

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LEVANTAMENTO DO PERFIL MINERAL DAS PASTAGENS NATIVAS DE
CAMBARÁ DO SUL – RS (REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA)

Carolina Wunsch
Zootecnista (UFSM)

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia
Área de concentração: Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Junho, 2004

AGRADECIMENTOS

Ao professor Júlio Otávio Jardim Barcellos, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado, pelos ensinamentos e estímulo ao desenvolvimento científico.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realizar um curso de ótima qualidade e pela sua estrutura.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pela dedicação no transcorrer do curso.

À Emater de Cambará do Sul, em especial ao Iran e ao Leandro, que prestaram inestimável auxílio na identificação das propriedades e no andamento das coletas.

À equipe da Bunge/Serrana e Rodes Química, Paulo, Aldo, Rose, Mirian, Vanessa, Evelin, Edson, Ademar, Anderson, Andréia e Viviane, pelo apoio técnico e amizade durante o período das análises.

Às pessoas que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho, nas mais diversas fases, Fernanda, Yuri e Álvaro, Eduardo, Fabiana, Roberto, Eduardo Barreto, Adriana Frizzo, Maricelda e Agenor, meu reconhecimento pelos seus esforços.

Aos colegas de pós-graduação pelos momentos de alegria compartilhados.

A Capes pela bolsa de estudos.

Aos meus pais Roberto e Janete, e às minhas irmãs Luciana e Laura por sempre se preocuparem comigo e apoiarem as minhas decisões.

À Lady e companhia, pelo companheirismo e amizade.

LEVANTAMENTO DO PERFIL MINERAL DAS PASTAGENS NATIVAS DE CAMBARÁ DO SUL – RS (REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA)¹

Autora: Carolina Wunsch
Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos
Co-orientador: Ênio Rosa Prates

RESUMO

Em face das poucas informações disponíveis sobre a composição mineral das pastagens nativas da região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, o presente trabalho de pesquisa objetivou avaliar os teores dos principais minerais, em diferentes meses do ano, e relacionar o perfil mineral destas pastagens com as necessidades nutricionais recomendadas pelo NRC (1996) para bovinos de corte, a fim de estabelecer a necessidade ou não de suplementação dos minerais analisados. O projeto foi conduzido em vinte propriedades particulares, em Cambará do Sul, utilizando áreas de campo nativo que estavam sendo normalmente utilizadas em pastoreio por bovinos de corte e/ou ovinos, e que não tinham sofrido nenhum tipo de melhoria, reforma ou recuperação (exceto queimada), no mínimo nos últimos 20 anos. Colheram-se durante oito meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, julho, setembro e dezembro, e dentro de uma mesma área predeterminada em cada propriedade, amostras para determinar as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). Verificou-se efeito do mês de coleta sobre todos os minerais analisados. Constatou-se teores suficientes de Mn e Fe para todas as categorias de bovinos de corte analisadas. Entretanto, algumas amostras apresentaram níveis tóxicos aos animais. Os teores de Mg são deficientes para vacas em gestação e lactação. Os teores de Ca são insuficientes para suprir as exigências de carneiros. Os teores de Cu não são suficientes para todas as categorias de bovinos em alguns meses do ano. Os teores de P, Na, S e Zn apresentaram-se abaixo das exigências mínimas para bovinos de corte, necessitando, portanto, de um programa de suplementação.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (85p.) Junho, 2004.

SURVEY OF THE MINERAL STATUS OF NATIVE PASTURES OF CAMBARÁ DO SUL – RS (CAMPOS DE CIMA DA SERRA REGION) ²

Author: Carolina Wunsch
Adviser: Júlio Otávio Jardim Barcellos
Co-Adviser: Ênio Rosa Prates

ABSTRACT

In face of the few available information of the mineral contents in pastures in Campos de Cima da Serra region, State of Rio Grande do Sul, Brazil, the present study was conducted to determine the mineral status of natural range pastures of that region, in different months of the year, to compare them to beef cattle requirements (NRC, 1996). The project was led in twenty private farms, in Cambará do Sul county, on grazing areas without improvements (except burning) at the last twenty years. Pasture samples were collected at January, February, March April, May, July, September and December to determine its Ca, P, Mg, Na, S, Fe, Cu, Mn and Zn levels. Effect of the season was verified on all analyzed minerals. The Mn and Fe contents on grass samples were higher than the beef cattle requirements. However, in some samples Fe and Mn levels were higher than the maximum tolerable for cattle. Mg levels were deficient for more demanding animal categories, like gestating and lactating cows. Ca levels were deficient for calves. Cu contents were deficient in some months evaluated. P, Na, S and Zn contents were lower than required for cattle, so it is required supplementation programs.

² Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (85p.) June, 2004.

SUMÁRIO

	Página
Capítulo I	
1. INTRODUÇÃO (GERAL) E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	01
1.1. Os minerais e a produção de bovinos de corte em pastejo.....	05
1.2. Exigências minerais de bovinos de corte.....	07
1.3. Pastagens nativas como fontes de minerais	12
1.3.1. Características do solo.....	13
1.3.2. Fertilização do solo.....	15
1.3.3. Composição botânica.....	17
1.3.4. Estado fisiológico da planta.....	19
1.3.5. Condições climáticas e estação do ano.....	20
1.3.6. Caracterização da composição mineral nas pastagens.....	22
1.4. Balanço mineral de bovinos em pastagens.....	24
Capítulo II	
2.1. INTRODUÇÃO.....	29
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
2.4. CONCLUSÕES.....	58
Capítulo III	
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
5. APÊNDICES.....	67

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Capítulo II	
1. Mês, estação do ano e datas das coletas das amostras.....	34
2. Teores médios de cálcio (Ca) e fósforo (P) e a relação Ca:P em pastagens nativas de Cambará do Sul - RS avaliadas em diferentes meses do ano.....	38
3. Balanço mineral do cálcio nas pastagens nativas de Cambará do Sul para bovinos de corte em crescimento e terminação.....	41
4. Balanço mineral do fósforo nas pastagens nativas de Cambará do Sul para bovinos de corte em crescimento e terminação.....	45
5. Teores médios de enxofre (S), sódio (Na) e magnésio (Mg) nas pastagens nativas de Cambará do Sul em diferentes meses do ano.....	47
6. Teores médios de ferro (Fe) e manganês (Mn) e a relação Fe:Mn nas pastagens nativas de Cambará do Sul em diferentes meses do ano.....	52
7. Teores médios de cobre (Cu) e zinco (Zn) nas pastagens nativas de Cambará do Sul em diferentes meses do ano.....	56

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
Capítulo II	
1. Balanço mineral do cálcio nas pastagens nativas de Cambará do Sul para vacas de cria com partos de primavera e diferentes produções de leite no pico da lactação.....	42
2. Balanço mineral do fósforo nas pastagens nativas de Cambará do Sul para vacas de cria com partos de primavera e diferentes produções de leite no pico da lactação.....	47

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AOAC: Association Oficial Agricultural Chemists

ARC: Agricultural Research Council

Ca: Cálcio

Cu: Cobre

Fe: Ferro

Mg: Magnésio

Mn: Manganês

MS: Matéria seca

Na: Sódio

NRC: National Research Council

P: Fósforo

PB: Proteína bruta

RS: Rio Grande do Sul

S: Enxofre

Zn: Zinco

Capítulo I

1. INTRODUÇÃO (GERAL) E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção eficiente de ruminantes em pastejo exige que todos os nutrientes essenciais à dieta sejam fornecidos ao animal em quantidades e proporções adequadas. Para suprir as exigências nutricionais dos animais, aumentadas pelo progresso genético, e satisfazer os mercados nacional e internacional, os quais exigem o abate de animais mais jovens, cada vez mais é exigida uma nutrição eficiente. Contudo, isso só é possível a partir do conhecimento das reais necessidades nutricionais do rebanho e da composição bromatológica dos alimentos disponíveis.

