentos e produção de leite em bovinos também já foram realizados para demonstrar a utilização do óleo de licuri nesta espécie (BARRETO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2008).

A alimentação dos animais representa o maior custo da atividade pecuária, principalmente quando se usa fonte suplementar de alta qualidade nutricional, como o milho e o farelo de soja, o que torna necessária a busca por fontes alimentares alternativas, com melhor relação custo/benefício (PEREIRA, 2000).

O crescimento gradual da participação de plantas oleaginosas na matriz energética mundial criou oportunidades para a produção de ruminantes através da oferta potencial de farelos ou tortas obtidos após a extração do óleo de sementes, constituindo os principais subprodutos da cadeia produtiva. Dessa forma, é possível integrar as cadeias de agroenergia e pecuária, otimizando a

geração de emprego e renda e minimizando os passivos ambientais. Portanto, nesse sentido, pesquisas que gerem informações sobre a melhor forma de utilização dos subprodutos na alimentação de ruminantes são necessárias para garantir a sustentabilidade dessa integração. (NOGUEIRA, 2013)

Deste modo, o óleo de Licuri pode ser uma alternativa de fonte energética de importância no Nordeste brasileiro por ser um material já devidamente inserido no contexto sócio-econômico regional, por apresentar alto potencial de utilização na alimentação animal e por se tratar de uma fonte lipídica alternativa em relação às fontes mais convencionais até então utilizadas (JESUS et al., 2010).

2.6 UTILIZAÇÃO DO LICURI COMO FONTE DE COBRE NO SEMIÁRIDO

O solo no semiárido é predominantemente arenoso, com pH ligeiramente ácido e comumente recobre, em forma de poeira, as forragens disponíveis para os animais. Deste modo, o solo e a forragem em muitas regiões possuem teores de ferro em torno de 8600 ppm e 280 ppm, respectivamente (SANTOS et al., 2006). Estima-se que ovinos pastejando em condição árida, como a citada anteriormente, ingerem cerca de 160g solo/dia, o que pode constituir até 25% do total de matéria seca ingerida (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999), e desta forma implicando na ingestão diária de quantidade 15 vezes maior do que o requerimento diário para a espécie (NRC, 2007). Portanto, mesmo que as forragens disponíveis na caatinga tenham um teor de cobre adequado, faz-se necessário a suplementação dos ruminantes criados no semi-árido com fonte adicional de cobre.

Estudos recentes ainda não publicados mostram que a polpa do licuri possui 111 ppm de cobre em sua composição (MEC, 2006), e desta forma constitui fonte alternativa de cobre para ruminantes, além de reconhecidamente também ser fonte de energia e proteína. A produção no semiárido é representada predominantemente pelo conjunto de atividades agropecuárias extrativistas e artesanais, desenvolvidas com o objetivo de assegurar a subsistência dos pequenos produtores. Por outro lado, as tecnologias utilizadas tradicionalmente em equilíbrio com as suas características sócio-econômicas, são bastante frágeis (GUIMARAES FILHO et al., 2000). O rebanho ovino-

caprino representa a principal forma de poupança disponível e constitui fator de segurança indispensável à sobrevivência da família, tanto pela sua melhor adaptação às condições do meio, como pela sua fácil comercialização. Estes produtores, na sua imensa maioria, não dispõem de recursos financeiros para comprar suplementos como grãos, que por si só já constituiria uma fonte de cobre, nem sal mineralizado com adição de cobre, de marca idônea, para ovinos e caprinos.

Em função da disponibilidade do licuri em uma região socioeconomicamente tão frágil como semiárido, este fruto é uma interessante opção a ser utilizada na alimentação animal como fonte de cobre, como forma de melhoria na sanidade e na qualidade do produto animal para a nutrição humana.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial da torta de licuri como fonte alternativa de cobre para ovinos criados no semiárido.

3.2 ESPECÍFICOS

Avaliar os teores de cobre acumulados em fígado de ovinos suplementados ou não com sal mineral ou torta de licuri;

Verificar a possibilidade de ocorrência de carência de cobre em fêmeas ovinas e/ou cordeiros criados exclusivamente com forragem no semiárido;

Avaliar alguns parâmetros bioquímicos de ovinos mantidos exclusivamente com forragem, e suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral próprio para ovino.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS, ALIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES

Foram utilizados 24 ovinos fêmeas, sem padrão racial nativas de criações extensivas da caatinga, híginas, com idade média de doze meses de idade e com média de 20 kg de peso vivo no início do experimento. Os animais foram mantidos em baias coletivas com capacidade para quatro ovinos cada, no setor de ovinocultura do campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Os ovinos foram soltos em área com caatinga durante o dia. o manejo destes animais simulou uma criação extensiva, tradicional na região semiárida, com a vegetação da caatinga a disposição para alimentação. Antes do início do período experimental, todos os animais foram vermifugados com anti-helmíntico a base de moxidectina, e vacinados com vacina anti-rábica e anti-clostridioses. Devido à seca que atingiu a região nos últimos anos e consequente escassez de vegetação na caatinga, os animais receberam diariamente no cocho complemento de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) picado.

4.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Os 24 ovinos foram distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado em três grupos, de oito animais cada, e receberam os seguintes tratamentos dietéticos:

- 1- CONTROLE - Volumoso e sal branco comum *ad libitum*;
- 2- SAL MINERAL - Volumoso e sal mineral, contendo cobre, específico para ovinos (OVINOFÓS®) *ad libitum*;
- 3- LICURI - Volumoso e fornecimento de 300 g de torta de licuri/animal/dia misturado ao sal branco (15% de sal branco).

Um mês após o início do período de adaptação, os animais foram

submetidos a uma biópsia hepática, com técnica utilizada por ANTONELLI (2007), para obtenção de amostra de tecido hepático para determinação de cobre e ferro, onde utilizou-se como anestésicos quetamina (15mg/Kg) e xilazina (0,02mg/Kg), e após tricotomia e antissepsia da região do flanco esquerdo, foi realizada a incisão da pele e musculaturas, e com o auxílio da pinça atraumática é pinçado uma borda do fígado de forma que diminua a hemorragia durante a coleta do material hepático através de incisão com lâmina de bisturi, após 6 minutos é retirado a pinça e sutura as camadas musculares com fio absorvível catgut e por último realiza-se a sutura cutânea com fio inabsorvível de nylon. O animal recebe aplicações a cada 48 horas de antibiótico de amplo espectro e analgésicos.

Após quatro semanas da realização da biópsia, iniciou-se o manejo reprodutivo a fim de que as fêmeas engravidassem, realizando sincronização do cio utilizando o esquema da Figura 1, e ao invés da Inseminação Artificial, as fêmeas foram colocadas com reprodutores durante o período determinado para a estação de monta.

Os filhotes que nasceram foram mantidos juntamente com suas mães. Todos os filhotes foram examinados diariamente durante este período para detectar sintomas de ataxia enzoótica, ou quaisquer outros sintomas de deficiência cúprica.

Após três meses da parição, as matrizes foram submetidas a uma segunda biópsia hepática para determinação dos teores hepáticos de cobre, zinco, ferro e molibdênio, com técnica utilizada por ANTONELLI (2007). As fêmeas que não engravidaram foram submetidas à segunda biópsia após 8 meses do período da estação de monta.

Os filhotes que porventura estivessem vivos também foram submetidos a biópsia hepática, utilizando a mesma técnica supracitada.

Todos os animais foram pesados a cada 30 dias no decorrer do experimento.

As fêmeas foram acompanhadas em período experimental por dez meses.



Figura 1 – Esquema de sincronização do cio e hormônios utilizados

4.3 COLETA DE MATERIAIS BIOLÓGICOS E ANÁLISES LABORATORIAIS

Os animais foram observados diariamente no decorrer do experimento. Amostras de sangue foram coletadas mensalmente durante nove meses. Amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular, em tubos siliconizados de coleta a vácuo (Vacutainer®) sem anticoagulantes para obtenção de soro. Após centrifugação e condicionamento em tubos tipo eppendorf, as amostras que não foram analisadas imediatamente foram congeladas à temperatura de -20°C para análise posterior.

Foram determinadas as concentrações de cobre, zinco, ferro e molibdênio séricos, segundo recomendações de LOPEZ-ALONSO et al. (2006). Foram determinadas também os teores de uréia, creatinina, proteínas séricas totais, albumina e atividades de gama glutamiltransferase (GGT) e de aspartato aminotransferase (AST), além da atividade da ceruloplasmina.

As análises bioquímicas foram processadas no analisador bioquímico digital semiautomático marca Doles® modelo D-250 e no espectrofotômetro digital marca Celm® modelo E-225D.

A concentração de uréia foi determinada através de método cinético (TALKE e SCHUBERT, 1965), utilizando kit comercial Doles®.

Os teores de creatinina foram determinados através de método cinético (OWEN et al., 1954), utilizando kit comercial Doles®.

A concentração de proteínas totais foi determinada através de método colorimétrico (WEICHSELBAUM, 1946), utilizando kit comercial Doles[®].

Os teores de albumina foram determinados através de método colorimétrico (MIYADA et al., 1972), utilizando kit comercial Doles[®].

A atividade de AST foi determinada através de método cinético (BERGMEYER et al., 1978), utilizando kit comercial Doles[®].

A atividade de GGT foi determinada através de método cinético (ROSALKI e TARLOW, 1974), utilizando kit comercial Doles[®].

A atividade ceruloplasmina sérica foi determinada por método colorimétrico, segundo Schosinsky et al. (1974).

As concentrações de cobre, molibdênio, ferro e zinco foram determinadas através de espectrometria óptica por emissão de plasma (ICP) (MILES et al., 2001).

Duas biópsias de fígado foram realizadas nas fêmeas e uma biópsia hepática nos filhotes, por meio de protocolo anestésico e técnicas utilizadas por ANTONELLI (2007). A primeira foi realizada três meses após o início do período experimental, e a segunda ao término do experimento, quando os filhotes foram desmamados aos três meses de idade, ou após oito meses do período de estação de monta nas fêmeas que não emprenharam. Após a coleta, os fragmentos foram mantidos congelados a -20^o C até a realização das determinações dos teores de cobre, molibdênio, ferro e zinco.

Cordeiros que porventura sucumbiram, foram necropsiados e amostras do SNC foram acondicionadas em solução de formol neutro e tamponada a 10% e processadas pelos métodos histopatológicos de rotina e corados pela Hematoxilina–Eosina, no Laboratório de Patologia Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco – campus Ciências Agrárias, e fragmentos do fígado foram armazenados para determinação de minerais.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram processadas com auxílio de programa estatístico computadorizado MINITAB RELEASE 13 (2000).

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua distribuição normal pela prova de Kolmogorov-Smirnov (SIEGEL, 1975).

Posteriormente, os dados foram inicialmente avaliados por meio de teste F (análise de variância), e quando significativo, as médias foram confrontadas pelo teste de Tukey (SAMPAIO, 1998). Foram consideradas significativas as diferenças cujo valor de “p” apresentou valores iguais ou inferiores a 5% ($p \leq 0,05$).

No estudo da relação entre duas variáveis foram calculados os coeficientes de correlação (SNEDCOR e COCKRAN, 1967) e obtidas as equações de regressão. Ficou estabelecido que existiu uma correlação de alta intensidade entre as variáveis quando $r > 0,60$; média intensidade quando $0,30 \leq r \leq 0,60$; e de baixa intensidade quando $r < 0,30$, considerando também que o nível de significância obtido nas correlações foi igual ou inferior a 5% (LITTLE e HILLS, 1978).

4.6 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos na experimentação animal, sendo que o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Estudos Humanos e Animais da Universidade Federal do Vale do São Francisco (CEEHA/UNIVASF), protocolo número 27091066.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise da água encontra-se no Quadro 1, sendo fundamental o resultado referente à salinidade da água, que foi considerada como com salinidade muito baixa com baixo teor de sódio.

Quadro 1 – Análise química da água ofertada aos animais

Variáveis	Resultado	Referência
Cálcio (mmol/L)	0,30	
Magnésio (mmol/L)	0,41	
Sódio (mmol/L)	0,10	
Potássio (mmol/L)	0,00	
Cátions totais (mmol/L)	0,81	
Carbonatos (mmol/L)	0,00	
Bicarbonatos (mmol/L)	0,29	
Sulfatos (mmol/L)	0,22	
Cloretos (mmol/L)	0,25	
Ânions totais (mmol/L)	0,76	
Dureza total (mg/dL)	3,53	
Relação de absorção de sódio	0,12	

Fonte: Laboratório Agroambiental - Embrapa Semiárido

Avaliando o resultado da água, a sua baixa salinidade não foi limitante para ingestão de sal pelos animais, apesar da espécie ovina ter comprovada tolerância à salinidade da água (MARKWICK, 2007). A alta salinidade da água também induz a uma maior ingestão de água (GONÇALVES et al., 2009), o que poderia interferir negativamente no experimento, pois água com salinidade excessiva (acima de 7000 mg/L) influencia negativamente no consumo de suplemento mineral em bovinos (HADDAD, 1999). Segundo ARAÚJO et al. (2011), a água ofertada aos animais, de acordo com sua salinidade, foi considerada muito boa, podendo ocasionalmente causar diarreia em animais que não acostumados a este tipo de água, fato que não ocorreu com os animais deste experimento.

Em estudos de deficiências de minerais, a avaliação de tecidos animais é mais precisa, pois retrata a contribuição do ambiente total (água, forragem e solo) sobre o estoque mineral no organismo (McDOWELL e CONRAD, 1977). Uma das maiores desvantagens da análise de elementos presentes nas forragens é a não garantia de amostras representativas de que o gado consome, e a análise do solo pode indicar prováveis deficiências mineral do gado, mas geralmente não são confiáveis e são de difícil interpretação (MC DOWELL e CONRAD, 1977). No Quadro 2 foi demonstrado a composição do Sal mineral comercial (Ovinofós Tortuga) oferecido aos animais do grupo Sal mineral. E no Quadro 3 podemos verificar a composição mineral das forragens e da torta de Licuri consumida pelos animais. Foi feita apenas uma análise para que fosse possível destacar o que os animais consumiam.

Quadro 2 – Composição do sal mineral comercial fornecido aos ovinos

COMPOSTO	QUANTIDADE
Cálcio (%)	8,2
Fósforo (%)	6,0
Enxofre (%)	1,2
Cobre (ppm)	350
Zinco (ppm)	2.600
Ferro (ppm)	700
Molibdênio (ppm)	180

Quadro 3 – Composição mineral das forragens e torta de licuri consumidas pelos ovinos

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA	CAPIM ELEFANTE¹	CAPIM BUFFEL²	FEIJÃO DE ROLA³	ORELHA DE ONÇA⁴	MATA PASTO⁵	MALVA- BRANCA⁶	TORTA DE LICURI⁷
Matéria seca (%)	22,00	21,00	23,60	21,40	23,15	23,75	86,10
Cobre (ppm)	5,00	2,44	3,15	2,80	3,47	3,09	6,14
Zinco (ppm)	17,27	7,35	53,80	19,32	12,15	8,18	29,00
Ferro (ppm)	57,21	71,33	170,18	62,80	72,85	37,94	73,23

Nota: Nomes científicos: 1 - *Pennisetum purpureum*; 2 - *Genchrus Ciliaris* L.; 3 - *Macroptilium lathyroides*; 4 - *Macroptilium martii*; 5 - *Cassia tora*; 6 - *Cassia uniflora*; 7 - *Syagrus coronata*

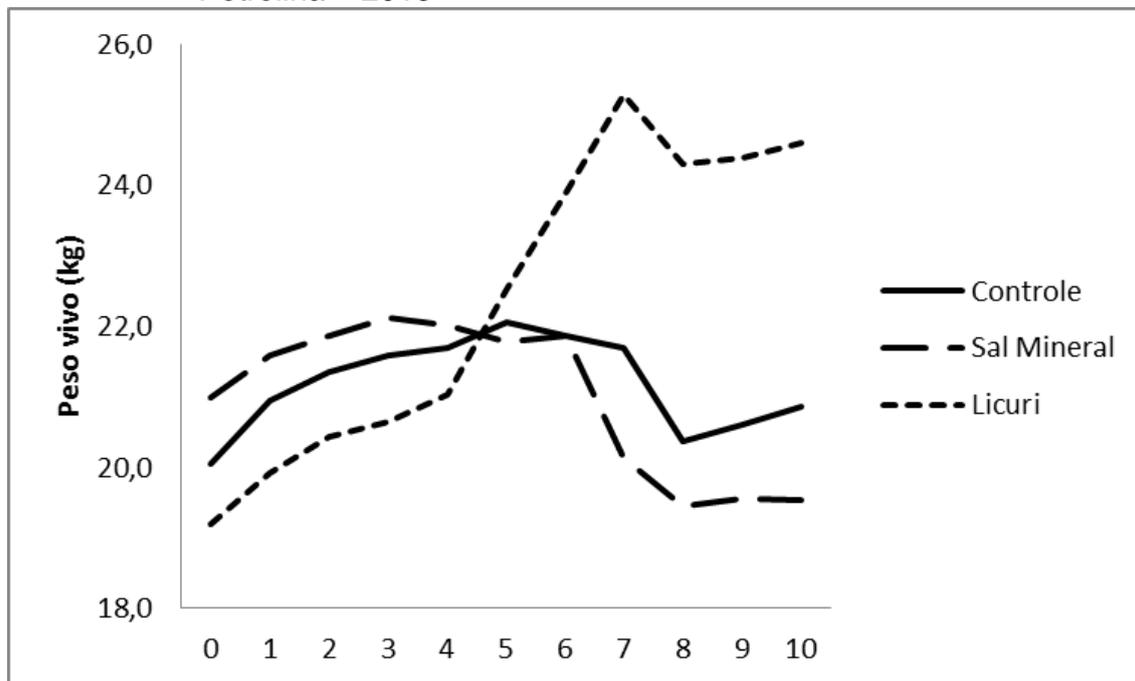
Em relação ao peso dos animais, todos os ovinos dos grupos Controle e Sal Mineral mantiveram o peso durante todo o período experimental, não havendo diferença significativa entre os tempos, provavelmente devido à restrição da alimentação pela seca, mesmo com a suplementação com capim elefante picado, conforme verificado na Tabela 1 e Gráfico 1. Já o Grupo que recebeu Licuri mostrou ganho de peso médio significativo em relação ao peso médio no início do experimento a partir do 6º mês, atingindo valores mais elevados ao final do 7º mês, conforme mostra a Tabela 1. Na comparação entre os grupos, os animais do grupo Licuri apresentaram maior peso médio que os animais do grupo Sal mineral a partir do 7º mês, e do grupo Controle apenas no 8º mês

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão do peso vivo (kg) de ovinos fêmeas adultas suplementadas ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	20,0 ± 2,9	21,0 ± 1,9	19,2 ± 1,5 ^D
1	20,9 ± 2,7	21,6 ± 1,8	19,9 ± 1,5 ^D
2	21,4 ± 2,6	21,9 ± 1,8	20,4 ± 1,5 ^{CD}
3	21,6 ± 2,6	22,1 ± 1,8	20,6 ± 1,5 ^{BCD}
4	21,7 ± 2,5	22,0 ± 1,9	21,0 ± 1,2 ^{BCD}
5	22,1 ± 2,4	21,8 ± 2,4	22,5 ± 1,0 ^{ABCD}
6	21,9 ± 2,6	21,9 ± 2,9	23,9 ± 2,0 ^{ABC}
7	21,7 ± 2,1 ^{ab}	20,1 ± 2,4 ^b	25,3 ± 3,2 ^{aA}
8	20,4 ± 2,3 ^b	19,4 ± 2,9 ^b	24,3 ± 3,4 ^{aABC}
9	20,6 ± 2,6 ^{ab}	19,6 ± 3,1 ^b	24,4 ± 3,2 ^{aABC}
10	20,9 ± 2,7 ^{ab}	19,5 ± 3,2 ^b	24,6 ± 3,3 ^{aAB}

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$). Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$).

