

**ELIZABETH REGINA RODRIGUES DA SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DA GIPSITA, CLORETO  
DE SÓDIO E RESÍDUO DE GESSO NA MINERALIZAÇÃO DE CAPRINOS  
(*Capra hircus*) EM CRESCIMENTO DA RAÇA ANGLO NUBIANA**

**RECIFE**

**2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

**ELIZABETH REGINA RODRIGUES DA SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DA GIPSITA, CLORETO  
DE SÓDIO E RESÍDUO DE GESSO NA MINERALIZAÇÃO DE CAPRINOS  
(*Capra hircus*) EM CRESCIMENTO DA RAÇA ANGLO NUBIANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Feliciano da Silva

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Néria Vânia Marcos dos Santos

**RECIFE**

**2012**

Ficha catalográfica

S586e Silva, Elizabeth Regina Rodrigues da  
Estudo da viabilidade técnica do uso da gipsita, cloreto de sódio e resíduo de gesso na mineralização de caprinos (*Capra hircus*) em crescimento da raça Anglo Nubiana / Elizabeth Regina Rodrigues da Silva. -- Recife, 2012.  
73 f. : il.

Orientador: Francisco Feliciano da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) –  
Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

Inclui referências, apêndice e anexo.

1. Caprino 2. Razão Ca:P 3. Razão Ca:Mg 4. Gesso  
5. Suplementação mineral 6. Gipsita I. Silva, Francisco Feliciano da, orientador II. Título

CDD 636.089

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DA GIPSITA, CLORETO DE SÓDIO E RESÍDUO DE GESSO NA MINERALIZAÇÃO DE CAPRINOS (*Capra hircus*) EM CRESCIMENTO DA RAÇA ANGLO NUBIANA**

Dissertação de Mestrado elaborada por

**ELIZABETH REGINA RODRIGUES DA SILVA**

Aprovada em ...../...../.....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. FRANCISCO FELICIANO DA SILVA  
Orientador – Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

---

Profª. Drª. NÉRIA VÂNIA MARCOS DOS SANTOS  
Co-orientadora – Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

---

Profª. Drª. JACINTA EUFRÁSIA BRITO LEITE  
Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

---

Profª. Drª. MARIA APARECIDA DA GLORIA FAUSTINO  
Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

A **Deus**, que é minha fonte inspiradora e meu porto seguro.  
Aos **meus pais, familiares e Pedrinho** que estão sempre torcendo por mim.

Dedico.

## **Agradecimentos**

A **Deus**, que sempre guia meus passos;

Ao **professor Francisco Feliciano da Silva**, pelos sábios ensinamentos e por me orientar durante esta jornada;

À minha Co-orientadora **Professora Néria Santos**, pelo grande empenho e força dedicados a este projeto e pelos vários momentos de aprendizado, desde os tempos da residência, que muito me enriqueceram no aprendizado profissional e para a vida;

À **professora Jacinta Leite**, pelo carinho, apoio e grande colaboração neste trabalho;

À **professora Maria Aparecida Faustino**, pelo incentivo e conhecimentos adquiridos durante a Pós-graduação;

À **professora Rosilda Barreto**, que me ensinou desde o início da graduação a importância do Médico Veterinário;

Ao **professor Hélio Manso**, pela disponibilização do BIOPA durante os exames bioquímicos e ao incentivo durante a pós-graduação;

A **Katarzyna Michalewicz** que nos auxiliou sempre nas dúvidas sobre a gipsita, e por acreditar na realização deste projeto;

Aos **professores da Pós-Graduação em Ciência Veterinária** pelas disciplinas ministradas que foram de grande valia para o meu aprendizado;

**Alba Maria e Julio Simões**, meus companheiros de mestrado, pela força na execução das atividades;

À amiga **Alessandra d'Alencar**, pela doação e disposição em ajudar durante as coletas e exames clínicos e laboratoriais;

Ao Técnico **Inácio Joaquim e Albeline**, pela grande ajuda nos exames radiográficos dos animais;

A **Cleandro Alencar**, pela disponibilização da matéria-prima usada no experimento;

A **Stephânia Katurchi** que me auxiliou nos exames bioquímicos;

A **Marquinhos**, funcionário do Setor de Grandes Animais do DMV-UFRPE, que me ajudou durante todo o experimento, desde antes da chegada dos animais, durante meses, finais de semanas e feriados.

À **Suely Manzi** sempre muito atenciosa e disposta na colaboração com as normatizações deste trabalho;

Ao secretário da Pós-Graduação em Ciência Veterinária **Tom Menezes**, pela atenção e auxílio nos afazeres burocráticos do Mestrado.

Aos residentes, **Renan Fagundes e Dinamérico Júnior**, que abriram as portas da Clínica de Grandes para instalação da minha pesquisa;

Aos queridos estagiários, bolsistas e monitores do Setor de Grandes Animais que estavam sempre alertas para peneirar gipsita, pesar animais e ajudar no manejo geral: **Julianne Cortizo, Juliane Camila, Juliana Andressa, Glycia Machado, Marcondes Aguiar, Acácia Xavier, Cláudia Luana, Bruno Josias, Bruno Cavalcanti, Raquel Feitosa, Danielle Diniz, Raffaella Amorim, Guilherme César, Jéssica Andrade, Arthur Vinicius, Emanuela Ferreira, Débora Neves, Matheus Farias, Gizélia Lemos, Wagner Wesley, Higor Nobre, Veronica Sales e Marcony Júnior**.

Aos amigos **Amanda Guedes, Gileno Lino, Allan Vieira, Fernanda Alves, Pomy Kim e Renata Revorêdo, Izaura Lorena e Maria Presciliana** pelas contínuas palavras de incentivo;

Aos amigos de mestrado: **Eduardo Guaraná, Nathália Ianatoni, Patrícia Jasset, Telga Lucena, Natalia Matos, Marlom Azevedo, Artur Cezar, Carol Messias, Luis Carlos, Tamyres Izarely, Kath Freire, Priscilla Bartolomeu, Joyci d'Paula, Daniela Campinho Jaqueline Loureiro**, pelos momentos compartilhados, disciplinas cursadas, dificuldades ouvidas e amparadas;

Aos companheiros de aprisco: **Ellen, Dani, Marina, Alcir, Wilton**, pelos momentos compartilhados e auxílio durante a pesquisa;

À amiga **Amanda Janaína**, pelo auxílio no momento final da pesquisa e pelos momentos compartilhados;

A **todos os meus amigos** que torceram por mim e estavam juntos nos vários momentos, especialmente nos momentos de distração e diversão – imprescindíveis para repor as energias e retomar o trabalho!

Aos meus familiares e amigos **Maria Silva, Antonio Rodrigues, Pedrinho, Marcia Rodrigues, Mateus Peregrino, Michele Costa, Sérgio Campelo, Arnaldo Moura, Josilene Alves, Pedro Vilela, Débora Wanderley**, que me ampararam e esporadicamente compartilharam comigo o odor de bode;

Aos meus cabritos especiais: **Ambrósia, Bibi, Tatá, Magali, Seven, Assis, Pirraia**, entre outros; sem eles nada poderia ter sido feito! E os ovinos agregados da pesquisa: **Ronaldinho e Naomi**;

A **todos os amigos funcionários e estagiários** da UFRPE que, de alguma forma, colaboraram comigo e me acompanharam de perto nessa jornada;

Ao CNPq especialmente, pela concessão da minha bolsa de Pós-graduação.

***“Os bons cuidam bem de seus animais”.***

***Provérbios 12:10***

## RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a viabilidade técnica do uso da Gipsita, cloreto de sódio e resíduo de gesso como fonte mineral para cabritos em crescimento, e ainda estudar os aspectos clínico-nutricionais do seu uso. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnico-econômica das matérias-primas utilizadas como suplemento mineral para caprinos em crescimento da raça Anglo Nubiana. Esta pesquisa auxilia na geração de dados científicos que possibilitam futuras pesquisas envolvendo a gipsita, cloreto de sódio e resíduo de gesso como fonte de minerais na suplementação de ração animal aproveitando a gipsita local e o resíduo de gesso para outros fins que não só o da construção civil. Foram utilizados 18 cabritos da raça Anglo Nubiana, com idade de 60 dias, separados em seis grupos experimentais, de acordo com a mineralização a ser recebida: Resíduo de gesso (G1); Gipsita (G2); Cloreto de sódio (G3); Resíduo de gesso associado ao Cloreto de Sódio (G4); Gipsita associada ao Cloreto de Sódio (G5); Grupo controle que não recebeu mineralização (G6). Os animais receberam este tratamento por 120 dias e foram reavaliados periodicamente através de exames clínicos, radiográficos e laboratoriais, incluindo exames hematológicos, coproparasitológicos e séricos para análise bioquímica de cálcio, fósforo, magnésio, uréia, creatinina e exames bromatológicos nas dietas. Na análise dos dados foram utilizadas técnicas de estatística descritiva: distribuições absolutas, percentuais, das medidas estatísticas: média e desvio padrão e coeficiente de correlação de Spearman e técnicas de estatística inferencial através dos testes estatísticos de Kruskal-Wallis e para a hipótese de correlação nula. Os testes estatísticos foram realizados com margem de erro de 5,0%. Diante das diversas observações realizadas durante o estudo somando-se a interpretação dos resultados da análise estatística, concluiu-se que, no rebanho estudado alguns fatores como grau de parasitose alto e ausência de mineralização nas dietas podem diminuir o ganho de peso vivo em cabritos em crescimento; as médias do peso em cada grupo aumentaram com o tempo de avaliação; as médias do peso do G6 foram correspondentemente menores dos demais grupos mineralizados; observou-se maior ganho de peso no G4 e bom rendimento na mineralização óssea do G2. Todas as metas alcançadas através dos resultados desta pesquisa estão diretamente envolvidas com a cadeia produtiva da caprinocultura em várias etapas, por estar a mineralização envolvida estreitamente com inúmeros aspectos do desenvolvimento produtivo dos ruminantes.

**Palavras-chave:** Caprinos, Razão Ca:P, Razão Ca:Mg, Suplementação mineral, gesso, gipsita.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the technical feasibility of the use of gypsum, sodium chloride and plaster residue as a source of mineral for growing kid goats, and still study the clinical and nutritional aspects of their use. The results aimed at the technical and economic feasibility of raw materials and mineral supplement for goats. Such research helped in the generation of scientific data to enable future research involving gypsum, sodium chloride and plaster residue as a source of mineral supplementation in animal feed taking advantage of local gypsum and plaster residue for other purposes not only the construction. Six experimental groups of three Anglo Nubian breed goats were used aged 60 days. The animals were divided in accordance with the mineralization to be received: plaster residue (G1), Gypsum (G2), sodium chloride (G3), plaster residue associated with sodium chloride (G4), Gypsum associated with sodium chloride (G5), the control group that received no mineralization (G6). The animals received this treatment for 120 days and were periodically assessed by clinical examination, radiographic and laboratory tests, including blood tests, fecal tests and serum for biochemical analysis of calcium, phosphorus, magnesium, urea, creatinine and examinations bromatological diets. In the data analysis techniques were used descriptive statistics: absolute distributions, percentages, the statistical measures: mean and standard deviation and correlation coefficient of Spearman and inferential statistical techniques via statistical tests of Kruskal-Wallis test and the null hypothesis of correlation. Statistical tests were performed with an error margin of 5.0%. Given the various observations made during the study adding to the interpretation of the results of statistical analysis, concluded that, in the herd studied factors such as high degree of parasitism and the lack of mineralization in the diet can reduce body weight gain in kids in growth; the average weight in each group increased with time evaluation, the mean weight of G6 were correspondingly smaller groups of other mineralized, there was greater weight gain in G4 and good yield in bone mineralization. All the goals pursued by the results of this research are directly involved in the production of goat in several stages, the mineralization to be closely involved with many aspects of the productive development of ruminants.

**Keywords:** goat, ratio Ca:P, Ratio Ca: Mg, mineral supplementation, plaster, gypsum.

## LISTA DE QUADROS

	Pag.
<b>Quadro 1 -</b> Composição da ração crescimento, em 1kg	<b>35</b>
<b>Quadro 2 -</b> Composição mineral de gesso, gipsita e ração crescimento, em 1kg	<b>35</b>
<b>Quadro 3-</b> Composição da ração manutenção, em 1 kg	<b>36</b>
<b>Quadro 4-</b> Composição do sal, em 1 g	<b>36</b>
<b>Quadro 5-</b> Quantitativo Mineral oferecido aos caprinos durante o período do estudo	<b>37</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pag.</b>
<b>Tabela 1 -</b> Relação dos grupos experimentais pesquisados.	<b>36</b>
<b>Tabela 2 -</b> Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos caprinos durante o período experimental, segundo o aspecto do pelo.	<b>42</b>
<b>Tabela 3 -</b> Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos caprinos durante o período experimental, segundo coloração da conjuntiva ocular.	<b>43</b>
<b>Tabela 4 -</b> Média e desvio padrão da temperatura corporal dos caprinos utilizados no experimento.	<b>43</b>
<b>Tabela 5 -</b> Média e desvio padrão das variáveis clínicas: hematócrito, fibrinogênio e proteína plasmática total dos caprinos utilizados no experimento.	<b>44</b>
<b>Tabela 6 -</b> Média e desvio padrão dos teores séricos de cálcio, fósforo e magnésio dos caprinos utilizados no experimento.	<b>45</b>
<b>Tabela 7 -</b> Média e desvio padrão da razão cálcio:magnésio, razão cálcio:fósforo, uréia e creatinina séricas dos caprinos utilizados no experimento.	<b>46</b>
<b>Tabela 8 -</b> Correlação de Spearman existente entre os resultados observados no exame radiográfico com o cálcio sérico e com a razão cálcio:fósforo, segundo avaliação mensal.	<b>47</b>
<b>Tabela 9 -</b> Resultados obtidos a partir dos exames radiográficos realizados nos caprinos, segundo grupo experimental, na fase inicial do experimento.	<b>48</b>
<b>Tabela 10 -</b> Resultados obtidos a partir dos exames radiográficos realizados nos caprinos, segundo grupo experimental, na fase final do experimento.	<b>48</b>
<b>Tabela 11 -</b> Média e desvio padrão do peso dos caprinos utilizados no experimento, segundo grupo experimental e mês de avaliação.	<b>50</b>
<b>Tabela 12 -</b> Correlação de Spearman existente entre os resultados observados do hematócrito com a espécie de parasito, segundo avaliação mensal.	<b>51</b>
<b>Tabela 13 -</b> Correlação de Spearman entre o ganho de peso no período da pesquisa com o nível de OPG e OoPG e por mês avaliado	<b>51</b>

<b>Tabela 14 -</b>	Média e desvio padrão do peso segundo o grupo e a avaliação.	<b>52</b>
<b>Tabela 15 -</b>	Comparação de preços entre a mineralização experimental utilizada no Grupo experimental G4(resíduo de gesso + sal) e mineralização caprina convencional.	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURA

		<b>Pag.</b>
<b>Figura 1</b>	Média do peso dos caprinos utilizados no experimento, segundo grupo experimental e mês de avaliação.	<b>50</b>

## LISTA DE APÊNDICE

	<b>Pag.</b>
<b>APÊNDICE A</b> Modelo da Ficha de acompanhamento e Avaliação Clínica utilizada	<b>66</b>
<b>APÊNDICE B</b> Média da relação Cálcio:Magnésio dos caprinos durante período experimental inicial segundo o grupo e o mês.	<b>69</b>
<b>APÊNDICE C</b> Média da relação Cálcio:Magnésio dos caprinos durante período experimental final segundo o grupo e o mês.	<b>69</b>
<b>APÊNDICE D</b> Média da relação Cálcio:Fósforo dos caprinos durante período experimental inicial segundo o grupo e o mês.	<b>69</b>
<b>APÊNDICE E</b> Média da relação Cálcio:Fósforo dos caprinos durante período experimental final segundo o grupo e o mês.	<b>69</b>
<b>APÊNDICE F</b> Animal apresentando mineralização óssea normal	<b>70</b>
<b>APÊNDICE G</b> Animal apresentando severa desmineralização óssea.	<b>70</b>
<b>APÊNDICE H</b> Memória fotográfica durante o período experimental.	<b>71</b>

## LISTA DE ANEXO

		<b>Pag.</b>
<b>ANEXO A</b>	Parâmetros Fisiológicos de Referência	<b>72</b>

## SUMÁRIO

	<b>Pag.</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>18</b>
2.1	Suplementação mineral em ruminantes	18
2.2	Manejo nutricional e absorção de minerais	19
2.2.1	Metabolismo do Cálcio e Fósforo	21
2.2.2	Pesquisa bioquímica	23
2.3	Breve histórico sobre a gipsita	25
2.4	Aspectos minerais da gipsita	26
2.5	Uso da gipsita e seus derivados	27
2.6	Aspectos ambientais	30
2.7	Sinais radiográficos	32
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>33</b>
3.1	Animais/Manejo Geral	33
3.2	Manejo Alimentar	34
3.3	Exames e Provas Laboratoriais	37
3.3.1	Exames Clínicos	37
3.3.2	Provas Laboratoriais	37
3.3.2.1	Volume globular (hematócrito)	37
3.3.2.2	Concentrações Plasmáticas de Proteína Total e Fibrinogênio	38
3.3.2.3	Cálcio, Fósforo, Magnésio, Uréia e Creatinina Séricos	39
3.3.2.4	Exames coproparasitológicos	39
3.3.3	Exames Radiográficos	40
3.3.4	Exames Bromatológicos	40
3.3.5	Ensaio Químico	41
3.4	Análise Estatística	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>42</b>
4.1	Exames Clínicos	42
4.2	Exames Hematológicos	43
4.3	Deteção dos Teores de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Uréia e Creatinina Séricos	44
4.4	Exames Radiográficos	47
4.5	Ganho de peso	49
4.6	Exames Bromatológicos do Feno e do concentrado utilizados na ração	51
4.7	Análise custo/benefício	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICES</b>	<b>66</b>
<b>8</b>	<b>ANEXO</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Animais de fazenda, em várias partes do mundo consomem dietas que não correspondem às suas necessidades em relação aos minerais. Os alimentos podem ser ricos ou pobres em determinados elementos, sendo mais frequentemente pobres, ou os contem em proporções desequilibradas entre si (BARUSELLI, 2005; TOKARNIA et al., 2010).