Os minerais são nutrientes que desempenham funções essenciais para o desempenho satisfatório dos animais. Embora constituam apenas 4 a 5% do peso corporal de um animal vertebrado, os minerais desempenham um papel fundamental no seu metabolismo geral, seja como componentes estruturais dos tecidos corporais, atuando nos tecidos e fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico, da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas celulares, ou funcionando como ativadores de processos enzimáticos e integrantes da estrutura de enzimas e vitaminas. Os minerais estão presentes nos grãos de cereais, oleaginosas e seus farelos e nas pastagens. Estas são as principais fontes de minerais essenciais para os ruminantes criados em sistemas a pasto.

A produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul está sustentada predominantemente na utilização de pastagens naturais. A produtividade destes animais é resultado da qualidade dessas pastagens, as quais apresentam flutuações estacionais na quantidade e qualidade dos nutrientes disponíveis. Como resultado, os ruminantes estão freqüentemente sujeitos a deficiências nutricionais severas ou marginais de minerais (Hidiroglou, 1979). Em geral, estas deficiências são corrigidas através de programas de suplementação mineral. Contudo, a eficácia destes programas de suplementação depende de um conhecimento prévio da real composição nutricional da dieta.

No Brasil, resultados de análises de solos, plantas forrageiras e tecidos animais têm revelado ampla variedade de carências e algumas toxicidades de minerais (Tokarnia et al., 1999).

No Rio Grande do Sul, a maioria das áreas destinadas à criação de bovinos é composta por solos ácidos e de baixa fertilidade. As pastagens naturais nestas áreas, de uma forma geral, apresentam baixa capacidade de suporte, porque as espécies forrageiras que as compõem são, muitas vezes, de baixa produtividade, com limitado teor de proteína e de minerais (Cavalheiro & Trindade, 1987).

A análise dos elementos minerais no rebanho e nas pastagens torna-se de grande importância para determinar quais elementos devem ser suplementados na alimentação a campo, evitando-se assim possíveis desperdícios. Desta maneira, é esperado que os animais atinjam o máximo desempenho produtivo, tornando a prática da suplementação mais econômica

ao produtor. Vale salientar que alguns elementos, quando fornecidos sem necessidade, acumulam-se no organismo e podem chegar a níveis tóxicos. Além disso, o excesso de alguns minerais pode dificultar a absorção ou interagir no metabolismo de outros, causando perdas na produtividade dos rebanhos e alterações reprodutivas.

Segundo Fick et al. (1978), os ruminantes dependem quase exclusivamente das forrageiras para obter os elementos minerais necessários. Baixa ingestão ou desbalanço destes nos alimentos pode afetar negativamente a fertilidade, o ganho de peso, a produção de leite, e, em geral, a saúde dos animais. Conforme os autores, na América Latina a atividade pecuária é freqüentemente limitada por desbalanços minerais.

Um maior interesse na nutrição de minerais começou a ocorrer após o diagnóstico das deficiências de alguns elementos. Atualmente, estes indícios estão levando algumas empresas à produção de sais minerais completos para bovinos. Porém, muitas vezes as deficiências são isoladas, ou seja, restritas a determinadas regiões.

Em face das poucas informações disponíveis sobre a composição mineral das forrageiras no município de Cambará do Sul, na região dos Campos de Cima da Serra (Rio Grande do Sul), o presente trabalho de pesquisa objetivou avaliar os teores dos principais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio, manganês, zinco, cobre, ferro e enxofre), nas pastagens naturais características desta região, em diferentes meses do ano, e relacionar o perfil mineral destas pastagens com as necessidades nutricionais recomendadas pela pesquisa científica para as diferentes categorias de

bovinos de corte, a fim de estabelecer a necessidade ou não de suplementação dos minerais analisados.

1.1. Os minerais e a produção de bovinos de corte em pastejo

As deficiências nutricionais em bovinos criados a pasto constituem uma grave limitação ao sistema de produção. Tanto a deficiência severa de minerais, muitas vezes acompanhada por elevadas taxas de mortalidade, bem como as deficiências subclínicas ou marginais, podem levar a perdas consideráveis na produtividade. As pastagens nativas podem não atender completamente as exigências em minerais de que os bovinos necessitam em regime extensivo de criação, principalmente com o constante aumento das necessidades nutricionais por causa do melhoramento genético dos rebanhos. Sendo assim, uma suplementação de minerais bem planejada é indispensável para que sejam utilizados com maior eficiência todos os outros nutrientes disponíveis para o animal.

São exigidos diariamente diversos elementos minerais essenciais na alimentação de bovinos de corte, sob o ponto de vista da nutrição. São considerados essenciais para o bom desempenho animal os seguintes elementos: cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, enxofre e magnésio (classificados como macromelementos) e cobre, zinco, ferro, manganês, iodo, cobalto, selênio, molibdênio, flúor, cromo e níquel (classificados como microelementos) (NRC, 1996; Barcellos et al., 2003).

Segundo Tokarnia et al. (1999), os minerais desempenham três tipos de funções essenciais para o organismo dos animais e do homem. A primeira delas diz respeito a sua participação como componentes estruturais dos tecidos corporais, como o cálcio e o fósforo. Também atuam nos tecidos e fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico,

da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas celulares. Nessas funções participam o cálcio, o fósforo, o sódio, o potássio e o cloro. Por último, funcionam como ativadores de processos enzimáticos (cobre, manganês) ou como integrantes da estrutura de metalo-enzimas (zinco, manganês) ou vitaminas (cobalto).

Ainda, os minerais tomam parte de diversos processos biológicos nos bovinos, participam na formação de colágeno e na produção de hormônios, atuam na síntese de tecidos, no transporte de oxigênio e na produção de energia, além de participarem de vários outros processos fisiológicos relacionados ao crescimento, à reprodução e à saúde (NRC, 1996). Como a prioridade de uso dos minerais nestes processos varia durante estados de deficiência de certos elementos, podem não ser percebidas alterações no crescimento dos animais. Contudo, a reprodução ou a imunocompetência podem estar sendo prejudicadas.

Um aporte adequado de minerais também é importante para a otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996). Assim, as deficiências produzem impactos negativos sobre o crescimento microbiano, podendo inclusive induzir uma redução da digestibilidade dos alimentos, dependendo da severidade da carência e da disponibilidade do mineral (Spears, 1994).

É de consenso entre os pesquisadores que, na nutrição de bovinos de corte a pasto, na maioria dos solos do RS, os minerais mais importantes são fósforo, sódio, enxofre, cobre, zinco, cobalto e selênio (Barcellos et al., 1999). Destes, o fósforo é considerado o elemento mais importante devido à sua

multifuncionalidade no animal, maior deficiência nas pastagens e o maior custo nas misturas minerais.

1.2. Exigências minerais de bovinos de corte

É imprescindível que se conheçam as exigências ou necessidades nutricionais dos animais para uma alimentação adequada. As tabelas de exigências podem ser usadas como guias, pois fornecem estimativas que, aplicadas, trazem resultados satisfatórios.

Diversos fatores podem afetar as exigências em minerais de bovinos de corte, tais como raça, nível e estágio de produção, interações alimentares e tipo de alimento oferecido. O crescimento acelerado, ganhos de peso elevados, final da gestação e produção leiteira contribuem para elevar significativamente as necessidades em minerais dos bovinos. A introdução de práticas de manejo melhoradas modifica índices de produtividade e também eleva as exigências nutricionais (Negrini, 1999). Assim, vacas parindo pela primeira vez têm associadas exigências de manutenção, crescimento e gestação e/ou produção de leite. Também nos sistemas de produção projetados para ganhos de peso elevados, a suplementação mineral correta passa a ser de importância fundamental.

No desenvolvimento de programas de suplementação mineral para animais em pastejo, é de importância prática considerar-se as interações entre minerais e a biodisponibilidade dos nutrientes. Assim, estas interações podem aumentar ou diminuir o nível de suplementação necessário na dieta. Dietas

contendo altos teores de ferro, molibdênio e enxofre promovem um aumento nas exigências de cobre, e dietas com teores excessivos de cobre aumentam as exigências de zinco (Georgievskii et al., 1982; McDowell, 1992).

As exigências de minerais apresentadas para os bovinos de corte por diversos autores são baseadas, em geral, na capacidade dos animais em manter o desempenho produtivo. Assim, quando os animais recebem a quantidade de minerais apenas para manter a eficiência do crescimento outros processos fisiológicos podem ser prejudicados (NRC, 1996).