Gráfico 1 – Evolução média de peso vivo (kg) de ovinos fêmeas adultas suplementadas ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



A razão pela qual o grupo que recebeu Licuri apresentou valores mais elevados de peso médio provavelmente deve-se pelo fato de que o Licuri apresenta um teor protéico elevado (em torno de 25,5%), diferentemente dos outros grupos que não tinham acesso a uma fonte suplementar de proteína. A avaliação da variação de peso é o parâmetro principal para avaliar os resultados de pesquisas de deficiências nutricionais (TOKARNIA et al., 1988; TOKARNIA et al., 2010), e desta forma pode-se mostrar que o Licuri foi efetivo como suplemento para os ovinos, pois o ganho de peso neste grupo foi significativamente superior ao peso médio inicial e aos demais grupos.

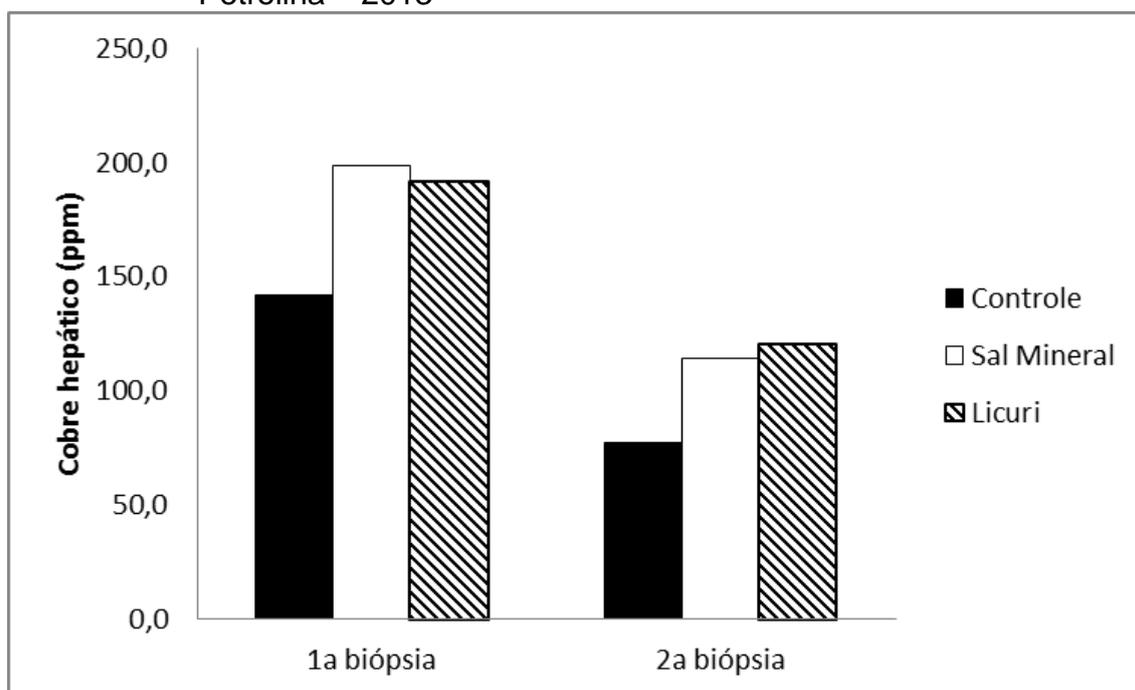
Quando comparamos os valores hepáticos de cobre obtidos, não existiu diferença entre as concentrações cúpricas dos grupos Controle, Sal mineral e Licuri, tanto na primeira quanto na segunda biópsia. Mas tanto o grupo controle como o grupo Sal mineral mostraram uma queda significativa na 2ª biópsia em relação a 1ª, conforme verificamos na Tabela 2 e Gráfico 2. Já os animais do grupo Licuri não mostraram diferença significativa ($p=0,15$) entre a primeira e a segunda biópsia.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão de cobre hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Biópsia	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
1 ^a	141,6 ± 58,0 ^A	198,3 ± 98,9 ^A	191,8 ± 113,6
2 ^a	77,1 ± 56,6 ^B	114,0 ± 75,5 ^B	120,9 ± 76,5

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 2 - Valores médios de cobre hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Estes resultados sugerem que a quantidade de cobre presente no Licuri pode ter sido responsável em não deixar os teores hepáticos de cobre diminuir significativamente em relação à primeira biópsia. Tanto os valores da 1^a como da 2^a biópsia para todos os grupos são inferiores aos encontrados por SILVA JÚNIOR (2013) para ovinos abatidos na microrregião de Petrolina-PE. Apesar de SUTTLE (1986) afirmar que o cobre hepático represente mais o acúmulo do mesmo no organismo do que um indicador de deficiência, muitos autores indicaram valores inferiores aos achados neste trabalho e determinaram como deficiência aparente ou inaparente de cobre. E é preciso destacar que os valores obtidos na 2^a biópsia para todos os grupos podem ser considerados como de deficiência marginal, pois segundo TOKARNIA et al (1971) ovinos

com deficiência de cobre mostraram valores médios de cobre hepático de 125 ppm, enquanto que SANTOS et al. (2006) encontrou que ovinos apresentaram quadro clínico de ataxia enzoótica com valores que variaram de 19,4 a 140 ppm.

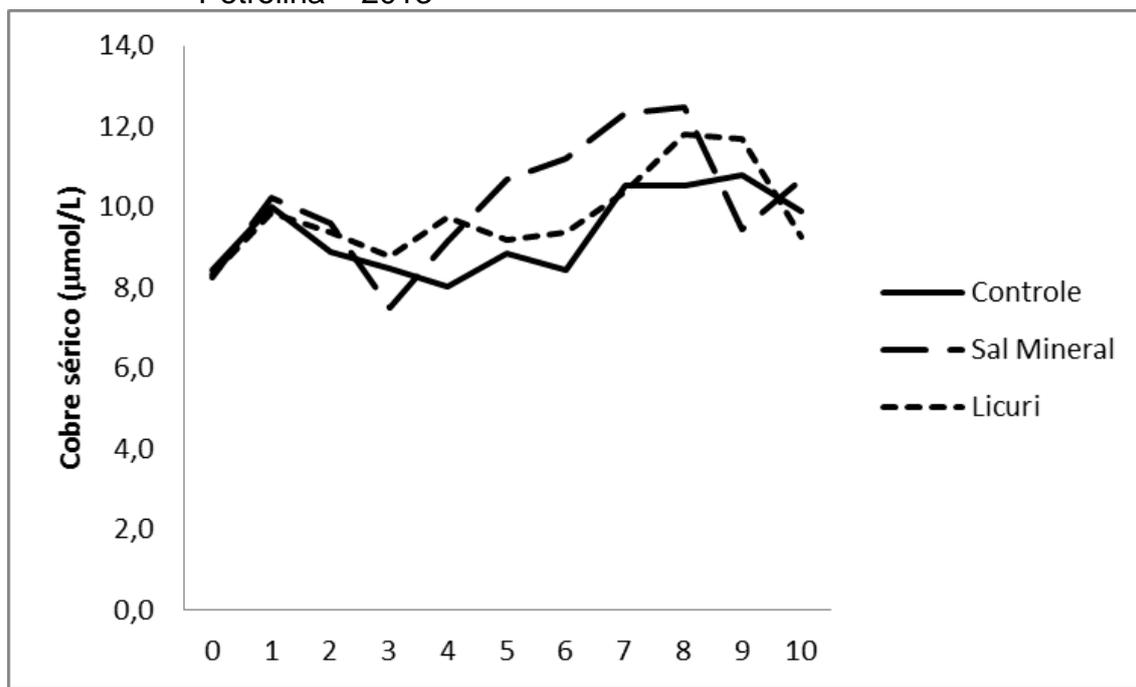
Não houve diferença significativa para concentração sérica de cobre entre os grupos em todos os tempos, exceto no tempo 6, onde o grupo Sal mineral apresentou valores significativamente superiores ao grupo Controle. Não houve diferença entre os tempos dentro dos grupos, exceto no grupo Sal mineral, onde o tempo 7 apresentou valores significativamente superiores ao tempo 3, conforme podemos constatar na Tabela 3 e Gráfico 3.

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrão de cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	8,4 \pm 2,1	8,3 \pm 1,4 ^{AB}	8,3 \pm 1,1
1	10,0 \pm 2,2	10,2 \pm 2,6 ^{AB}	9,8 \pm 2,1
2	8,9 \pm 2,1	9,6 \pm 3,2 ^{AB}	9,4 \pm 1,2
3	8,5 \pm 1,9	7,5 \pm 0,8 ^B	8,8 \pm 2,7
4	8,0 \pm 2,2	9,1 \pm 2,1 ^{AB}	9,8 \pm 2,6
5	8,8 \pm 1,7	10,7 \pm 3,5 ^{AB}	9,2 \pm 2,2
6	8,5 \pm 1,8 ^b	11,2 \pm 0,8 ^{aAB}	9,4 \pm 2,0 ^{ab}
7	10,5 \pm 2,6	12,3 \pm 4,0 ^A	10,4 \pm 2,1
8	10,5 \pm 1,9	12,5 \pm 2,9 ^{AB}	11,8 \pm 3,2
9	10,8 \pm 2,8	9,4 \pm 2,2 ^{AB}	11,7 \pm 3,0
10	9,9 \pm 2,0	10,7 \pm 1,4 ^{AB}	9,2 \pm 0,7

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 3 - Valores médios de cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Os valores de cobre sérico obtidos estão dentro dos valores apresentados por PAYNTER (1982), que variou de 7,0 a 12,8 ppm. Já SILVA JÚNIOR (2013) em estudo recente estabeleceu como valores de referência para ovinos abatidos na microrregião de Petrolina 10,5 $\mu\text{mol/L}$ para animais terminados no período seco e 10,3 $\mu\text{mol/L}$ para ovinos abatidos no período chuvoso. Em estudo realizado em Mossoró-RN (SOUSA et al., 2012), foi encontrado em um surto de ataxia enzoótica valores médios de cobre plasmático de 5,9 e 5,2 $\mu\text{mol/L}$ em duas propriedades. Segundo SUTTLE (2010), para que pequenos ruminantes apresentem quadro de deficiência de cobre sem manifestação clínica aparente, é necessário que o valor sérico deste microelemento varie entre 3 a 9 $\mu\text{mol/L}$, que neste experimento foi verificado em 6 coletas no grupo Controle e duas coletas nos grupos Sal Mineral e Licuri, onde sugere-se que a suplementação pode ter sido efetiva em manter o nível de cobre sérico acima do considerado deficiente.

Na análise de relação dos valores de cobre sérico e cobre hepático, verificamos que os valores obtidos quando da 1ª biópsia mostram uma relação de 0,41, enquanto que na 2ª biópsia essa relação é de 0,30, ambas consideradas de média intensidade, como mostram os Gráficos 4 e 5.

Gráfico 4 – Relação do cobre hepático (ppm) com o cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 1ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

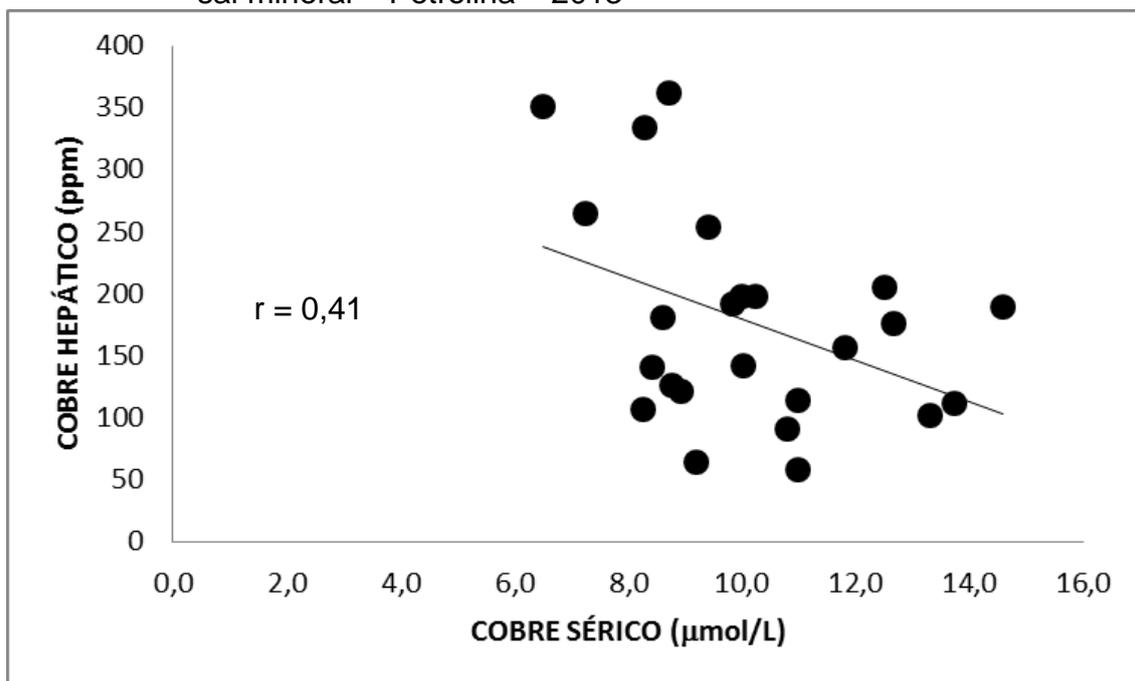
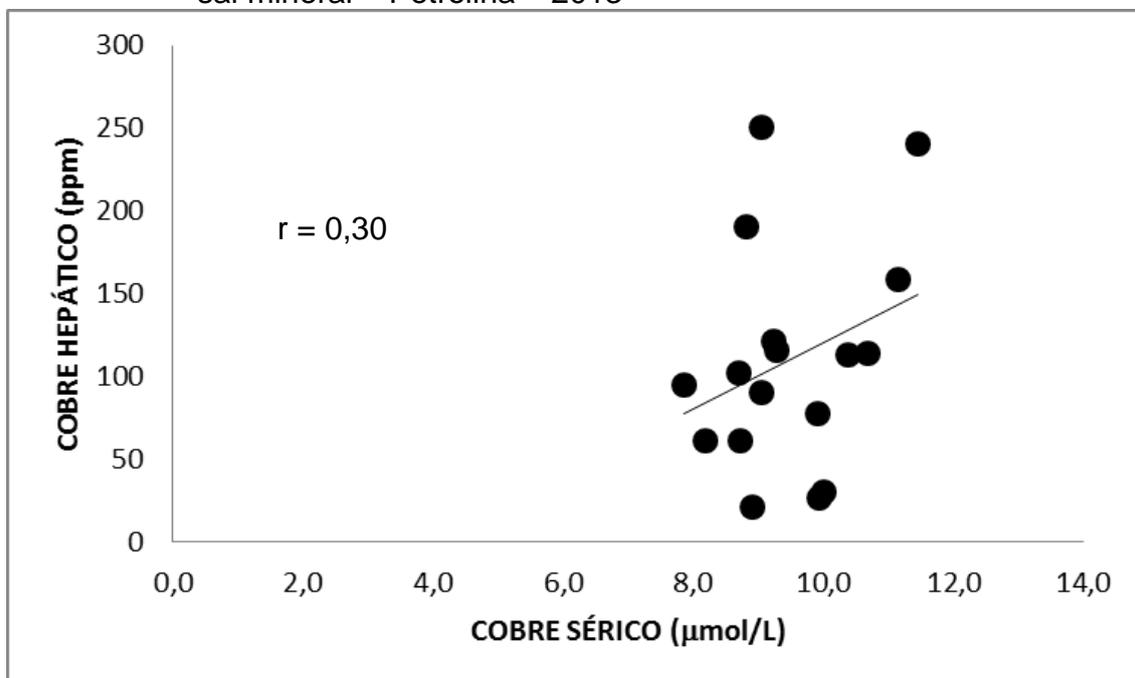


Gráfico 5 – Relação do cobre hepático (ppm) com o cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 2ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Quando avaliado os valores de zinco hepático, não existiu diferença entre os grupos Controle, Sal mineral e Licuri, tanto na primeira quanto na

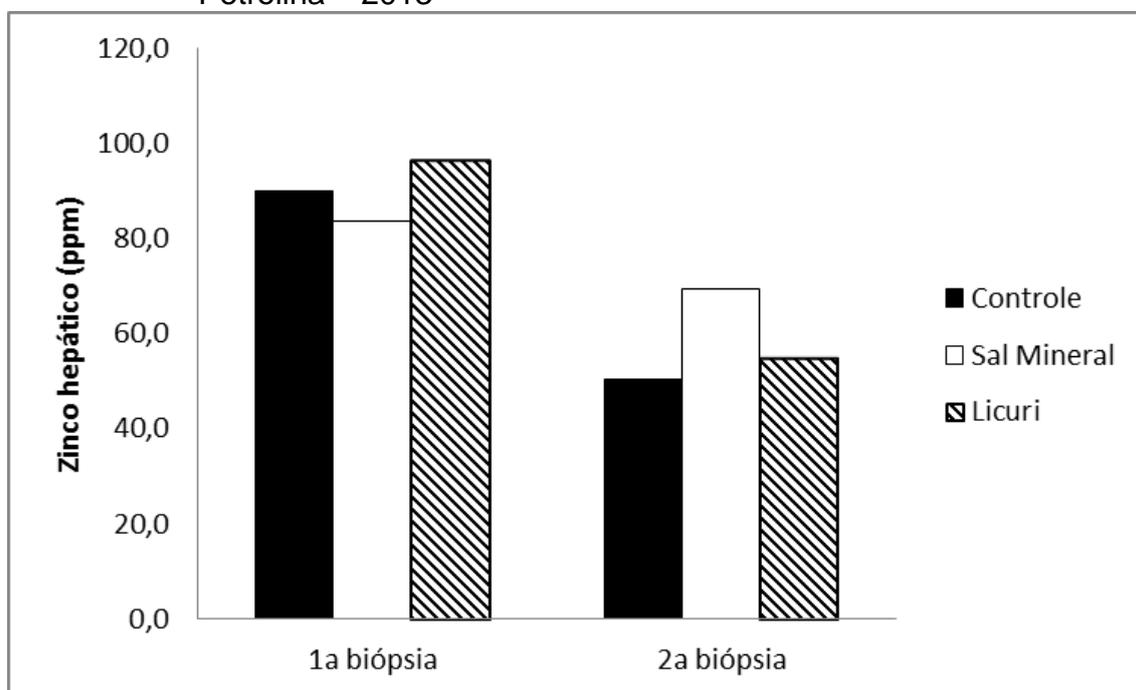
segunda biópsia, conforme podemos constatar na Tabela 4 e Gráfico 6. Mas nos grupos Controle e Licuri houve uma diminuição significativa nos valores de zinco hepático obtidos na 2ª biópsia em relação à primeira, enquanto que no grupo Sal mineral não houve variação significativa nos valores hepáticos de zinco entre a primeira e a segunda biópsia ($p = 0,33$).

Tabela 4 - Valores médios e desvios padrão de zinco hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Biópsia	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
1ª	89,8 ± 9,9 ^A	83,5 ± 7,6	96,1 ± 10,7 ^A
2ª	50,3 ± 6,8 ^B	69,3 ± 32,1	54,8 ± 10,2 ^B

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 6 - Valores médios de zinco hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



A não ocorrência de diferença significativa entre as biópsias do grupo Sal mineral pode ser explicado pela presença de zinco em quantidades satisfatórias no sal mineral fornecido a este grupo (2.500 ppm de zinco) durante

o período experimental, enquanto que os demais grupos não tinham acesso a uma alimentação que fosse fonte de zinco. Mas mesmo com a suplementação pelo sal mineral, os teores de zinco hepático encontrados neste trabalho estiveram abaixo dos relatados por TOKARNIA et al. (1988), que afirmou que os teores de zinco hepáticos variavam na normalidade entre 101 e 200 ppm, por MARQUES (2010), com valores médios foi de 128,7 ppm, assim como por ANTONELLI (2007) em ovinos, que relatou valores normais variando de 120 a 138 ppm. SILVA JÚNIOR (2013) estabeleceu valores médios de 110 ppm para ovinos fêmeas abatidas na microrregião de Petrolina.