As deficiências minerais podem ocorrer sob diversos níveis, desde deficiências severas, com perturbações mais ou menos características, até deficiências leves, com sintomas não específicos, como desenvolvimento lento, problemas de fertilidade, baixo rendimento da carcaça e baixa produção de leite (TOKARNIA et al., 2010).

A alimentação animal deficiente em minerais está ligada a algumas áreas geográficas. Quando acentuadas, podem ser responsáveis pela pobreza geral que existe em determinadas regiões, onde a população depende principalmente da criação de ruminantes (SANTOS et al., 2006). Deficiências leves ou moderadas também podem causar prejuízos econômicos sérios, porque reduzem a produtividade dos animais e formam barreiras ao progresso do rebanho (SANTOS et al., 2007; TOKARNIA et al., 2010).

Os minerais desempenham funções essenciais para o organismo dos animais e do homem. A primeira delas diz respeito à sua participação como componentes estruturais dos tecidos (por exemplo, Ca, P). Também atuam nos tecidos e nos fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico, da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas celulares (Ca, P, Na, Cl, K). E ainda, funcionam como ativadores de processos enzimáticos (Cu, Mn) ou como integrantes da estrutura de metaloenzimas (Zn, Mn) ou vitaminas (Co) (BARUSELLI, 2005; RIET-CORREA et al., 2008; TOKARNIA et al., 2010)

Segundo Tokarnia et al. (2010), atualmente, dos cerca de 50 elementos minerais que o organismo contém somente os seguintes são essenciais aos processos metabólicos: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), cobalto (Co), iodo (I), zinco (Zn), selênio (Se) e manganês (Mn), e por isso mesmo devem estar presentes na alimentação. Os primeiros sete elementos são denominados de macroelementos, pois são necessários aos animais em quantidades maiores. Os últimos sete são denominados microelementos, oligoelementos ou elementos-traços, porque são necessários aos animais em quantidades muito pequenas. Ultimamente tem sido divulgados os resultados de experimentos demonstrando a “essencialidade” de novos elementos como flúor,

molibidênio, cromo, níquel, vanádio, silício e outros. É conveniente esclarecer, porém, que estes estudos são realizados em condições artificiais, de forma que deficiências desses elementos dificilmente podem ocorrer em situações naturais de pastejo e alimentação.

O sulfato de cálcio encontrado na gipsita é uma fonte de cálcio pouco conhecida e explorada no Brasil, embora esta já seja utilizada, há alguns anos, em países da Europa e EUA em rações e suplementos minerais (BALTAR et al., 2005).

Tendo em vista a importância da dieta consumida pelos caprinos, associada a uma mineralização eficaz, objetivou-se, com a realização desta pesquisa avaliar mineralizações alternativas e de baixo custo como a gipsita, cloreto de sódio e resíduo de gesso na mineralização de caprinos (*Capra hircus*) em crescimento da raça Anglo-Nubiana.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Suplementação mineral em ruminantes

Segundo Baruselli (2005), o fornecimento de suplementos para complementar a dieta dos animais domésticos começou a ser adotado há mais de 2000 anos. As doenças de origem mineral foram identificadas mais detalhadamente por volta dos anos 50, época em que coincide com o surgimento de aparelhos e métodos analíticos mais precisos que permitiram um forte impulso nas pesquisas de suplementação mineral.

As deficiências, excessos e desequilíbrios dos minerais a partir de então vem sendo cada vez mais estudadas e muito tem sido feito no campo da suplementação, não somente para prevenir e curar enfermidades de origem nutricional, mas também para aumentar o desempenho produtivo dos diferentes rebanhos (SANTOS et al., 1999; BARUSELLI, 2005;).

A deficiência de cálcio ocorre em animais (suínos e aves) que se alimentam de concentrados ricos em P, mesmo que o consumo de P seja adequado (TAMIN e ANGEL, 2003; TOKARNIA et al., 2010). Além disto, são espécies que, proporcionalmente, necessitam de mais Ca na dieta do que os ruminantes. A deficiência de Ca, porém pode ocorrer em bovinos e búfalos que recebem alimentação abundante contendo fósforo, mas, naqueles em regime de campo não constitui problema. Por mais pobres em Ca que sejam as pastagens, os bovinos sempre recebem quantidades suficientes de Ca através delas. Os fatores que contribuem para a deficiência deste elemento são os seguintes: (a) A maioria das plantas contém mais Ca do que P; (b) Solos deficientes em Ca são menos comuns que os carentes em P; (c) Os níveis de Ca não diminuem com a maturação das plantas, como é o caso do P (TOKARNIA et al., 2010).

Baruselli (2005) indica que a base da suplementação mineral correta é a utilização de uma fonte de cálcio e fósforo de alto valor biológico e livre de impurezas. O fosfato bicálcico (fonte de cálcio de elevado valor biológico) é a matéria prima mais empregada no mundo inteiro para suplementar cálcio e fósforo aos animais.

A deficiência de cálcio é frequente em animais alimentados com concentrados, porque os grãos e seus subprodutos são ricos em P e pobres em Ca, com uma relação Ca:P menor que 1:1. Esta baixa relação Ca:P é relatada por alguns autores como causa de urolitíase obstrutiva em caprinos e ovinos machos confinados ou semi-confinados (RADOSTITS et al., 2007; RIET-CORREA et al., 2008).

Ashton e Morbey (2002) recomendam que ovinos e caprinos suplementados com grãos recebam entre 1% e 1,5% de carbonato de amônio com o concentrado. Os ovinos tem uma preferência particular por sal (NaCl) e consomem até cinco vezes mais sal por kg de peso vivo do que os bovinos (RIET-CORREA, 2004).

Solos pobres em fósforo e a falta de mineralização determinaram ampla relação Ca:P séricos em búfalas em lactação que apresentaram osteomalácia (SANTOS et al., 2007). Altos níveis de cálcio na alimentação por longos períodos podem ocasionar alterações ósseas (osteopetrose). A adição de cálcio em excesso pode interferir em outros minerais (P, Mg, Fe, I, Zn e Mn) causando carência dos mesmos (TOKARNIA et al., 2010).

Aproximadamente 62% do magnésio do corpo é depositado nos ossos, 37% nas células e 1% em fluido extracelular. A concentração de Mg no plasma sanguíneo de caprinos varia entre 2,8 a 3,6 mg/dL (VRZGULA, 1991; SMITH e SHERMAN, 2009). O Mg é um elemento essencial para todos os animais, sobretudo para os ruminantes. Uma deficiência de magnésio (concentração abaixo de 1,1 mg/dL) resulta em hipomagnesemia tetânica. Tipicamente apenas fêmeas de ruminantes são afetadas. O Mg atua em três níveis bioquímicos: um como cofator de reações enzimáticas, outro como fator da estrutura do ribossomo e o terceiro como estabilizante de força na membrana celular. O paratormônio (PTH) pode afetar o metabolismo do Mg pela diminuição da excreção urinária do mesmo e estimulando a reabsorção óssea, liberando assim Mg no fluido extracelular (CANNAS et al., 2008).

Suplementos minerais devem ser um componente essencial de ração de animais jovens, já que eles ajudam a prevenir doenças metabólicas (BERG et al., 2010; TOKARNIA et al., 2010). Uma ampla variedade de elementos traços são disponíveis comercialmente e, embora muitos não sejam designados especificamente para caprinos frequentemente irão suprir bem. Por exemplo, no UC Davis Dairy Goat Facility é dado aos caprinos um suplemento contendo minerais traços desenvolvidos para bovino de corte (BERG et al., 2010).

## **2.2 Manejo nutricional e absorção de minerais**

Por diversos motivos a nutrição desempenha um papel essencial e especial nos sistemas de criação de pequenos ruminantes (BARUSELLI, 2005; SANTOS et al., 2006). Primeiro, é o fator de produção em que os criadores podem atuar com maior facilidade e rapidez (quantidades de alimentos, composição das dietas e manejo da pastagem). Ele tem o

efeito mais marcante na produção de custos (OUIN, 1995), e, conseqüentemente, nos rendimentos dos pecuaristas. Além disso, a gestão da alimentação em rebanhos também depende da produção vegetal das pastagens. A alimentação afeta diretamente outros componentes dos sistemas de produção de caprinos e ovinos, como condições patológicas e o desempenho reprodutivo dos rebanhos. Além disso, um programa nutricional deve ser sempre estabelecido tendo em vista as características genéticas da raça e a adaptação dos animais ao meio em que vive, envolvendo o potencial de produção e capacidade de adaptação (MORAND-FEHR, 2005).

A baixa performance de ruminantes é oriunda do oferecimento de forragens de baixa qualidade, tipicamente encontradas em regiões tropicais e subtropicais (CHAKEREDZA et al., 2001, BORGES e BRESSLAU, 2003), sobretudo devido à deficiência de nitrogênio e energia no rúmen que inibe o substrato da fermentação e síntese de proteína microbiana. A suplementação com nitrogênio e uma fonte de energia tem sido mostrada para melhorar o desempenho animal, principalmente através de crescimento, consumo de matéria seca, adequada digestibilidade e melhor equilíbrio dos nutrientes (CHAKEREDZA et al., 2001)

Excesso de fosfato em relação ao Ca estimula o PTH e, se este padrão de consumo for crônico, segue-se a perda óssea severa e uma queda no cálcio sérico, e a causa disto está na maioria das vezes relacionada ao uso de volumoso de má qualidade, ou erros na composição do concentrado (LEITE, 1997; TOKARNIA et al., 2000; BUZINARO et al., 2006; CINTRA, 2007; BRZEZIŃSKA e KRAWCZYK, 2009).

A diminuição da ingestão de cálcio e sua deficiência dietética, por si só, não leva à desmineralização óssea, possivelmente devido a mecanismos e adaptações do organismo para equilibrar a deficiência, como por exemplo, uma maior absorção intestinal do cálcio. Entretanto, há um limite inferior de ingestão de Ca, abaixo do qual a absorção alimentar não pode se adaptar suficientemente para manter o balanço do elemento (SPENCER et al., 1969; SCHRYVER et al., 1970; BUZINARO et al., 2006; VITTI et al., 2008).

Existem poucos relatos sobre a absorção do cálcio nos caprinos. Geralmente são utilizados valores estabelecidos para ovelhas, sendo melhor incluir uma larga margem segura de minerais necessários em geral, e isto é viável em relação ao cálcio, pois tem um relativo baixo custo. Sabe-se que a eficiência absorptiva decai com o avançar da idade, e isto é parcialmente relacionado ao decréscimo da vitamina D no organismo. Sobre a absorção do fósforo, esta é muito mais eficiente do que a do cálcio. O fósforo é absorvido principalmente pelo intestino delgado, mas também pelo estômago. Os valores de absorção do fósforo variam

entre 64% e 70%, enquanto a do cálcio não ultrapassa 45% (AHMED et al., 2000; SMITH e SHERMAN, 2009).

Alguns fatores dietéticos podem diminuir a absorção de Magnésio em ruminantes. Por exemplo, dietas ricas em Potássio tem o maior e mais consistente efeito na redução da absorção de Mg. Por outro lado, em uma boa alimentação, quantidades de carboidratos rapidamente digeridos aumenta a absorção de Mg, mas o modo de ação não é claro (CANNAS et al., 2008). Bezerros alimentados exclusivamente com leite apresentam insuficiente aporte de Mg, ocorrendo hiperexcitabilidade neuromuscular, seguida de ataques epileptiformes de evolução variável. A enfermidade é decorrente do baixo teor de Mg no leite. Enquanto as necessidades diárias desse elemento para bezerros são de 45mg/kg de peso, o leite fornece apenas 1/3 desse valor, o equivalente a 120mg de Mg por litro de leite (TOKARNIA et al., 2010).

Os parâmetros mais atuais que se tem sobre requerimentos minerais em caprinos estão reportados no Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007), e são dados originados de trabalho de revisão conduzido por Mesch (2000).

### **2.2.1 Metabolismo do Cálcio e Fósforo**

O cálcio e o fósforo participam de funções estruturais e metabólicas no organismo e, devido à estreita relação metabólica entre eles, esses dois macroatmentos são vistos em conjunto. Estão presentes principalmente nos ossos, na forma de hidroxapatita, e são mobilizados do esqueleto quando as exigências dos animais não são alcançadas (MOREIRA, 2001; CHAPUIS-LARDY et al., 2004; VITTI et al., 2008).

Os fatores primários que influenciam no metabolismo do cálcio são a relação cálcio-fósforo, a vitamina D, os sistemas hormonais e a idade do animal, sendo que a homeostase sérica nos mamíferos é mantida através de processos que envolvem a interação de hormônios como o paratormônio (PTH), a calcitonina (CT), a 1,25-dihidroxicolecalciferol (calcitriol) e a proteína ligadora de cálcio (CaBP). Causas relevantes da deficiência de vitamina D estão relacionadas à pouca exposição solar, ingestão inadequada ou má absorção intestinal (NUNES et al., 2006; BARRAL et al., 2007; HADDAD e ALVES, 2008).

O cálcio e o fósforo absorvidos participam da manutenção da absorção do primeiro, devido aos efeitos do Ca sérico sobre a secreção do PTH e dos efeitos do P e PTH séricos sobre a produção renal de calcitriol (BUZINARO et al., 2006). Quando o nível de cálcio

plasmático é reduzido, as glândulas paratireóides são estimuladas a produzir PTH. Este último é responsável por mecanismos que ativam a reabsorção óssea de cálcio através dos osteoclastos e, nos rins, atua na conversão do calcidiol, um metabólito da vitamina D, na sua forma ativa, o calcitriol. O calcitriol estimula a síntese da proteína ligadora de cálcio (CaBP), a qual, nos enterócitos, facilita a absorção intestinal de cálcio na região proximal do intestino delgado, estabilizando os níveis sanguíneos do macroelemento (NUNES et al., 2006; HADDAD e ALVES, 2008).

O cálcio circulante apresenta-se ligado a proteínas em 45 a 50%. Outros 45 a 50% circulam em forma iônica e 8% estão em complexos como o citrato, fosfato e sulfato. A alteração do pH também é outro fator que pode modificar as concentrações de cálcio iônico. Na acidose metabólica, aumenta a concentração do íon, por haver diminuição da ligação cálcio-albumina, enquanto que na alcalose aumenta esta ligação, com conseqüente diminuição de cálcio iônico, que é fisiologicamente ativo (CASTILHO et al., 2008).

Embora parte do cálcio esteja ligada a proteínas, não é conclusivo que a hipocalcemia conseqüente à hipoproteinemia aconteça. Alguns estudos apontam que a variação na concentração de proteínas séricas (albumina) não interfere no cálcio iônico, pois a albumina possui aproximadamente 12 sítios de ligação com o cálcio, e nem todos estão ocupados (CASTILHO et al., 2008; MARECO, 2010). Entretanto, uma situação de hipoproteinemia poderia interferir na absorção intestinal de cálcio devido à ocorrência de edema da mucosa intestinal ou diminuição da CaBP (GRÜDTNER et al., 1997).

Outros minerais também são descritos como tendo influência no equilíbrio do cálcio, e conseqüentemente do fósforo. Dietas deficientes em magnésio causam inibição da mobilização do Ca, pois, o magnésio é necessário para a liberação do PTH, além de interferir na absorção intestinal de Ca e estimular a secreção de calcitonina. Sua deficiência terá efeito direto sobre os níveis séricos e metabolismo dos ossos. Assim como a razão Ca:P, a razão entre cálcio e magnésio, embora pouquíssimo estudada, também é importante, e verifica-se que esta fica em torno de 4:1 (GONZÁLEZ, 2000; SMITH e SHERMAN, 2009).

O metabolismo dos minerais não pode ser considerado de maneira isolada. Fatores fisiológicos e nutricionais podem interferir na absorção, no transporte e no armazenamento com subseqüente aumento da susceptibilidade à deficiência ou toxicidade (KERR, 2003; CASTILHO et al., 2008).

### 2.2.2 Pesquisa bioquímica

A bioquímica dos minerais e das proteínas séricas é de primordial importância na avaliação do estado nutricional, podendo indicar alterações metabólicas e auxiliar no diagnóstico clínico de diversas moléstias (SANTOS et al., 1999; BARIONI et al., 2001; KERR, 2003; BARUSELLI, 2005). Na busca de uma interpretação adequada dos resultados alcançados, existe a necessidade de se conhecer os valores de referência para as diferentes espécies, raças, sexos e idades de animais criados em diversas regiões do Brasil e sob distintas condições de manejo (BARIONI et al., 2001).

Behera et al. (1993) determinaram, em caprinos fêmeas da raça “Black Bengal”, que não há diferença significativa entre níveis de cálcio e fósforo, considerando-se sexos, mas há diferença em relação às idades de três, seis e maiores que 24 meses. Segundo Bhattacharyya et al. (1994), os níveis de cálcio, fósforo, sódio e potássio são significativamente maiores na fase pré-pubere (seis a dez meses), sendo que a elevação dos níveis de cálcio e fósforo pode ser decorrente do crescimento ou devido à alta taxa de absorção pelo trato gastrointestinal. Com o avanço da idade, ocorre um decréscimo na concentração de sódio e potássio (MEYER et al., 1995; BARIONI et al., 2001).