As tabelas de exigências nutricionais para animais mais utilizadas são as apresentadas pelo National Research Council. Este conselho (NRC, 1996), estabelece a exigência de cálcio para a manutenção de bovinos de corte em 15,4 mg/kg de peso vivo. A exigência adicional para o ganho de peso está estabelecida em 7,1 g de cálcio para cada 100 g de proteína retida, e a exigência para lactação está calculada em 1,23 g de cálcio para cada quilo de leite produzido. Admite-se que o feto retenha 13,7 g de Ca por kg de peso vivo, divididos nos últimos três meses de gestação. O NRC sugere o valor médio de 0,18% da MS (variação de 0,15 a 0,58% de Ca na dieta). Os animais podem ser alimentados com dietas deficientes em cálcio por um certo período e não apresentarem sinais de deficiência, pois o esqueleto funciona como uma grande reserva do mineral. Dietas com excesso de gordura podem reduzir a absorção do cálcio devido à formação de sabões.

As exigências de fósforo para manutenção foram estimadas em 16 mg/kg de peso vivo. Acrescenta-se 3,9 g de P/100g de proteína retida no ganho de peso, e 0,9 g de P/kg de leite produzido durante a lactação. A

exigência para gestação está definida em 7,6 g de P/kg de peso vivo do feto, divididos nos últimos três meses de gestação (NRC, 1996). O NRC sugere o valor médio de 0,18% da MS (variação de 0,11 a 0,39% de P na dieta). O fósforo é exigido para o crescimento e o metabolismo celular dos microorganismos do rúmen. Conforme o NRC (1996), a relação Ca/P nas dietas pode variar de 1:1 até 7:1 sem afetar o desempenho dos animais, desde que o fósforo esteja adequado às exigências. Assim como o cálcio, o fósforo também pode ser retirado das reservas do esqueleto, em certos períodos de deficiência do elemento na dieta. A deficiência de fósforo é considerada a mais importante para animais em pastejo, pois afeta rebanhos no mundo todo (McDowell, 1992).

A recomendação do NRC (1996) para o sódio é de 0,06 – 0,08% da MS da dieta para bovinos em crescimento e terminação e vacas em gestação. Já para vacas em lactação, o NRC sugere o nível de 0,10%. Ruminantes demonstram um grande apetite por sódio, podendo até consumir mais sal do que o necessário quando este está sempre disponível.

As exigências de magnésio para bovinos em crescimento e terminação foram definidas em 0,10%, e 0,12% para vacas em gestação e em 0,20% para vacas em lactação (NRC, 1996). Dietas com altas concentrações de potássio, nitrogênio, cálcio, fósforo, ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia longa podem reduzir a absorção ou a utilização do magnésio. Vacas em lactação podem ser acometidas pela tetania das pastagens, ou hipomagnesemia, caracterizada por uma baixa concentração de magnésio no plasma e fluido cérebro-espinhal. Este problema é mais comum em pastagens

no início da primavera ou após aplicação de fertilizantes altos em nitrogênio e potássio.

A exigência de enxofre recomendada pelo NRC (1996) para bovinos é de 0,15%. O enxofre, assim como o fósforo, é necessário para o crescimento e a manutenção do metabolismo celular dos microorganismos do rúmen. Pode ser necessário enxofre suplementar quando da utilização de uréia ou outra fonte de nitrogênio não-protéico como fonte de proteína.

Segundo o NRC (1996), a exigência de cobre para bovinos de corte em crescimento e terminação, vacas gestando ou em lactação, está estabelecida em 10 mg/kg de matéria seca, mas pode variar muito segundo os teores dos outros minerais da dieta. Quando são fornecidos em excesso, o molibdênio e o enxofre dos alimentos formam tiomolibdatos, que indisponibilizam o cobre nos seus sítios de absorção para o animal (Suttle, 1991).

As exigências de manganês para bovinos em crescimento e terminação foram definidas em 20 mg/kg de matéria seca da dieta e em 40 mg/kg para vacas em gestação ou lactação (NRC, 1996). Teores excessivos de manganês interferem no metabolismo e na absorção do ferro, podendo até causar uma deficiência induzida deste elemento. Assim, a relação ferro/manganês adequada deve ser maior que um, sendo o teor de ferro duas ou três vezes maior que o teor de manganês (Gavillon & Quadros, 1973).

A recomendação do NRC (1996) para o ferro é de 50 mg/kg de matéria seca da dieta para todas as categorias de bovinos já citadas. Muitas vezes, o ferro é encontrado em quantidades excessivas nas dietas para

bovinos de corte. O excesso de ferro na dieta (> 100 mg/kg de MS) pode ter efeitos prejudiciais na biodisponibilidade de outros minerais. Quantidades significativas de ferro podem ser consumidas diretamente do ambiente, pelo solo ou outros contaminantes da ração. Assim, o ferro contido no solo pode ser trocado por outros elementos da dieta, o que termina por reduzir a disponibilidade de outros cátions bivalentes. Segundo Cavalheiro & Trindade (1992), o ferro e o alumínio apresentam um efeito sinérgico que pode estar relacionado com o antagonismo que ambos apresentam em relação ao fósforo, pois tanto o ferro como o alumínio podem se combinar com o fósforo no rúmen, diminuindo sua absorção. Assim, dietas com altos níveis de ferro (ou alumínio) aumentam as necessidades de fósforo para os animais.

A exigência de zinco estabelecida pelo NRC (1996) para bovinos em crescimento e terminação e vacas em gestação e lactação é de 30 mg/kg de MS. A presença excessiva de outros cátions bivalentes, tais como cálcio, cobre, manganês e ferro, pode aumentar a necessidade de zinco pela redução da sua biodisponibilidade.

Não existe uma exigência única e nem um único nível seguro ou máximo no qual um mineral pode ser tolerado sem efeitos adversos, pois o nível mineral que produziria uma resposta animal ótima é muito variável. Teoricamente, existe uma série de níveis de tolerância que variam de animal para animal, e a cada dia no mesmo animal. Normalmente, as concentrações de minerais estabelecidas são suficientemente amplas para a maioria dos minerais e condições, o que permite usar níveis do elemento na dieta que vão

cobrir as exigências mínimas sem provocar efeitos tóxicos (Ammerman & Henry, 1991).

1.3. Pastagens nativas como fontes de minerais

O planejamento da suplementação mineral dos rebanhos é geralmente calculado com base em tabelas de composição dos alimentos, as quais trazem compiladas médias das concentrações em proteína, energia e minerais dos alimentos. Os dados encontrados nestas tabelas podem não representar o real valor em minerais de determinada pastagem, devido a diferenças regionais com relação ao solo e à composição botânica observada.

A planta retira do solo os minerais que necessita para o seu desenvolvimento. Essa extração depende da concentração do mineral no solo, do composto mais ou menos assimilável que está formando, da umidade, do pH do solo, dos microorganismos, do antagonismo entre alguns minerais, do clima, e das exigências da espécie forrageira para cada mineral (Gavillon & Quadros, 1970).

A pastagem, principalmente quando constituída de espécies menos exigentes, como é o caso da pastagem nativa do RS, pode desenvolver-se em um limite marginal de deficiência, o qual não restringe o seu desenvolvimento, embora diminua a produção de matéria seca.

Segundo Underwood & Suttle (1999), as plantas respondem a suprimentos inadequados de minerais disponíveis no solo limitando seu desenvolvimento e/ou reduzindo as concentrações dos minerais deficientes nos

seus tecidos. Ainda, existem grandes diferenças entre as necessidades minerais para o crescimento das plantas e as necessidades dos animais dependentes destas plantas.

As variações nos teores de minerais nas plantas forrageiras são causadas pelas características do solo (tipo, condição, pH e aplicação de fertilizantes), pelas características das plantas (composição botânica da pastagem, estágio de maturidade e diferenças genéticas entre as plantas) e por características ambientais (condições climáticas e poluição do solo e do ar) (Georgievskii et al., 1982; Underwood & Suttle, 1999).