Os resultados deste trabalho para zinco hepático podem ser considerados abaixo da normalidade segundo alguns autores. Como a absorção de zinco é influenciada pela presença de antagonistas como o próprio cobre, cálcio e ferro, que como veremos mais adiante apresentou valores elevados e pode ter contribuído para uma menor absorção de zinco. Animais com carência de zinco apresentam redução no apetite, e apetite seletivo por proteína e gordura do que por carboidrato, além de resultar em anormalidades dermatológicas e desordens ósseas e reprodutivas (SUTTLE, 2010). Como foi verificado neste trabalho, os índices reprodutivos foram baixos, pois o grupo Controle apresentou índice de prenhez de 50%, o grupo Sal Mineral apresentou 37,5%, enquanto que o grupo Licuri apresentou 62,5%, sugerindo claramente que a carência de zinco pode ter contribuído para a baixa taxa de concepção.

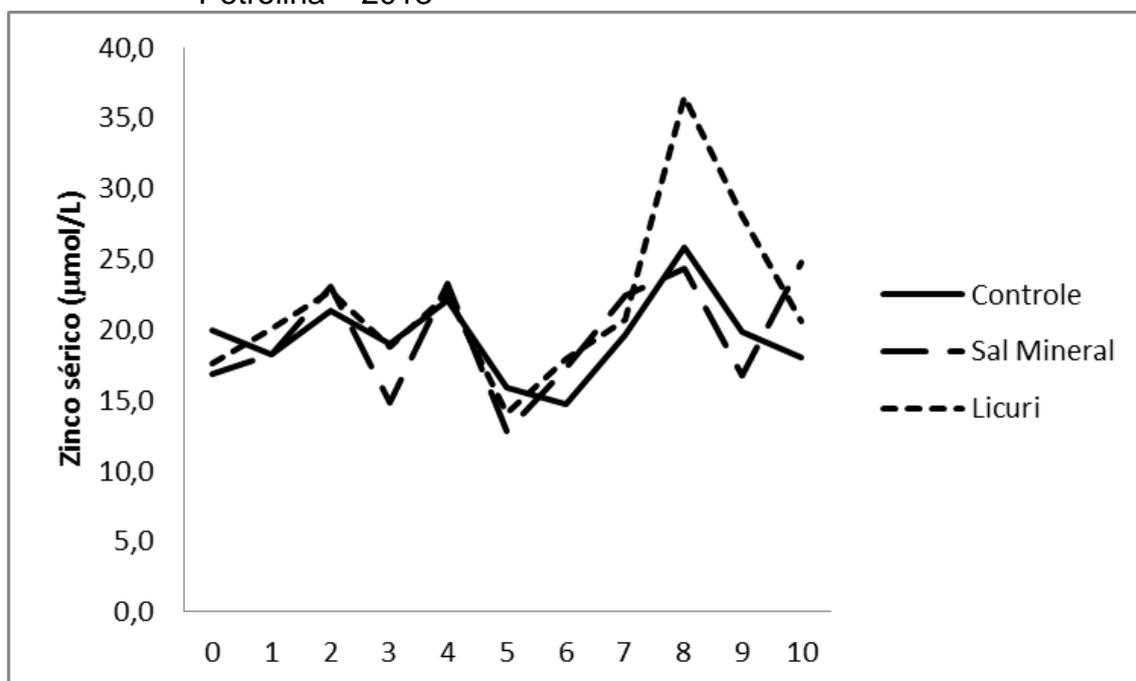
Quando avaliamos o resultado referente ao zinco sérico, verificamos que os valores mais altos foram atingidos após a parição, sendo que nos grupos Controle e Licuri ocorreu já no primeiro mês pós-parto e no grupo Sal mineral no 3º mês pós-parto. Quando comparamos os resultados dos grupos entre si, verificamos que no 1º mês pós-parto, o grupo Licuri apresentou valores significativamente mais altos que os demais grupos, como mostra a Tabela 5 e Gráfico 7.

Tabela 5 - Valores médios e desvios padrão de zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	19,9 \pm 5,7 ^{AB}	16,9 \pm 4,9 ^{AB}	17,5 \pm 4,0 ^C
1	18,3 \pm 2,3 ^{AB}	18,3 \pm 1,9 ^{AB}	20,0 \pm 2,9 ^{BC}
2	21,3 \pm 5,6 ^{AB}	23,0 \pm 6,8 ^A	22,7 \pm 5,7 ^{BC}
3	19,0 \pm 5,5 ^{AB}	14,9 \pm 1,3 ^{AB}	18,8 \pm 5,0 ^{BC}
4	22,1 \pm 6,9 ^{AB}	23,2 \pm 9,9 ^A	22,5 \pm 9,0 ^{BC}
5	15,9 \pm 8,0 ^B	12,8 \pm 3,4 ^B	14,0 \pm 1,8 ^C
6	14,7 \pm 3,4 ^B	17,3 \pm 1,9 ^{AB}	17,9 \pm 3,3 ^C
7	19,6 \pm 4,9 ^{AB}	22,4 \pm 6,0 ^{AB}	20,7 \pm 5,1 ^{BC}
8	25,8 \pm 4,0 ^{bA}	24,4 \pm 6,8 ^{bAB}	36,5 \pm 8,7 ^{aA}
9	19,9 \pm 5,4 ^{abAB}	16,7 \pm 3,9 ^{bAB}	28,0 \pm 7,9 ^{aAB}
10	18,0 \pm 2,3 ^{AB}	24,7 \pm 9,2 ^A	20,6 \pm 2,3 ^{BC}

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 7 - Valores médios de zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Já quando comparamos com a literatura, os valores séricos de zinco estão dentro da normalidade segundo alguns autores. NIEKERK et al. (1990)

dizem que valores para zinco abaixo de $12,2 \mu\text{mol/L}$ indica uma deficiência marginal deste elemento. SUTTLE (2010) afirma que o valor limite inferior de normalidade para zinco sérico em ovinos e caprinos é de $10 \mu\text{mol/L}$. Já SILVA JÚNIOR (2013) mostrou valores que variaram de $19,1$ a $22,8 \mu\text{mol/L}$ como referência para ovinos fêmeas abatidas na microrregião de Petrolina, e desta forma, em algumas coletas temos valores médios inferiores a este. Mas SILVA JÚNIOR (2013) em nenhum momento estabeleceu valores que sugerem um estado de carência. MARQUES (2010) encontrou valores que variaram de $10,6$ a $12,8 \mu\text{mol/L}$. Já VAN RYSSSEN e BRADIFIELD (1992) encontraram valores médios de $15,0 \mu\text{mol/L}$ para zinco em ovelhas mantidas em pastagem. Neste trabalho é possível verificar que as coletas referentes ao final da gestação (4º e 5º mês) foram os que apresentaram os menores valores, provavelmente devido ao crescimento dos fetos que requerem mais nutrientes.

Na análise de relação dos valores de zinco sérico e zinco hepático, verificamos que os valores obtidos quando da 1ª biópsia mostram uma relação de $0,21$, enquanto que na 2ª biópsia essa relação é de $0,26$, ambas consideradas de baixa intensidade, como mostram os Gráficos 8 e 9.

Gráfico 8 – Relação do zinco hepático (ppm) com o zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 1ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

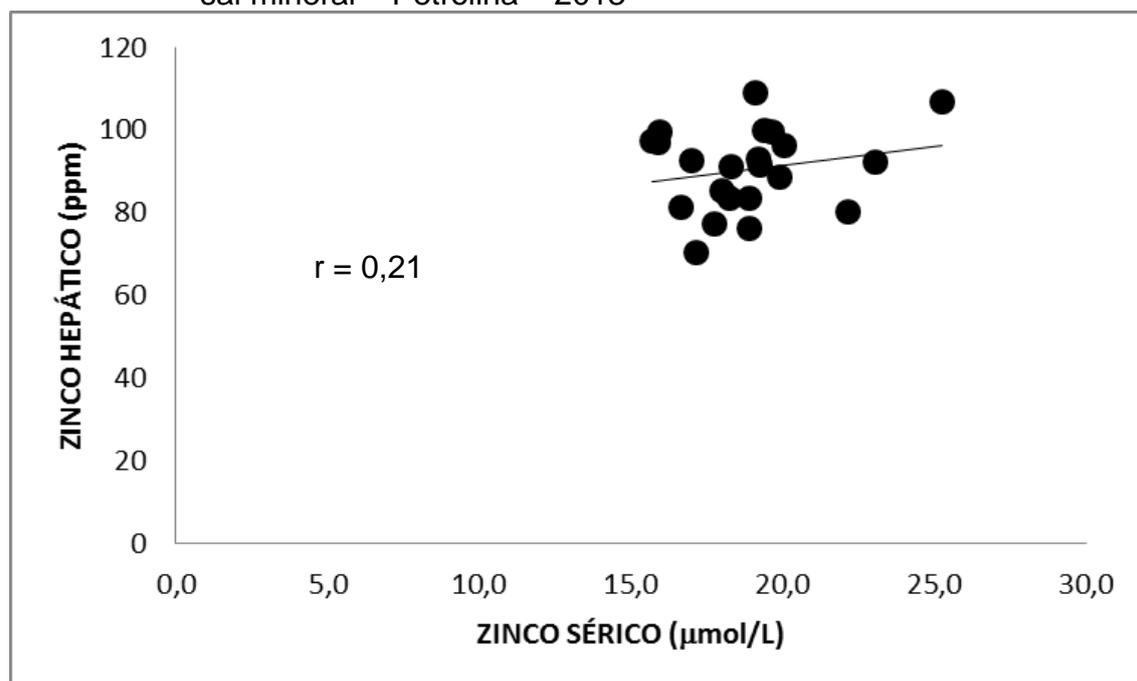
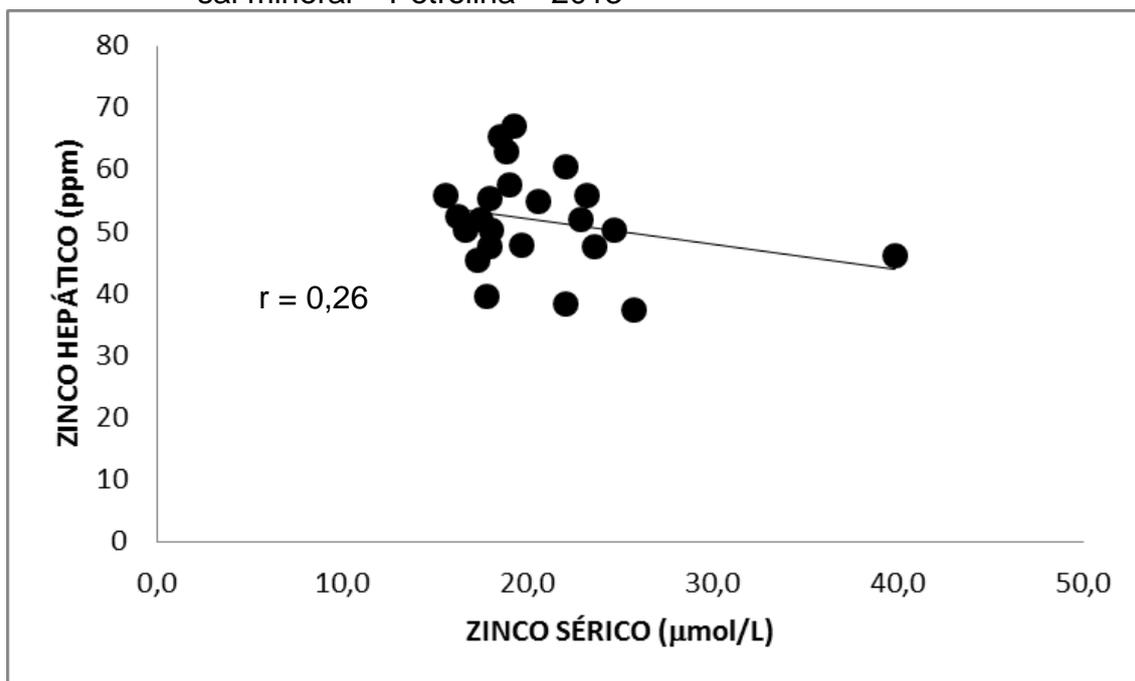
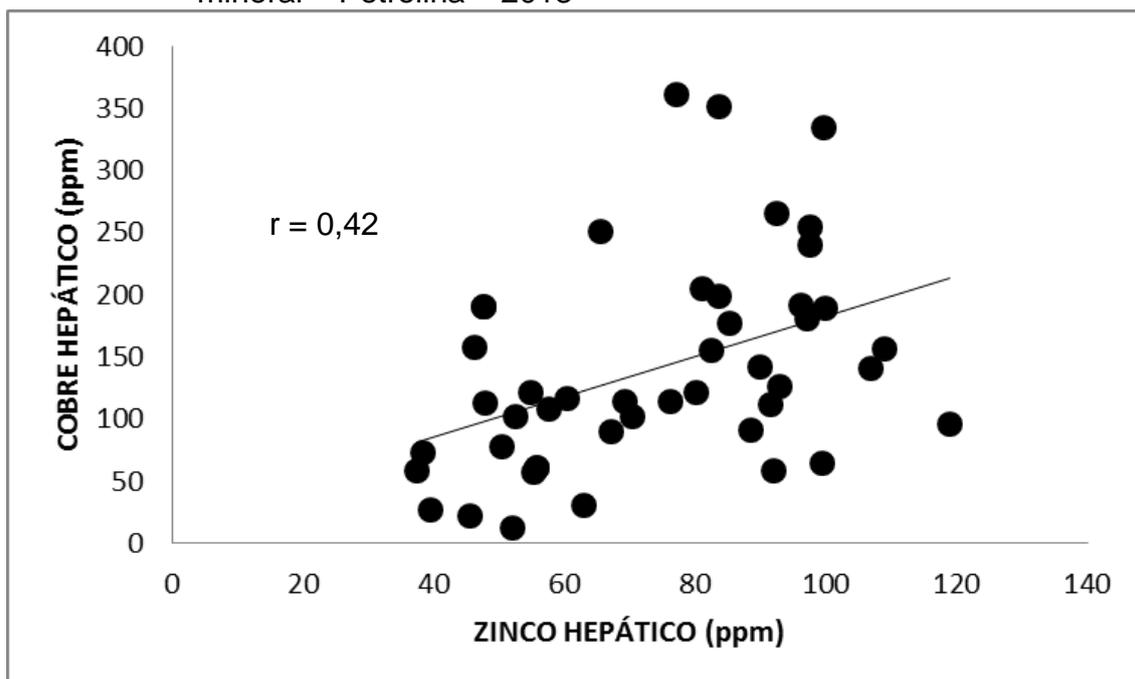


Gráfico 9 – Relação do zinco hepático (ppm) com o zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$) na 2ª biópsia em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Já na análise de relação dos valores de zinco hepático e cobre hepático, obteve-se uma média relação de 0,42, como mostra o Gráfico 10.

Gráfico 10 – Relação do zinco hepático (ppm) com o cobre hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



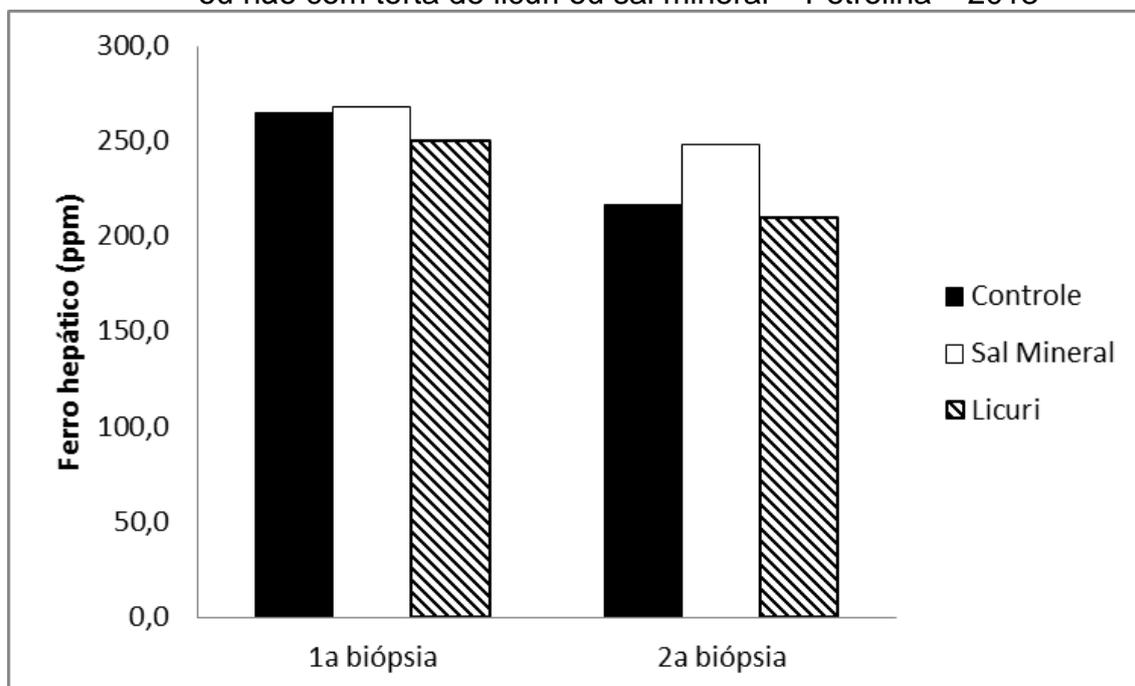
Segundo LÓPEZ-ALONSO et al. (2005), o zinco é o principal estimulador da síntese de metalotioneína hepática, pois quanto maior a concentração de zinco no fígado, maior será seu acúmulo de metalotioneína ($R^2 = 0,69$). Como não ocorreu acúmulo excessivo de cobre neste estudo, conseqüentemente não houve o estímulo necessário para estocar zinco em quantidade elevadas, assim como não foi verificado uma alta relação entre o acúmulo de cobre hepático com o acúmulo de zinco hepático.

Quando comparamos os valores hepáticos de ferro, não existiu diferença entre os grupos, tampouco entre a primeira e segunda biópsias em todos os grupos, conforme verificamos na Tabela 6 e Gráfico 11.

Tabela 6 - Valores médios e desvios padrão de ferro hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Biópsia	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
1ª	264,6 ± 112,6	267,8 ± 70,6	250,3 ± 68,4
2ª	217,0 ± 135,7	248,2 ± 237,1	209,6 ± 77,6

Gráfico 11 - Valores médios de ferro hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Quando comparado entre os grupos, apenas nos 4º e 5º meses foi

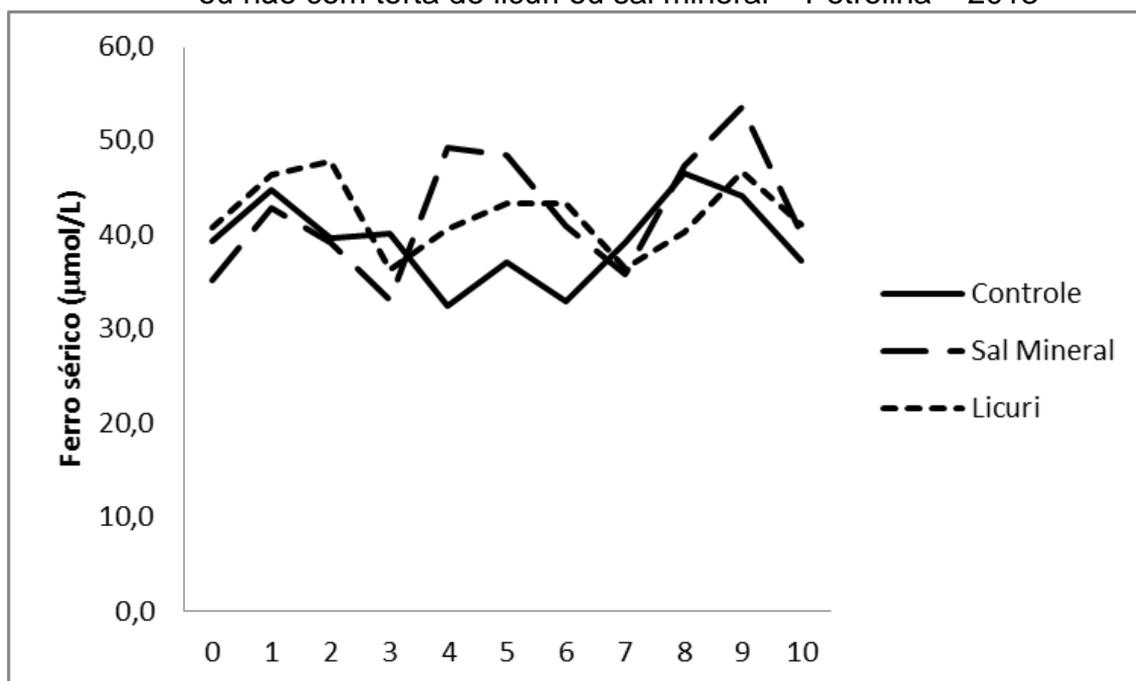
verificado que valores superiores no grupo Sal Mineral em relação ao grupo Controle, conforme mostram a Tabela 7 e Gráfico 12.