O magnésio (Mg), além de ser estruturalmente essencial para os ossos, também é constituinte de fluidos intracelulares e extracelulares (como plasma e líquido). Tal elemento é relacionado ao metabolismo de carboidratos, lipídeos, ácidos nucleicos e proteínas, em especial como catalisador enzimático, sendo demandado, por exemplo, na cadeia respiratória, na oxidação de piruvato, na formação de succinil CoA e na transferência de fosfatos. Funções primordiais do elemento ainda relacionam-se à modulação da atividade neuromuscular e à integridade das membranas celulares (BARIONI et al., 2001; TOKARNIA et al., 2010).

Sódio (Na) e Cloro (Cl) são imprescindíveis na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio hidroeletrolítico do organismo. As trocas de Na e hidrogênio influenciam a regulação do pH e as de Na e Ca, o tônus vascular e muscular. O Cl também participa como eletrólito fundamental nos fluidos intra e extracelular (p.ex. ácido hidrocloreídrico das secreções gástricas). Embora Na e Cl sejam essenciais à vida, não há relatos de deficiências de Cl em animais sob condições naturais. As necessidades dos dois elementos no organismo animal são semelhantes, tal se deve, em parte ao menor teor de Na do que Cl nos alimentos. Na deficiência de Na valores séricos são normais, porém na urina, fezes e saliva há queda desses níveis (TOKARNIA et al., 2010).

A uréia é um produto de excreção do metabolismo do nitrogênio e a sua determinação em amostras de soro sanguíneo, junto com a albumina, revelam informação sobre a atividade metabólica protéica do animal. A concentração sanguínea de uréia está em relação direta com o aporte da ração, bem como da relação energia proteína. Valores baixos de uréia no sangue dos animais são encontrados em rebanhos que utilizam dietas deficitárias em proteínas e valores altos naqueles que utilizam dietas com excessivo aporte protéico ou com um déficit de energia (WITTWER, 2000; KERR, 2003; TOKARNIA et al., 2010).

A quantidade de uréia tanto no sangue quanto no leite é dependente da relação energia: proteína, onde um aporte deficiente de proteínas está associado a valores diminuídos de uréia, enquanto que valores elevados de uréia indicam um aporte excessivo de proteínas (degradáveis + solúveis) no rúmen, ou então um aporte deficitário de energia conjunta (CONTRERAS, 2000; WITTWER, 2000; KERR, 2003). Também tem sido observado que, quando existem deficiências de proteínas na ração, também diminuem as concentrações sanguíneas da albumina, a hemoglobina e o hematócrito. Todavia, o efeito sobre estes últimos parâmetros é de menor magnitude que o efeito sobre a uréia e se apresenta mais tardiamente (CONTRERAS, 2000).

A concentração sanguínea de uréia é um indicador sensível e rápido da ingestão de proteína crua digerível. Um aumento na concentração de uréia pode indicar um excesso de proteína na ração. Porém, esse aumento também pode ser produzido por um déficit de energia, uma deficiência de água nos rebanhos ou ainda por alterações da saúde dos animais (CONTRERAS, 2000).

O excesso de amônia transformada em uréia pode danificar o metabolismo intermediário e influir nas concentrações de glicose, lactato e ácidos graxos livres no sangue. Dentro dos efeitos primários do excesso de proteínas na saúde do rebanho são mencionadas menor fertilidade, suscetibilidade a cetose e lesão ruminal por efeito da amônia sobre as papilas com perda do apetite e menor produção. Também é relatado que o excesso de uréia altera a formação do tecido dos cascos (WITTWER, 2000; KERR, 2003).

A albumina, hemoglobina e o hematócrito são indicadores úteis e sensíveis, somente quando ocorre um período prolongado de deficiência de proteínas na ração. A sua concentração também pode ser influenciada por problemas da saúde de indivíduos ou do rebanho (CONTRERAS, 2000).

A creatinina é formada através do metabolismo da creatinina e fosfocreatina muscular. O nível sanguíneo não é afetado pela dieta, idade e sexo embora elevado metabolismo muscular possa aumentar os níveis de creatinina na circulação (LOPES et al., 2007).

### 2.3 Breve Histórico sobre a gipsita

A forma calcinada da gipsita é denominada de gesso. Inicialmente usado em obras de arte e decoração, o gesso é um dos mais antigos materiais utilizados pelo homem, conforme atestam algumas importantes descobertas arqueológicas (DOMÍNGUEZ e SANTOS, 2001; PERES et al., 2001). O gesso foi encontrado em ruínas do IX milênio a.C. na Turquia; em ruínas do VI milênio a.C. em Jericó e na pirâmide de Keops (2.800 anos a.C.), entre outras descobertas. O alabastro (gipsita com hábito fibroso) foi utilizado pelas civilizações antigas para confecção de esculturas e outras obras de arte. A existência de jazidas de gipsita no Chipre, Fenícia e Síria foram apontadas pelo filósofo Teofratos, discípulo de Platão e Aristóteles, em seu “Tratado sobre a Pedra”, escrito entre os Séculos III e IV a.C. Na Europa, o uso do gesso na construção civil popularizou-se a partir do século XVIII, quando também passou a ser utilizado como corretivo de solos (BALTAR et al., 2005).

Atualmente, os maiores produtores mundiais de gipsita são: Estados Unidos da América, Irã, Canadá, China, México, Tailândia e a Espanha. O Brasil possui a maior reserva mundial, mas só representa 1,4% da produção mundial e apenas o 16º lugar nesta produção (BRASIL, 2009; SOBRINHO et al, 2004).

A gipsita é um mineral abundante em diversos países e também o Brasil dispõe de importantes reservas inseridas nas bacias sedimentares dos Rios Amazonas, Tocantins, Parnaíba, Potiguar, no Araripe e no Recôncavo Baiano. Apresentando uma relação reserva/produção anual suficiente para atender a demanda por mais de 700 anos, o que caracteriza uma situação de suprimento praticamente inesgotável, face aos atuais níveis de consumo e às necessidades apontadas pelas projeções da demanda. Destacam-se pelo volume e qualidade os depósitos encontrados nos estados do Pará, Bahia e Pernambuco (BRASIL, 2009).

Mesmo existindo jazidas de gipsita em nove Estados do Brasil – Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Tocantins, as que apresentam as melhores condições de aproveitamento econômico (relação estéril/minério e infraestrutura) estão contidas na Bacia Sedimentar do Araripe, na divisa dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí (BALTAR et al., 2005; BRASIL, 2009).

O Estado de Pernambuco, que possui reservas abundantes de gipsita na região do Sertão do Araripe, envolvendo os Municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade, é responsável por 95% da produção brasileira. As jazidas do Araripe são

consideradas as de minério de melhor qualidade no mundo e apresentam excelentes condições de mineração (relação estéril/minério e geomorfologia da jazida) (BALTAR et al., 2005; BRASIL, 2009).

O minério gipsífero do Pólo Gesseiro do Araripe classifica-se, a grosso modo, como de excelente qualidade industrial, em face de uma consistente concentração de sulfatos, da ordem de 90 a 95%, enquanto as impurezas de origem terrígena apresentam-se em quantidades desprezíveis, raras vezes ultrapassando a 0,5% da rocha total. Embora nesse minério a gipsita seja predominante, também se fazem presentes quantidades subordinadas de anidrita, em geral de 4 a 7%, mas podendo, às vezes, chegar até 14% (MENOR, 1995).

Apesar de ter crescido nos últimos anos, o consumo *per capita* de gesso no Brasil é bastante baixo se comparado com o que ocorre em outros países da América do Sul, sendo esse um indicador importante do potencial de crescimento de consumo no País, nos próximos anos (LUZ et al., 2001; BALTAR et al., 2005).

## 2.4 Aspectos minerais da gipsita

A gipsita, mineral abundante na natureza, é um sulfato de cálcio hidratado cuja fórmula química é  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (SOBRINHO et al., 2004; LOUREIRO, 2009), que geralmente ocorre associado à anidrita, sulfato de cálcio anidro ( $\text{CaSO}_4$ ), que tem pouca expressão econômica (SOBRINHO et al., 2004). O grande interesse pela gipsita é atribuído a uma característica peculiar que consiste na facilidade de desidratação e rehidratação. A gipsita perde 3/4 da água de cristalização durante o processo de calcinação, convertendo-se em um sulfato hemidratado de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) que, quando misturado com água, pode ser moldado e trabalhado antes de endurecer e adquirir a consistência mecânica da forma estável reidratada (BALTAR et al., 2005).

Este mineral é usado na agricultura sob a denominação de gesso agrícola, onde funciona como nutriente do cálcio e do enxofre, além de condicionar a excessiva quantidade de sódio adsorvido nos argilominerais de alguns tipos de solos; atua também na correção da acidez subsuperficial dos solos com alta saturação de alumínio, o que impede o crescimento do sistema radicular das plantas. O sulfato de cálcio movimenta-se para as camadas mais profundas reagindo com o alumínio na solução do solo e assim reduzindo a toxicidade (BALTAR et al., 2005; LOUREIRO, 2009). O seu uso na agricultura como nutriente e

condicionador de solos, ocorre com o nome de gesso agrícola e é incorporado sob a forma de pó em proporções que variam conforme o tipo e as características do solo e da planta, mas que em média é aplicado na faixa de 100 a 500 kg por hectare (LOUREIRO, 2009).

A gipsita pode ser utilizada na forma natural ou calcinada. A forma natural é bastante usada na agricultura e na indústria de cimento, enquanto a forma calcinada, conhecida como gesso, encontra várias utilizações na construção civil, como material ortopédico ou dental, entre outros (BALTAR et al., 2005; BRASIL, 2009).

## 2.5 Uso da gipsita e seus derivados

O enxofre é amplamente distribuído na natureza como um componente de proteínas e de numerosos outros compostos orgânicos (HENRY e AMMERMAN, 1995; KOMARNISKY et al., 2003) e, conseqüentemente, tem muitas funções estruturais e regulamentadoras em comum com o nitrogênio. O enxofre é um constituinte dos aminoácidos metionina, cisteína, taurina. Suas ligações são responsáveis pela manutenção da estrutura terciária de moléculas de proteína. Microrganismos no trato digestivo dos ruminantes são capazes de sintetizar aminoácidos sulfurados e vitaminas de fontes inorgânicas de enxofre, como a gipsita. Rações para ruminantes, pobres em proteínas ou que contem uma grande proporção da exigência de nitrogênio como nitrogênio não protéico pode ser deficiente em enxofre (HENRY e AMMERMAN, 1995).

Enxofre e sulfatos podem ser encontrados em concentrações elevadas na água potável, forragem, melão, suplementos minerais (particularmente a gipsita), acidificantes da urina, e algumas plantas do gênero *Brassica* (CEBRA e CEBRA, 2004).

Murray et al. (1990) relataram que o uso de enxofre inorgânico (gipsita) teve um efeito positivo no aumento de ganho de peso vivo em 20% de cordeiros suplementados com gipsita. Diversos estudos, realizados em suínos, acerca da biodisponibilidade de cálcio em suplementos contendo gipsita foram realizados. Os animais foram alimentados com dietas suplementadas com cálcio, durante 42 dias. A biodisponibilidade de cálcio na gipsita foi semelhante ao calcário calcítico e farinha da casca de ostra (ROSS et al., 1984; FIALHO et al., 1992).

Alguns autores relatam o uso de sal mineral como auxílio terapêutico para algumas doenças sendo utilizado pelo custo reduzido e facilidade de administração (YOUDE, 2002; CHRISTODOULOPOULOS e ROUBIES, 2007).

Por volta de 1998 uma doença chamada “SHIMAO ZHENG” causou muitos danos para cabras e ovelhas na província de Qinhai, localizada na China. Produtores locais almejavam um meio de prevenção e tratamento para tal afecção. Seguindo investigações oriundas de estudos epidemiológicos e observações clínicas e patológicas, ambas baseadas em determinações laboratoriais de vários elementos minerais no sangue (YOUDE e HUAITAO, 2001), concluiu-se que a deficiência de enxofre era a causa mais comum da doença, permitindo associação com a deficiência de cobre e /ou excesso de flúor (YOUDE, 2002).

Youde (2002), em seus experimentos, empregou a mineralização como auxílio terapêutico em vários ensaios no tratamento e prevenção de Shimao zheng, utilizando-se diversos elementos como: gipsita, alúmen, sulfato de alumínio, sulfato de ferro e sulfato de cobre. Obteve assim resultados consistentes no efeito clínico da doença sendo atenuado pela suplementação com enxofre, cálcio e cobre, e a completa eficácia sendo alcançada em um curto período de tempo. Como elementos minerais comuns na dieta, o enxofre necessita ser consumido pelos animais continuamente ou num intervalo regular até as pastagens desenvolverem nova grama verde (YOUDE, 2002).

Christodouloupoulos e Roubies (2007) descreveram a intoxicação cúprica crônica em um rebanho de ovelhas, devido ao consumo acidental de cama de frango e recomendaram um tratamento adequado para um grande rebanho comercial. Entre as ações recomendadas estavam a elaboração de um sal contendo gipsita e molibdato de sódio para incorporação ao concentrado, sendo este quelante oferecido individualmente durante a ordenha, por um período de cinco semanas. A atividade de redução da aspartato aminotransferase indicou que a fonte de cobre tinha sido eliminada após tratamento bem sucedido.

Erva-sal (*Atriplex nummularia*) contém concentrações muito elevadas de NaCl e KCl. No entanto, Mayberry et al. (2010) avaliaram o efeito da ingestão de NaCl e KCl elevado na absorção aparente de alguns macrominerais (Mg, Ca, P) em ovinos alimentados com dietas formuladas com erva-sal ou sal contendo calcário e gipsita, para identificar prováveis deficiências minerais. A perda de Mg, Ca e P do trato gastrintestinal de ovinos alimentados com erva-sal sugere que seja devido a uma combinação de redução de disponibilidade e absorção de minerais das folhas de erva-sal. Deficiências no Mg, Ca e P podem reduzir a produção animal e até mesmo causar mortes. Estes resultados indicam que a erva-sal como

uma única fonte de alimentação pode não ser adequada para os ovinos com alta exigência nutricional (MAYBERRY et al., 2010).

A composição de aminoácidos de crescimento da fibra capilar, produzido por folículos anágenos, cria demandas específicas para aminoácidos sulfurados sobre os mecanismos de abastecimento normal dentro do animal. Estas podem ser fornecidas em suplementos protéicos ou pelo rúmen protegido por metionina, como uma forma única de aminoácido. Respostas do crescimento do folículo piloso, considerado no contexto de estudos em ovinos, mostram que uma oferta melhorada de proteína e/ou aminoácido sulfurado pode estimular a proliferação das células do córtex do folículo, crescimento e deposição de lã, especialmente as de alto teor de enxofre contendo aminoácidos e proteínas (GALBRAITH, 2000).

O enxofre é um nutriente importante, mas sua alta concentração pode prejudicar a saúde animal. Estudos apontaram que as vacas não sofreram efeito deletério sobre a produção de leite ou do conteúdo de gordura do leite, com a ingestão de 1.260 ppm de enxofre com água durante 30 dias (WEETH e HUNTER, 1971). No entanto, um nível excessivo de compostos de enxofre em rações para ruminantes domésticos tem sido associado à polioencefalomalácia e desordens metabólicas secundárias (OLKOWSKI, 1997; BURGESS, 2008). O Sulfato de enxofre ( $\text{So}_4^{2-}$ ) e enxofre elementar ( $\text{S}_2$ ) não são reduzidos e suas formas de enxofre são atóxicas. Entretanto, o Sulfureto ( $\text{S}^{2-}$ ) é tóxico para as células, devido à sua interferência no metabolismo energético celular (GOULD, 2000).

A gipsita deve ser mantida estocada livre do acesso de animais, sobretudo os ovinos. Dent (1997) relatou que, após cerca de quatro dias do início da ingestão de fertilizante de gipsita acondicionado num galpão, 200 animais vieram a óbito e outros apresentavam inclinação de cabeça, letargia severa, acidose e incoordenação. Mas 40 se recuperaram e 560 foram vendidas para o abate. Após exames histopatológicos posteriores notou-se a relação causal evidente entre a ingestão de gipsita e a estase ruminal. A Polioencefalomalácia tem um diagnóstico histológico com muitas etiologias, incluindo a ingestão excessiva de sulfato, níveis alterados de tiamina, intoxicação por sal ou privação de água e envenenamento por chumbo. O prognóstico depende da etiologia para aqueles seriamente afetados (BURGESS, 2008; SMITH e SHERMAN, 2009).

Soder et al. (2007) revelaram que a fermentação ruminal não é comprometida quando a gipsita é aplicada em feno de capim, capim de pastagem e silagem de milho. A aplicação de gipsita em pastagens e culturas oferece um solo mais econômico, onde a perda de fósforo dissolvido na água da enxurrada é diminuída.

Componentes nitrogenados da urina, a exemplo da uréia, são influenciados pelo pH. A uréia é degradada por bactérias a uma mistura de íons de amônio e amoníaco. Investigou-se o uso da gipsita como aglutinante alternativo ao calcário. A gipsita diminuiu significativamente o pH urinário em ovinos em comparação com a cal. Acredita-se que a diminuição do pH urinário levará a uma redução na emissão de gás amônia. Os resultados favorecem tanto a indústria de exportação intensiva, quanto aos sistemas de cultivo, reduzindo as emissões de gás amônia (SUNDRA et al., 2001).

Embora não haja nenhuma exigência dietética conhecida para enxofre inorgânico, ele é um elemento essencial para todas as espécies animais, na medida em que exigem o aminoácido metionina, contido no enxofre (KOMARNISKY et al., 2003). Todavia, seu uso precisa ser racional a fim de evitar intoxicações e desordens metabólicas posteriores (OLKOWSKI, 1997; BURGESS, 2008).

## **2.6 Aspectos ambientais**

O problema de consumo de recursos ambientais, onde são incluídos os minerais, possui grande valia para a sobrevivência da espécie humana e demais espécimes do planeta. Isso, em detrimento do maior conhecimento do sistema ambiental e seus artifícios; a ciência possibilitou essa consciência, paralelamente a produção de tecnologia para acelerar a degradação dos recursos pela sociedade humana (ARAÚJO, 2004).