1.3.1. Características do solo

As características do solo afetam muito o valor das forrageiras como fontes de minerais para os rebanhos, pois as concentrações destes nas plantas refletem a capacidade do solo em disponibilizar tais elementos. Segundo Georgievskii et al. (1982), na maioria dos casos, sintomas de deficiências minerais em animais são observados em regiões bem definidas, sendo diretamente relacionadas ao tipo de solo e suas propriedades físico-químicas, como estrutura, pH e concentração de nutrientes disponíveis.

Geralmente, as reservas de minerais nos solos são abundantes, mas a forma na qual os elementos são encontrados podem não estar acessíveis às plantas. É a presença de minerais prontamente disponíveis no solo que determina um suprimento adequado destes elementos para as plantas (Georgievskii et al., 1982).

O pH do solo tem grande influência na captação dos minerais pelas plantas, e, conseqüentemente, na sua composição mineral. A captação de molibdênio pelas plantas aumenta quando o pH do solo sobe. Assim, solos onde ocorrem deficiências de cobre nos animais devidas a altas concentrações de molibdênio nas pastagens são muitas vezes originados de argilas, xistos e pedras calcárias, e são alcalinos ou calcários (Underwood & Suttle, 1999).

A aplicação de calcário ou enxofre pode, respectivamente, aumentar ou diminuir o pH do solo e, assim, alterar a disponibilidade para as plantas de minerais específicos. Então, a calagem ou correção pode ser uma prática importante no melhoramento das pastagens em solos ácidos. Segundo Georgievskii et al. (1982) e Ritter & Sorrenson (1985), a conseqüente alteração do pH do solo provocada pela calagem pode diminuir a captação de ferro, manganês, zinco, cobre, níquel e cobalto pelas plantas, os quais são favorecidos por condições ácidas, mas aumenta a captação de molibdênio e neutraliza o alumínio trocável do solo.

Segundo McCray & Sumner (1990), a aplicação de calcário no solo tem o efeito de aumentar a solubilidade e a disponibilidade do fósforo para as plantas, além de aumentar o Ca trocável.

No Paraná, Spitzner et al. (1969), estudando a influência da adubação e calagem em quatro tipos de solo, para várias forrageiras, acharam níveis de manganês nas mesmas, em solo ao natural, desde 108 até 403 ppm, conforme solo e espécie, e obtiveram redução por calagem para valores de 45 até 191 ppm do mineral.

No Rio Grande do Sul, em estudos sobre a influência da calagem, solo e tipo de cultura, Klamt (1969) obteve níveis de manganês classificados como tóxicos para algumas culturas (maiores que 200 ppm), e mostrou que a calagem recomendada reduziu os teores deste elemento para 56 ppm, o que ainda não é deficiente para a planta, pois é superior a 20 ppm.

Os teores de cobalto, molibdênio e manganês nas pastagens aumentam com o alagamento do solo (Underwood & Suttle, 1999). Entretanto, o conteúdo de sódio em gramíneas é menor em pastagens irrigadas (Georgievskii et al., 1982).

Segundo Gavillon & Quadros (1970), o Rio Grande do Sul apresenta solos ácidos, sendo suscetíveis de apresentarem deficiências de minerais, mesmo porque esta acidez condiciona espécies forrageiras menos exigentes, as quais, não necessitando altos teores de minerais, podem tender a não absorvê-los.

1.3.2. Fertilização do solo

A fertilização do solo pode ter efeitos benéficos sobre a composição mineral das plantas forrageiras. Assim, com a utilização do fertilizante adequado, as concentrações de fósforo, potássio e, em menor grau, magnésio, cobre e cobalto, podem ser aumentadas nas plantas forrageiras (Georgievskii et al., 1982).

Heringer & Jacques (2002), estudando cinco sistemas de manejo da pastagem nativa no Rio Grande do Sul, encontraram teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio sempre maiores nas forragens em área melhorada

com correção e adubação do solo, comparados com os teores em minerais de áreas não melhoradas, mas que sofreram queimada ou roçada. No caso específico do fósforo, observou-se o dobro da concentração deste elemento na área melhorada em relação às sem melhoramento.

A maioria dos solos nos trópicos não oferece fósforo suficiente para o máximo crescimento das pastagens. Entretanto, com a aplicação de fertilizantes fosfóricos, a concentração deste mineral nas forrageiras pode aumentar de 0,2 – 1,2 a 0,7 – 2,1 g/kg MS, dependendo da região e das doses de fertilizante aplicadas. Mas isso não significa, necessariamente, que a aplicação de fertilizantes resultará em pastagem com teores suficientes de fósforo para satisfazer as necessidades de todas as categorias de bovinos e ovinos (Underwood & Suttle, 1999).

Normalmente, o nitrogênio é considerado limitação primária ao crescimento das pastagens nos trópicos, seguido pelo fósforo (Jones, 1990). Segundo Georgievskii et al. (1982), doses ótimas de fertilizantes nitrogenados parecem melhorar a composição mineral em forragens. Mas excessos de nitrogênio podem prejudicar a acumulação de magnésio, cobre, cobalto e zinco nas partes vegetativas das plantas.

Conforme Underwood & Suttle (1999), a aplicação de fertilizantes nitrogenados em pastagens naturais também aumenta a retirada de outros minerais do solo, devido a maior taxa de crescimento das forrageiras, o que pode aumentar o risco de deficiências nos rebanhos a longo prazo.

Um estudo de quatro anos na Inglaterra não confirmou esta generalização. Hopkins et al. (1994), usando adubação nitrogenada,

verificaram que as concentrações de magnésio, sódio e zinco nas forrageiras aumentaram, os teores de cálcio, manganês, molibdênio e enxofre diminuíram, e as concentrações de potássio, cobalto e cobre não sofreram alterações consistentes. Os autores concluíram que existiram maiores riscos de deficiências minerais apenas nos locais onde ocorreu redução da disponibilidade de cobre e magnésio.

Aplicações pesadas de fertilizantes potássicos no solo podem aumentar a produção forrageira e os teores de potássio nas plantas, ao mesmo tempo em que reduzem os teores de magnésio e sódio na pastagem (Underwood & Suttle, 1999).

1.3.3. Composição botânica

O crescimento de agregações típicas de plantas em áreas não cultivadas é primeiramente determinado pelo tipo de solo e pela competição biológica entre as diferentes variedades de plantas. Assim, as pastagens são compostas por inúmeras espécies de forrageiras, cada qual com diferenças nas concentrações de certos minerais.

Certos gêneros e espécies crescendo em solos ricos trazem concentrações muito maiores de certos minerais do que outras espécies crescendo no mesmo solo. Alguns arbustos (*Atriplex* spp. e *Kochia* spp.) apresentam concentrações de sódio e cloro quase cem vezes maior do que a maioria das outras espécies de plantas herbáceas. Ainda, certas espécies de *Astragalus* crescendo em solos seleníferos contêm 5000 mg de selênio por kg

de matéria seca ou mais, contra menos de 20 mg/kg de MS nas outras espécies comuns nestes solos (Underwood & Suttle, 1999).

Também são demonstradas diferenças nutricionalmente importantes na concentração mineral de gramíneas e leguminosas. Geralmente, espécies leguminosas são mais ricas em macroelementos do que gramíneas em condições semelhantes, tanto em espécies tropicais quanto temperadas (Underwood & Suttle, 1999).

No caso das concentrações de microelementos, normalmente também são mais altas em leguminosas do que em gramíneas nas pastagens temperadas (principalmente para ferro, cobre, zinco, cobalto e níquel), podendo ocorrer o inverso no caso do cobre em pastagens tropicais (Hopkins et al., 1994). Entretanto, essas diferenças diminuem quando o solo é pobre em minerais disponíveis (Minson, 1990).

Ainda, gramíneas e cereais normalmente apresentam concentrações mais altas de manganês e sílica do que leguminosas em condições similares (Underwood & Suttle, 1999).

De acordo com Jones (1990), a fertilização do solo com fósforo em conjunto com o manejo das pastagens pode alterar a composição botânica destas pastagens, onde as gramíneas tendem a dominar em solos altos em fósforo e algumas leguminosas dominam em solos pobres em fósforo mas submetidos a altas pressões de pastejo.