Tabela 7 - Valores médios e desvios padrão de ferro sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	39,4 \pm 6,9	35,3 \pm 5,2	40,8 \pm 5,5
1	44,9 \pm 12,5	42,9 \pm 14,2	46,4 \pm 6,4
2	39,7 \pm 7,0	39,2 \pm 9,8	47,9 \pm 6,3
3	40,1 \pm 9,5	33,1 \pm 5,8	36,4 \pm 9,4
4	32,5 \pm 4,1 ^b	49,3 \pm 14,5 ^a	40,6 \pm 8,0 ^{ab}
5	37,1 \pm 5,8 ^b	48,5 \pm 7,7 ^a	43,4 \pm 4,9 ^{ab}
6	33,0 \pm 9,1	41,0 \pm 9,0	43,4 \pm 10,6
7	39,2 \pm 6,5	35,9 \pm 8,1	36,5 \pm 8,7
8	46,6 \pm 9,	47,4 \pm 14,1	40,4 \pm 14,1
9	44,1 \pm 7,5	53,6 \pm 18,9	46,8 \pm 13,7
10	37,2 \pm 5,4	40,2 \pm 13,5	41,1 \pm 6,8

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$).

Gráfico 12 - Valores médios de ferro sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Os resultados de ferro hepático neste estudo mostraram valores muito superiores a valores apresentados na literatura, como por JONES et al. (1984) (138,8 ppm) e MARQUES (2010) (156,1 a 210,5 ppm). TOKARNIA et al. (1988) indica que valores de ferro hepático em ovinos podem variar de 181 a 380 ppm, e SILVA JÚNIOR (2013) demonstrou que ovinos da microrregião de Petrolina podem apresentar valores de ferro no fígado que variam de 233 a 267 ppm. LEITE (2002) sugere que estes valores mais elevados de ferro em ovinos podem estar associados ao hábito alimentar desta espécie, sendo classificados como utilizadores de volumosos, preferindo mais dicotiledôneas herbáceas e gramíneas, e desta forma tem o hábito de pastejar mais rente ao solo (ARAÚJO FILHO et al., 1996; LEITE, 2002).

Pode-se associar esta idéia aos teores de ferro disponíveis nos solos de referência de Pernambuco considerados de médio a alto (OLIVEIRA e NASCIMENTO, 2006), e desta forma sugerir que o hábito de ingerir vegetação mais rasteira predispõe a ingestão de ferro juntamente com o solo, aumentando seus teores no organismo, fato que já foi sugerido por SANTOS et al. (2006) ao observar no agreste do estado de Pernambuco que no período seco as pastagens tornam-se mais escassas, fator que obriga os ovinos a pastarem mais rente ao solo, além de verificarem que por serem em solo arenoso, este recobria, em forma de poeira, as forragens disponíveis para os animais, forçando os animais a ingerirem elevada quantidade de ferro.

Já em relação ao ferro sérico, os valores apresentados estiveram dentro de parâmetros de normalidade, ou discretamente superiores à literatura clássica. Segundo KANEKO et al. (1997), ovinos podem apresentar ferro sérico variando de 29,7 a 39,7 $\mu\text{mol/L}$, já BLOOD (1994) apresenta valores de 37,4 $\mu\text{mol/L}$, e SUTTLE (2010) considera normal o valor médio de $34,6 \pm 1,25 \mu\text{mol/L}$. SILVA JÚNIOR (2013) mostrou valores médios que variaram de 51,3 a 78,5 $\mu\text{mol/L}$, muito acima do encontrado neste estudo. Contudo, MARQUES (2010) destaca valores que variaram de 25,06 a 35,58 $\mu\text{mol/L}$ para ferro sérico em uma região próxima a este estudo. Este fato foi explicado por SILVA JÚNIOR (2013), onde há condição de pluviosidade mais favorável nos municípios alvo de MARQUES (2010) (Granito, Ouricuri e Araripina), além de que ocorreu uma precipitação consideravelmente maior na época em que seu estudo foi conduzido, aumentando a oferta de alimento.

Quantidades elevadas de ferro podem diminuir a biodisponibilidade do cobre e zinco (ORTOLANI, 2006), o que foi verificado neste estudo em relação ao zinco principalmente. O antagonismo do ferro e zinco ocorre devido a dois mecanismos, sendo o primeiro através da proteína transportadora de metal divalente (DMT-1), que carrega o cobre, ferro, zinco entre outros, ocorrendo competição por esta proteína; e o segundo é a competição pela mobiliferrina, proteína responsável pelo transporte intracelular de zinco, ferro, cobalto e chumbo (DUNN et al., 2006; CHASTON et al., 2008).

O ferro em excesso no organismo pode ser prejudicial, pois pode atuar como catalisador na transformação de peróxido de hidrogênio em radicais livres, lesando membranas celulares entre outras estruturas (DOTAN et al., 2004). O fígado, por ser um órgão-estoque do ferro, pode ser afetado pelo excesso de ferro, pois ocorre dano nas membranas celulares dos hepatócitos, podendo resultar em insuficiência hepática (DUNN et al., 2006; MONTEIRO, 2006). Segundo PAPANIKOLAOU e PANTOPOULOS (2005), a concentração de ferro mínima para resultar em lesão hepática necessita ser pelo menos 20 vezes superior ao normal, o que não ocorreu neste estudo.

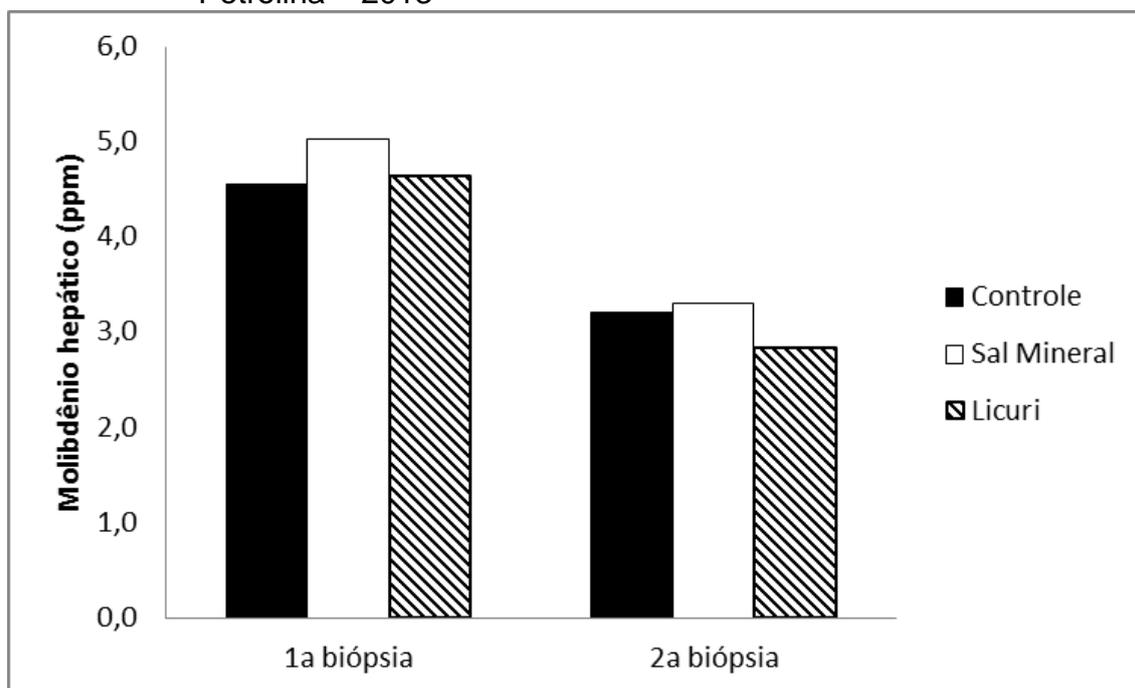
Não houve diferença significativa entre os grupos, quando avaliado o molibdênio hepático, tanto na primeira como na segunda biópsia, conforme podemos constatar na Tabela 8 e Gráfico 13. Mas verificamos uma diminuição significativa nos teores hepáticos de molibdênio na 2ª biópsia nos três grupos avaliados em relação à 1ª biópsia.

Tabela 8 - Valores médios e desvios padrão de molibdênio hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Biópsia	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
1ª	4,5 ± 0,6 ^A	5,0 ± 0,3 ^A	4,6 ± 0,7 ^A
2ª	3,2 ± 0,3 ^B	3,3 ± 0,6 ^B	2,8 ± 0,7 ^B

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos (p < 0,05).

Gráfico 13 - Valores médios de molibdênio hepático (ppm) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



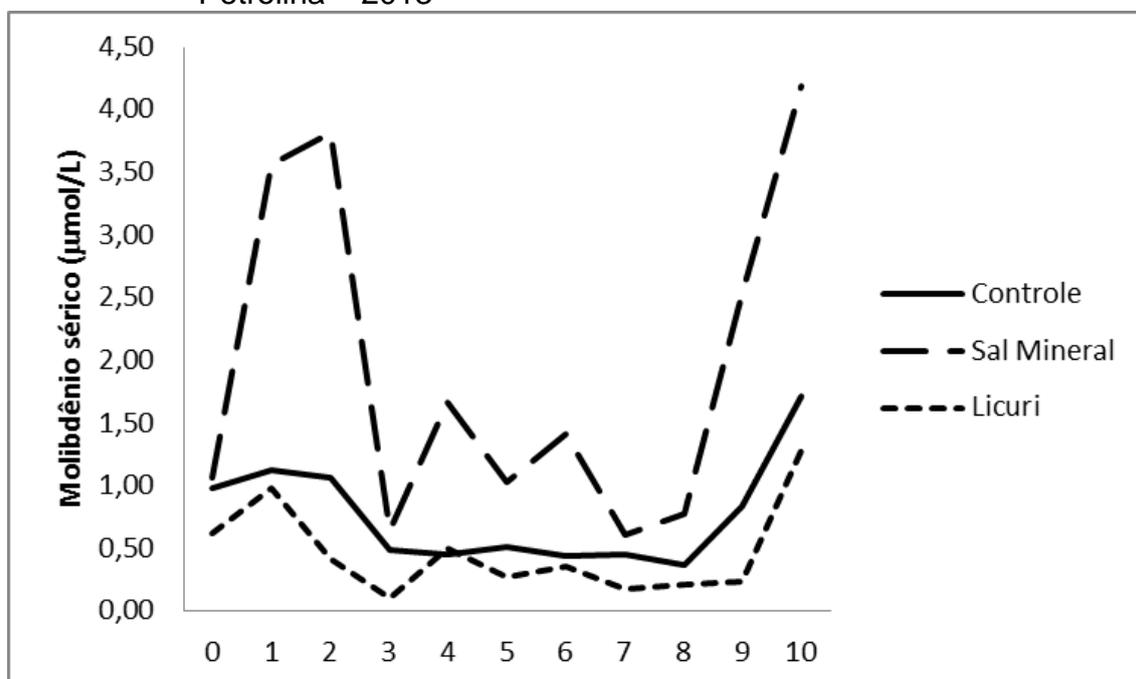
O grupo Sal mineral apresentou valores médios de molibdênio sérico superiores ao valor inicial já no 1º mês em que recebeu o suplemento mineral, persistindo este valor superior, inclusive aos demais grupos por diversos meses. Todos os grupos apresentaram os maiores valores no último mês experimental, conforme verifica-se na Tabela 9 e Gráfico 14.

Tabela 9 - Valores médios e desvios padrão de molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	$0,98 \pm 0,56^{\text{AB}}$	$1,06 \pm 0,71^{\text{C}}$	$0,63 \pm 0,54^{\text{AB}}$
1	$1,13 \pm 0,75^{\text{bAB}}$	$3,57 \pm 1,84^{\text{aAB}}$	$0,98 \pm 1,67^{\text{bAB}}$
2	$1,07 \pm 0,65^{\text{bAB}}$	$3,81 \pm 1,85^{\text{aA}}$	$0,41 \pm 0,52^{\text{bAB}}$
3	$0,49 \pm 0,57^{\text{B}}$	$0,64 \pm 0,39^{\text{C}}$	$0,10 \pm 0,04^{\text{B}}$
4	$0,46 \pm 0,28^{\text{bB}}$	$1,67 \pm 0,68^{\text{aBC}}$	$0,50 \pm 0,18^{\text{bAB}}$
5	$0,52 \pm 0,28^{\text{bB}}$	$1,03 \pm 0,59^{\text{aC}}$	$0,27 \pm 0,12^{\text{bAB}}$
6	$0,44 \pm 0,34^{\text{bB}}$	$1,42 \pm 0,42^{\text{aC}}$	$0,36 \pm 0,09^{\text{bAB}}$
7	$0,46 \pm 0,34^{\text{abB}}$	$0,61 \pm 0,25^{\text{aC}}$	$0,18, \pm 0,07^{\text{bB}}$
8	$0,38 \pm 0,17^{\text{abB}}$	$0,78 \pm 0,52^{\text{aC}}$	$0,21 \pm 0,11^{\text{bAB}}$
9	$0,83 \pm 0,45^{\text{bAB}}$	$2,54 \pm 1,18^{\text{aABC}}$	$0,24, \pm 0,17^{\text{bAB}}$
10	$1,71 \pm 0,90^{\text{bA}}$	$4,19 \pm 2,05^{\text{aA}}$	$1,29 \pm 0,53^{\text{bA}}$

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 14 - Valores médios de molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Quanto aos teores hepáticos de molibdênio, verifica-se que em todos os grupos ocorreu uma queda acentuada em seus teores da 1ª para a 2ª biópsia,

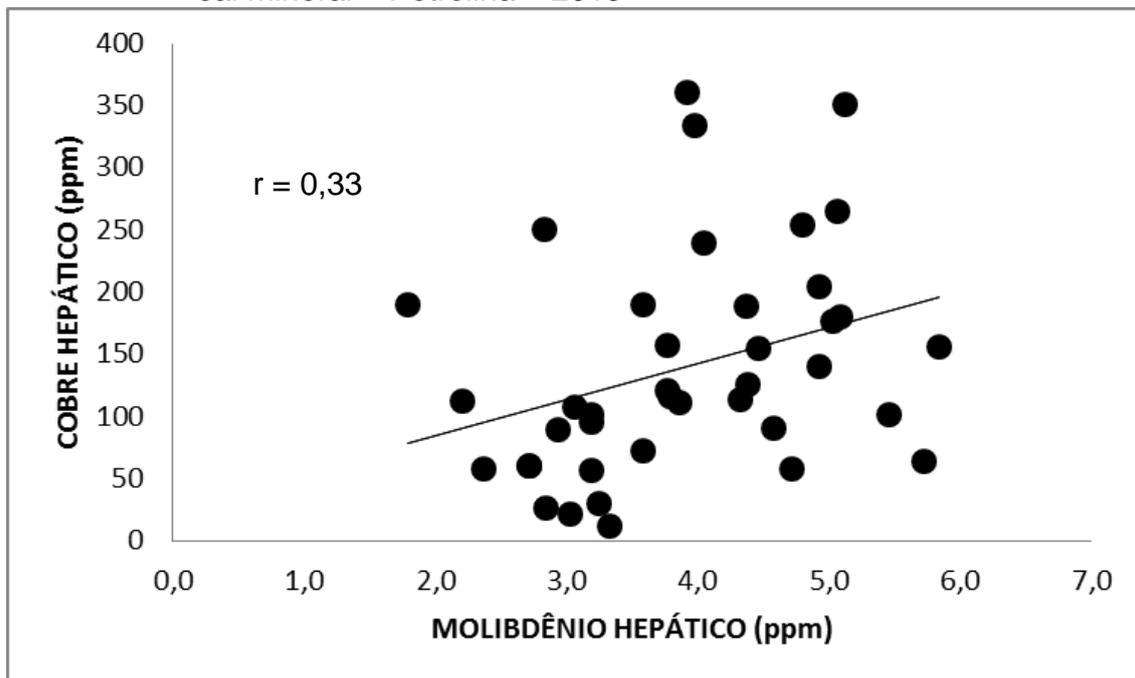
provavelmente pelo excesso de antagonistas ingeridos, principalmente o enxofre, onde há a formação de tiomolibdatos no rúmen, interferindo na sua absorção, assim como na do cobre (SUTTLE, 2010). além dos baixos teores deste elemento nas forragens. De acordo SUTTLE (2010), solos arenosos, semelhantes ao encontrado no local deste experimento, apresentam teores extremamente baixos de molibdênio, o que reflete no baixo teor deste elemento na forragem. Geralmente não há preocupação com a carência de molibdênio, pois não há relato de efeitos adversos decorrentes da hipomolibdenose (SUTTLE, 2010).

Mesmo com a queda nos teores de molibdênio hepático, os mesmo encontram-se dentro dos valores de normalidade encontrados na literatura por ALLEN e GAWTHORNE (1986) com 1,8 ppm até 5,88 ppm. Desta forma, sugere-se que estudos posteriores com este microelemento em animais sejam conduzidos concomitantemente com a determinação de seus teores no solo e alimentos para uma maior compreensão de seu status no organismo, apesar de que sua principal atuação seja de antagonismo em relação ao metabolismo de cobre. Os resultados deste experimento corroboram com os encontrados por SILVA JÚNIOR (2013), que encontrou valores médios que oscilaram entre 2,7 e 3,2 ppm.

Entretanto, a quantidade de molibdênio presente no sal mineral comercial fornecido ao grupo Sal Mineral provavelmente foi fundamental para o maior teor sérico deste elemento, quando comparado com os demais grupos. Estes valores são muito superiores aos encontrados por VAN RYSSEN e STIELAU (1981), que encontraram valores médios de 0,63 $\mu\text{mol/L}$, BOTHA et al. (1995) que determinaram valores médios de 0,52 $\mu\text{mol/L}$, POTT et al. (1999) que encontraram valor médio de molibdênio sérico de 0,10 $\mu\text{mol/L}$, ANTONELLI (2007) que encontrou valores séricos médios de 0,8 $\mu\text{mol/L}$, MARQUES (2010) com valores que variaram de 0,28 a 0,32 $\mu\text{mol/L}$, e SILVA JÚNIOR (2013) com valores de 0,16 $\mu\text{mol/L}$.

Na análise de relação dos valores de molibdênio hepático e cobre hepático, obteve-se uma média relação de 0,33, como mostra o Gráfico 15.