Fundamentado nos princípios que norteiam a Produção Mais Limpa (P+L), que versam na aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo, faz-se necessário o desenvolvimento de produtos “ecologicamente corretos”, priorizando os materiais que não agridam o ambiente em seu ciclo de vida. Melhorando assim qualitativamente os resíduos ofertados, facilitando o processo de sua utilização e reciclagem, com a diminuição da deposição indiscriminada dos mesmos no meio ambiente. O gesso é um material que se enquadra neste contexto e constitui em um material construtivo alternativo (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

A reciclagem do gesso é um fator fundamental para o desenvolvimento sustentável, por ser uma forma importante de tratamento dos resíduos ao preservar os recursos minerais e energéticos, permitindo também o aumento da vida útil dos aterros sanitários. No Brasil,

mesmo com as recomendações da resolução do CONAMA no. 167/2002 é sabido que o volume de resíduos de construção e demolição depositados clandestinamente é muito grande, incluindo os resíduos de gesso, merecendo assim, estudos que viabilizem o emprego deste material, tanto na sua forma virgem como após ser reciclado, estabelecendo também uma política de gestão adequada para os resíduos de gesso e possibilitando, entre outros benefícios, geração de emprego e renda (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

A extração da gipsita não gera resíduos tóxicos e requer pouca interferência na superfície, em geral de duração relativamente curta (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006). Todavia no seu processo de calcinação, a poluição do ar pode alcançar níveis perigosos, pois a emissão de gases tóxicos e de partículas sólidas trazem problemas de saúde coletiva (complicações respiratórias) para trabalhadores e populações circunvizinhas. Tais gases têm origem na queima de lenha e óleo e na emissão das partículas sólidas em suspensão no ar, produto de extração e calcinação da gipsita. Nas áreas despovoadas ou rurais, onde se localizam a maior parte das minas, o problema ocorre no meio natural — solo, flora, fauna e lençol freático (ARAÚJO, 2004).

A disposição de gesso em aterros sanitários não é pratica recomendada, exceto quando enclausurado e sem contato com a matéria orgânica e água. Isso porque o gesso em contato com umidade e condições anaeróbicas, com baixo pH, e sob ação de bactérias redutoras de sulfatos, condições presentes em muitos aterros sanitários e lixões, pode formar gás sulfídrico, que possui odor característico de ovo podre, tóxico e inflamável (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

No Brasil, as perdas na construção são significativas (ARAÚJO, 2004; SINDUSGESSO, 2006). Munhoz e Renófió (2006) propuseram alternativas para amenização desses problemas, um primeiro passo seria a redução na geração dos resíduos de gesso. Grande parte deles vem principalmente da execução de revestimentos com gesso, chegando até a 88% do volume total destes resíduos, seguido da perda no uso de gesso acartonado, 8% e por fim na perda na fabricação de pré-moldados, 4%. Para reduzir a geração no processo de revestimento, seria necessário aumentar o tempo útil das pastas de gesso, propiciar um treinamento melhor à mão-de-obra e também melhorar a quantidade da alvenaria que será revestida (ARAÚJO, 2004; MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

No polo gesseiro do Araripe, algumas calcinadoras doam esses materiais para seus trabalhadores produzirem os tijolos de gesso utilizados em sua casa (ARAÚJO, 2004). Em relação às perdas no uso de gesso acartonado e na fabricação de pré-moldados, o mais importante é melhorar a tecnologia do produto, além também de melhorar a qualidade da

mão-de-obra. A reciclagem dos resíduos de gesso envolve várias etapas: gestão e coleta de resíduos, separação dos contaminantes, processamento, controle da qualidade e por fim a comercialização (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

Segundo Araújo (2004), o atual modelo de produção de gipsita e gesso conhecido como Polo gesseiro do Araripe, vem causando sérios problemas de degradação dos recursos naturais regionais. Tal atividade minero-industrial pode ser melhor planejada, organizada e conduzida de acordo com a avaliação de impactos ambientais, em escala local, e com base na Carta Geo-ambiental da área de estudo, em escala regional, para ser realizada em bases sustentáveis, ou seja, conhecendo-se a dinâmica das unidades geo-ambientais, pode-se adotar medidas de controle e correção de impactos negativos locais, provocados pelas atividades econômicas.

Pode ser visto também que o gesso, em outros países, é muito utilizado e já foram desenvolvidos alguns processos de reciclagem e de reutilização deste material. Por estes motivos, e por já ter exemplos concretos da reciclagem e da reutilização do gesso, é necessário realizar estudos mais aprofundados e posteriormente, estabelecer fundamentos como forma de subsídios na elaboração de normas técnicas pertinentes. Estas condições justificam que estudos sejam realizados, propondo mudanças dos processos de uso atuais para outros que apresentem maior eficiência, capazes de reduzir os riscos para a população humana e o meio ambiente (MUNHOZ e RENÓFIO, 2006).

## **2.7 Sinais radiográficos**

O diagnóstico por imagem é recomendado como sendo o método mais indicado para a avaliação de processos carenciais crônicos (LEITE, 1997; LOUZADA et al., 2001; COSTA et al., 2010; SOUZA, 2011). Um estudo radiográfico em bovinos de corte submetido a dietas com diferentes níveis de desequilíbrio Ca:P demonstrou diminuição da densidade óssea, estreitamento da cortical, rarefação óssea, estrias radiopacas horizontais e esclerose no nível da placa epifisária, que são alterações radiográficas compatíveis com hiperparatireoidismo nutricional secundário. A mandíbula, sobretudo na região da crista interdentária é a mais precocemente afetada pela perda de densidade do que outros ossos. Numa situação de excessiva mobilização óssea, embora esta seja generalizada, há uma hierarquia de mobilização: ossos da mandíbula, outros ossos do crânio, costelas, vértebras e ossos longos (PALMER, 1993; LEITE, 1997).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Animais/Manejo Geral

Foram utilizados 18 cabritos da raça Anglo Nubiana, sendo 14 machos e 04 fêmeas, com 60 dias de idade, obtidos da cidade de Sertânia<sup>1</sup>, localizada no Sertão Pernambucano. Selecionados através da amostragem por conveniência não probabilística (COSTA NETO, 1977; REIS, 2003) por apresentarem uniformidade de raça, peso e idade.

Os animais foram transportados para a Clínica de Grandes Animais do Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (DMV- UFRPE), no *campus* de Dois Irmãos, Recife Pernambuco, latitude Sul 9°01' e longitude 34°08'. Onde, inicialmente passaram por uma fase pré-experimental de 45 dias com o intuito de adaptação, as novas condições de ambiente, manejo e alimentação. Foram mantidos em regime intensivo, recebiam feno de tifton, concentrado comercial e mineralização de acordo com os grupos de estudo, exceto o grupo controle. Foram identificados com colar contendo numeração individual e acompanhados por um período de seis meses, entre maio/junho (período de adaptação) e outubro (mês 4) de 2011.

Os caprinos utilizados foram separados em seis grupos experimentais (contendo três animais) de acordo com a mineralização a ser recebida: Resíduo de gesso (G1); Gipsita (G2); Cloreto de sódio (G3); Resíduo de gesso associado ao Cloreto de Sódio (G4); Gipsita associada ao Cloreto de Sódio (G5); Grupo controle que não recebeu mineralização (G6).

Durante o período de experimento, não houve interferência no manejo ao quais os animais foram submetidos. Eram soltos esporadicamente para limpeza dos apriscos, pesagem e realização de exames ou outros procedimentos. O aprisco era construído de madeira, do tipo suspenso, sendo nove animais por box. Os animais foram vacinados contra clostridioses<sup>2</sup>, e o controle endoparasitário era mensal, realizado através de exames de Contagem dos Ovos (OPG) e Oocistos (OoPG) por grama de fezes (GORDON e WHITLOCK, 1939). Aqueles com a carga parasitária elevada eram tratados com drogas à base de Cloridrato de Levamisol<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> O clima é semi-árido quente e a temperatura média anual é de 25°C. A precipitação pluviométrica de 635mm e os meses mais chuvosos são março e abril.

<sup>2</sup> Vision 10® Intervet Schering Plough Animal Health, 1 ml do produto (via subcutânea)

<sup>3</sup> Ripercol L Solução Oral® Fort Dodge saúde animal- 5 mg/kg Peso vivo (via oral).

para helmintos e Trimetoprima associado à Sulfadiazida<sup>4</sup> para coccídios. Foram realizadas anotações gerais sobre os animais tratados, pesados, além de fatores comportamentais.

O resíduo de gesso e a gipsita utilizados neste experimento foram oriundos de doação<sup>5</sup>. O Cloreto de Sódio empregado foi o sal refinado iodado comum<sup>6</sup>, obtido de um único lote, a fim de manter a uniformidade de seus aspectos químicos.

Os aspectos éticos desta pesquisa estão garantidos pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Pesquisa CEUA/UFRPE.

### 3.2 Manejo Alimentar

Durante todo o experimento os animais recebiam uma alimentação composta por forragem de feno de tifton em duas porções diárias (Feno 1 – F1), uma ração comercial peletizada (Ração 1 – R1), destinada a caprinos em fase de crescimento, esta também administrada em duas porções diárias, composta por milho, farelo de trigo, farelo de soja, leite mix, calcário calcítico, fosfato bicálcico, sal branco, premix mineral vitamínico (Quadro 1). Em porção única diária eram oferecidas mineralizações distintas de acordo com o grupo experimental, contendo gipsita, cloreto de sódio e resíduo de gesso (Quadro 2). Onde os animais eram separados em trio apenas no momento da mineralização. Foram adicionadas 10g de ração de manutenção farelada (Ração 2 – R2) a fim de melhorar a palatabilidade da mineralização, composta por farelo de soja, milho, arroz, farelo de trigo, farelo de glúten de milho 60, calcário calcítico, fosfato bicálcico, cloreto de sódio e propionato de cálcio (Quadro 3, Quadro 4).

Definiu-se como **Gesso** - Material moído, resíduo de obras (como revestimento de paredes, placas para forro de teto e blocos para construção de paredes), moído passante em peneira nº 100. Abertura da malha da peneira 0,037mm; **Gipsita** - Minério *in natura*, moído passante em peneira nº 100. Abertura da malha da peneira 0,037mm.

---

<sup>4</sup> Tribissen® Schering Plough- Coopers – 1mL animal (Via intramuscular) 80 mg Trimetoprima + 400 mg Sulfadiazida.

<sup>5</sup> Lajeiro Gesso ® (Ouricuri- PE)

<sup>6</sup> Sal Lebre® NORSAL – Areia Branca – RN

**Quadro 1-** Composição da ração crescimento, em 1 kg

Item	Ração crescimento
Umidade Máx.	130 g
Proteína bruta Mín.	220 g
Extrato etéreo Mín.	30 g
Matéria Fibrosa Máx.	65 g
Matéria mineral Máx.	90 g
Cálcio Máx.	15 g
Fósforo Mín.	5000mg
Vit. A	4.000,00 UI
Vit. D3	1.000,00 UI
Vit. E	40,00 UI
Zinco	76,00 mg
Manganês	58,00 mg
Ferro	20,00 mg
Cobalto	0,40 mg
Iodo	1,00 mg
Cobre	18,00 mg
Selênio	0,46mg
Monensina	0,04g
Enxofre	1,20g
Magnésio	0,04g

Fonte: Du Rancho® ração animal

**Quadro 2-** Composição mineral de gesso, gipsita e ração crescimento, em 1 kg

Determinações	Unidade	Gesso <sup>A</sup>	Gipsita <sup>B</sup>	Ração <sup>C</sup>
Cálcio total	g/kg	259,1	227,8	34,5
Cobre total	g/kg	0,007	0,04	0,07
Ferro total	g/kg	0,09	0,46	0,48
Manganês total	g/kg	0,014	0,050	0,16
Potássio total	g/kg	0,9	0,16	7,54
Selênio total	g/kg	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sódio total	g/kg	1,27	0,32	2,1
Fósforo total	g/kg	0,04	0,11	7,5
Magnésio total	g/kg	0,943	1,29	3,21
Zinco total	g/kg	0,008	0,03	0,2

Fonte: ITEP

**Quadro 3-** Composição da ração manutenção, em 1 kg

Item	Ração manutenção
Umidade Máxima	130,00 g
Proteína bruta Mínimo	110,0g
Extrato etéreo Mínimo	20,00g
Fibra Bruta Máximo	70,00g
Matéria Mineral Máximo	80,00g
Cálcio Máximo	15,00g
Cálcio Mínimo	7.000,00mg
Fósforo Mínimo	3.500,00mg
Lisina Mínimo	1.000,00mg
Metionina Mínimo	500,00mg
Sódio Mínimo	1.900,00mg
Propionato de Cálcio Mínimo	400,00 mg

Fonte: Campo e Roça® ração animal

A ração R1 foi administrada na proporção de 300g para os animais, sendo essa quantia dividida em duas vezes ao dia. A mineralização era acrescida à ração matinal (primeiro arraçoamento) ofertada aos 5 grupos distintos, já para o grupo controle não foi oferecida mineralização (Tabela 1).

**Quadro 4-** Composição do sal, em 1 g

Item	Sal refinado iodado
Sódio	390 mg
Iodo	0,025 mg

Fonte: NORSAL®

**Tabela 1 –** Relação dos grupos experimentais pesquisados

Grupos	n	%
G1 (Resíduo de gesso)	3	16,7
G2 (Gipsita)	3	16,7
G3 (Cloreto de sódio)	3	16,7
G4 (Resíduo de gesso + cloreto de sódio)	3	16,7
G5 (Gipsita + cloreto de sódio)	3	16,7
G6 (Controle)	3	16,7
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100,0</b>

No Quadro 5 está ilustrada a divisão dos grupos animais durante o período estudado, de acordo com o quantitativo mineral recebido.

**Quadro5-** Quantitativo Mineral oferecido aos caprinos durante o período do estudo

Grupo experimental	Mineralização por animal
G1	5g gesso
G2	10g gipsita
G3	10g NaCl
G4	2,5 g gesso+5g sal
G5	5g gipsita+5g sal
G6	Não mineralizado

Cada grupo experimental era composto de 3 animais, onde os mesmos dividiam o cocho para recebimento da mineralização associada à ração farelada.

A dieta hídrica era oferecida *ad libitum* a todos os animais, onde a renovação da água era realizada diariamente, assim como a lavagem dos bebedouros.

### 3.3 Exames e Provas Laboratoriais

#### 3.3.1 Exames Clínicos

Os animais foram mensalmente submetidos ao exame clínico, onde os dados foram avaliados e as observações anotadas em ficha clínica própria (Apêndice), sendo os mesmos tabulados para análises posteriores (SMITH e SHERMAN, 2009).

#### 3.3.2 Provas Laboratoriais

##### 3.3.2.1 Volume globular (hematócrito)

Durante todos os meses da pesquisa foram colhidos 4mL de sangue através da venopunção da jugular, utilizando-se coleta de sangue a vácuo, agulhas descartáveis 25 x 0,8mm<sup>7</sup>, após prévia antissepsia do local com álcool iodado 2%. O sangue era colhido diretamente em frascos de plástico estéreis próprio para colheita de sangue<sup>8</sup>, contendo o anticoagulante etileno-diamino-tetracetato de sódio (EDTA). As amostras de sangue eram

<sup>7</sup> Labor Import®

<sup>8</sup> Vacuplast ® collect line 4mL EDTA K<sup>3</sup>

transportadas em caixas isotérmicas ao Laboratório de Análises Clínicas de Grandes Animais do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, onde, no mesmo dia em que chegavam eram realizados os exames de determinação do volume globular, concentração plasmática de proteína total e fibrinogênio.

Para a determinação do volume globular utilizou-se a técnica do microhematócrito de Schalm (FELDMAN et al., 2000), na qual utilizaram-se tubos capilares de 75 x 1,0 mm. Após homogeneização da amostra sanguínea, preenchia-se o tubo capilar em duplicatas com sangue até  $\frac{3}{4}$  da sua capacidade, vedando em seguida uma das extremidades com massa tipo modelar. Em seguida, os tubos eram levados à microcentrífuga<sup>9</sup> e centrifugados a uma velocidade de 11000 rotações por minuto (rpm) por um tempo de 15 minutos. Em seguida era feita a leitura da fração com os glóbulos vermelhos sedimentados, com ajuda de um cartão específico para avaliação do microhematócrito, segundo valores de referência (KANEKO et al., 1997; SMITH e SHERMAN, 2009) sendo o resultado expresso em percentual (relação plasma/glóbulos vermelhos). Este procedimento foi realizado durante todos os meses da pesquisa, inclusive durante a fase de adaptação dos animais.

### 3.3.2.2 Concentrações Plasmáticas de Proteína Total e Fibrinogênio

As dosagens das concentrações plasmáticas de proteína total e fibrinogênio foram feitas pelo método refratométrico de Schalm (FELDMAN et al., 2000). Os tubos capilares preenchidos em duplicatas e centrifugados para a determinação do volume globular eram reaproveitados. Quebrava-se um dos mesmos, acima da linha leucocitária, e colocava-se uma gota do plasma sobre o prisma do refratômetro<sup>10</sup>, fazendo-se a leitura na coluna de determinação de proteínas, expressa em gramas por decilitro. O outro tubo era levado ao banho-maria, a uma temperatura de 56°C, durante 3 minutos, e a seguir era novamente centrifugado da mesma forma anteriormente descrita, exceto que, desta vez, pelo tempo de 5 minutos, conforme indicado na técnica de Schalm (FELDMAN et al., 2000). O capilar era então partido acima da camada do precipitado e uma gota do plasma, isenta de fibrinogênio, era colocada no refratômetro. A proteína plasmática era medida novamente, e o fibrinogênio plasmático era obtido pela diferença da concentração de proteínas do capilar aquecido pelo capilar não aquecido e o resultado multiplicado por 100. Segundo valores de referência (KANEKO et al., 1997; SMITH e SHERMAN, 2009). Este procedimento foi realizado durante todos os meses da pesquisa, inclusive durante a fase de adaptação dos animais.