Segundo Underwood & Suttle (1999), são observadas variações nas concentrações de minerais entre diferentes espécies de gramíneas desenvolvendo-se no mesmo solo. Parte dessa variação pode ser devida a

contaminação das amostras pelo solo. Entretanto, também pode ser determinada por características genéticas das várias espécies de plantas, tais como o hábito de crescimento.

1.3.4. Estado fisiológico da planta

As plantas amadurecem em resposta a fatores internos relativos a sua constituição genética, mas também em resposta a fatores externos, como as condições ambientais e a estação do ano, as quais podem ser modificadas por irrigação e outras práticas de manejo. No entanto, o estágio de maturidade afeta o conteúdo de uma série de minerais nas pastagens.

Geralmente, os teores de nitrogênio, fósforo e potássio decrescem com a idade da planta, já o conteúdo de cálcio e magnésio normalmente aumenta (Bavera & Bocco, 1987).

Segundo Coates et al. (1990), as concentrações de fósforo e potássio das plantas forrageiras declinam significativamente com o avanço da maturidade, mas flutuações sazonais nas concentrações de fósforo são geralmente menores em leguminosas do que em gramíneas.

As concentrações de magnésio, zinco, cobre, manganês, cobalto, níquel, molibdênio e ferro também declinam com a maturidade da planta, mas raramente na mesma proporção com que caem as concentrações de fósforo e potássio. Entretanto, a concentração de silício geralmente aumenta com a maturidade da planta (Underwood & Suttle, 1999).

Segundo Adams & Elphick (1956), os teores de cobre em pastagens são mais elevados quando a planta está em período de rápido crescimento,

sendo que qualquer fator que o diminua, como seca ou frio, provoca uma diminuição no teor de cobre.

Georgievskii et al. (1982), relata que os conteúdos de fósforo, potássio, enxofre, cloro e dos principais micro elementos na matéria seca das forragens verdes decresce durante o período vegetativo, mas esse fato nem sempre ocorre linearmente.

Plantas em rápido crescimento podem apresentar teores mais baixos de minerais devido a um efeito de diluição pela matéria orgânica, mesmo quando fornecem um maior teor total por área (Burridge, 1970).

Decréscimos nas concentrações de minerais com o avanço da maturidade das plantas podem ser devidos ao aumento da relação caule/folha e da proporção entre folhas velhas e novas, sendo que os caules e as folhas velhas geralmente apresentam concentrações de minerais mais baixas do que as folhas jovens (Minson, 1990).

Segundo Georgievskii et al. (1982), as partes vegetativas da planta, exceto raízes e tubérculos, contêm mais macro e micro minerais do que as partes reprodutivas, exceto em relação ao fósforo e ao magnésio.

1.3.5. Condições climáticas e estação do ano

Os efeitos da falta de chuva e a redução da luminosidade diminuem o crescimento e a fotossíntese das forrageiras, reduzindo drasticamente os nutrientes protéicos e energéticos, aumentando o teor de fibra bruta, reduzindo a digestibilidade e fazendo cair o consumo da matéria seca para 1,5 a 1,7% do peso vivo (Van Soest, 1994).

As condições climáticas a que são submetidas também afetam muito a composição mineral das plantas forrageiras. Segundo Georgievskii et al. (1982), o conteúdo de cálcio nas plantas aumenta nas estações secas e diminui em condições de alta umidade. Já o conteúdo de fósforo aumenta no período das águas.

Um estudo realizado por Gavillon & Quadros (1970), nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul, revelou que ocorre uma diminuição muito maior nos teores de fósforo, da primavera para o verão, do que nos teores de cálcio no mesmo período. Esta grande diminuição verificada nos teores de fósforo é devida não só ao crescimento menos intenso das pastagens, mas também por causa das freqüentes secas de verão.

Nestas mesmas pastagens, também ocorre uma redução significativa dos teores de ferro e da relação ferro/manganês da primavera para o verão, o mesmo não ocorrendo com os teores de manganês, que permanecem constantes (Gavillon & Quadros, 1973).

Gavillon & Quadros (1976) relatam ainda uma diminuição significativa nos teores de cobre e sulfato inorgânico da primavera para o verão. No caso do molibdênio, não foram observadas diferenças significativas entre as duas estações.

Senger et al. (1996), estudando a concentração de alguns macrominerais em pastagens naturais da Campanha e Depressão Central do RS, observaram a menor concentração de cálcio no verão, e a maior concentração de fósforo na primavera. Foram obtidos teores semelhantes de magnésio nas diferentes épocas do ano, sendo os menores teores observados

no inverno. A concentração de potássio foi maior na primavera, e menor no inverno.

Na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, Heringer & Jacques (2002), verificaram que os teores de fósforo nas pastagens nativas foram maiores no inverno em relação às demais épocas do ano. Os teores de potássio, cálcio e magnésio não variaram no decorrer das estações. Em pastagens melhoradas, as concentrações de cálcio foram maiores na primavera e inverno, e os teores dos outros minerais mostraram tendência a serem superiores nas estações frias.

Em pastagens naturais da Campanha e Depressão Central do RS, Senger et al. (1997), observaram que os teores de sódio não variaram durante o ano, e que os teores de ferro e manganês foram maiores no inverno. Da mesma forma, foram encontrados no verão os menores teores de cobre e zinco, além dos maiores teores de enxofre.

Esta nítida influência do clima na composição mineral e nutricional da planta indica a necessidade de avaliar os teores de minerais em diferentes estações do ano.

1.3.6. Caracterização da composição mineral nas pastagens

Os animais mantidos em pastejo, sistema de criação predominante nas principais regiões pecuárias do mundo, têm sua fonte de alimentação na pastagem nativa. Assim, os desbalanços minerais que eventualmente podem ocorrer nestes animais têm um dos meios de verificação na análise da pastagem.

Nem sempre podem ser percebidos sintomas drásticos e definidos das deficiências minerais das pastagens nos animais, pois as deficiências marginais apresentam sintomas subclínicos que não são facilmente identificáveis. Sendo assim, os prejuízos decorrentes desse fato sobre o crescimento, a produtividade e a saúde dos animais podem passar despercebidos (Barcellos et al., 1999).

Segundo Ammerman & Henry (1991), o fato de um mineral estar em alta quantidade no solo não significa que está disponível para ser assimilado pela planta. A informação sobre o conteúdo de minerais na pastagem é melhor do que no solo, embora a presença do mineral na planta não é garantia que este esteja disponível para ser assimilado pelo animal.

A interpretação desta informação deve ser criteriosa devido à dificuldade de obter uma amostra representativa do que está sendo consumido pelo animal, principalmente em situação de pastoreio extensivo. Além disso, podem existir contaminantes no material utilizado para coletar e processar a amostra, interações entre minerais e doenças, principalmente as parasitárias, que podem afetar a biodisponibilidade do mineral (Ammerman & Henry, 1991).

Os locais de amostragem devem ser baseados em informações de que os mesmos não foram utilizados para culturas agrícolas, ou que sofreram algum processo de fertilização. De acordo com Gavillon & Quadros (1976), o cultivo agrícola altera o teor de minerais do solo e a disponibilidade dos mesmos para a posterior pastagem, principalmente quando também é utilizada adubação. Assim, a composição mineral de pastagens em resteva de lavouras não é representativa da área circundante.

Os primeiros levantamentos sobre a composição mineral das pastagens nativas do RS datam dos anos 60. Posteriormente, nos anos 80, novas avaliações foram realizadas em forragens oriundas das mais diversas regiões do Estado e de uma ampla variedade de unidades de mapeamento de solos. Além destes trabalhos, outros isolados, através de projetos de pesquisas e dissertações em universidades, também demonstraram a composição mineral das pastagens de algumas regiões do RS (Barcellos et al., 2003).

1.4. Balanço mineral de bovinos em pastagens

As funções desempenhadas pelos minerais só podem ser satisfeitas se as quantidades ingeridas forem suficientes para manter o crescimento e o desenvolvimento do corpo e a reprodução das espécies, e para substituir os minerais que são exportados nos produtos animais ou consumidos nos processos vitais do organismo (Underwood & Suttle, 1999). Dessa forma, as concentrações dos elementos essenciais devem ser mantidas dentro de limites estreitos para o funcionamento e a integridade dos tecidos ser resguardada, e o crescimento, saúde e produtividade do animal não serem prejudicados.