Gráfico 15 – Relação do molibdênio hepático (ppm) com o cobre hepático (ppm) na em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



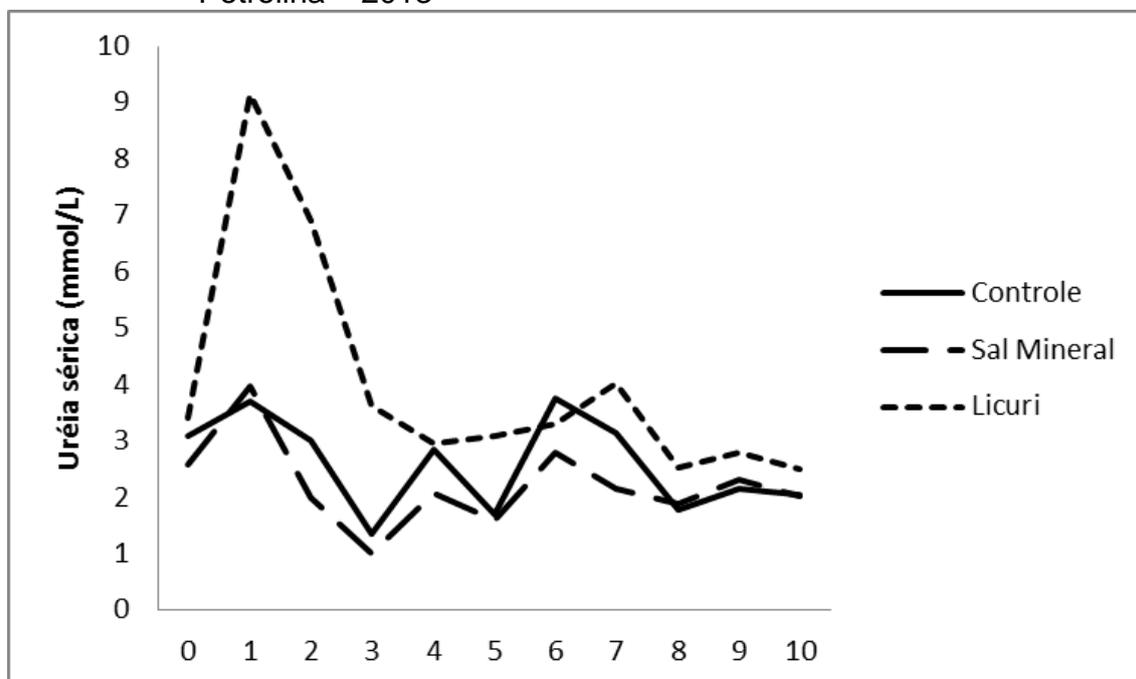
Quando comparamos os valores da concentração de uréia sérica obtidos, os animais do Grupo Licuri apresentaram valores médios mais elevados do que os demais grupos em diversos tempos (Tabela 10 e Gráfico 16). No decorrer do tempo, houve diferença significativa dentro do Grupo Licuri, sendo que nos 1º e 2º meses os valores foram significativamente maiores que os demais. No grupo Controle houve uma queda significativa nos meses pós-parto em relação ao 1º mês de experimento.

Tabela 10 - Valores médios e desvios padrão de concentração sérica de uréia (mmol/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	3,1 ± 1,0 ^{AB}	2,6 ± 1,0 ^{BC}	3,4 ± 1,5 ^B
1	3,7 ± 1,1 ^{bA}	4,0 ± 1,1 ^{bA}	9,1 ± 2,8 ^{aA}
2	3,0 ± 1,4 ^{bAB}	2,0 ± 0,5 ^{bBC}	6,9 ± 1,0 ^{aA}
3	1,4 ± 0,6 ^{bC}	1,0 ± 0,4 ^{bC}	3,6 ± 1,2 ^{aB}
4	2,9 ± 1,2 ^{ABC}	2,1 ± 0,7 ^{BC}	3,0 ± 0,8 ^B
5	1,7 ± 0,6 ^{bBC}	1,6 ± 0,4 ^{bBC}	3,1 ± 0,9 ^{aB}
6	3,8 ± 0,9 ^A	2,8 ± 1,0 ^{AB}	3,3 ± 0,6 ^B
7	3,1 ± 0,8 ^{abAB}	2,1 ± 0,8 ^{bBC}	4,0 ± 1,0 ^{aB}
8	1,8 ± 0,4 ^{BC}	1,9 ± 0,4 ^{BC}	2,5 ± 0,7 ^B
9	2,2 ± 0,8 ^{BC}	2,3 ± 0,4 ^{BC}	2,8 ± 0,8 ^B
10	2,1 ± 0,5 ^{BC}	2,0 ± 0,7 ^{BC}	2,5 ± 0,5 ^B

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 16 - Valores médios da concentração de uréia sérica (mmol/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Os valores mais elevados de uréia no soro dos animais do grupo Licuri

são explicados pela alta concentração de proteína na torta de Licuri (em torno de 22%) e o baixo teor de energia na dieta. A alta quantidade de amônia é pouca utilizada pelos microorganismos ruminais, resultando em sua absorção e consequente biotransformação em uréia no fígado.

A atividade do ciclo da uréia pode estar substancialmente aumentada quanto maior for a ingestão prévia de alimentos ricos em nitrogênio, em especial aqueles que produzem amônia no rúmen (PAYNE e PAYNE, 1987). Nestes casos, além da maior atividade das enzimas do ciclo da uréia, os hepatócitos aumentam a reserva dos aminoácidos participantes do referido ciclo, tornando o organismo mais eficiente na desintoxicação da amônia. Da mesma forma, valores médios de uréia diminuídos podem indicar dietas com baixo teor de proteína bruta.

Valores de referência de uréia para ovinos segundo KANEKO *et al.* (1997) variam entre 2,86 e 7,14 mmol/L, e os valores médios obtidos por SANTANA *et al.* (2009) foram $6,93 \pm 1,71$ mmol/L, com variação entre 3,47 a 11,16 mmol/L, sendo compatível com aos valores médios encontrados neste experimento.

A dosagem da uréia informa um equilíbrio ou um possível desequilíbrio nas frações energética e protéica das dietas fornecidas aos ruminantes e pode ser dosada em líquidos corpóreos como o leite e o sangue, pois se difunde facilmente através deles. Segundo KOHN *et al.* (2005), a uréia sanguínea pode ser utilizada para quantificar as taxas de utilização e excreção de nitrogênio.

Segundo GONZALEZ *et al.* (2000), altos valores de uréia sanguínea podem indicar dietas com baixos teores de energia, assim como baixos teores de uréia no sangue podem indicar dietas com baixos valores de ingestão de proteína bruta. Pois quando há falta de energia na dieta, as bactérias ruminais não conseguem utilizar todo nitrogênio protéico no rúmen. Este nitrogênio em excesso, na forma de NH_3 é absorvido e transformado em uréia pelo ciclo da uréia no fígado, aumentando a concentração deste no sangue. O aumento da uréia sérica sem aumento de creatinina pode constituir uma elevação fisiológica e de origem pré-renal, podendo ter como causa a maior ingestão protéica (LOPES *et al.*, 1996).

RIBEIRO *et al.* (2004) verificaram que ovinos apresentaram um aumento nas concentrações de uréia plasmáticas no terço final de gestação,

relacionando a uma nutrição proteica e energética desbalanceada. Segundo NASCIUTTI (2011), ovelhas com baixo escore corporal no periparto apresentam uma queda no metabolismo proteico e energético.

Apesar dos valores obtidos estarem dentro dos valores de referência, os valores mais elevados nos animais do grupo Licuri sugerem que haja carência energética na alimentação dos animais.

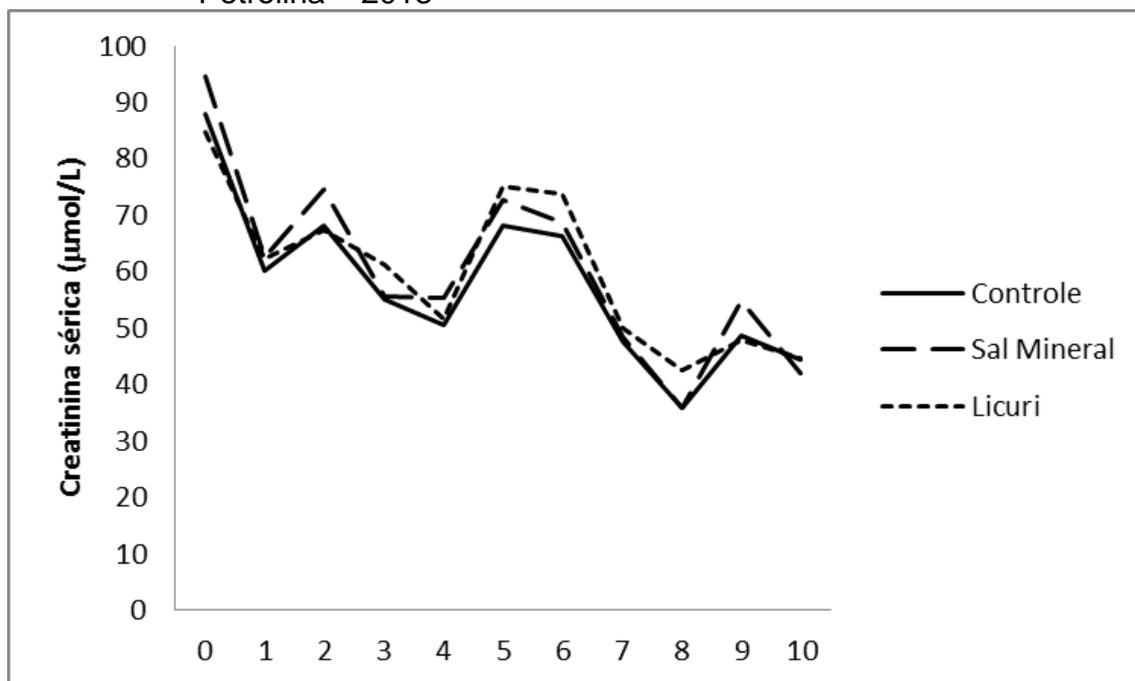
Quando comparamos os valores da concentração de creatinina sérica obtidos, não houve diferença significativa entre os grupos em nenhum dos tempos (Tabela 11 e Gráfico 17). No decorrer do tempo, houve diferença significativa dentro de todos os grupos em alguns meses, sendo que o valor inicial sendo significativamente superior aos demais, exceto no grupo Licuri, que valores mais altos persistiram por alguns meses. Em todos os grupos, o valor mais baixo ocorreu no 1º mês pós-parto.

Tabela 11 - Valores médios e desvios padrão da concentração de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	88,0 \pm 12,7 ^A	94,5 \pm 19,6 ^A	84,8 \pm 20,6 ^A
1	60,2 \pm 6,4 ^{BC}	62,5 \pm 12,5 ^{BCD}	62,2 \pm 12,3 ^{BCD}
2	68,1 \pm 4,4 ^B	74,6 \pm 13,3 ^B	67,3 \pm 8,9 ^{ABC}
3	55,1 \pm 14,1 ^{BCD}	55,7 \pm 13,8 ^{BCD}	61,3 \pm 13,5 ^{BCD}
4	50,5 \pm 3,5 ^{CD}	55,5 \pm 8,3 ^{BCD}	51,6 \pm 8,7 ^{CDE}
5	68,0 \pm 5,1 ^B	72,7 \pm 8,3 ^B	75,0 \pm 13,3 ^{AB}
6	66,2 \pm 6,9 ^B	68,7 \pm 5,1 ^{BC}	73,7 \pm 6,3 ^{AB}
7	47,5 \pm 4,3 ^{CD}	48,5 \pm 5,7 ^{CD}	49,9 \pm 6,1 ^{CDE}
8	35,7 \pm 4,6 ^E	35,8 \pm 3,3 ^E	42,4 \pm 3,3 ^E
9	48,6 \pm 8,5 ^{CD}	54,8 \pm 7,1 ^{BCD}	48,0 \pm 4,9 ^{DE}
10	44,5 \pm 4,5 ^{DE}	42,0 \pm 7,1 ^{DE}	44,7 \pm 7,8 ^{DE}

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 17 - Valores médios da concentração de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Todos os valores apresentavam-se abaixo dos valores de referência, segundo KANEKO et al. (1997) que variam entre 106 e 168 $\mu\text{mol/L}$. Segundo KANEKO et al. (1997), valores de creatinina sérica abaixo dos valores de normalidade pode indicar quadros de caquexia. Como a alimentação dos animais era exclusivamente composta de forragem, e com a baixa qualidade da mesma por conta da seca, é possível que estes valores mais baixos de creatinina sejam devidos a esta baixa qualidade nutricional da alimentação. O período pós-parto inicial é o momento onde o balanço energético dos animais encontra-se negativo, pela baixa ingestão de alimentos e alta demanda pela nutrição do filhote, o que justifica estes valores extremamente baixos neste momento (HARMEYER e SCHULUMBOHM, 2006).

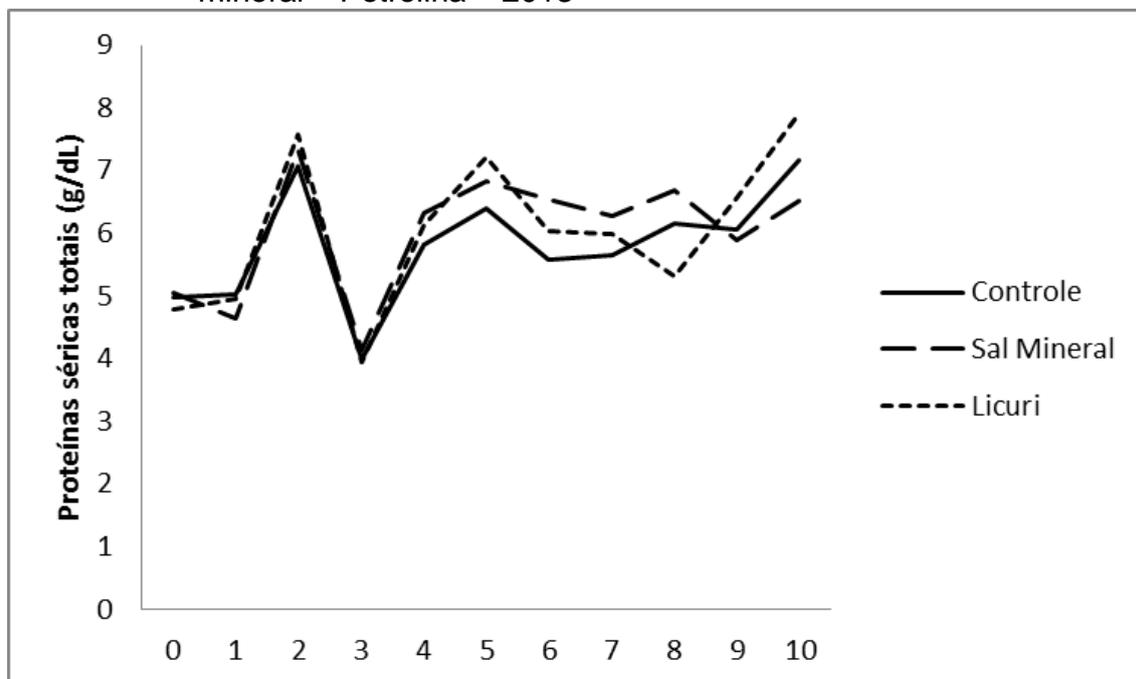
Quando comparamos os valores da concentração de proteína sérica total obtidos, não houve diferença significativa entre os grupos, conforme mostra a Tabela 12 e Gráfico 18. No decorrer do tempo, houve aumento significativo dentro de todos os grupos, sendo que no Grupo Licuri este incremento ocorreu a partir do 2º mês, e nos demais grupos a partir do 3º mês.

Tabela 12 - Valores médios e desvios padrão da concentração de proteínas séricas totais (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	5,0 ± 1,0 ^{BC}	5,1 ± 1,0 ^{BCD}	4,8 ± 1,2 ^{BC}
1	5,0 ± 0,8 ^{BC}	4,6 ± 1,0 ^{CD}	5,0 ± 1,1 ^{BC}
2	7,1 ± 0,9 ^A	7,3 ± 1,4 ^A	7,6 ± 1,1 ^A
3	4,0 ± 1,4 ^C	4,1 ± 1,0 ^D	4,0 ± 0,7 ^C
4	5,8 ± 0,8 ^{AB}	6,3 ± 0,3 ^{ABC}	6,1 ± 1,8 ^{AB}
5	6,4 ± 0,5 ^{AB}	6,8 ± 1,1 ^{AB}	7,2 ± 1,1 ^A
6	5,6 ± 0,5 ^{AB}	6,5 ± 1,9 ^{ABC}	6,0 ± 0,4 ^{AB}
7	5,7 ± 0,4 ^{AB}	6,3 ± 0,7 ^{ABC}	6,0 ± 0,8 ^{AB}
8	6,2 ± 1,3 ^{AB}	6,7 ± 1,3 ^{ABCD}	5,3 ± 1,4 ^{BC}
9	6,1 ± 1,1 ^{AB}	5,9 ± 1,4 ^{ABCD}	6,6 ± 0,7 ^{AB}
10	7,2 ± 1,5 ^A	6,5 ± 1,8 ^{ABCD}	7,9 ± 1,1 ^A

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 18 - Valores médios da concentração de proteínas séricas totais (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Segundo KANEKO et al. (1997), valores de referência de proteína sérica

total em ovinos varia de 6,0 a 7,9 g/dL. Os animais apresentaram valores abaixo da referência também pela baixa qualidade da alimentação dos animais. Apesar do teor mais elevado de proteína no suplemento, os animais do grupo Licuri não apresentaram valores mais elevados de proteína sérica total que os demais grupos.

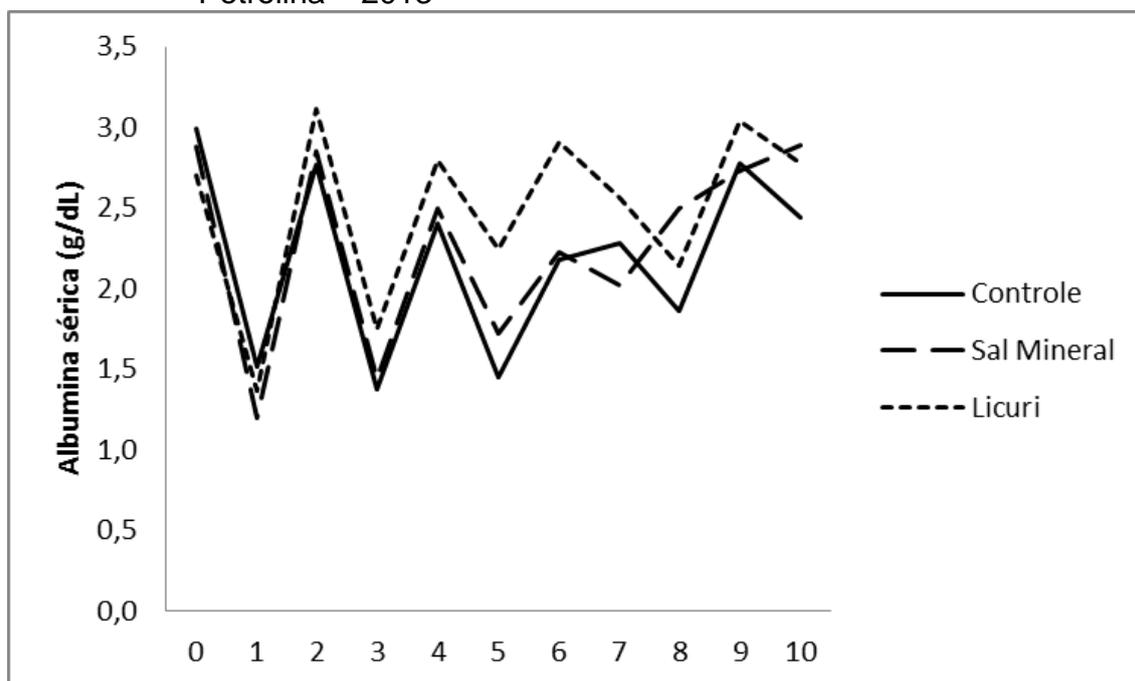
Quando comparamos os valores da concentração de albumina sérica obtidos, não houve diferença significativa entre os grupos, exceto no tempo 5 quando o grupo Licuri apresentou valores significativamente superiores ao grupo Controle, conforme mostra a Tabela 13 e Gráfico 19. No decorrer do tempo, houve oscilação dentro de todos os grupos, com todos os grupos registrando teores de albumina abaixo dos valores de referência. Segundo KANEKO et al. (1997), valores de referência de albumina sérica em ovinos varia de 2,6 a 3,7 g/dL.

Tabela 13 - Valores médios e desvios padrão da concentração de albumina sérica (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	3,0 ± 0,8 ^A	2,9 ± 0,6 ^A	2,7 ± 0,7 ^{ABC}
1	1,5 ± 0,8 ^{BC}	1,2 ± 0,6 ^C	1,4 ± 0,4 ^C
2	2,8 ± 0,3 ^A	2,9 ± 0,3 ^A	3,1 ± 0,5 ^A
3	1,4 ± 0,3 ^C	1,4 ± 0,4 ^C	1,8 ± 0,4 ^{BC}
4	2,4 ± 0,3 ^{AB}	2,5 ± 0,2 ^{AB}	2,8 ± 0,2 ^{AB}
5	1,4 ± 0,4 ^{bBC}	1,7 ± 0,6 ^{abBC}	2,2 ± 0,5 ^{aABCD}
6	2,2 ± 0,3 ^{ABC}	2,2 ± 0,8 ^{ABC}	2,9 ± 0,6 ^A
7	2,3 ± 0,7 ^{ABC}	2,0 ± 0,2 ^{ABC}	2,6 ± 0,4 ^{ABC}
8	1,9 ± 0,6 ^{BC}	2,5 ± 1,0 ^{AB}	2,1 ± 0,4 ^{ABC}
9	2,8 ± 0,8 ^A	2,7 ± 0,8 ^A	3,0 ± 1,2 ^{AB}
10	2,4 ± 0,4 ^{ABC}	2,9 ± 1,3 ^{AB}	2,8 ± 0,7 ^{AB}

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 19 - Valores médios da concentração de albumina sérica (g/dL) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Estes resultados podem ser justificados pela baixa condição corporal devido a escassez de alimento. Segundo GONZÁLEZ e CAMPOS (2003), a síntese de proteínas plasmáticas está diretamente relacionada com o estado nutricional do ovino. Este fator é corroborado por CALDEIRA et al. (2006), que verificou que fêmeas com escore corporal de 1 ou 2 apresentavam baixos teores de albumina.