---

<sup>9</sup> Micro-Hematocrit Centrifuge Model KHT – 400 – Geminy Industrial Corp.

<sup>10</sup> Serum-protein refractometer SPR – Ne – ATAGO.

### 3.3.2.3 Cálcio, Fósforo, Magnésio, Uréia e Creatinina Séricos

Eram colhidos, mensalmente, 9 ml de sangue de todos os animais, através de coleta de sangue a vácuo por venopunção da jugular externa, em tubo<sup>11</sup> sem anticoagulante, para posterior separação do soro. As amostras de sangue eram transportadas em caixas isotérmicas ao Laboratório de Análises Clínicas de Grandes Animais, do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, e centrifugadas<sup>12</sup>, durante cinco minutos, a 2000 rpm, para obtenção do soro, o qual era conservado em tubos eppendorfs de 1,5 ml, em duplicatas, à temperatura de -20°C para posterior processamento das análises do cálcio, fósforo, magnésio, uréia e creatinina. Na fração do soro obtido foram analisados os teores séricos de cálcio, fósforo e magnésio, uréia e creatinina, utilizando-se kits comerciais para análise colorimétrica<sup>13</sup>, e o analisador bioquímico colorimétrico modelo semi-automático<sup>14</sup>. Seguindo valores de referência (KANEKO et al., 1997; SMITH e SHERMAN, 2009). As análises bioquímicas foram realizadas no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco- Laboratório de Biologia Molecular Aplicada a Produção Animal (BIOPA).

### 3.3.2.4 Exames coproparasitológicos

As colheitas de amostras fecais foram feitas diretamente do reto dos animais, utilizando-se luvas plásticas invertidas e previamente identificadas com dados referentes ao animal e data da colheita. Em seguida as amostras foram acondicionadas em caixa isotérmica contendo gelo, para transporte até o Laboratório de Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos – Área de Medicina Preventiva do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), de acordo com a técnica de Gordon e Whitlock (1939). Das amostras de fezes, foram pesadas 2g e transferidas para recipientes plásticos e homogeneizados em 58 ml de solução saturada de açúcar. Em seguida, com uma alíquota desta suspensão fecal foram preenchidas as duas áreas da câmara de McMaster. A leitura foi realizada após um a dois minutos em microscópio óptico e o grau de infecção para ovos tipo *Strongyloidea* foi interpretado de acordo com Ueno e Gonçalves (1998). Pela mesma técnica utilizada para OPG, realizou-se também a contagem de oocistos por grama de fezes (OoPG).

---

<sup>11</sup> Labor Import® 9mL Ativador de coágulo

<sup>12</sup> BE 5000 - Bio Eng.

<sup>13</sup> Cálcio Arsenazo; Magnésio; Fosfato UV; Uréia UV; Creatinina - Dolles®

<sup>14</sup> TP Analyzer Plus - Thermoplate.

Os animais foram caracterizados de acordo com o grau de parasitismo, negativos (negativo para *Eimeria* spp, ovos tipo Strongyloidea ou ovos de *Strongyloides* sp.); Parasitismo tolerável (até 5000 oocistos de *Eimeria* spp e 500 ovos tipo Strongyloidea ou ovos de *Strongyloides* sp.); Animais parasitados (acima de 5000 oocistos de *Eimeria* spp e/ou 500 ovos tipo Strongyloidea ou ovos de *Strongyloides* sp.) (BARBOSA, 2011).

### 3.3.3 Exames Radiográficos

Os animais foram conduzidos ao setor de Radiologia do Hospital Veterinário da UFRPE, onde foram realizadas duas séries radiográficas (Exames radiográficos - RX inicial e RX final) com intervalo de 60 dias entre elas. A mandíbula foi a estrutura óssea escolhida para tal procedimento por apresentar a desmineralização óssea da crista mandibular mais precoce em relação aos outros ossos (LEITE, 1997; LEITE, 2005). Para a realização do exame radiográfico utilizou-se a técnica de 65 kV por 5,4 mAs, com tempo de exposição 0,09 segundos no aparelho do setor<sup>15</sup>. A distância foco-filme foi mantida em 1,00m. A projeção radiográfica escolhida foi a lateral oblíqua para evitar sobreposição mandibular. As radiografias foram reveladas através de reveladora automática, sendo depois interpretadas em negatoscópio. Os sinais radiográficos considerados como parâmetro para a determinação de densidade óssea foram: diminuição da perda da densidade da crista interdentária; diminuição da densidade mandibular; alveolite e perda dentária. O grau de desmineralização da crista interdentária obedeceu o seguinte modelo: 0 – Mineralização óssea normal; 1 – Discreta desmineralização óssea; 2 – Moderada desmineralização óssea; 3 – Severa desmineralização óssea (LEITE, 1997).

### 3.3.4 Exames Bromatológicos

Na ração (R1) e no volumoso (F1) foram realizadas análises bromatológicas. Tais amostras foram processadas no Laboratório de Análise de Planta, Ração e Água – LAPRA do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Os exames bromatológicos foram realizados de acordo com a Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2007)

---

<sup>15</sup> BR – 100, 120 mAs x 100 kV - Meditronix.

### 3.3.5 Ensaio químicos

Na ração (R1), gipsita e gesso foram realizados ensaios químicos, referentes à composição mineral de elementos essenciais aos processos metabólicos. Tais exames foram realizados no Laboratório do Núcleo de Tecnologia do Gesso do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), baseados na NBR 12127(ABNT, 1991).

## 3.4 Análise Estatística

Para análise dos dados foram utilizadas técnicas de estatística descritiva: distribuições absolutas, percentuais, e medidas estatísticas: média, desvio padrão e coeficiente de correlação de Spearman, além de técnicas de estatística inferencial através dos testes estatísticos de Kruskal-Wallis e para a hipótese de correlação nula (ALTMAN, 1991; ZAR, 1999).

O nível de significância utilizado nas decisões dos testes estatísticos foi de  $p < 0,05\%$ . O programa estatístico utilizado para digitação dos dados e obtenção dos cálculos estatísticos foi o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 17.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Exames Clínicos

As observações e exames clínicos realizados durante a pesquisa foram importantes quanto às comparações que se fizeram posteriormente entre alguns achados clínicos e os exames laboratoriais. Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) no aspecto clínico dos animais (SMITH e SHERMAN, 2009). De maneira geral, a frequência cardíaca, a frequência respiratória, aspecto do pelo (Tabela 2), coloração da mucosa (Tabela 3) e temperatura (Tabela 4) mantiveram-se dentro dos padrões clínicos aceitáveis (Anexo A). Observaram-se alguns achados em relação ao comportamento dos animais do grupo controle, os quais frequentemente lambiam uns aos outros e ainda mordiam com frequência a madeira caiada do aprisco.

O percentual de animais com pelo brilhoso foi menos elevado na avaliação do mês 1 (38,9%), seguido do mês 0 (55,6%) e aumentou de 72,2% a 88,9% do mês 2 para o mês 5. Os demais animais apresentavam pelame opaco (Tabela 2). Provavelmente isso se deu devido ao fato de a maioria dos animais estarem recebendo mineralização, pela gipsita, resíduo de gesso ou cloreto de sódio. Também é justificável que dentre os 3 animais que não evoluíram para o brilho do pelo, 2 deles estavam no grupo controle, grupo este que não recebia mineralização.

**Tabela 2** – Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos caprinos durante o período experimental, segundo o aspecto do pelo.

Mês	Aspecto do pelo				TOTAL	
	Brilhoso		Opaco		n	%
	n	%	N	%		
0	10	55,6	8	44,4	18	100,0
1	7	38,9	11	61,1	18	100,0
2	13	72,2	5	27,8	18	100,0
3	15	83,3	3	16,7	18	100,0
4	16	88,9	2	11,1	18	100,0

Os achados relacionados à coloração da conjuntiva ocular dos animais apontam melhoria no seu aspecto, quando nos meses 1 e 4, 77,8% e 100% dos animais, respectivamente apresentaram tonalidade normocorada. Como causa provável tem-se a melhoria das condições dos animais ao longo do experimento (Tabela 3).

**Tabela 3** – Frequência absoluta (n) e relativa (%) dos caprinos durante o período experimental, segundo coloração da conjuntiva ocular.

Mês	Conjuntiva ocular					
	Normocorada		Hipocorada		TOTAL	
	N	%	N	%	n	%
0	16	88,9	2	11,1	18	100,0
1	14	77,8	4	22,2	18	100,0
2	16	88,9	2	11,1	18	100,0
3	17	94,4	1	5,6	18	100,0
4	18	100,0	-	-	18	100,0

Avaliando a média da temperatura corporal por mês avaliado, nota-se valores mais baixos nos 2 momentos iniciais da pesquisa. Provavelmente isso se deu porque na região de estudo o período apresentou temperatura mais amena (Tabela 4).

**Tabela 4** – Média e desvio padrão da temperatura corporal dos caprinos utilizados no experimento.

Variável	Mês avaliado				
	Inicial Média ± DP	Mês 1 Média ± DP	Mês 2 Média ± DP	Mês 3 Média ± DP	Mês 4 Média ± DP
•Temperatura	38,91 ± 0,43	38,91 ± 0,21	39,04 ± 0,38	39,05 ± 0,40	39,13 ± 0,39

\*Valores de referência Kaneko et al. (1997) Smith e Sherman (2009)

## 4.2 Exames Hematológicos

Os resultados das variáveis hematócrito, fibrinogênio e proteína plasmática total apontam diminuição da média do hematócrito e da proteína plasmática total discretamente no mês 3 em relação aos outros momentos avaliados. Isto se deu, provavelmente, porque, neste momento, os animais foram reinfestados com parasito gastrintestinais, ocorrendo espoliação sanguínea, diminuindo assim o hematócrito e causando ainda hipoproteinemia discreta. Observou-se, nível elevado do fibrinogênio plasmático, no início do experimento devido às condições adversas a que os animais foram submetido: o trauma sofrido por eles no momento da desmama, transporte e reintrodução no novo ambiente. Revelou ainda decréscimo no seu nível com o tempo de avaliação e oscilações das outras variáveis (Tabela 5). Segundo valores de referência descritos por Kaneko et al. (1997) e Smith e Sherman (2009) (Anexo A).

**Tabela 5** – Média e desvio padrão das variáveis clínicas: hematócrito, fibrinogênio e proteína plasmática total dos caprinos utilizados no experimento.

Variáveis	Mês avaliado				
	Mês inicial Média ± DP	Mês 1 Média ± DP	Mês 2 Média ± DP	Mês 3 Média ± DP	Mês 4 Média ± DP
• HT	27,05± 3,02	25,17 ± 3,03	22,72 ± 1,64	21,61 ± 1,88	24,83 ± 2,36
• FIB	300±249,70	277,78± 130,86	233,33 ± 102,90	211,11 ± 47,14	200,00 ± 0,00
• PPT	5,91±0,70	6,18 ± 0,40	6,70 ± 0,35	6,07 ± 0,33	6,80 ± 0,37

HT: Hematócrito; FIB: Fibrinogênio; PPT: Proteína Plasmática Total

### 4.3 Detecções dos Teores de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Uréia e Creatinina Séricos

A média e o desvio padrão dos teores séricos das variáveis: cálcio, fósforo e magnésio apontam diferenças significativas entre os grupos, durante os meses avaliados (Tabela 6).

Na análise dos teores séricos mensais, segundo valores de referência (Anexo A) descritos por Kaneko et al. (1997) e Smith e Sherman (2009), observa-se que a média do cálcio dos grupos (Tabela 6) manteve-se sempre no nível normal durante todo o estudo. As variações de cálcio no soro oscilam somente dentro de estreitos limites, não sendo indicadores sensíveis do equilíbrio entrada-saída (KERR, 2003). A literatura cita que a eficiência absorptiva do cálcio decresce com o avançar da idade, também se relacionando com o decréscimo de vitamina D no organismo (AHMED et al., 2000; SMITH e SHERMAN, 2009).

Em relação ao fósforo sérico, a média dos grupos manteve-se sempre abaixo do nível normal (Tabela 6). Independentemente das dietas consumidas, observou-se, que apesar de os teores do fósforo em todos os meses, estarem abaixo do normal, no mês 1, início do experimento foi detectado seu menor valor nos animais, entretanto esse indicador aumentou até o final do estudo. O fato de os valores mínimos de fósforo apresentarem-se no grupo G6 pode ser deficiência dietética mineral, uma vez que estes animais não receberam mineralização. O fósforo sérico é regulado principalmente pelos rins, embora também seja influenciado pela idade. Animais em crescimento tem um valor de fósforo sérico maior que adultos (MEYER et al., 1995; BARIONI et al., 2001) e a deficiência dietética de cálcio pode ser uma causa de diminuição do fósforo (MEYER et al., 1995; BARIONI et al., 2001)

Para o magnésio observou-se a média dos grupos bastante elevada do nível normal durante toda a pesquisa (Tabela 6). Entretanto, Kerr (2003) comenta que esta hipermagnesemia é rara em qualquer espécie e geralmente é vista junto com outras anormalidades minerais, causando clinicamente a hipotonia muscular em raros casos.

**Tabela 6** – Média e desvio padrão dos teores séricos de cálcio, fósforo e magnésio dos caprinos utilizados no experimento.

Variáveis	Grupo	Mês avaliado			
		Mês 1 Média ± DP	Mês 2 Média ± DP	Mês 3 Média ± DP	Mês 4 Média ± DP
• Cálcio	1	9,84 ± 0,27	9,15 ± 0,43	9,58 ± 0,23	9,68 ± 0,23
	2	9,51 ± 0,23	9,40 ± 0,70	9,29 ± 0,43	9,40 ± 0,46
	3	9,54 ± 0,24	9,25 ± 0,28	9,68 ± 0,10	9,81 ± 0,19
	4	9,59 ± 0,27	9,41 ± 0,40	9,91 ± 0,34	10,46 ± 1,04
	5	9,68 ± 0,07	9,12 ± 0,34	10,37 ± 1,18	9,56 ± 0,31
	6	9,73 ± 0,23	9,53 ± 0,42	9,87 ± 0,15	9,63 ± 0,22
<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,574	p <sup>(1)</sup> = 0,581	p <sup>(1)</sup> = 0,189	p <sup>(1)</sup> = 0,462
• Fósforo	1	6,27 ± 0,33	7,18 ± 0,67	6,27 ± 0,39	6,93 ± 0,86
	2	5,81 ± 0,51	6,68 ± 0,61	6,69 ± 0,21	6,72 ± 0,89
	3	6,30 ± 1,17	6,93 ± 0,51	6,69 ± 0,55	6,98 ± 0,78
	4	6,07 ± 0,62	7,47 ± 0,52	6,60 ± 0,37	6,50 ± 0,65
	5	5,98 ± 0,24	7,47 ± 0,64	6,14 ± 0,60	7,61 ± 0,95
	6	5,54 ± 0,40	6,65 ± 0,35	6,21 ± 0,32	6,27 ± 0,34
<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,511	p <sup>(1)</sup> = 0,419	p <sup>(1)</sup> = 0,430	p <sup>(1)</sup> = 0,476
• Magnésio	1	11,16 ± 0,32	10,78 ± 0,40	10,33 ± 0,18	10,71 ± 0,24
	2	10,98 ± 0,06	10,86 ± 0,30	10,43 ± 0,22	11,04 ± 0,11
	3	11,50 ± 0,66	10,93 ± 0,04	10,67 ± 0,07	10,70 ± 0,25
	4	11,37 ± 0,36	10,82 ± 0,36	10,52 ± 0,18	10,67 ± 0,10
	5	11,65 ± 0,13	10,85 ± 0,27	10,39 ± 0,18	10,78 ± 0,31
	6	11,63 ± 0,75	11,11 ± 0,06	10,94 ± 0,36	10,87 ± 0,09
<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,363	p <sup>(1)</sup> = 0,234	p <sup>(1)</sup> = 0,094	p <sup>(1)</sup> = 0,345

(1): Atráves do teste de Kruskal-Wallis

Ca:9,0–11,6; P:8,3–10,3; Mg:2,8–3,6

Kaneko et al. (1997) e Smith e Sherman (2009)

Não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos para as relações cálcio:magnésio, cálcio:fósforo e valores séricos de uréia e creatinina. Para a razão Ca:Mg observou-se a média dos grupos bastante diminuída em relação aos teores normais, durante toda a pesquisa. Na razão Ca:P nota-se a média dos grupos elevada, comparando-se aos teores normais (Tabela 7). Durante os meses 1 e 2 observou-se teores mais elevados de uréia, e nos meses seguintes ocorreu uma diminuição em todos os grupos experimentais. No mês 3, os valores de creatinina detectados estavam inferiores aos teores normais.

A razão Ca:Mg apresentou-se baixa (Tabela 7, Apêndices B e C), se comparada a valores séricos normais (KANEKO et al., 1997; SMITH e SHERMAN, 2009), embora esta relação seja pouco estudada (GONZÁLEZ, 2000). Os animais apresentaram a razão Ca:P elevada (Tabela 7, Apêndice D e E). Verificou-se individualmente que os teores séricos de Ca estavam dentro do limite normal, já o P encontrava-se discretamente baixo (Tabela 6).

O valor de uréia sérica mais alto (exceto para o G5) foi registrado no mês 2 (Tabela 7). O excesso de proteínas na alimentação leva a um aumento da deaminação e aumenta a concentração plasmática de uréia (WITTEWER, 2000; KERR, 2003).

Embora os valores de creatinina sérica tenham se mostrado diminuídos no mês 3 (Tabela 7), a concentração plasmática de creatinina não é afetada pela dieta ou qualquer outro fator que comprometa o metabolismo hepático ou o ciclo da uréia (KERR, 2003; LOPES et al., 2007), e sua diminuição não tem relevância clínica (KERR, 2003).