A dependência exclusiva de nutrientes presentes nas pastagens pode ser um problema para os rebanhos que não recebem qualquer suplementação, tendo em vista que grande parte destas pastagens encontra-se hoje em avançado processo de degradação devido ao manejo incorreto. A criação de bovinos em pastagens degradadas e sem suplementação mineral é uma prática inviável economicamente, tendo em vista a elevada idade de

abate, a baixa taxa de fertilidade e a alta taxa de mortalidade dos animais mantidos nestas condições.

No Brasil, existem problemas relacionados aos desbalanços minerais (deficiências ou excessos) nas pastagens, que envolvem tanto os macro quanto os micro minerais.

Gallo et al. (1974), analisando amostras de forrageiras provenientes de diversos municípios em São Paulo, observaram teores de sódio, zinco enxofre, fósforo e cobre abaixo das exigências dos bovinos. No entanto, os teores de cálcio, potássio, ferro, manganês e magnésio encontravam-se acima das exigências nutricionais.

No interior de Goiás, Lopes et al. (1980) relataram carências de zinco e cobre em pastagens e no solo, e atribuíram o fato de os teores destes minerais no fígado da maioria das amostras analisadas estarem dentro dos limites normais, a um grande número de animais ter recebido suplementação mineral.

Tebaldi et al. (1998), estudando os solos e forrageiras das regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro, constataram baixo nível de potássio em várias amostras, além de solos e forrageiras bastante pobres em fósforo. Também detectaram deficiências de cálcio, magnésio e sódio, sendo encontrados níveis adequados destes minerais em pastagens próximas às jazidas de calcário e pastagens artificiais que sofreram correção e, no caso do sódio, nas proximidades do litoral. Os teores de zinco nas pastagens e a maioria dos pontos amostrados para o enxofre não atenderam às necessidades diárias do rebanho leiteiro para os dois minerais (NRC, 1988, citado pelos

autores). Já os teores de ferro e manganês atenderam às exigências dos bovinos, exceto alguns resultados de manganês que se encontravam bem próximos do limite mínimo de exigência.

Gavillon & Quadros (1965), analisando amostras de pastagem natural provenientes de vários municípios do RS, observaram teores tóxicos de cobre para ovinos, especialmente onde os teores de molibdênio são muito baixos. Estes mesmos autores (Gavillon & Quadros, 1970), constataram deficiência generalizada de fósforo e valores adequados ou acima das necessidades dos animais em cálcio nas forragens no RS.

De forma semelhante, Gavillon & Quadros (1973) constataram teores de ferro e manganês acima das exigências dos animais nas pastagens naturais de alguns municípios do RS. Os autores alertaram para a possibilidade de deficiência de ferro nas regiões em que concentrações deste elemento menores que 150 ppm estejam acompanhadas de teores de manganês maiores que 400 ppm, devido a interferência deste na absorção do ferro.

Ainda, Gavillon & Quadros (1976), encontraram teores de cobre nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul suficientes para os ruminantes na primavera, mas limitados com deficiência no verão. No entanto, os teores de molibdênio nestas pastagens foram muito baixos, estando abaixo daqueles considerados adequados para a boa produtividade animal e para o crescimento da pastagem.

Também no RS, Agostini (1976) relatou teores muito baixos de fósforo e sódio no solo e nas forrageiras naturais das regiões fisiográficas da Depressão Central e Campanha.

Cavalheiro & Trindade (1987) descrevem, além do fósforo e sódio, também o zinco entre os teores insuficientes nas pastagens naturais deste Estado para suprir as necessidades dos animais em pastejo. Minerais como cobre e enxofre são encontrados em algumas regiões no limite da deficiência.

Em um trabalho sobre o conteúdo de minerais nas pastagens da Depressão Central e da Campanha do RS, Cavalheiro & Trindade (1992), encontraram teores adequados de potássio e molibdênio nas forragens, e teores adequados de cálcio e magnésio para a maioria das categorias de bovinos, exceto para vacas em lactação. Foram encontrados teores deficitários de fósforo, sódio e zinco, e teores deficitários a marginais de enxofre e cobre. Ainda, são relatados teores excessivos de manganês e ferro, este último apenas na região da Campanha. Nestas duas regiões, os solos são considerados ácidos, de baixa fertilidade e, com teores baixos em fósforo e cobre, e altos em potássio e magnésio, mas com níveis toleráveis de alumínio.

Barcellos et al. (1996) encontraram acentuada deficiência de fósforo na pastagem nativa na região da Campanha, e níveis insuficientes deste elemento para proporcionar ganhos de peso elevados de terneiros recém desmamados em uma pastagem de aveia (*Avena sativa*).

Senger et al. (1996), estudando a concentração de alguns macrominerais em pastagens naturais de onze Unidades de Mapeamento de Solo do RS, durante cinco estações, concluíram que 98% das amostras não atenderiam às necessidades em fósforo de vacas secas (0,18% na MS), e que a ocorrência de valores superiores deste elemento na primavera concordava com a afirmação de Underwood (1966), de que as maiores concentrações de

fósforo nas plantas ocorrem em suas fases iniciais e nos períodos de seu maior crescimento. Quanto aos teores de cálcio, magnésio e potássio, os autores não caracterizaram deficiências, exceto em algumas áreas em algumas épocas do ano.

Os mesmos autores (Senger et al., 1997), em trabalho semelhante para avaliar os teores de alguns minerais (sódio, enxofre, zinco, cobre, ferro e manganês) nas pastagens naturais do RS, durante cinco estações do ano, observaram que 94% das amostras apresentaram teores de sódio abaixo das necessidades mínimas de 800 ppm (NRC, 1984) para todas as categorias de bovinos de corte. Os teores de enxofre, ferro e manganês foram suficientes para suprir as necessidades dos animais na maioria das regiões estudadas, sendo constatados valores superiores ao limite máximo para o ferro e o manganês em algumas áreas.

No caso do enxofre, no outono, algumas áreas poderão ser deficientes. Com relação ao cobre, foi demonstrado que 23% das amostras não suprem o nível recomendado, sendo que os teores mais baixos deste elemento ocorrem no verão, o que, associado aos teores mais altos de enxofre neste período, poderão ocasionar deficiências de cobre em algumas áreas.

Capítulo II

2.1. Introdução

As pastagens nativas podem não atender completamente as exigências em minerais de que os bovinos necessitam em regime extensivo de criação, principalmente com o aumento das necessidades nutricionais por causa do melhoramento genético dos rebanhos ou pela intensificação dos sistemas de produção.

Assim, as deficiências nutricionais em bovinos criados a pasto constituem uma grave limitação à produção. Tanto a deficiência severa de minerais, muitas vezes acompanhada por elevadas taxas de mortalidade, bem como as deficiências subclínicas ou marginais, podem levar a perdas consideráveis na produtividade. Sendo assim, uma suplementação de minerais bem planejada é indispensável para que sejam utilizados com maior eficiência todos os outros nutrientes disponíveis na dieta.

Um aporte adequado de minerais também é importante para a otimização da atividade microbiana no rúmen dos ruminantes (NRC, 1996). Assim, as deficiências produzem impactos negativos sobre o crescimento microbiano, podendo inclusive induzir uma redução da digestibilidade dos alimentos, dependendo da severidade da carência e da disponibilidade do mineral (Spears, 1994).

Entretanto, o excesso de alguns minerais pode dificultar a absorção ou interagir no metabolismo de outros, causando perdas na produtividade dos rebanhos e alterações reprodutivas. Dessa forma, as concentrações dos elementos essenciais devem ser mantidas dentro de limites estreitos para o funcionamento e a integridade dos tecidos ser resguardada, e o crescimento, saúde e produtividade do animal não serem prejudicados.