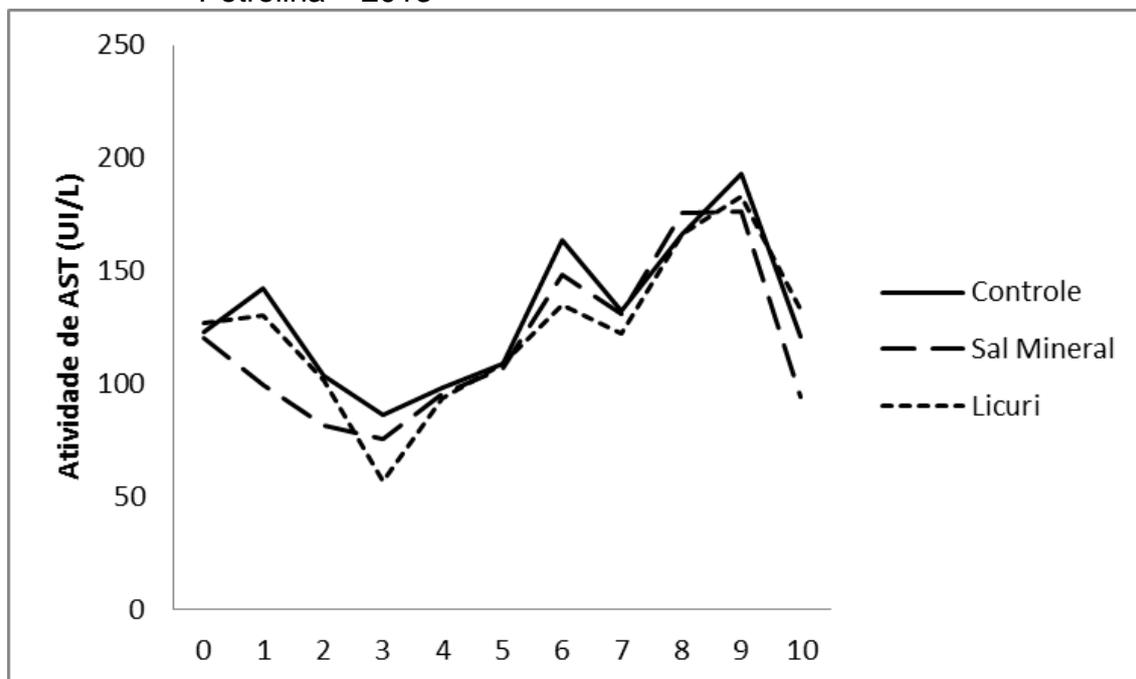
Quando comparamos os valores de atividades de aspartato aminotransferase (AST) obtidos, não existiram diferenças entre os grupos (Tabela 14 e Gráfico 20). Houve variação entre os tempos dos grupos, mas dentro da variação considerada normal, segundo os valores de referência.

Tabela 14 - Valores médios e desvios padrão de atividade de AST (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	123,0 ± 22,6 ^{BCD}	120,0 ± 20,2 ^{BCD}	127,1 ± 22,6 ^{BC}
1	142,6 ± 25,7 ^{aABC}	99,8 ± 19,0 ^{bCDE}	130,2 ± 30,0 ^{abBC}
2	103,8 ± 23,3 ^{CD}	81,9 ± 22,8 ^{DE}	101,8 ± 26,0 ^{BC}
3	86,1 ± 24,2 ^D	75,3 ± 26,2 ^E	57,0 ± 17,1 ^D
4	98,2 ± 38,8 ^{CD}	95,3 ± 29,0 ^{CDE}	93,5 ± 31,1 ^{CD}
5	108,7 ± 35,5 ^{CD}	107,2 ± 20,4 ^{CDE}	108,7 ± 17,4 ^C
6	163,7 ± 33,3 ^{AB}	148,2 ± 28,7 ^{AB}	134,7 ± 28,7 ^{BC}
7	132,5 ± 18,1 ^{BCD}	130,7 ± 19,9 ^{ABC}	122,1 ± 22,5 ^{BC}
8	166,1 ± 17,1 ^A	175,6 ± 43,9 ^{AB}	166,3 ± 26,1 ^{AB}
9	193,1 ± 16,4 ^A	176,2 ± 23,8 ^A	182,8 ± 21,3 ^A
10	121,1 ± 34,9 ^{BCD}	94,5 ± 27,3 ^{CDE}	132,7 ± 32,6 ^{BC}

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 20 - Valores médios da atividade sérica de AST (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Todos os valores médios encontravam-se dentro dos limites de normalidade para a espécie. Valores de referência de atividade de AST para ovinos segundo KANEKO et al. (1997) variam entre 60 e 280 U/L. Outro estudo conduzido por SANTANA et al. (2009) estabeleceu valores médios de AST em ovinos em idade de abate em $126 \pm 23,9$ U/L. Desta forma nossos resultados mostram que nenhum dos ovinos que fizeram parte de nosso estudo apresentavam indícios de doença hepática ou degeneração muscular. Valores elevados de AST também não confirmam casos de lesão hepática, pois esta enzima tem atividade musculatura esquelética, cardíaca, além do fígado e eritrócitos, portanto amostras hemolisadas podem apresentar resultados mais elevados para a atividade desta enzima (KERR, 2002).

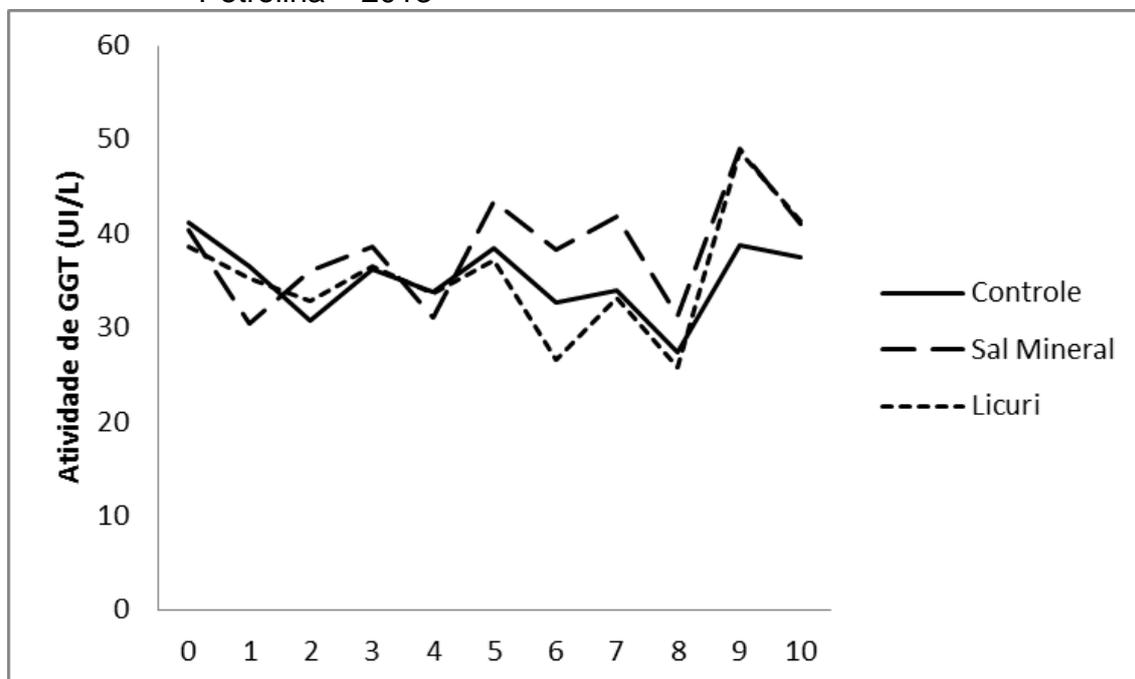
Quando comparamos os valores de atividades de gama glutamiltransferase (GGT) obtidos, não existiram diferenças entre os grupos. Dentro dos grupos, houve variação significativa no decorrer do tempo dentro dos grupos Controle e Licuri (Tabela 15 e Gráfico 21).

Tabela 15 - Valores médios e desvios padrão de atividade de GGT (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	$41,2 \pm 5,9^A$	$40,4 \pm 15$	$38,7 \pm 6,7^{ABC}$
1	$36,6 \pm 11,9^{AB}$	$30,5 \pm 8,9$	$35,3 \pm 5,8^{BCDE}$
2	$30,7 \pm 2,6^{AB}$	$36,0 \pm 10,9$	$32,9 \pm 6,3^{BCDE}$
3	$36,2 \pm 5,2^{AB}$	$38,7 \pm 9,5$	$36,6 \pm 8,2^{BCDE}$
4	$33,8 \pm 4,3^{AB}$	$31,1 \pm 9,8$	$33,7 \pm 5,6^{BCDE}$
5	$38,4 \pm 8,5^{AB}$	$43,4 \pm 17,7$	$37,3 \pm 6,5^{ABCD}$
6	$32,8 \pm 6,1^{AB}$	$38,2 \pm 10,8$	$26,6 \pm 5,3^D$
7	$33,9 \pm 8,6^{AB}$	$41,9 \pm 12,6$	$33,2 \pm 6,3^{CDE}$
8	$27,5 \pm 4,5^B$	$31,3 \pm 6,6$	$25,8 \pm 3,5^E$
9	$38,9 \pm 8,4^{AB}$	$49,0 \pm 7,6$	$48,7 \pm 8,5^A$
10	$37,6 \pm 9,9^{AB}$	$41,0 \pm 8,0$	$41,3 \pm 9,2^{AB}$

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 21 - Valores médios da atividade sérica de GGT (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



Todos os valores médios encontravam-se dentro dos limites de normalidade para a espécie. Valores de referência de atividade de GGT para ovinos segundo KANEKO et al. (1997) variam entre 20 e 52 U/L, e os valores médios obtidos por SANTANA et al. (2009) foram $54,6 \pm 15,4$ U/L, com variação entre 26,8 a 95,6 U/L, sendo compatível com aos valores médios encontrados neste experimento. Verificou-se que todos os animais encontravam-se dentro de uma variação de normalidade, indicando que não havia lesão hepática no momento das coletas. O fígado é o órgão estoque de uma série de microminerais, e a indicação de que este órgão está sadio é fundamental para que as reservas destes microminerais, além de outras funções essenciais para o metabolismo animal estejam dentro de um parâmetro de normalidade.

Diferentemente da AST, que é encontrada no fígado, mas também em musculatura esquelética, cardíaca e eritrócitos, a GGT é encontrada apenas em fígado e rins, sendo sua atuação restrita ao fígado (KERR, 2002).

Mesmo com a realização das biópsias, não foi constatado pela bioquímica sanguínea, nenhuma alteração nas enzimas hepáticas,

comprovando que está técnica não causa lesão hepática, tampouco prejudica a saúde do animal.

Ao analisar os valores de atividades de ceruloplasmina obtidos, não existiram diferenças entre os grupos. Dentro dos grupos, houve variação significativa no decorrer do tempo dentro de todos os grupos (Tabela 16 e Gráfico 22).

Na análise de relação do cobre sérico e ceruloplasmina, verificamos uma média relação ($r = 0,49$), conforme mostra o Gráfico 23.

Tabela 16 - Valores médios e desvios padrão de atividade de ceruloplasmina (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

Tempo (meses)	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
0	28,4 ± 8,4 ^{AB}	28,6 ± 8,0 ^B	25,5 ± 7,8 ^B
1	43,0 ± 13,2 ^A	37,0 ± 18,7 ^{AB}	40,9 ± 11,4 ^{AB}
2	20,5 ± 7,0 ^B	25,2 ± 13,4 ^B	22,3 ± 12,0 ^B
3	20,5 ± 11,3 ^B	27,9 ± 12,0 ^B	30,9 ± 18,9 ^{AB}
4	22,0 ± 5,3 ^B	29,0 ± 10,6 ^B	29,5 ± 8,6 ^{AB}
5	22,7 ± 8,9 ^B	22,5 ± 10,8 ^B	25,1 ± 18,1 ^B
6	30,8 ± 6,3 ^{AB}	34,6 ± 9,7 ^{AB}	35,9 ± 5,5 ^{AB}
7	43,0 ± 14,6 ^A	39,6 ± 18,0 ^{AB}	43,7 ± 12,7 ^{AB}
8	43,3 ± 8,4 ^A	58,9 ± 15,9 ^A	52,3 ± 14,4 ^A
9	41,3 ± 15,4 ^{AB}	32,0 ± 9,6 ^{AB}	30,6 ± 5,0 ^{AB}
10	21,3 ± 17,5 ^{AB}	41,6 ± 19,5 ^{AB}	31,4 ± 20,8 ^{AB}

Nota: Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tempos ($p < 0,05$).

Gráfico 22 - Valores médios da atividade sérica de ceruloplasmina (UI/L) em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

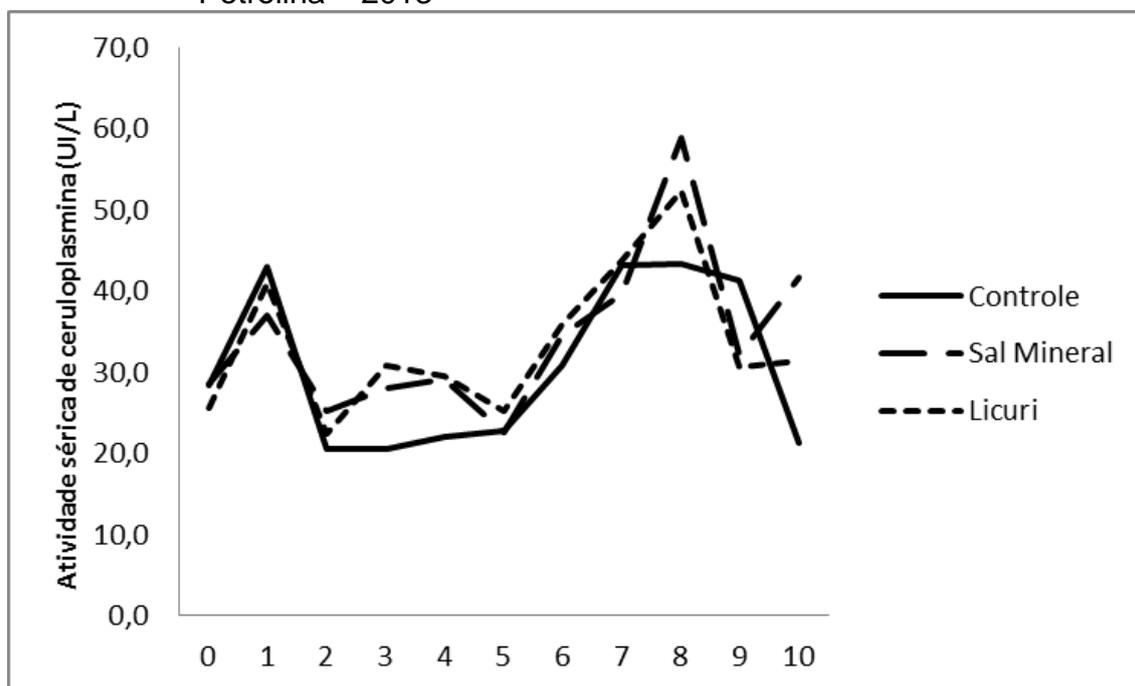
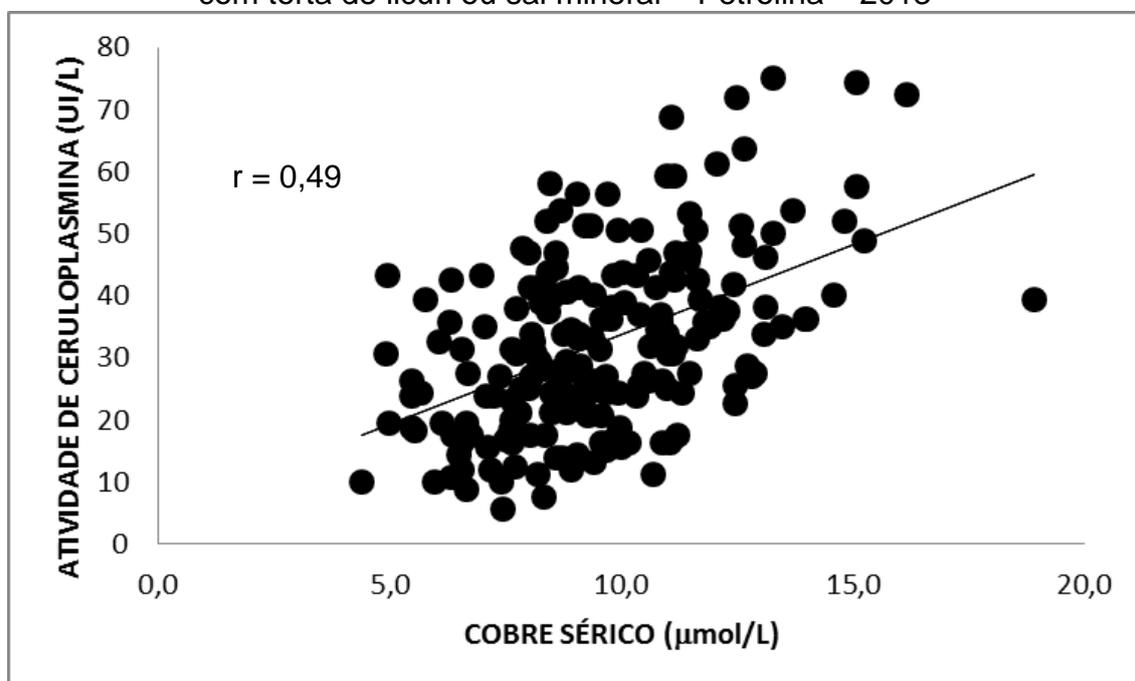


Gráfico 23 – Relação do cobre sérico ($\mu\text{mol/L}$) com a atividade da ceruloplasmina sérica (UI/L) na em ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013



BLAKLEY e HAMILTON (1985) verificaram que a correlação entre a atividade sérica da ceruloplasmina e a concentração sérica de cobre foi de 0,83

em bovinos e de 0,92 em ovinos, e concluíram que ela pode ser utilizada como indicador do estado orgânico de cobre nestas espécies. Este estudo mostra uma média relação, com 0,49, da ceruloplasmina para concentração de cobre no soro, registrando valores de 20,5 a 58,9 UI/L. SILVA JÚNIOR (2013) encontrou valores semelhantes para atividade de ceruloplasmina, onde não havia carência de cobre. Neste trabalho não mostrou uma relação tão alta como BLAKLEY e HAMILTON (1985), talvez pelo fato da carência de cobre não ser pronunciada. Como a atividade de ceruloplasmina diminui quanto menor os teores de cobre, casos de deficiência cúprica podem registrar relação mais elevada.

Para avaliar os minerais presente no leite das ovelhas, é preciso primeiramente fazer algumas considerações sobre a questão reprodutiva neste experimento. Um mês após as biópsias, todos os animais estavam totalmente recuperados, sem que houvesse quaisquer problemas com nenhuma fêmea, e foi iniciado o protocolo de sincronização de cio para que os animais emprenhassem, conforme o delineamento experimental.

Com a estação de monta, o grupo Controle apresentou índice de prenhez de 50%, o grupo Sal Mineral apresentou 37,5%, enquanto que o grupo Licuri apresentou 62,5%.