**Tabela 7** – Média e desvio padrão da razão cálcio:magnésio, razão cálcio:fósforo, uréia e creatinina séricas dos caprinos utilizados no experimento.

Variáveis	Grupo	Mês avaliado			
		Mês 1 Média ± DP	Mês 2 Média ± DP	Mês 3 Média ± DP	Mês 4 Média ± DP
• Cálcio/ Magnésio	1	0,88 ± 0,03	0,85 ± 0,03	0,93 ± 0,03	0,90 ± 0,01
	2	0,87 ± 0,02	0,86 ± 0,04	0,89 ± 0,03	0,85 ± 0,05
	3	0,83 ± 0,04	0,85 ± 0,03	0,91 ± 0,01	0,90 ± 0,03
	4	0,84 ± 0,00	0,87 ± 0,01	0,94 ± 0,05	0,98 ± 0,09
	5	0,83 ± 0,00	0,84 ± 0,02	0,99 ± 0,13	0,89 ± 0,01
	6	0,84 ± 0,07	0,86 ± 0,04	0,90 ± 0,04	0,88 ± 0,02
	<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,261	p <sup>(1)</sup> = 0,684	p <sup>(1)</sup> = 0,488
• Cálcio/ Fósforo	1	1,57 ± 0,04	1,28 ± 0,17	1,53 ± 0,13	1,41 ± 0,14
	2	1,65 ± 0,17	1,42 ± 0,20	1,39 ± 0,03	1,42 ± 0,24
	3	1,56 ± 0,36	1,34 ± 0,14	1,45 ± 0,14	1,42 ± 0,14
	4	1,59 ± 0,16	1,27 ± 0,14	1,51 ± 0,13	1,63 ± 0,34
	5	1,62 ± 0,06	1,23 ± 0,10	1,71 ± 0,38	1,27 ± 0,38
	6	1,76 ± 0,15	1,44 ± 0,13	1,59 ± 0,09	1,54 ± 0,12
	<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,598	p <sup>(1)</sup> = 0,517	p <sup>(1)</sup> = 0,341
• Uréia	1	73,09 ± 21,01	91,06 ± 30,14	61,82 ± 5,71	68,84 ± 10,25
	2	102,65 ± 20,73	113,42 ± 14,19	72,19 ± 5,35	80,62 ± 29,18
	3	106,13 ± 1,37	90,14 ± 21,30	64,70 ± 9,47	77,81 ± 16,05
	4	87,45 ± 5,68	104,14 ± 8,87	57,54 ± 6,72	86,06 ± 12,94
	5	106,33 ± 11,67	92,07 ± 38,84	66,76 ± 28,00	89,31 ± 36,57
	6	90,09 ± 32,19	102,29 ± 18,15	63,37 ± 9,95	83,06 ± 15,24
	<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,306	p <sup>(1)</sup> = 0,780	p <sup>(1)</sup> = 0,436
• Creatinina	1	0,98 ± 0,08	1,07 ± 0,07	0,86 ± 0,09	1,11 ± 0,04
	2	1,52 ± 0,59	1,13 ± 0,08	0,90 ± 0,08	1,11 ± 0,13
	3	1,09 ± 0,08	1,01 ± 0,07	0,89 ± 0,05	1,15 ± 0,12
	4	1,16 ± 0,05	1,04 ± 0,07	0,85 ± 0,04	1,15 ± 0,01
	5	1,06 ± 0,20	0,98 ± 0,20	0,87 ± 0,04	1,13 ± 0,07
	6	0,99 ± 0,07	1,11 ± 0,18	0,87 ± 0,07	1,09 ± 0,12
	<b>Valor de p</b>		p <sup>(1)</sup> = 0,138	p <sup>(1)</sup> = 0,612	p <sup>(1)</sup> = 0,968

(1): Através do teste de Kruskal-Wallis

Relação Ca: Mg = 3,22; Relação Ca:P = 1,12; Uréia = 21,4 - 42,8; Creatinina: 1,0 - 1,8 Kaneko et al. (1997) e Smith e Sherman (2009)

#### 4.4 Exames Radiográficos

É possível verificar que houve correlações estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o exame radiográfico final com razão Ca:P nos meses 2 e 3 e entre cálcio com fósforo no mês 3 e todas as correlações citadas foram negativas, indicando que as relações são inversas. Ou seja, as variáveis: exame radiográfico final, razão Ca:P (meses 2 e 3), cálcio e fósforo (mês 3) variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (Tabela 8).

Segundo alguns relatos, não são comuns severas alterações no teor sérico de Cálcio, ainda que em situações de carência, devido a fatores fisiológicos e nutricionais no metabolismo dos minerais (KERR, 2003; LOPES et al., 2007; CASTILHO et al., 2008). Observou-se, porém, no presente estudo correlação significativa entre o achado radiográfico final com a razão Ca:P nos meses 2 e 3 e a relação entre os teores séricos de cálcio e fósforo no mês 3 (Tabela 8), indicando relações inversas, ou seja, ao final do experimento animais que apresentaram algum tipo de desmineralização óssea (discreta, moderada ou severa), estiveram com a razão mais baixa, comparando-se aos demais que apresentaram mineralização normal. Possivelmente, a eficiência do mecanismo de homeostase corporal através de processos como a reabsorção óssea, na maioria dos casos é capaz de manter o equilíbrio sérico de cálcio e fósforo e até apresentar teores normais ou elevados desses minerais no soro. O tempo de instalação do desequilíbrio mineral interfere diretamente nos sinais radiográficos de desmineralização óssea (KERR, 2003; CASTILHO et al., 2008).

**Tabela 8** – Correlação de Spearman existente entre os resultados observados no exame radiográfico com o cálcio sérico e com a razão cálcio:fósforo, segundo avaliação mensal.

Variáveis	Mês avaliado			
	Mês 1 $r_s(p)$	Mês 2 $r_s(p)$	Mês 3 $r_s(p)$	Mês 4 $r_s(p)$
• Exame radiográfico inicial com cálcio	-0,175 (0,488)	-0,400 (0,100)	0,029 (0,910)	-0,349 (0,156)
• Exame radiográfico final com Ca:P	-0,035 (0,890)	-0,497 (0,036)*	-0,518 (0,028)*	-0,153 (0,545)
• Cálcio:Fósforo	-0,255 (0,307)	-0,441 (0,067)	-0,575 (0,013)*	-0,013 (0,958)

(\*): Estatisticamente diferente de zero ao nível de 5,0%.

Os resultados das análises radiográficas mandibulares, tomando como base as cristas interdentárias, foram analisados segundo a classificação do grau de desmineralização (normal, discreta, moderada e severa) comparando-se os exames radiográficos iniciais e finais do

experimento. Pôde-se observar que ocorreu uma variação de 3 a 5 casos na categorização acima citada (Tabelas 9 e 10).

**Tabela 9** – Resultados obtidos a partir dos exames radiográficos realizados nos caprinos, segundo grupo experimental, na fase inicial do experimento.

Grupo*	Exame Radiográfico inicial				TOTAL
	Normal mineralização	Discreta desmineralização	Moderada desmineralização	Severa desmineralização	
G1	2	-	1	-	3
G2	1	-	-	2	3
G3	-	1	1	1	3
G4	-	2	1	-	3
G5	-	1	1	1	3
G6	1	1	1	-	3
<b>TOTAL</b>	4	5	5	4	18

\* G1 Resíduo de gesso 100%; G2 Gipsita 100%; G3 Cloreto de sódio 100%; G4 Resíduo de gesso 50% + cloreto de sódio 50%; G5 Gipsita 50% + cloreto de sódio 50%; G6 Controle (não recebeu mineralização)

**Tabela 10** – Resultados obtidos a partir dos exames radiográficos realizados nos caprinos, segundo grupo experimental, na fase final do experimento.

Grupo*	Exame Radiográfico final				TOTAL
	Normal mineralização	Discreta desmineralização	Moderada desmineralização	Severa desmineralização	
G1	1	-	2	-	3
G2	1	1	1	-	3
G3	1	1	1	-	3
G4	-	2	-	1	3
G5	1	-	1	1	3
G6	1	1	-	1	3
<b>TOTAL</b>	5	5	5	3	18

\* G1 Resíduo de gesso 100%; G2 Gipsita 100%; G3 Cloreto de sódio 100%; G4 Resíduo de gesso 50% + cloreto de sódio 50%; G5 Gipsita 50% + cloreto de sódio 50%; G6 Controle (não recebeu mineralização)

Os resultados demonstram que, dentre os grupos experimentais participantes da pesquisa apenas os grupos G2, G3 e G5 apresentaram melhoria na mineralização óssea. No entanto G1, G4 e G6 pioraram suas condições apresentando desmineralização óssea distribuídas nas três modalidades (discreta, moderada e severa). O grupo experimental G2 comprovou melhor aproveitamento da gipsita na mineralização óssea. Mas o G5 não alcançou melhorias em tal categoria, embora a concentração de cálcio total no resíduo de gesso seja maior que a apresentada pela gipsita. No entanto a concentração de fósforo da gipsita se apresenta maior que a contida no resíduo de gesso (Tabelas 9 e 10, Quadro 2).

Ao final do experimento nenhum animal do G6 melhorou de categoria. As alterações radiográficas no G6 podem ter sido causadas pela ausência de mineralização já que este grupo não recebia mineralização adicional, apenas minerais da ração e feno (Tabelas 9 e 10). Ou ainda a desmineralização óssea nos caprinos esteja associada ao fator crescimento e troca dentária e não carência mineral. Todavia, para todas as médias de grupos os valores da relação Ca:P sérica estavam acima dos nos teores normais (Tabelas 9 e 10).

Para todas as médias de grupos os valores da relação Ca:P séricos estavam acima dos níveis normais (Tabela 7). Os animais que permaneceram na mesma categoria de mineralização óssea (discreta e normal) mantiveram o equilíbrio entre as necessidades minerais e a reabsorção óssea, impedindo o agravamento das lesões. É presumível que suas exigências fisiológicas foram menores do que os animais que evoluíram para o agravamento durante o estudo (Tabelas 9 e 10).

A classificação de mineralização óssea foi baseada apenas entre os animais do experimento, a dieta balanceada oferecida não comprometeu o nível sérico, mas observaram-se alterações radiográficas entre os grupos pesquisados. Souza (2011) avaliou a associação entre os teores séricos de cálcio e fósforo com o grau de desmineralização óssea em caprinos adultos da raça Saanen, Ele apontou que o desequilíbrio mineral Ca:P da dieta estava relacionado a deficiência nutricional do rebanho e ainda que tal desbalanço mineral Ca:P crônico pode não ser evidenciado na avaliação sérica, mas facilmente detectado no exame radiográfico.

#### 4.5 Ganho de peso

Em relação aos resultados relativos ao peso por grupo (Tabela 11 e figura 1) o G6 apresentou as menores médias de peso durante o experimento. Já nos demais grupos o estado nutricional entre razoável e bom mostra que o manejo nutricional adotado durante o estudo foi satisfatório (Tabela 11). Dentre os grupos analisados, ocorreu maior ganho de peso no **G4** (Resíduo de gesso 50% + cloreto de sódio 50%), seguido pelo **G3** (Cloreto de sódio 100%), **G1** (Resíduo de gesso 100%), **G5** (Gipsita 50% + cloreto de sódio 50%), **G2** (Gipsita 100%) e **G6** Controle (não recebeu mineralização).

Com exceção da média entre as avaliações no início e no final do período de adaptação ao experimento e o mês 1 do grupo 3, que apresentou uma pequena redução, em todas as demais situações, até o mês 3 as médias do grupo 5 foram correspondentemente

menores do que as médias dos grupos 1 a 4. Entretanto para a margem de erro fixada (5,0%) não se comprova diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos em relação ao peso em cada uma das avaliações (Tabela 11).

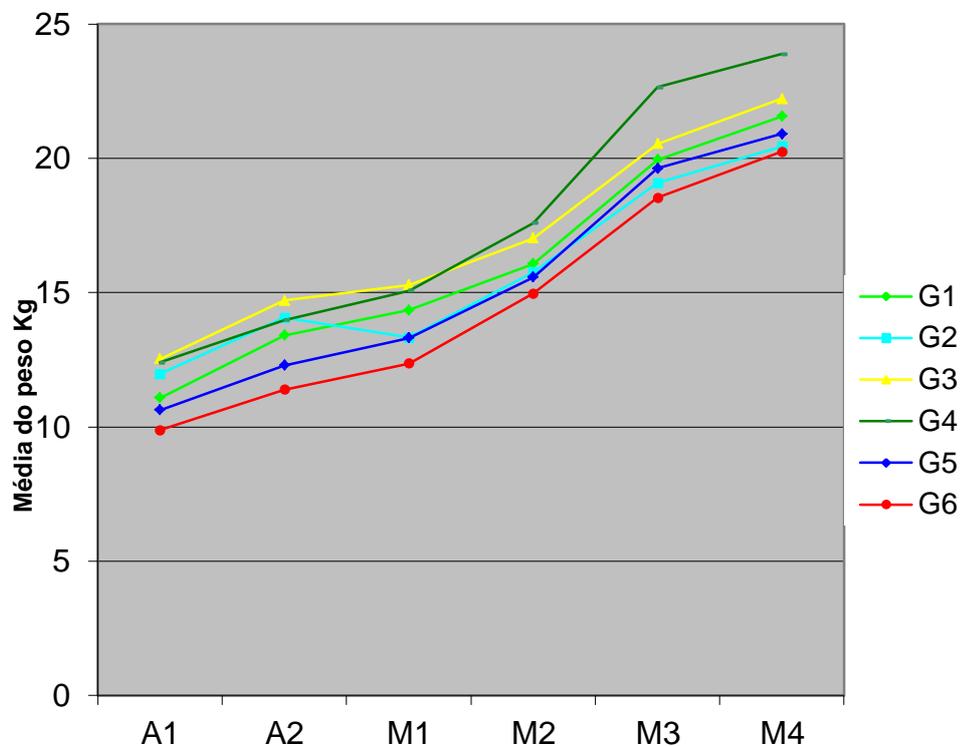
**Tabela 11** – Média e desvio padrão do peso dos caprinos utilizados no experimento, segundo grupo experimental e mês de avaliação.

Grupo	Avaliação					
	Início adaptação Média ± DP	Final adaptação Média ± DP	Mês 1 Média ± DP	Mês 2 Média ± DP	Mês 3 Média ± DP	Mês 4 Média ± DP
1	11,08 ± 2,56	13,41 ± 3,16	14,35 ± 3,07	16,08 ± 2,89	19,95 ± 2,63	21,57 ± 3,52
2	11,97 ± 2,32	14,06 ± 1,80	13,33 ± 1,97	15,76 ± 3,19	19,08 ± 4,45	20,45 ± 5,26
3	12,53 ± 0,49	14,71 ± 1,00	15,29 ± 0,34	17,03 ± 0,30	20,55 ± 1,02	22,22 ± 1,18
4	12,40 ± 0,69	13,98 ± 1,59	15,08 ± 1,70	17,60 ± 2,67	22,65 ± 3,19	23,88 ± 3,74
5	10,63 ± 1,10	12,29 ± 1,41	13,31 ± 1,03	15,57 ± 1,36	19,63 ± 1,99	20,91 ± 1,81
6	9,88 ± 1,04	11,39 ± 1,05	12,37 ± 0,42	14,97 ± 0,78	18,53 ± 2,04	20,25 ± 2,82
Valor de p	$p^{(1)} = 0,233$	$p^{(1)} = 0,166$	$p^{(1)} = 0,279$	$p^{(1)} = 0,425$	$p^{(1)} = 0,564$	$p^{(1)} = 0,705$

(1): Através do teste de Kruskal-Wallis

Dentre os diferentes grupos analisados, ocorreu maior ganho de peso no G4, seguido pelo G3, G1, G5, G2 e G6 (Figura 1).

**Figura 1** – Média do peso dos caprinos utilizados no experimento, segundo grupo experimental e mês de avaliação.



A1 Início do Período de adaptação; A2 Final do período de adaptação; M1 mês 1; M2 mês 2; M3 mês 3; M4 mês 4; M5 mês 5; M6 mês 6 ; G1 Resíduo de gesso 100%; G2 Gipsita 100%; G3 Cloreto de sódio 100%; G4 Resíduo de gesso 50% + cloreto de sódio 50%; G5 Gipsita 50% + cloreto de sódio 50%; G6 Controle

Observou-se correlação significativa entre a presença de oocistos de *Eimeria* spp no mês 1, e valor do hematócrito (Tabela 12).

**Tabela 12** – Correlação de Spearman existente entre os resultados observados do hematócrito com a espécie de parasito, segundo avaliação mensal.

OPG	Mês avaliado			
	Mês 1 $r_s$ (p)	Mês 2 $r_s$ (p)	Mês 3 $r_s$ (p)	Mês 4 $r_s$ (p)
EIM	0,647 (0,004)*	0,359 (0,143)	0,203 (0,418)	
SDEA	0,263 (0,291)	-0,304 (0,219)	-0,468 (0,050)	-0,406 (0,095)
SDES	0,229 (0,362)	-0,300 (0,226)		
TRI	0,298 (0,230)	0,084 (0,739)	0,029 (0,910)	-0,141 (0,576)
MONI		0,075 (0,767)		

(\*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

Sdea – Strongyloidea, Sdes – *Strongyloides*, Eim – *Eimeria*, Tri-*Trichuris*, Moni- *Moniezia*

Foi registrada correlação significativa entre a presença de oocistos de *Eimeria* spp no mês 1, onde ocorreu menor ganho de peso nos animais infectados (Tabela 13).