Para animais em pastejo, que têm sua fonte de alimentação na pastagem nativa, sistema predominante nas principais regiões pecuárias do mundo, os desbalanços minerais que eventualmente podem aparecer têm um dos meios de verificação na análise da pastagem. Ainda, existe uma nítida influência do clima na composição mineral e nutricional das plantas, indicando a necessidade de avaliar os seus teores de minerais em diferentes estações do ano para ter de forma mais clara uma estimativa da sua composição.

No Brasil, resultados de análises de solos, plantas forrageiras e tecidos animais têm revelado ampla variedade de carências e algumas toxicidades de minerais (Tokarnia et al., 1999).

Os primeiros levantamentos sobre a composição mineral das pastagens nativas do RS datam dos anos 60. Posteriormente, nos anos 80, novas avaliações foram realizadas em forragens oriundas das mais diversas regiões do Estado e de uma ampla variedade de unidades de mapeamento de solos. Além destes trabalhos, outros isolados, através de projetos de pesquisas e dissertações em universidades, também demonstraram a composição mineral das pastagens de algumas regiões do RS (Barcellos et al., 2003).

Em trabalhos sobre o conteúdo de minerais nas pastagens nativas do RS, foram encontrados teores adequados de cálcio e magnésio para a maioria das categorias de bovinos, exceto para vacas em lactação. Ainda, foram encontrados teores deficitários de fósforo e sódio e marginais para o enxofre (Gavillon & Quadros, 1970; Cavalheiro & Trindade, 1992; Barcellos et al., 1996).

Gavillon & Quadros (1973) constataram teores de ferro e manganês acima das exigências dos animais em alguns municípios do RS. Ainda, Gavillon & Quadros (1976), encontraram teores de cobre nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul suficientes para os ruminantes na primavera, mas com valores muito próximos aos limites mínimos de exigências.

Em um trabalho sobre o conteúdo de minerais nas pastagens da Depressão Central e da Campanha do RS, Cavalheiro & Trindade (1992), encontraram teores deficitários de zinco, e teores deficitários a marginais de cobre. Ainda, são relatados teores excessivos de manganês e ferro.

Senger et al. (1996), estudando a concentração de alguns macrominerais em pastagens naturais de onze Unidades de Mapeamento de Solo do RS, por cinco estações, concluíram que 98% das amostras não atendiam às necessidades em fósforo. Os mesmos autores (Senger et al., 1997), observaram que 94% das amostras apresentaram teores de sódio abaixo das necessidades mínimas para todas as categorias de bovinos de corte. Os teores de enxofre mostraram-se suficientes para suprir as necessidades dos animais na maioria das regiões estudadas, sendo que algumas áreas poderiam ser deficientes no outono. Os teores de ferro e

manganês foram suficientes para suprir as necessidades dos animais na maioria das regiões estudadas, mas foram observados valores superiores aos limites máximos toleráveis em algumas áreas. Com relação ao cobre, foi demonstrado que 23% das amostras não supriam o nível recomendado, sendo que os teores mais baixos deste elemento ocorreram no verão.

Na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, Heringer & Jacques (2002), verificaram que os teores de fósforo nas pastagens nativas foram maiores no inverno em relação às demais épocas do ano. Os teores de potássio, cálcio e magnésio não variaram no decorrer das estações.

Em face das poucas informações disponíveis sobre a composição mineral das forrageiras na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, o presente trabalho de pesquisa objetivou avaliar os teores dos principais macrominerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio e enxofre) e de alguns microminerais importantes (manganês, zinco, cobre, e ferro), nas pastagens naturais características desta região, em diferentes épocas do ano, e relacionar o perfil mineral destas pastagens com as necessidades nutricionais recomendadas pela pesquisa científica para as diferentes categorias de bovinos de corte, a fim de estabelecer a necessidade ou não de suplementação dos minerais analisados.

2.2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Município de Cambará do Sul, distante cerca de 300 km de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Foi avaliada,

durante o ano de 2003, a composição dos principais minerais da pastagem natural característica da região dos Campos de Cima da Serra. Esta região caracteriza-se pelo seu relevo acidentado, além de uma altitude elevada, com valor médio de 1031 m (Apêndice 23). As coordenadas geográficas são: -29° 03" de latitude sul e -50° 09" de longitude oeste. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é temperado úmido (Cfb) com verões amenos (Moreno, 1961). A temperatura média anual é de 16,7° C, com precipitação média anual de 1944 mm, registrando-se maior intensidade durante o inverno.

No Apêndice 1 são apresentados os dados meteorológicos da região durante o período de realização do experimento.

O solo das áreas estudadas é um Cambissolo Álico Húmico, de textura argilosa, com baixa saturação de bases e baixos teores de cálcio e fósforo disponível. É um solo fortemente ácido, com pH variando de 4,5 a 5,0 ao longo do perfil. Apresenta teores altos de matéria orgânica (em torno de 5% no horizonte superficial) e níveis tóxicos de alumínio (Brasil, 1973).

A vegetação natural característica da região representa uma zona de transição entre o campo e a mata. Apresenta grande cobertura e dominância de gramíneas cespitosas dos gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Elyonurus*, *Trachypogon*, *Piptochaetium* e *Schizachyrium* (Burkat, 1975). Dentre as gramíneas de crescimento estival, encontram-se os gêneros *Axonopus*, *Panicum* e *Paspalum*. E, nas gramíneas de crescimento hibernal, são observadas algumas espécies de *Bromus*, *Agrostis*, *Festuca* e *Poa* (Brasil, 1973). Também são encontradas muitas espécies prostradas e eretas das famílias *Cyperaceae*, *Compositae* e *Leguminosae*, entre outras.

Foram selecionados vinte locais de coleta, representados por propriedades rurais da região, para a obtenção das amostras de pastagem natural (Apêndice 2). Essas amostras foram coletadas em poteiros que estavam sendo normalmente utilizados em pastoreio por bovinos de corte e/ou ovinos, e que não tinham sofrido nenhum tipo de melhoria, reforma ou recuperação no mínimo nos últimos 20 anos, exceto a queimada, a qual é geralmente utilizada no final do inverno e início da primavera (em setembro).

Com a finalidade de observar possíveis variações nas concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), enxofre (S), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), foram efetuadas oito coletas durante o ano de realização do trabalho (2003), sendo duas coletas no verão, três no outono, duas no inverno e uma coleta na primavera (Tabela 1).

TABELA 1. Mês, estação do ano e datas das coletas das amostras.

Mês de coleta	Estação	Datas
Jan	Verão	23 - 24 Jan
Fev	Verão	24 - 25 Fev
Mar	Outono	31 Mar - 01 Abr
Abr	Outono	28 - 29 Abr
Mai	Outono	20 - 21 Mai
Jul	Inverno	2 - 3 Jul
Set	Inverno	8 - 9 Set
Dez	Primavera	10 - 11 Dez

Em cada propriedade, e dentro de uma mesma área predeterminada, foram coletadas quatro sub-amostras da pastagem, reunidas em uma amostra única. Cada coleta foi realizada em área próxima às coletas

anteriores. O material foi cortado manualmente com tesoura em um quadrado de 0,25 m², rente ao solo, e acondicionado em sacos de polietileno. Posteriormente, o material foi pesado para determinação da disponibilidade de matéria seca (MS), seco em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 horas, pesado novamente e moído em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm.

A seguir, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e encaminhadas ao laboratório da empresa Rodes Química, em Cajati, SP, para determinação dos teores minerais (Ca, P, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn) e proteína (PB). Uma fração de cada amostra foi encaminhada ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para análises de Na e S.

Os dados de composição botânica foram obtidos a partir da observação das plantas encontradas nas áreas de coleta das amostras e são apresentados no Apêndice 2. A identificação das espécies foi realizada pelo Departamento de Plantas Forrageiras da UFRGS.

As estimativas de disponibilidade de matéria seca da pastagem nativa por hectare, realizadas dentro de cada período e em cada propriedade, foram calculadas com base no teor de matéria seca à 65°C e são apresentadas no Apêndice 12.

Os teores de proteína bruta (PB) das amostras foram calculados através do teor de N total da forragem, obtido pelo método Kjeldahl (AOAC, 1984), e são apresentados no Apêndice 13.