Já em relação ao número de borregos gerados, o grupo Controle produziu sete borregos, sendo que seis morreram logo após o nascimento, pois uma fêmea com gestação tripla teve problemas pré-parto imediato, resultando em hérnia perineal resultando na morte da ovelha e dos filhotes, e outras duas ovelhas pariram filhotes muito debilitados, morrendo logo após o nascimento, e apenas um borrego nasceu vivo, mas sucumbindo após o primeiro dia de vida, por ser muito fraco e sem capacidade para mamar..

O grupo Sal Mineral produziu três borregos, sendo que dois nasceram mortos, pois um foi abortado e outro a fêmea apresentou problemas durante o parto e sucumbiu juntamente com o filhote, e apenas um sobreviveu. Desta forma, não foi possível comparar resultados referentes aos minerais presentes no soro do grupo Sal mineral, por ter sido possível obter soro apenas de um borrego. Apenas os microminerais hepáticos foram passíveis de análise estatística.

Já o grupo Licuri produziu sete borregos, sendo que apenas três, de

uma mesma fêmea, nasceram mortos, também decorrente de problemas durante o parto, onde ocorreu distocia devido também a hérnia perineal, comprometendo vitalmente a fêmea e os filhotes.

A restrição de alimento pela qual passaram as fêmeas, mesmo com a complementação no cocho com capim elefante foi determinante para a baixa taxa de concepção, já que a carência de proteína, energia e vários macro e micro elementos sabidamente resultam em baixa fertilidade (SUTTLE, 2010). E também colaborou para os fracos resultados reprodutivos os teores baixos de zinco, como exposto anteriormente.

Desta forma, o grupo Sal mineral apresentava apenas uma fêmea que produzia leite, já que as outras duas sucumbiram, e desta forma não foi possível comparar os resultados deste grupo estatisticamente com os demais. Já na comparação entre os resultados dos grupos Controle e Licuri, não houve diferença significativa entre nenhum elemento, conforme mostra a Tabela.

Tabela 17 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio ($\mu\text{mol/L}$) em leite de ovinos suplementados ou não com torta de licuri ou sal mineral – Petrolina – 2013

ELEMENTO	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
Cobre	7,3 \pm 5,1	6,5*	7,2 \pm 2,2
Zinco	74,0 \pm 0,1	61,8*	85,8 \pm 27,2
Ferro	56,9 \pm 19,1	76,3*	73,5 \pm 49,5
Molibdênio	0,6 \pm 0,5	0,4*	0,3 \pm 0,1

Nota: * Valores apresentados pela única fêmea que foi possível retirar leite

RAYNAL-LJUTOVAC (2008) estabelece valores de referência para leite de ovelhas, que são produtoras de leite para consumo humano e nutridas adequadamente, sendo que os valores para cobre variam de 6,3 a 10,7 $\mu\text{mol/L}$, para zinco os teores variam de 79,5 a 114,2 $\mu\text{mol/L}$, e para ferro os teores oscilam entre 12,9 a 21,8 $\mu\text{mol/L}$. Segundo BECK (1941), os teores de cobre no leite tendem a diminuir ao longo do período de lactação atingindo ao final da lactação valores entre 0,62 e 2,51 $\mu\text{mol/L}$.

Na análise da média dos valores, verificamos que os teores de cobre

encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos para normalidade, mas ao avaliarmos caso a caso, verificamos que o leite da fêmea do grupo Sal mineral ficou próximo do limite inferior, um valor do grupo Controle encontrava-se bem abaixo, com 3,7 $\mu\text{mol/L}$, enquanto que uma amostra de leite do grupo Licuri apresentava valor de 4,6 $\mu\text{mol/L}$, demonstrando que estes animais não apresentavam concentrações séricas adequadas deste mineral para que fosse excretado no leite, o que prejudica o filhote no seu desenvolvimento. Baixos teores de cobre no leite podem resultar em ataxia enzoótica tardia, pois o cordeiro não possui teores de cobre suficiente para que as metaloenzimas cobre-dependentes possam finalizar a mielinização (RADOSTITS et al., 2007).

Já em relação aos teores de ferro no leite, verificamos teores muito acima dos parâmetros de normalidade, com quase quatro vezes acima o valor superior estabelecido por RAYNAL-LJUTOVAC (2008). Estes valores seriam esperados pelos altos valores de ferro hepático e ligeiramente elevados de ferro sérico.

Enquanto que os valores de zinco no leite estão próximos ao limite inferior e em alguns casos abaixo do limite de normalidade, o que também seria esperado pelas baixas reservas hepáticas deste elemento.

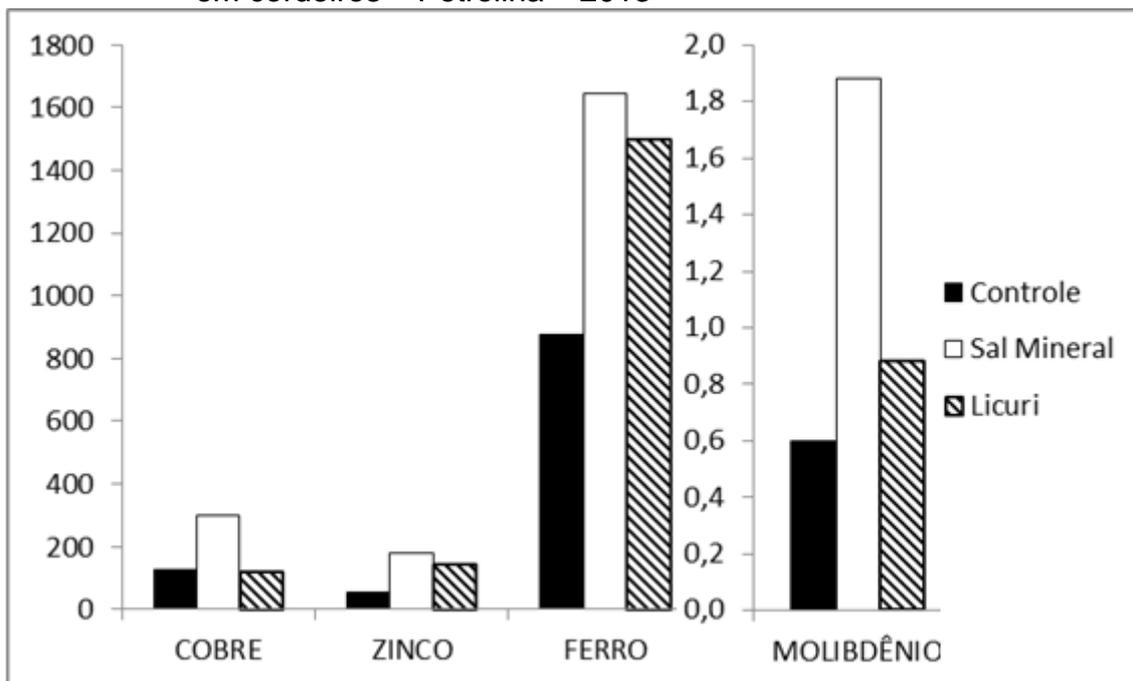
Quando avaliamos os teores dos microminerais presentes nos fígados dos cordeiros, não verificamos diferenças significativas entre os grupos para os teores de cobre, ferro e molibdênio. Apenas para o zinco o grupo Sal mineral apresentou valores significativamente superiores aos apresentados pelo grupo Controle, como mostra a Tabela 18 e Gráfico 24

Tabela 18 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio hepático (ppm) em cordeiros – Petrolina – 2013

ELEMENTO	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
Cobre	127 \pm 122	300 \pm 222	116 \pm 53
Zinco	56 \pm 17 ^b	179 \pm 61 ^a	144 \pm 134 ^{ab}
Ferro	875 \pm 834	1642 \pm 253	1496 \pm 847
Molibdênio	0,6 \pm 0,1	1,9 \pm 1,3	0,9 \pm 0,5

Nota: Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$).

Gráfico 24 - Valores médios de cobre, zinco, ferro e molibdênio hepático (ppm) em cordeiros – Petrolina – 2013



Como apenas um cordeiro do grupo Sal mineral sobreviveu tempo suficiente para coleta de sangue, não foi possível comparar os valores deste grupo com os demais. Ao compararmos os teores de microelementos entre os grupos Controle e Licuri, não existiu diferença significativa entre ambos, como mostra a Tabela 19.

Tabela 19 - Valores médios e desvios padrão de cobre, zinco, ferro e molibdênio sérico ($\mu\text{mol/L}$) em cordeiros – Petrolina – 2013

ELEMENTO	Grupos		
	CONTROLE	SAL MINERAL	LICURI
Cobre	9,1 \pm 2,0	4,5*	8,2 \pm 2,9
Zinco	28,1 \pm 3,9	20,9*	25,7 \pm 6,7
Ferro	71,0 \pm 7,4	75,4*	71,9 \pm 25,9
Molibdênio	0,3 \pm 0,3	0,3*	0,3 \pm 0,1

Nota: * Valores apresentados pelo único borrego em que foi possível retirar sangue antes do óbito

Segundo UNDERWOOD (1977), teores hepáticos de cobre até 50 ppm são considerados deficientes, e apenas valores superiores a 101 ppm podem ser considerados normais. Neste experimento, verificamos que a média em

todos os grupos ficou acima deste valor de normalidade estabelecido por UNDERWOOD (1977), mas ao analisarmos valores individuais, verificamos que no grupo Controle 3 animais apresentaram valores inferiores a 90 ppm, sendo que dois apresentaram teores cúpricos abaixo de 60 ppm. Já no grupo Sal mineral, um dos cordeiros apresentou valor abaixo de 50 ppm, e no grupo Licuri também três animais apresentaram valores inferiores a 100 ppm. Todos os animais com valores inferiores a 100 ppm nasceram mortos ou sucumbiram logo após o nascimento.

Outro resultado que chama muita a atenção foram os valores de ferro hepático, que estão muito acima dos considerados como referência, atingindo valores superiores a cinco vezes o descrito por TOKARNIA et al. (1988) como limite superior (380 ppm). Este fato pode ser explicado por GRAHAM et al. (1994), que em um estudo com bovinos verificou que os teores de ferro hepáticos de fetos são mais de cinco vezes superiores aos de sua matriz.

Conforme o delineamento, todo cordeiro que sucumbiu foi necropsiado, e o cérebro foi coletado e processado para que fosse feita análise histopatológica.

Na avaliação macroscópica, a maioria dos animais apresentou ausência ou destruição da massa branca do encéfalo, com grandes áreas de cavitação onde deveria existir massa encefálica, conforme se pode verificar em alguns cortes demonstrados nas Figuras 1, 2 e 3.

Da mesma forma, alguns animais do grupo Licuri que sucumbiram não apresentavam alterações macroscópicas no cérebro, como se vê nas Figuras 4 e 5.

Figura 2 – Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Controle com áreas apresentando ausência de massa encefálica



Figura 3 – Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Controle com áreas apresentando ausência de massa encefálica no hemisfério direito



Figura 4 – Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Sal Mineral com áreas apresentando ausência de massa encefálica no hemisfério direito



Figura 5 – Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Licuri com aspecto normal

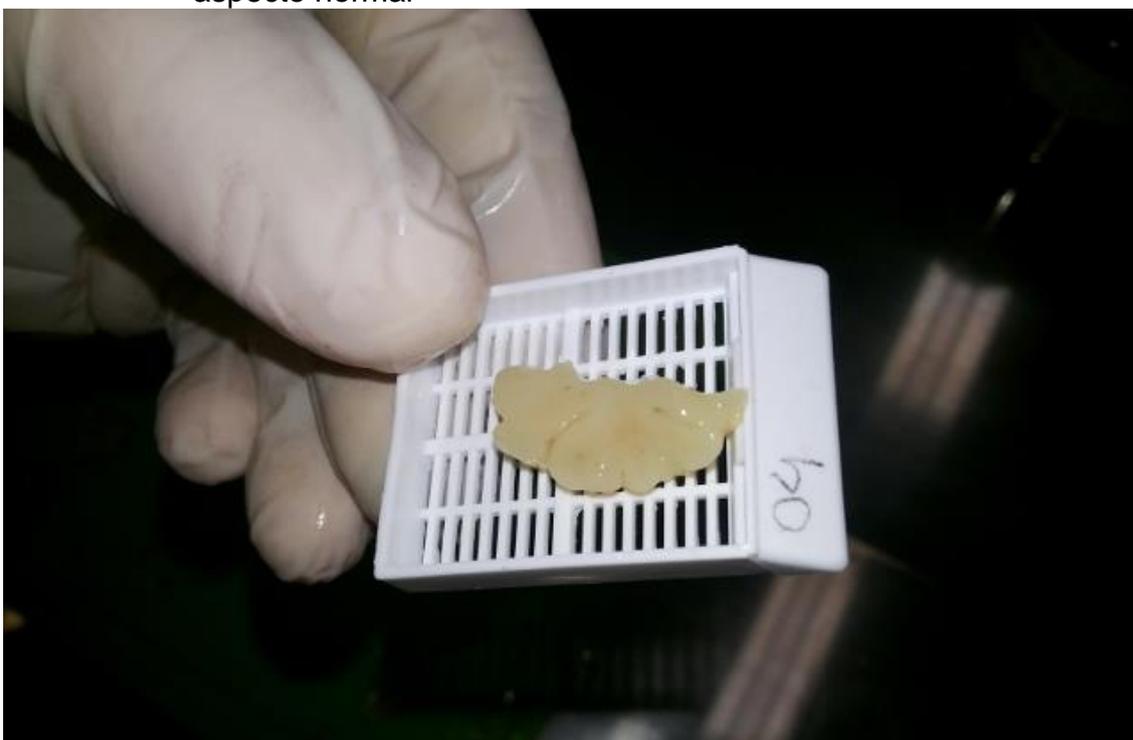


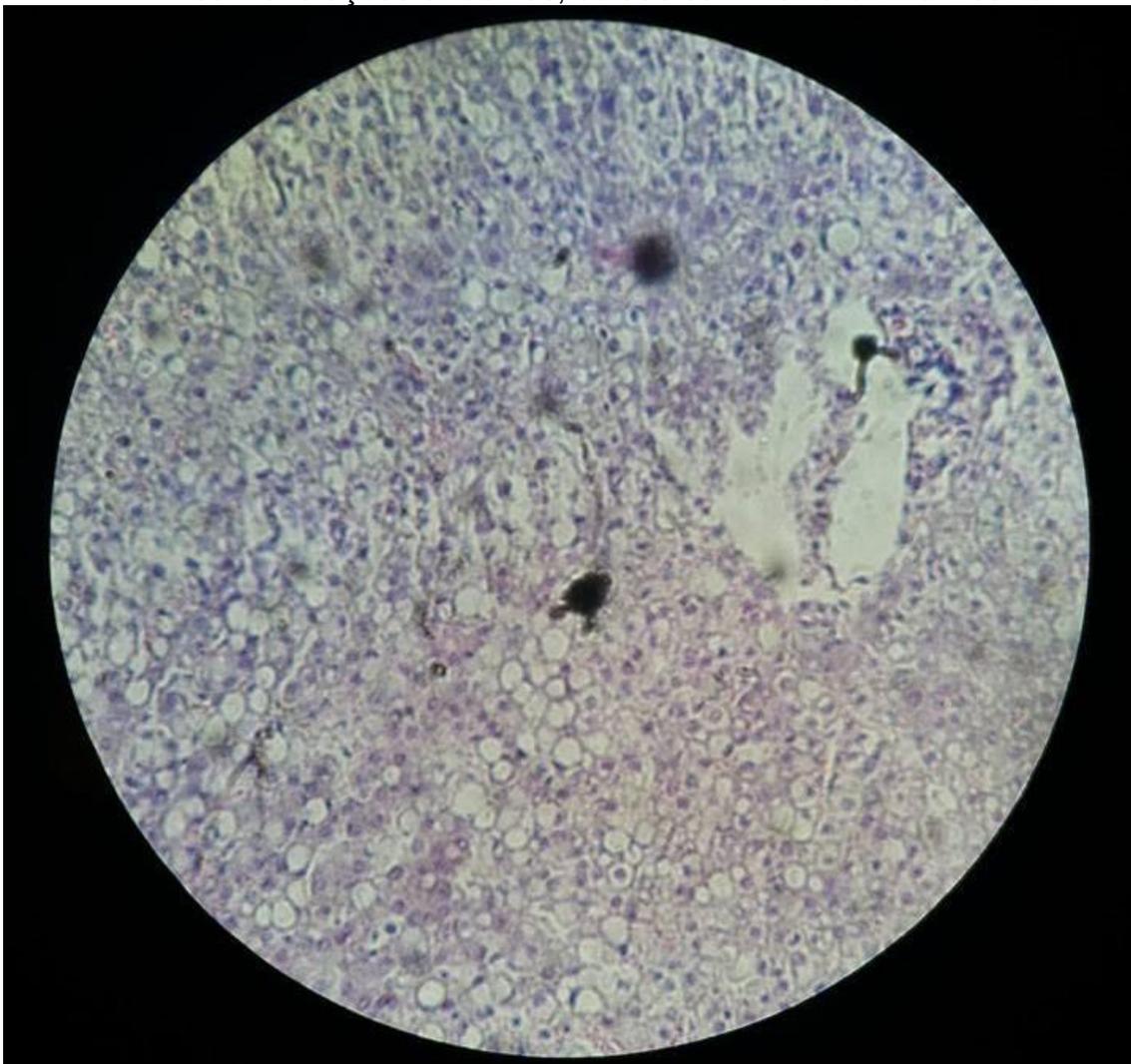
Figura 6 – Imagem macroscópica de cérebro de cordeiro do grupo Licuri com aspecto normal



Na análise histopatológica, não ficou evidente nenhuma alteração nas estruturas observadas característica de carência de cobre, apenas cromatólise central, conforme pode ser observado na Figura 6. Este padrão repetiu-se para todas as lâminas confeccionadas.

Estes resultados são opostos ao encontrado por SANTOS et al. (2006), que não evidenciou alterações macroscópicas, mas ao exame histopatológico foi detectado edema e congestão cerebral. Já DINEV et al. (2005), encontrou, em caprinos com ataxia enzoótica, grandes áreas de necrose liquefativa na massa branca encefálica, assim como grande vacuolização microscópica, resultando em grandes cavidades.

Figura 7 – Imagem microscópica de cérebro de cordeiro do grupo Controle sem alterações evidentes, corado com Hematoxilina-Eosina.



6 CONCLUSÕES

Apenas as ovelhas suplementadas com torta de Licuri não apresentaram queda significativa no teor hepático de cobre.

Não foi possível estabelecer se a torta de licuri foi efetiva em prevenir a ocorrência de ataxia enzoótica devido ao baixo número de cordeiros produzidos pelos grupos Controle e Sal mineral.

As ovelhas que foram suplementadas com sal mineral comercial não apresentaram queda significativa nos teores de zinco hepático, mas também não foi suficiente para manter os teores de zinco das ovelhas dentro dos parâmetros de normalidade.

Ovelhas criadas a pasto na região do semiárido de Petrolina apresentam teores muito elevados de ferro hepático.

Apenas as ovelhas suplementadas com torta de Licuri apresentaram ganho peso significativo em relação ao início do período experimental.

REFERÊNCIAS

ANTONELLI, A. C. **Avaliação do uso de um sal mineral rico em molibdênio na prevenção da intoxicação cúprica acumulativa em ovinos**, 2007. 122 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N.; PEREIRA, L. G. R. A água nos sistema de produção de caprinos e ovinos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. P. 69-94. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916896>>. Acesso em: 15/12/2013

ARAÚJO FILHO, J. A.; SOUSA, F. B.; CARVALHO, F. C. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p. 383- 395, 1996.

BARRETO, G. G. ; GARCEZ NETO, A. F. ; LIMA, L. S. ; OLIVEIRA, R. L. ; BARBOSA, L. P. ; BAGALDO, A. R. ; SANTANA FILHO, N. B. ; RIBEIRO, R. D. X. Physiological parameters and ingestive behavior of dairy cows under grazing supplemented with licury oil in the concentrate feed. In: Euro Fed Lipids, 6, 2008, Atenas. **Proccedings ...** 2008. P. 360.

BARROS, N. N.; TEIXEIRA, L. B.; MORAES, E.; CANTO, A. C.; ITALIANO, E. C. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas firmes do Amazonas. **Comunicado Técnico**, n. 16, Manaus: Embrapa–UEPAE, 1981. 3 p.