**Tabela 13** – Correlação de Spearman entre o ganho de peso no período da pesquisa com o nível de OPG e OoPG e por mês avaliado

Variáveis	Médias das OPG $r_s$ (p)	Mês avaliado			
		Mês 1 $r_s$ (p)	Mês 2 $r_s$ (p)	Mês 3 $r_s$ (p)	Mês 4 $r_s$ (p)
EIM	0,374 (0,126)	0,536 (0,022)*	0,403 (0,098)	0,15 (0,564)	
SDEA	0,181 (0,472)	0,384 (0,115)	-0,212 (0,399)	-0,341 (0,166)	-0,023 (0,927)
SDES	0,302 (0,223)		-0,257 (0,303)		
TRI	0,282 (0,257)	0,455 (0,058)	-0,315 (0,203)	0,211 (0,401)	0,048 (0,851)
MONI	0,257 (0,303)		0,257 (0,303)		

(\*): Estatisticamente diferente de zero ao nível de 5,0%.

Sdea – Strongyloidea, Sdes – *Strongyloides*, Eim – *Eimeria*, Tri-*Trichuris*, Moni- *Moniezia*

#### 4.6 Exames Bromatológicos do Feno e do concentrado utilizados na ração

Os resultados dos exames bromatológicos (Tabela 14) realizados no concentrado e no feno, conforme AOAC (2007), utilizados na dieta do rebanho apontam para um alimento de qualidade (MAPA, 2000).

**Tabela 14** - Composição nutricional das rações utilizadas no rebanho

ÍTEM	R1	F 1
Proteína Total (%MS)	25,63	11,43
Extrato Etéreo (%MS)	3,92	4,21
Fibra total (%MS)	19,12	25,12
Matéria mineral (%MS)	8,12	9,68
Extrato não Nitrogenado (%MS)	43,21	49,56
Fibra detergente ácida (%MS)	34,20	40,15
Fibra detergente neutra (%MS)	39,45	66,24
Matéria Seca (%MN)	88,98	90,73
Nitrogênio Total (% MS)	---	1,82

#### 4.7 Análise custo/benefício

O sal comum ou sal de cozinha, de custo relativamente baixo, é dosado na fórmula para cobrir as necessidades de sódio e cloro e, também, para servir como estimulador do consumo da mistura como um todo, já que a maioria dos ingredientes minerais é pouco palatável (VEIGA e CARDOSO, 2005; TOKARNIA et al.,2010).

Em relação aos concentrados minerais, que exigem uma diluição geralmente no sal de cozinha antes de seu fornecimento, a concentração dos constituintes é base para a avaliação do custo do produto. Porém, a análise de seu potencial biológico só será possível após realizada a diluição recomendada pelo fabricante, quando então, os mesmos critérios usados para as misturas prontas deverão ser aplicados (VEIGA e CARDOSO, 2005).

A mistura mineral do grupo experimental G4 (resíduo de gesso + sal comum) obteve o maior ganho de peso dos animais (Tabela 15). Para tanto um quilo da mistura foi obtido por R\$ 0,23, já a mineralização convencional custa cerca de R\$ 1,36 /Kg. O resíduo de gesso pode ser obtido gratuitamente em lojas que oferecem serviços de revestimento de gesso.

**Tabela 15** — Comparação de preços entre a mineralização experimental utilizada no Grupo experimental G4(resíduo de gesso + sal) e mineralização caprina convencional.

Mineralização Adotada	Material utilizado	Preço R\$ 1kg	Preço R\$ Sal caprinos/ semestre
Convencional	2/3 Sal comercial + 1/3 Sal comum	1,36	244,80
Experimental	1/2 Resíduo de gesso + 1/2 Sal comum	0,23	41,40

\*Sal comercial R\$ 1,80/kg; Sal comum refinado iodado R\$ 0,47/kg

Sendo assim, um criador com um rebanho de 100 caprinos pode fazer uma grande economia no semestre, já que a mineralização convencional é mais cara 491% se comparada a mineralização experimental. Logo, a mineralização experimental do G4 proporciona bom ganho de peso em cabritos da raça Anglo Nubiana, utilizando aporte mineral de baixo custo.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com as condições de realização deste experimento pode-se concluir que:

A gipsita apresenta bom rendimento na mineralização óssea de caprinos da raça Anglo Nubiana em crescimento;

O fornecimento de resíduo de gesso associado ao sal comum (NaCl) na ração proporciona bom ganho de peso em caprinos da raça Anglo Nubiana em crescimento;

Os objetivos da pesquisa foram alcançados obtendo-se uma mineralização alternativa para incrementar a dieta de caprinos em crescimento da raça Anglo Nubiana. Demonstrado pelo ganho de peso dos animais, eficiente mineralização do esqueleto, além do baixo custo (mineralização convencional R\$1,36/kg e mineralização experimental R\$0,23/kg).

## 6 REFERÊNCIAS

AHID, S. M. M.; SUASSUNA, A. C. D.; MAIA, M. B.; COSTA, V. M. M.; SOARES, H. S. Parasitos gastrintestinais em caprinos e ovinos da região oeste do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 9, n. 1, p. 212-218, 2008.

AHMED, M. M. M.; SIHAM, A. K.; BARRI, M. E. S. Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 38. n. 3, p. 249-254, 2000.

ALTMAN, D. G. **Practical statistics for medical research**. London: Chapman & Hall, 1991. 611 p.

ARAÚJO, S.M.S., **O pólo gesseiro do Araripe: unidade geo-ambientais e impactos da mineração**. 2004. 276 f. Tese (Instituto de Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ASHTON, B.; MORBEY, T. **Feeding sheep**. Adelaide, South Australia : Department of Water, Land and Biodiversity Conservation, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12127**: gesso para construção civil: determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 1991.

**ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC)**. Official methods of analysis. 18. ed. Gaithersburg, 2007. 3000 p.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. CT 2005-122-00. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed.). **Rochas & minerais industriais**: usos e especificações. Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia Mineral, 2005. p. 449-470. (Comunicação técnica).

BARBOSA, A. M. S. **Classificação de caprinos e ovinos com infecção natural por parasitos gastrintestinais por meio do método Famacha, proteinograma e exames coproparasitológicos**. 2011. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

BARIONI, G.; FONTEQUE, J. H.; PAES, P. R. O.; TAKAHIRA, R. K.; KOHAYAGAWA, A.; LOPES, R. S. V.; LOPES, S. T. A.; CROCCI, A. J. Valores séricos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e proteínas totais em caprinos fêmeas da raça parda alpina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 435-438, 2001.

BARRAL, D.; BARROS, A. C.; ARAÚJO, R. P. C. Vitamina D: uma abordagem molecular. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 309-315, 2007.

BARUSELLI, M. S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 1., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: SIMBOI, 2005.p. 7-22.

BEHERA, P. C.; BISOI, P. C.; MOHANTY, B. P.; PANDA, G. M. Clinically important serum constituents of black bengal goats. **Indian Veterinary Journal**, Madras, IN, v. 70, p. 713-717, 1993.

BERG, J.; ROBINSON, P.; GIRAUD, D.. **Raising dairy goat kids**. California : University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 2010. 20 p. (Publication, 8160).

BHATTACHARYYA, B. N.; TALUKDER, S. C.; BARUAH, R. N. Influence of age on macro elements status of non-descript goat. **Indian Veterinary Journal**, Madras, IN, v. 71, p. 338-340, 1994.

BORGES, C. H. P.; BRESSLAU, S. **Manejo e alimentação de cabras em lactação**. In: TREINAMENTO EM GADO LEITEIRO – PURINA AGRIBRANDS DO BRASIL, 2003, Belo Horizonte. 20 p.

Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/Informativos/ovinos/repman13.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral; BANCO MUNDIAL; BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO (BIRD). **Projeto Estal**: projeto de assistência técnica ao setor de energia. [Brasília], 2009. (Produto. Gipsita, 24) (Relatório técnico. Perfil da gipsita, 34).

BRZEZIŃSKA, M.; KRAWCZYK, M. Changes of the mineral profile of serum of goats in various physiological states. **Journal of Elementology**, Olsztyn, v. 14, n. 4, p. 649–656, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE -RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002**. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 06 mai.2006.

BURGESS, B. A. Polioencephalomalacia. **Large Animal Veterinary Rounds**, Saskatchewan, v.8, n.3, p. 1-6, Mar. 2008.

BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A.; MAZETO, G. M. F. S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 5, p. 852-861, 2006.

CANNAS, A.; ATZORI A. S.; BOE, F.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Energy and protein requirements of goats. In: CANNAS, A., PULINA, G. (Ed.) **Dairy goats feeding and nutrition**. Wallingford, UK; Cambridge, MA : CAB International, 2008. p. 118-146.

CASTILHO, A. C.; MAGNONI, D.; CUKIER, C. **Cálcio e magnésio**. 2008. Disponível em: <[http://www.portalnutrilite.com.br/pdf/Calcio\\_e\\_Magnesio\\_IMEN.pdf](http://www.portalnutrilite.com.br/pdf/Calcio_e_Magnesio_IMEN.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2010.

CEBRA, C. K.; CEBRA, M. L. Altered mentation caused by polioencephalomalacia, hypernatremia, and lead poisoning. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 287–302, 2004.

CHAKEREDZA, S.; MEULEN, U.; NDLOVU, L. R. Growth performance of weaner lambs offered maize stover supplemented with varying levels of maize and cottonseed meals. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 73, p. 35–44, 2001.

CHAPUIS-LARDY, L.; FIORINI, J.; TOTH, J.; DOU, Z. Phosphorus concentrations in dairy feces: variability and affecting factors. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Ill., v.87, n. 12, p. 4334-4341, 2004.

CHRISTODOULOPOULOS, G. ; ROUBIES, N. Diagnosis and treatment of copper poisoning caused by accidental feeding on poultry litter in a sheep flock. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, Australia, v. 85, n. 11, p. 451-453, Nov. 2007.

CINTRA, A. G. **Hiperparatireoidismo nutricional secundário: osteodistrofia fibrosa: “cara inchada”**. [Santa Maria], 2007.

Disponível em: < <http://www.cavaloscrioulos.com.br/materias.php?idm=123>>. Acesso em: 05 nov. 2009.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 23-30

COSTA, L.A.V.S.; OLIVEIRA, D.C.; GIANOTTI, J.G.; CARDOSO, M.L.; COSTA, F.S. Grau de desmineralização em osso trabecular e cortical por meio de tomografia computadorizada quantitativa em cães submetidos à terapia com prednisona. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.40, n. 12, p.: 2515-2520, Dez.2010.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264 p.

DENT, C. R. Sheep deaths after accidental ingestion of gypsum fertiliser. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, Australia, v. 75, n. 1, p. 26-27, Jan.1997.

DOMÍNGUEZ, L. V.; SANTOS, A. G. **Manual del yeso**. Madrid: Asociación Técnica y Empresarial del Yeso (ATEDY), 2001. 267 p.

FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. **Schalm' s veterinary hematology**. 5th. ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 1344 p.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; BELLAVER, C.; GOMES, P. C.; BARIONI, W., Jr. Nutritional evaluation of some sources of calcium supplementation for pigs: bioavailability and performance. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 5, p. 891-905, 1992.

GALBRAITH, H. Protein and sulphur amino acid nutrition of hair fibre-producing Angora and Cashmere goats. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p.81 –93, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre : UFRGS, 2000. p. 28-45.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, Melbourne, Australia, v. 12, n. 1, p. 50-52, 1939.

GOULD, D. H. Update on sulphur-related polioencephalomalacia. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 16, n. 3, p. 481-496, 2000.

GRÜDTNER V. S.; WEINGRILL, P.; FERNANDES, A. L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Revista Brasileira de Reumatologia**, Joinville, v. 37, n. 3, p. 143-151, 1997.

HADDAD, C. M.; ALVES, F. V. Novos conceitos e tecnologias na suplementação mineral de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SEBRAE-CE, 2008. Seção Palestras. 1 CD-ROM.

HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, and vitamins**. Florida : Academic Press, 1995. 455 p.

KANEKO, J. J., HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego : Academic Press, 1997. 932 p.

KERR, M.G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2003. 436p.

KOMARNISKY, L. A.; CHRISTOPHERSON, R. J.; BASU, T. K. Sulfur: its clinical and toxicologic aspects. **Nutrition**, New York, v. 19, n. 1, p. 54-61, 2003.

LEITE, J. E. B. **Aspectos radiográficos da mandíbula, vértebras lombares, úmero e fêmur de bovinos com hiperparatireoidismo secundário nutricional experimental**. 1997. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1997.

\_\_\_\_\_. **Radiologia veterinária básica**. Recife: UFRPE, 2005.

LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. **Manual de patologia clínica veterinária**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, Departamento de Clínica de Pequenos Animais, 2007. 107 p.

LOUREIRO, F. E. V. L. **O gesso nos agrossistemas brasileiros**. In: FERTILIZANTES agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 445-478. (Comunicação técnica, CT2009-169-00).

LOUZADA, M.J.Q.; NOGUEIRA, G.P.; GARCIA JUNIOR, I.R.; CARVALHO, C.A.; PAULA, G.A. Densitometria óptica radiográfica em análise de densidade óssea de mandíbulas de coelhos castrados. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, Piracicaba, v. 37, n.1, p. 33-38, 2001.

LUZ, A. B.; BALTAR, C. A. M.; FREITAS, E. J. G.; SILVA, A. P. Mineração São Jorge. In: SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed). **Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2001. p. 241-249.

SOBRINHO, A. C. P. L.; AMARAL, A. J. R.; DANTAS, J. O. C. **Gipsita**. Sumário Mineral DNPM, 2004. p. 80-81.

MARECO, G. **Enfermedades carenciales: hipocalcemia, hipomagnesemia y ataxia enzoótica ovina**. Argentina. Disponível em: < <http://www.ovinos-caprinos.com.ar/cvgonzalo.html>>. Acesso em: 05 dez. 2010.

MAYBERRY, D.; MASTERS, D.; VERCOE, P. Mineral metabolism of sheep fed saltbush or a formulated high-salt diet. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, NL, v. 91, p. 81–86, 2010.

MENOR, E. A. **Projeto Gipsita** – Etapa I. Programa Nacional de Estudo dos Distritos Mineiros. Recife : Departamento Nacional da Produção Mineral, 1995. 42 p. (Relatório técnico, n. 214 59/C)

MESCH, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. **Livestock Production Science**, Amsterdam, NL, v. 64, n. 1, p. 9–14, 2000.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. São Paulo: Roca, 1995. 308p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Normas e padrões de nutrição e alimentação animal, Brasília – DF, 2000

MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, NL, v. 60, p. 25–43, 2005.

MOREIRA, L. de M. **Suplementação animal a pasto**. 2001. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/vermat.asp?codmat=78>>. Acesso em: 05 out. 2011.

MUNHOZ, F.C.; RENÓFIO, A. Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para a P+L. In: Simpósio de engenharia de produção (SIMPEP), 13., 2006, Bauru, SP. Anais... Bauru, SP: FEB / UNESP, 2006. p.1-8.

MURRAY, P. J.; GODFREY, S. T.; ROWE, J. B. Sulfur supplementation of lupin grain for sheep. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Armidale, Australia, v. 18, p. 320-323, 1990.

NUNES, R. V. ; POZZA, P. C.; SCHERER, C.; CAMPESTRINI, E.; ROCHA, L. D.; NUNES, C. G. V.; COSTA, F. G. P. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2007-2012, 2006.

NUTRIENT requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC : National Academies Press, 2007.

OLKOWSKI, A. A. Neurotoxicity and secondary metabolic problems associated with low to moderate levels of exposure to excess dietary sulphur in ruminants: a review. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, Kan., v.39, p. 355-360, 1997.

OUIIN, S. Elevages caprins en Poitou-Charentes: évolution dès résultats techniques et économiques des élevages. **Productions Animales**, Paris, v. 10, p. 317–326, 1995.

PALMER, N. Bones and joints. In: JUBB, K. V. F.; KENNEDY, P. C.; PALMER, N. (Ed.). **Pathology of domestic animals**. 4th ed. San Diego: Academic Press, 1993. v. 1, p. 144-181.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, W. A. **O gesso: produção e utilização na construção civil**. Recife : Bagaço, 2001. 156 p.

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

REIS, J. C. **Estatística aplicada à pesquisa em ciência veterinária**. 1. ed. Olinda : Lucy Artes Gráficas, 2003. 651 p.

RIET-CORREA, F. Suplementação mineral em pequenos ruminantes no semi-árido. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 7, n. 2/3, p. 112-130, 2004.

RIET-CORREA, F.; SIMÕES, S. D. V. ; VASCONCELOS, J. S. Urolitíase em ovinos e caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 319-322, 2008.

ROSS, R. D.; CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S. Effects of source and particle size on the biological availability of calcium in calcium supplements for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill., v. 59, n. 1, p. 125-134, 1984.

SANTOS, N. V. M.; MOTA, R.A.; ALENCAR, S. P.; Aspectos Clínicos patológicos da intoxicação crônica por cobre em ovinos. In: Congresso Pernambucano de Medicina veterinária, 4, 1999, Recife. **Anais...** Recife: SPEMVE, 1999. p.153-154.

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**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1207-1213, jul./ago. 2006.

SANTOS, N. V. M.; SILVA, F. F.; MELO, M. T.; MELO, L. E. H.; MINERVINO, A. H. H. Osteomalácia em bubalinos na zona da mata sul de Pernambuco – Brasil. **Medicina Veterinária**, Recife, v. 1, n. 2, p. 69-72, jul./dez. 2007.

SCHRYVER, H. F.; CRAIG, P. H.; HINTS, A. F. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 100, n. 5, p. 955-964, 1970.

SINDUSGESSO (Brasil) (Org.) - **SINDUSGESSO – Sindicato das Indústrias de Extração e Beneficiamento de Gipsita, Calcários, Derivados de Gesso e de Minerais Não-Metálicos do estado de Pernambuco.**

Disponível em: <[www.sindusgesso.org.br](http://www.sindusgesso.org.br)>. Acesso em: 05 Jan. 2006.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. **Goat medicine**. 2. ed. Iowa : Wiley-Blackwell, 2009. 871 p.