BECK, A. B. Studies on the copper content of the milk of sheep and of cows. **Nature**, v. 19, n. 2, p. 145-150, 1941.

BENNETS, H. W.; BECK A. B.; HARLEY R. The pathogenesis of “falling disease”. **Australian Veterinary Journal**, v. 24, p. 237-244, 1948.

BERGMEYER, H. U.; SCHEIBE, P.; WAHLEFELD, A. W. Optimization of methods for aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase. **Clinical Chemistry**, v. 24, n. 1, p. 58-73, 1978.

BLAKLEY, B. R.; HAMILTON, D. L. Ceruloplasmin as an indicator of copper status in cattle and sheep. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v.49, p. 405-408, 1985.

BLOOD D. C. **Manual de Medicina Veterinária**. 1st ed. Philadelphia: Interamericana McGraw-Hill, 1994. 790 p.

BONDAN, E. F.; RIET-CORREA, F.; GIESTA, S. Níveis hepáticos de cobre em bovinos no sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 11, n. 3/4, p. 75-80, 1991.

BOTHA, C. J.; GESWAN, G. E.; MINNAAR, P. P. Pharmacokinetics of ammonium tetrathiomolybdate following intravenous administration in sheep. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 66, n. 1, p. 6-10, 1995.

BRUM, P. A. R.; SOUSA, J. C.; COMASTRI FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Matogrossense. II. Cobre, zinco, manganês e ferro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 9/10, p. 1049-1060, 1987.

CALDEIRA, R. M. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 100, n. 555/556, p. 125-139, 2005.

CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os Minerais para Bovinos e Ovinos Criados em Pastejo**. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1992. 142 p.

CHASTON, T.; CHUNG, B.; MASCARENHAS, M.; MARKS, J.; PATEL, B.; SRAI, S. K.; SHARP, P. Evidence for differential effects of hepcidin in macrophages and intestinal epithelial cells. **Gut**, v. 57, n. 3, p. 374-382, 2008.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.

DINEV, I.; PETKOV, P.; TODOROV, R.; KANAKOV, D.; BINEV, R.; PETKOVA, P. Clinical and morphologic studies of neonatal enzootic ataxia in the goat kids II. Pathomorphologic studies. **Trakia Journal of Sciences**, v. 3, n.5, p. 65-69, 2005.

DOTAN, Y.; LICHTENBERG, D.; PINCHUK, I. Lipid peroxidation cannot be used as a universal criterion of oxidative stress. **Progress in Lipid Research**, v. 43, n. 3, p. 200–227, 2004.

DRUMOND, M. A. Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Documentos** - 199, Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2007. 18 p.

DUNN, L. L.; RAHMANTO, Y. S.; RICHARDSON, D. R. Iron uptake and metabolism in the new millennium. **Trends in Cell Biology**, v. 17, n. 2, p. 93-100, 2007.

DUQUE, J. G. O. **Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM – Fundação Guimarães Duque, 2001. 316 p.

FERNANDES, N. S.; SANTIAGO, A. M. H. Níveis de cobre em pastagens do Estado do Mato Grosso. **Biológico**, v. 38, n. 10, p. 358-360, 1972.

FERNANDES, F. M. N. A Ovinocultura no Contexto Agropecuário Paulista. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 5., 1999, Botucatu. **Anais...** Campinas, 1989.

FERREIRA, M. B.; ANTONELLI, A. C.; ORTOLANI, E. L. Intoxicação por cobre, selênio, zinco e cloreto de sódio. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; PALERMO-NETO, J. **Toxicologia aplicada à Medicina Veterinária**. Barueri: Manole, 2008. P. 665-697.

GENGELBACH, G. P.; WARD, J. D.; SPEARS, J. W. Effect of dietary copper, iron, and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 10, p. 2722-2727, 1994.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412 p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATINÕ, H. O.; RIBEIRO, L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Editado por Felix H. D. González. Porto Alegre, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: González, F. H.D., Campos, R. (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 31-47.

GRAHAM, T. W.; THURMOND, M. C.; MOHR, F. C.; HOLMBERG, C. A.; ANDERSON, M. L.; KEEN, C. L. Relationships between maternal and fetal liver copper, iron, manganese, and zinc concentrations and fetal development in California Holstein dairy cows. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 6, n. 1, p. 77-87, 1994.

GUIMARAES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; ARAUJO, G. G. L. Sistema de produção de carnes caprina e ovina no semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** Joao Pessoa: EMEPA-PB, 2000. p. 21-35.

HADDAD, C. M. Administração e consumo de um suplemento mineral. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Bovinocultura de corte: Fundamentos da exploração racional**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 1999. P. 183-207.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: implication for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v. 81, n. 2, p. 254-264, 2006.

HARMON, R. J.; EBERHART, R. J.; JASPER, D. E.; LANGLOIS, B. E.; WILSON, R. A. **Microbiological procedures for the diagnosis of bovine udder infection**. Arlington: National Mastitis Council, 1990. 34 p.

HOWELL, J. M.; GAWTHORNE, J. M. The pathology of copper toxicity in animals. **Copper in animals and man**. CRC Press, v. 2, p. 53-78, 1987.

JESUS, I. B.; BAGALDO, A. R.; BARBOSA, L. P.; OLIVEIRA, R. L.; GARCEZ NETO, A. F.; SILVA, T. M.; MACOME, F. M.; RIBEIRO, C. V. M. Níveis de óleo de licuri [*Syagrus coronata* (Martius) Beccari] na dieta de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1163-1175, 2010.

JONES H. B.; GOONERATNE, S. R.; HOWELL J. M. X-ray microanalysis of liver and kidney in copper loaded sheep with and without thiomolybdate administration. **Research in Veterinary Science**, v. 37, p. 273-282, 1984.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5th. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.

KERR, M. G. **Veterinary Laboratory Medicine**: Clinical biochemistry and haematology. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Science, 2002, 368 p.

KOHN, R. A.; DINNEEN, M. M.; RUSSEK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 879-889, 2005.

LAMB, G. C.; BROWN, D. R.; LARSON, J. E.; DAHLEN, C. R.; DILORENZO, N.; ARTHINGTON, J. D.; DICOSTANZO, A. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 106, n. 3-4, p.221-231, 2008.

LEITE, E. R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do Brasil. **Ciência Animal**, v. 12, n. 2, p. 119-128, 2002.

LISBÔA, J. A. N.; KUCHEMUCK, M. R. G.; KOHAYAGAWA, A.; BOMFIM, S. R. M.; SANTIAGO, A. M. H.; DUTRA, I. S. Resultados de patologia clínica e dosagem de elementos minerais em bovinos acometidos pelo botulismo epizootico no Estado de São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 91-97, 1996.

LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Agricultural experimentation**: design and analysis. New York: John Wiley, 1978. 350 p.

LOPES, H. O. S.; FICHTNER, S. S.; JARDIM, E. C.; COSTA, C. P.; MARTINS JUNIOR, W. Teores de cobre e zinco em amostras de solo, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v. 32, n. 2, p. 151-159, 1980.

LOPES, S. T. A.; CUNHA, C. M. S.; BIONDO, A. W.; FAN, L. C. **Patologia Clínica Veterinária**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 166p.

LÓPEZ-ALONSO, M.; PRIETO, F.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J.L. The role of metallothionein and zinc in hepatic copper accumulation in cattle. **The Veterinary Journal**, v. 169, p. 262-267, 2005.

LÓPEZ-ALONSO, M.; CRESPO, A.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J. L. Assessment of some blood parameters as potential markers of hepatic copper accumulation in cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 18, n. 1, p. 71-75, 2006.

MACHADO, C. H. **Uso de tetratiomolibdato no tratamento de intoxicação cúprica experimental, em ovinos: avaliações clínica e toxicológica**, 1998. 138 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MARKWICK, G. Water requirements for sheep and cattle. **Profitable & Sustainable primary industry**. 2007. Disponível em www.dpi.nsw.gov.au. Acesso em: 15/12/2013.

MARQUES, A. P.; RIET-CORREA, F.; SOARES, M. P.; ORTOLANI, E. L.; GIULIODORI, M. J. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 21-32, 2003.

MARQUES, A. V. S. **Teores de cobre e seus principais antagonistas em fígado e sangue de ovinos e caprinos criados no estado de Pernambuco**, 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

MARQUES, A. V. S.; SOARES, P. C.; RIET-CORREA, F.; MOTA, I. O.; SILVA, T. L. A.; BORBA NETO, A. V.; SOARES, F. A. P.; ALENCAR, S. P. Teores séricos e hepáticos de cobre, ferro, molibdênio e zinco em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 398-406, 2011.

MAXIE, M. G. **Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals**. 5 th. Ed. St. Louis: Elsevier, 2007. 2340 p.

McDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H. Trace mineral nutrition in Latin America. **World Animal Review**, v. 24, p. 24-33, 1977.

MILES, P. H.; WILKINSON, N. S.; McDOWELL, L. R. **Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research**. 3. ed. Florida: University Press, 2001. 117 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Licuri. **Série de Cartilhas Temáticas**. Salvador: CEFET, 2006. 28 p.

MINITAB. **The student edition of MINITAB statistical software adapted for education**: 13.0 release; user's manual. New York: Wesley, 2000. 624 p.

MIYADA, D. S.; BAYSINGER, V.; NOTRICA, S.; NAKAMURA, R. M. Albumin quantitation by dye binding and salt fractionation techniques. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 1, p. 52-56, 1972.

MONTEIRO, D. P. **Utilização de um suplemento alimentar a base de ferro quelatado em substituição ao ferro dextrano na fase pré-inicial da vida dos leitões**, 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MORAES S. S.; TOKARNIA C. H.; DÖBEREINER J. Deficiências e desequilíbrios de microelementos em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 19-33, 1999.

NASCIUTTI, N. R. **Perfil metabólico em ovelhas Santa Inês com baixo escore de condição corporal no periparto**, 2011. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. COMMITTEE ON THE NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384 p.

NIEKERK, F. E. VAN; CLOETE, S. W. P.; BARNARD, S. A.; HEINE, E. W. P. Plasma copper, zinc and blood selenium concentrations of sheep, goats and cattle. **South African Journal of Animal Science**, v. 20, n. 3, p. 144-147, 1990.

NOBLICK, L. R. Palmeiras das caatingas da Bahia e as potencialidades econômicas. In: SIMPÓSIO SOBRE A CAATINGA E SUA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1984, Feira de Santana. **Anais...** Brasília: EMBRAPADDT; Feira de Santana: UEFS, 1986. p. 99-115.

NOBLICK, L. R. **The indigenous palms of the State of Bahia, Brazil**. 1991. Tese (Doutorado) – University of Illinois, Chicago, 1991.

NOGUEIRA, A. S. **Torta de licuri na alimentação de ovinos**, 2013. 105 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

OLIVEIRA, A. B.; NASCIMENTO, W. A. Formas de manganês e ferro em solos de referência de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 99-110, 2006.

ORTOLANI, E. L. **Efeitos da suplementação dietética de molibdênio e enxofre sobre a infestação de *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803), em ovinos. Estudo de alguns aspectos do metabolismo de cobre e sódio e da resposta celular do hospedeiro**, 1997. 96 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

ORTOLANI, E. L. Intoxicação cúprica acumulativa em ovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 5, 2003, Salvador. **Livro de Resumos e Palestras**. Salvador: Venture, 2003. P. 113-114.

ORTOLANI, E. L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. P. 750-761.

OWEN, J. A.; IGGO, B.; SCANDRETT, F. J.; STEWARD, C. P. The determination of creatinine in plasma or serum, and in urine; a critical examination. **The Biochemical Journal**, v. 58, n. 3, p. 426-437, 1954.

PAPANIKOLAOU, G.; PANTOPOULOS, K. Iron metabolism and toxicity. **toxicology and applied pharmacology**, v. 202, n. 2, p. 199–211, 2005.

PAYNTER, D. I. Differences between serum and plasma ceruloplasmin activities and copper concentrations: investigation of possible contributing factors. **Australian Journal of Biological Science**, v. 35, p 353-361, 1982.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York: Oxford University Press, 1987. 179 p.

PEREIRA, J. C. **Vacas leiteiras: aspectos práticos da alimentação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 198 p.

PHILLIPPO, M.; HUMPHRIES, W. R.; GARTHWAITE, P. H. The effect of dietary molybdenum and iron on copper status, puberty, fertility and oestrous cycle in the cattle. **Journal of Agricultural Science**, v. 109, p. 321-336, 1987.

POTT, E. B.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P. A. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A.; DYNIA, J. E. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Matogrossense. 2. Micronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 109-126, 1989.

POTT E. B.; HENRY P. R.; ZANETTI M. A.; RAO P. V.; HINDERBERGER E. J.; AMMERMAN C. B. Effects of high molybdenum concentration and duration of feeding time on molybdenum and copper metabolism in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, p. 93-105, 1999.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; HINCHCLIFF, K. W.; CONSTABLE, P. D. **Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. 10. ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007. 2156 p.

RAMALHO, C. I. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial do licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) em dois municípios do centro norte da Bahia**, Brasil. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFOUL, G.; PACCARD, P.; GUILLET, I.; CHILLIARD, Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. **Small Ruminant Research**, v. 79, n. 1, p. 57-72, 2008.

RIBEIRO, L. A. O.; MATTOS, R. C.; GONZALEZ, F. H. D.; WALD, V. B.; SILVA, M. A.; LA ROSA, L. V. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante a gestação e lactação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, n. 551, p. 155-159, 2004.

RIBEIRO, R. D. X.; GARCEZ NETO, A. F.; LIMA, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, L. P.; BAGALDO, A. R.; SANTANA FILHO, N. B.; BARRETO, G. G. Feed intake and milk production of dairy cows under grazing supplemented with licury oil in the concentrate feed. In: Euro Fed Lipids, 6, 2008, Atenas. **Proceedings ...** 2008. P. 364.

RIET-CORREA, F.; BONDAN, E. F.; MENDEZ, M. C.; MORAES, S. S.; CONCEPCIÓN M. R. Efeito da suplementação com cobre e doenças associadas à carência de cobre em bovinos no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 13, n. 3/4, p. 45-49, 1993.

RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; MÉNDEZ, M. C.; LEMOS, R. A. A. **Doenças de Ruminantes e Equinos**. 2. Ed. (rev.). São Paulo: Varela, 2006. V. 2, 574 p.

ROSALKI, S. B.; TARLOW, D. Optimized determination of gamma-glutamyltransferase by reaction-rate analysis. **Clinical Chemistry**, v. 20, n. 9, p. 1121-1124, 1974.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221 p.

SANDERS D. E.; KOESTNER, A. Bovine neonatal ataxia associated with hypocupremia in pregnant cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 176, n. 8, p. 728-730, 1980.

SANSINANE, A. S.; CERONE, S. I.; QUIROGA, M.; AUZA, N. Antioxidant capacity of erythrocytes from sheep chronically poisoned by copper. **Nutrition Research**, v. 13, n. 8, p. 891-899, 1993.

SANTANA, A. M.; SILVA, D. G.; BERNARDES, P. A.; PIZAURO, L. J. L.; MALUTA, R. P.; AQUINO, G. V.; GARCIA, K. O.; ÁVILA, F. A.; FAGLIARI, J. J. Hemograma e perfil bioquímico sérico de ovinos em idade de abate. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, supl. 1, p. 286-289, 2009.

SANTOS, N. V. M.; SARKIS, J. E. S.; GUERRA, J. L.; MAIORKA, P. C.; HORTELANI, M. A.; SILVA, F. F.; ORTOLANI, E. L. Avaliação epidemiológica, clínica, anatomopatológica e etiológica de surtos de ataxia em cabritos e cordeiros. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1207-1213, 2006.

SCHOSINSKY, K. H.; LEHMANN, H. P.; BEELER, M. F. Measurement of ceruloplasmin from its oxidase activity in serum by use of dianisidine dihydrochloride. **Clinical Chemistry**, v. 20, n. 12, p. 1556-1563, 1974.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 350 p.

SILVA JÚNIOR, S. S. **Diagnóstico e determinação de minerais em caprinos e ovinos criados no território do sertão do São Francisco em Pernambuco**, 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2013.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, L. P.; JESUS, I. B.; BAGALDO, A. R.; GARCEZ NETO, A. F.; MACOME, F. M.; MARTINS, L. E. P. Consumo de nutrientes de dietas com níveis de óleo de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) por caprinos $\frac{3}{4}$ bôer. In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008a.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, L. P.; JESUS, I. B.; BAGALDO, A. R.; GARCEZ NETO, A. F.; MACOME, F. M.; MARTINS, L. E. P. Digestibilidade dos nutrientes de dietas com níveis de óleo de licuri em caprinos $\frac{3}{4}$ boer. In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008b.

SNEDCOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 6th ed. Ames: Iowa State University Press, 1967. 593 p.

SOUSA, I. K. F.; MINERVINO, A. H. H.; SOUSA, R. S.; CHAVES, D. F.; SOARES, H. S.; BARROS, I. O.; ARAÚJO, C. A. S. C.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; ORTOLANI, E. L. Copper Deficiency in sheep with high liver iron accumulation. **Veterinary Medicine International**, v. 2012, art. 207950, p. 1-4, 2012.

SOUSA, J. C.; CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B.; BLUE, W. G. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 335-341, 1980.

SOUSA, J. C., NICODEMO, M. L. F.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. V. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 12, p. 1547-1554, 1989.

SUTTLE N. F. Copper deficiency in ruminants: recent developments. **Veterinary Records**, v. 119, n. 21, p. 519-522, 1986.

SUTTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock**. 4th ed. Oxfordshire: CABI Publishing, 2010. 587 p.

TALKE, H.; SCHUBERT, G. E. Enzymatische harnstoffbestimmung in blut und serum in optischen test nach warburb. **Klinische Wochenschrift**, v. 43, n. 174, p. 174-175, 1965.

TOKARNIA, C. H.; CANELLA C. F. C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre em bovinos no Delta do Rio Parnaíba, nos Estados do Piauí e Maranhão. **Arquivos do Instituto de Biologia Animal**, v. 3, p. 25-37, 1960.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; CANELLA C. F. C.; GUIMARÃES J. A. Ataxia enzoótica em cordeiros no Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 1, p. 375-382, 1966.

TOKARNIA, C. H.; CANELLA C. F. C.; GUIMARÃES J. A.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 3, p. 351-360, 1968.

TOKARNIA, C. H.; GUIMARÃES J. A.; CANELLA C. F. C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 6, p. 61-77, 1971.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 8, n.1/2, p. 1-16, 1988.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. S.; Peixoto, P. V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos- revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 47-62, 1999.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; BRITO, M. F.; DÖBEREINER, J. **Deficiências Minerais em Animais de Produção**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2010. 200 p.

TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; ARNT, L. M. Concentrações de cobre, zinco e enxofre em pastagens do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 19, p. 489-497, 1990.

UHL, N. W.; DRANSFIELD, J.; DAVIS, J. I.; LUCKOV, M. A.; HANSEN, K. S.; DOYLE, J. J. Phylogenetic relationships among palms: cladistic analyses of morphological and chloroplast DNA restriction site variation. In: RUDALL, P. J.; CRIBB, D. F.; CUTLER, E.; HUMPHRIES, C. J. **Monocotyledons: systematics & evolution**. Kew: Royal Botanic Gardens, p.623-661, 1995.

UNDERWOOD, E. J. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. 4. ed. New York: Academic Press, 1977. 545 p.

VAN RYSSSEN, J. B, BRADFIELD, G. D. An assessment of the selenium, copper and zinc status of sheep on cultivated pastures in the Natal Midlands. **Journal of South African Veterinary Association**, v. 63, n. 4, p. 156-161, 1992.

VAN RYSSSEN, J. B.; STIELAU, W. J. Effect of different levels of dietary molybdenum on copper and Mo metabolism in sheep fed on high levels of Cu. **British Journal of Nutrition**, v. 45, p. 203-210, 1981.

VASQUEZ, E. F. A.; HERRERA, A. P. N.; SANTIAGO, G. S. Interação cobre, molibdênio e enxofre em ruminantes. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1101-1106, 2001.

WEICHSELBAUM, T. E. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 10, p. 40-49, 1946.

WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 96, n. 3, p.240 - 249, 2006.