SODER, K. L.; SAPORITO, L. S.; STOUT, W. L. Effect of by-product gypsum application rate to grass pasture, grass hay, and corn silage on fermentation by rumen microorganisms in continuous culture. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, NL, v. 132, p. 331–340, 2007.

SOUZA, J. C. S. S., **Influência do manejo nutricional na relação Ca:P em fêmeas caprinas (*Capra hircus*) da raça Saanen**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

SPENCER, H.; LEWIN, I.; FOWLER, J.; SAMACHSON, J. Influence of dietary calcium intake on Ca<sup>47</sup> absorption in man. **American Journal of Medicine**, New York, v. 46, n. 2, p. 197-205, 1969.

SUNDRÁ, T. M.; ACCIOLY, J. M.; COSTA, N. D.; PETHICK, D. W.; TUDOR, G. D.; TAYLOR, E. G.; PLUSKE, J. R. Dietary control of urinary pH in sheep during live export. **Animal Production in Australia**, Melbourne, v. 25, p. 323, July, 2001.

TAMIM, N. M.; ANGEL, R. Phytate phosphorus hydrolysis as influenced by dietary calcium and micro-mineral source in broiler diets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, Pa., v. 51, n. 16, p. 4687-4693, 2003.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V.; Canella C. F. C. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Separata Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

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.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para diagnóstico da helmintoses de ruminantes**. 4. ed. Tokyo : Japan International Corporation Agency, 1998. 143 p.

VITTI, D. M. S. S.; FURTADO, C. E.; QUADROS, J. B. S.; LOPES, J. B.; BUENO, I. C. S.; NOZELLA, E. F.; GODOY, P. B. Efeitos de diferentes níveis de cálcio dietético na cinética de cálcio e fósforo em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 478-486, 2008.

VRZGULA, L. (Ed.). **Metabolic disorders and their prevention in farm animals**. New York : Elsevier, 1991. 390 p. (Developments in animal and veterinary sciences ; 24)

WEETH, H. J.; HUNTER, J. E. Drinking of sulfate-water by cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill., v. 32, p. 277-281, 1971.

WITTEWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

YOUDE, H. An experimental study on the treatment and prevention of shimao zheng (Fleece-eating) in sheep and goats in the Haizi area of Akesai county in China. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, NL, v. 26, p. 39-48, 2002.

YOUDE, H.; HUAITAO, C. Studies on the pathogenesis of Shimao zheng (fleece-eating) in sheep and goats. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, NL, v. 25, p. 631-640, 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4.ed. New Jersey : Prentice Hall. 1999. 929 p.

## 7 APÊNDICES

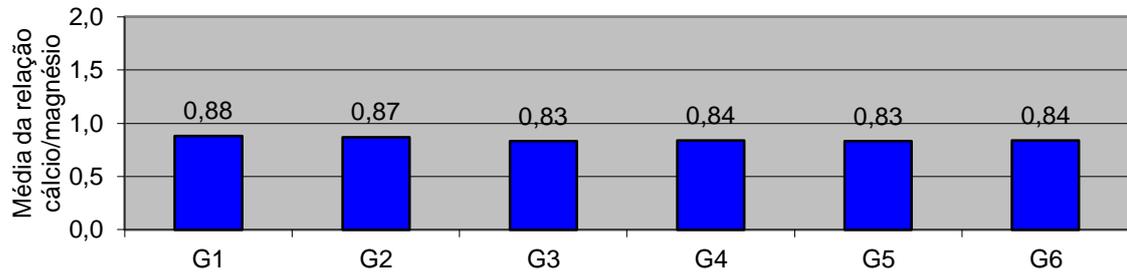
### APÊNDICE A - Modelo da Ficha de acompanhamento e Avaliação Clínica utilizada

<b>ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DA GIPSITA, CLORETO DE SÓDIO E RESÍDUO DE GESSO NA MINERALIZAÇÃO DE CAPRINOS (Capra hircus) EM CRESCIMENTO DA RAÇA ANGLO NUBIANA.</b> <b>Mestranda: Elizabeth Regina Rodrigues da Silva</b> <b>Orientador: Francisco Feliciano da Silva</b> <b>Co-Orientadora: Néria Vânia Marcos dos Santos</b>						
N. de colar/ brinco:						
Sexo: <input type="radio"/> M <input type="radio"/> F						
Nascimento:    /    /2011						
Peso:						
Inicial	M1	M2	M3	M4	M5	Final
Vacinação Clostridioses						
Vacina utilizada:						
Data		Data			Data	
						Observações
Vermifugação						
Antihelmíntico/ coccidiostático utilizado:						
Data		Data			Data	
						Observações
Coleta de amostras						
Material biológico	Sangue EDTA	Sangue s/ EDTA	Fezes	Elementos da dieta	Feno	Concentrado
Realização de exames radiográficos						
Dia 1		Projeções utilizadas:			Dia 120	
Observações		<hr/> <hr/> <hr/>			Observações	
Observações						

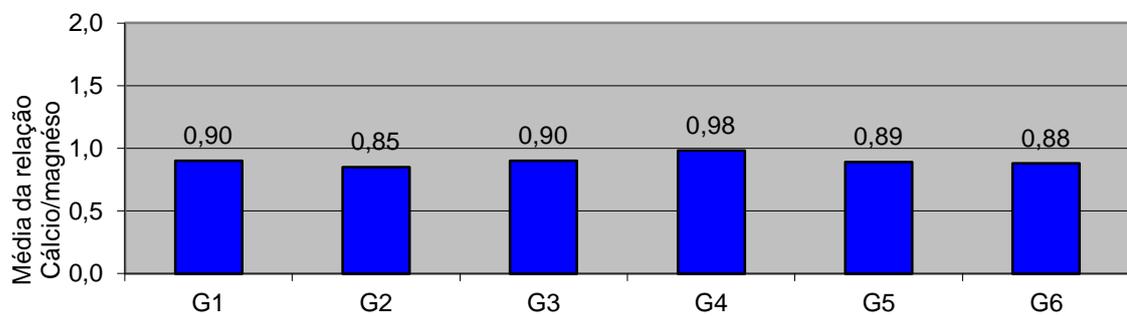
<b>EXAME CLÍNICO</b>		
Data	N. de identificação	Sexo <input type="radio"/> M <input type="radio"/> F
Exame clínico detalhado:		
Atitude		
Comportamento		
Estado nutricional		
Temperatura ° C		
Mucosas		
Pelos		
Turgor da pele		
Estado das unhas		
Ectoparasitas		
Linfonodos		
Olhos e anexos		
Ouvidos e anexos		
Pele e subcutâneo		
Coração- auscultação		
Narinas		
Laringe		
Frequência respiratória		
Pulmão- auscultação		
Dispneia		
Apetite		

Sialorréia
Boca
Abdômen- forma e tensão
Rúmen- plenitude, estratificação e timpania
Peristaltismo intestinal
Evacuações
Sistema reprodutor
Úbere
Testículos
Secreção
OBSERVAÇÕES

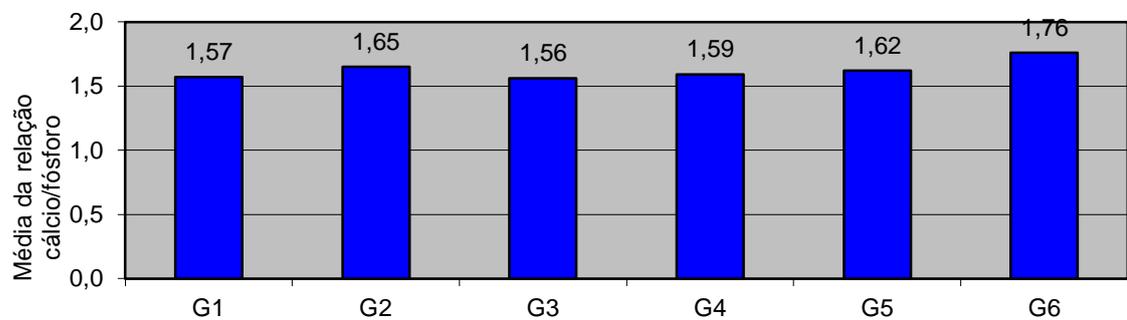
APÊNDICE B— Média da relação Cálcio:Magnésio dos caprinos durante período experimental inicial segundo o grupo e o mês.



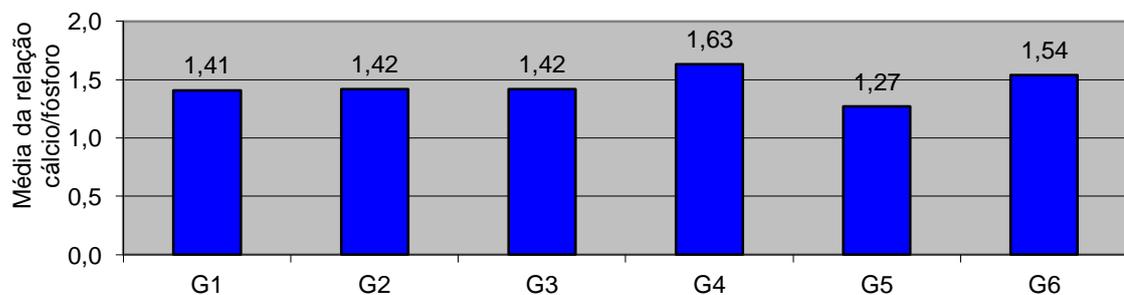
APÊNDICE C— Média da relação Cálcio:Magnésio dos caprinos durante período experimental final segundo o grupo e o mês.



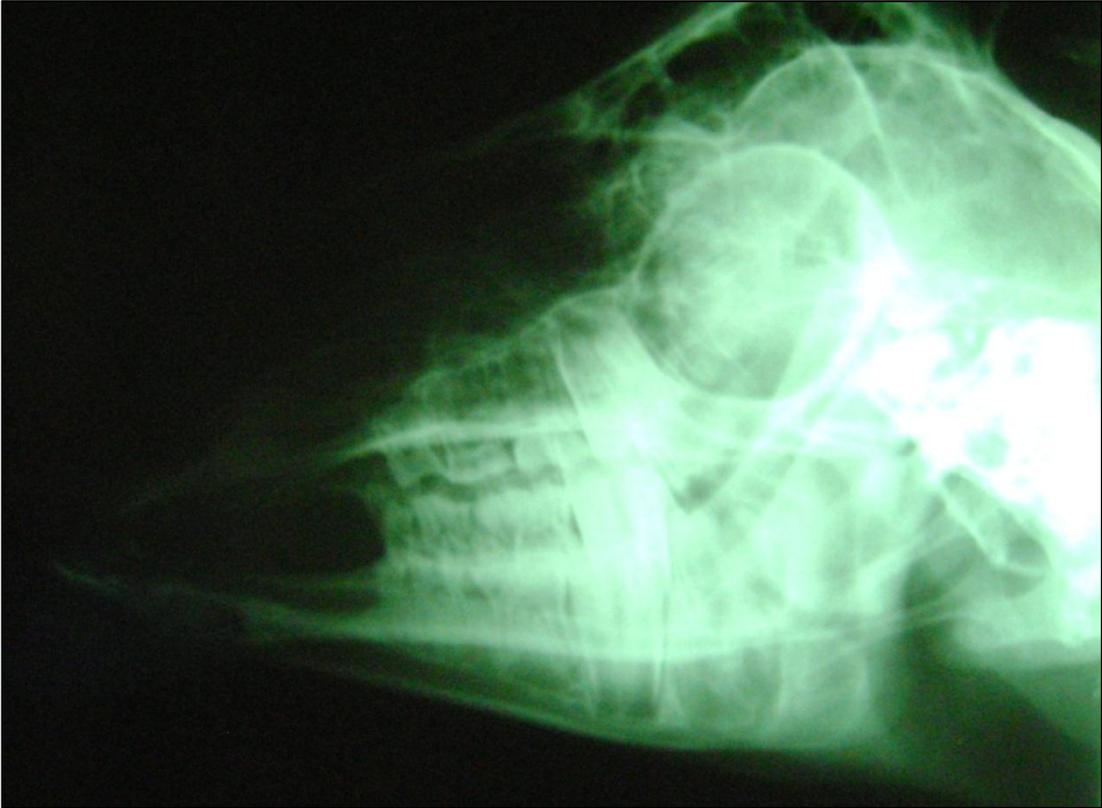
APÊNDICE D— Média da relação Cálcio:Fósforo dos caprinos durante período experimental inicial segundo o grupo e o mês.



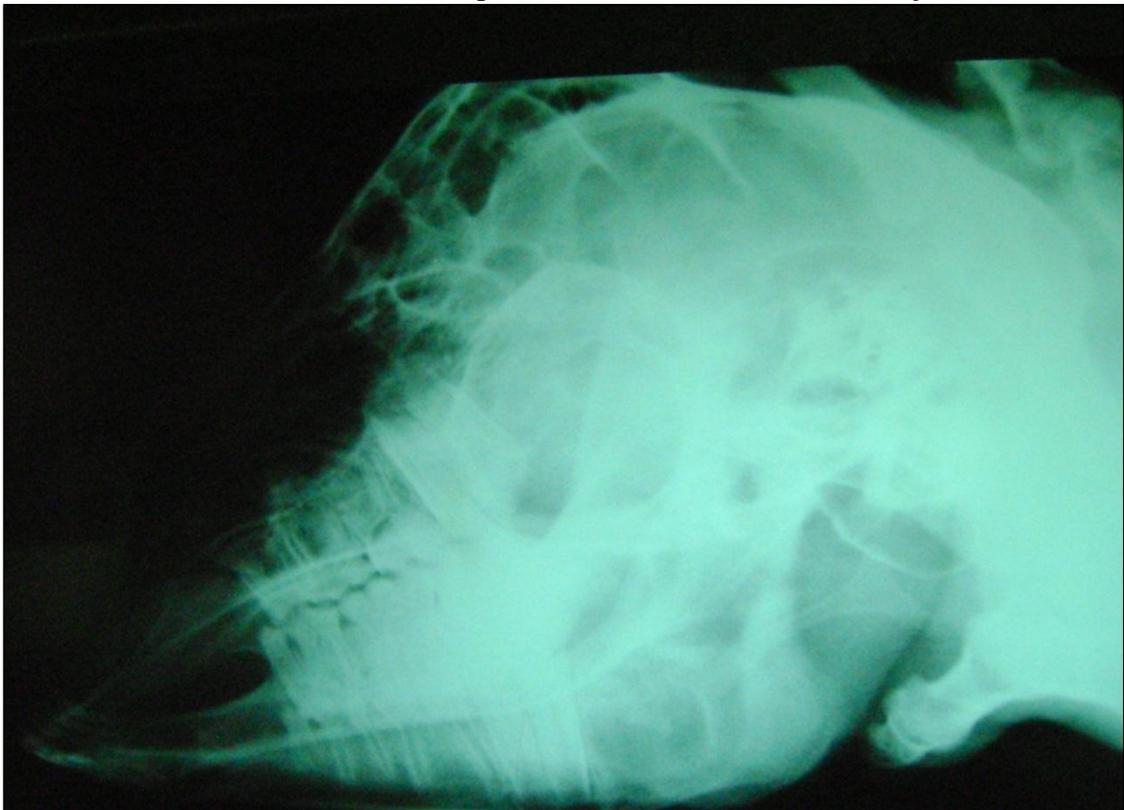
APÊNDICE E— Média da relação Cálcio:Fósforo dos caprinos durante período experimental final segundo o grupo e o mês.



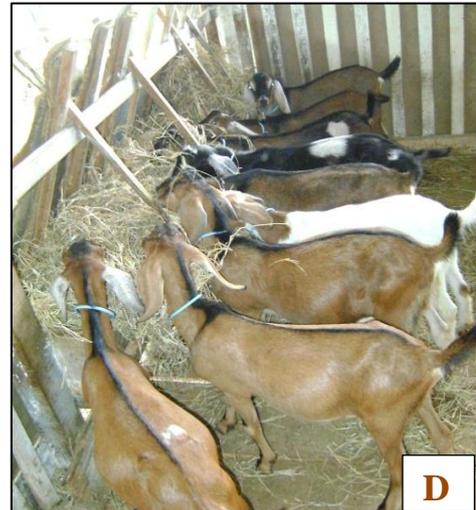
APÊNDICE F — Animal apresentando mineralização óssea normal.



APÊNDICE G — Animal apresentando severa desmineralização óssea.



APÊNDICE H— Memória fotográfica durante o período experimental



**A** Grupo experimental G4;  
**C** Posicionando animal para exame radiográfico;  
**E** Coleta sanguínea a vácuo

**B** Controle de peso dos Caprinos;  
**D** caprinos dos grupos experimentais G3, G4 e G5;  
**F** Analisador bioquímico

## 8 ANEXOS

ANEXO A — Parâmetros Fisiológicos de Referência<sup>16,17</sup>

**Cálcio sérico:** 9,0 a 11,6 mg/dl

**Fósforo sérico:** 8,3 a 10,3mg/dl

**Magnésio sérico:** 2,8 a 3,6 mg/ dl

**Uréia sérica:** 21,4 – 42,8 mg/dl

**Creatinina sérica:** 1,0- 1,8 mg/dl

**Razão Cálcio/Fósforo:**

**Jovens:** (9,0 a 11,6):(8,3 a 10,3)→ Adotado neste Trabalho entre 1,08 a 1,12/1

**Hematócrito:**  $\geq 22\%$  → Aceitável como normal neste trabalho.

**PPT (Proteína Total):** 6,0 a 7,5g/dl

**Fibrinogênio:** 100 a 400 mg/dl

**Batimentos Cardíacos:** 70 a 120 bpm → Aceitável como variação normal neste trabalho.

**Movimentos Respiratórios por Minuto**

20 – 40mrm

**Temperatura Retal:**

38,6 a 39,5°C

---

<sup>16</sup> Fonte: KANEKO et al., 1997

<sup>17</sup> Fonte: SMITH e SHERMAN, 2009