A extração dos minerais foi feita com ácido clorídrico 1:1, após calcinada toda a matéria orgânica das amostras. Os teores de P foram obtidos através de espectrofotometria UV-VIS, os teores de Ca através de oxidimetria e os teores de Fe, Cu, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologias descritas em AOAC (1984). Já os teores de Na foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por espectrofotometria/turbidimetria, segundo metodologias descritas em Tedesco et al. (1995).

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado. Para a interpretação estatística dos resultados, utilizou-se o modelo GLM (General Linear Model) do programa estatístico SPSS 11.5 (2002), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = M + P_i + C_i + E_{ij}, \text{ onde:}$$

$$Y_{ij} = \text{Valor observado;}$$

$$M = \text{Efeito médio;}$$

$$P_i = \text{Efeito da propriedade;}$$

$$C_i = \text{Efeito do mês de coleta;}$$

$$E_{ij} = \text{Erro.}$$

A comparação entre médias foi efetuada pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

2.3. Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade avaliados mostraram que as pastagens nativas da região apresentavam uma boa disponibilidade média de matéria seca (2035 kg/ha) mas de baixa qualidade (em média 5,60% de proteína bruta), conforme apresentado nos Apêndices 12 e 13.

Ao longo do ano, verificou-se efeito ($p < 0,01$) dos meses de coleta sobre os teores médios de cálcio, fósforo, enxofre, sódio, magnésio, ferro, manganês, cobre e zinco nas pastagens (Apêndices 14 a 22). Todos os resultados são apresentados em base seca.

Os teores de cálcio nas pastagens estudadas variaram de 0,17 a 1,73% (média geral de 0,42%) e são apresentados no Apêndice 3. Os níveis médios de cálcio são apresentados na Tabela 2.

O valor mais alto de cálcio observado no mês de setembro (0,57%) coincide com o final do inverno, onde as pastagens apresentam-se em elevado estágio de maturidade, concordando com a afirmação de Bavera & Bocco (1987), de que o conteúdo de cálcio normalmente aumenta com a idade da planta.

Exceto pelo mês de setembro, conforme comentado anteriormente, os teores de cálcio permaneceram semelhantes durante todo o ano, apenas com uma tendência a valores mais baixos em fevereiro, o que coincide com o final do verão. Além disso, no mês de fevereiro ocorreu o maior volume de precipitação pluviométrica (Apêndice 1). Já nos meses de agosto e setembro, a precipitação foi bem menor que a média mensal. Isto parece confirmar a afirmação de Georgievskii et al. (1982), de que o conteúdo de cálcio nas

pastagens aumenta nas estações secas e diminui em condições de alta umidade.

TABELA 2. Teores médios de cálcio (Ca) e fósforo (P) e a relação Ca:P em pastagens nativas de Cambará do Sul - RS avaliadas em diferentes meses do ano.

Mês de coleta	Ca (%)	P (%)	Relação Ca:P
Jan	0,426 ^{ab}	0,089 ^{ab}	4,8:1
Fev	0,291 ^b	0,081 ^{abc}	3,6:1
Mar	0,390 ^b	0,081 ^{abc}	4,8:1
Abr	0,408 ^b	0,071 ^{bc}	5,7:1
Mai	0,421 ^{ab}	0,071 ^{bc}	5,9:1
Jul	0,419 ^{ab}	0,065 ^c	6,5:1
Set	0,575 ^a	0,079 ^{abc}	7,3:1
Dez	0,428 ^{ab}	0,095 ^a	4,5:1
Média	0,418	0,079	5,3:1
Desvio padrão	0,176	0,021	-
Probabilidade	0,033	0,004	-

a,b,c Letras diferentes na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$).

Neste trabalho foram encontrados teores de cálcio um pouco superiores aos observados por Gavillon & Quadros (1970), que obtiveram teores médios de 0,29% na primavera e 0,27% no verão, em amostras de pastagens nativas do RS. Já Agostini (1976), encontrou teores médios de 0,43% de cálcio na primavera e 0,34% no verão, em dez unidades de mapeamento de solos no RS. Também em pastagens nativas no RS, Cavalheiro & Trindade (1987) observaram teores médios de cálcio sempre abaixo de 0,30%, semelhante a outro trabalho (Cavalheiro & Trindade, 1992),

nas regiões da Campanha e Depressão Central do RS, no qual os autores constataram teores médios de cálcio nas pastagens nativas de 0,24% no verão e de 0,32% nas outras estações do ano.

É possível que estas variações observadas nos níveis de cálcio em relação aos outros autores sejam devidas a diferenças em relação à características dos solos e composição botânica de cada região. Assim, Senger et al. (1996), observaram teores médios de cálcio um pouco superiores aos encontrados neste trabalho, em onze unidades de mapeamento de solos do RS.

Entretanto, em um estudo conduzido na mesma região do presente trabalho (Campos de Cima da Serra), Heringer (2000) encontrou teores de cálcio bem mais baixos, de 0,15 e 0,16%, em pastagens sem queima e sem roçada e em pastagens com queima anual, respectivamente. Já em pastagens melhoradas, o teor médio foi de 0,36%. Estas diferenças podem ser explicadas pelo tipo de solo do município de André da Rocha (local de realização deste experimento), o qual é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico. Prates et al. (1979), no município de Vacaria (também na região dos Campos de Cima da Serra), encontraram teores médios de cálcio de 0,26% na primavera e verão.

A relação Ca:P observada foi sempre alta, variando de 3,6:1 em fevereiro, até 7,3:1 em setembro (Tabela 2). Apesar de não ser possível estabelecer com certeza qual a ótima relação Ca:P capaz de assegurar um bom desempenho animal (ARC, 1980), existem algumas evidências de que uma alta relação Ca:P possa reduzir o ganho de peso, devido a uma redução

da digestibilidade da dieta (McDowell, 1992), principalmente quando os teores de fósforo não são supridos adequadamente (Alfaro et al., 1988).

Ao comparar-se os níveis de cálcio encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte em crescimento e terminação estimadas pelo NRC (1996), pode ser constatado que a pastagem da região do experimento é capaz de suprir adequadamente deste mineral estas categorias animais, exceto terneiros com desmame precoce (Tabela 3). Neste caso, os animais não podem mais contar com o leite para suprir suas necessidades em minerais, devendo receber suplementação.

Os teores mais baixos de cálcio no mês de fevereiro podem não ser limitantes para novilhos em crescimento com peso vivo de 250 kg e uma taxa de ganho diária de 0,800 kg, desde que a lotação utilizada na pastagem permita que os animais realizem pastejo seletivo. Ainda, em outros meses do ano as pastagens apresentam teores de cálcio acima das exigências. Deste modo, não é necessária a suplementação, pois as reservas de cálcio podem ser recompostas nos animais a curto prazo.

No caso de vacas de cria, as quais apresentam exigências variáveis no decorrer do ciclo reprodutivo e, conseqüentemente, durante o ano, observa-se que os teores de cálcio nas pastagens são adequados durante todos os meses, considerando vacas de 450 kg de peso vivo e produção no pico de lactação de 4,5 ou 9,0 litros de leite por dia (Figura 1). As exigências desta categoria variam de 0,15% de cálcio (vacas secas) a 0,25% (no pico da lactação) para o primeiro caso, e de 0,15 a 0,32% no segundo caso (NRC, 1996).

TABELA 3. Balanço mineral do cálcio nas pastagens nativas de Cambará do Sul para bovinos de corte em crescimento e terminação.

Categoria	Peso vivo (kg)	Taxa de ganho (kg/dia)	Exigência* (% MS)	Balanço Mineral
Terneiros (desmame precoce)	100	0,900	1,63	Insuficiente em todas as épocas do ano.
Terneiros	170	1,000	0,80	Insuficiente em todas as épocas do ano.
Novilhos	250	0,300	0,21	Suficiente em todas as épocas do ano.
		0,800	0,36	Pode ser deficiente no final do verão.
Novilhos	320	0,300	0,19	Suficiente em todas as épocas do ano.
		0,800	0,30	Suficiente em todas as épocas do ano.
Novilhos	450	0,500	0,19	Suficiente em todas as épocas do ano
		1,000	0,27	Suficiente em todas as épocas do ano

*NRC (1996).

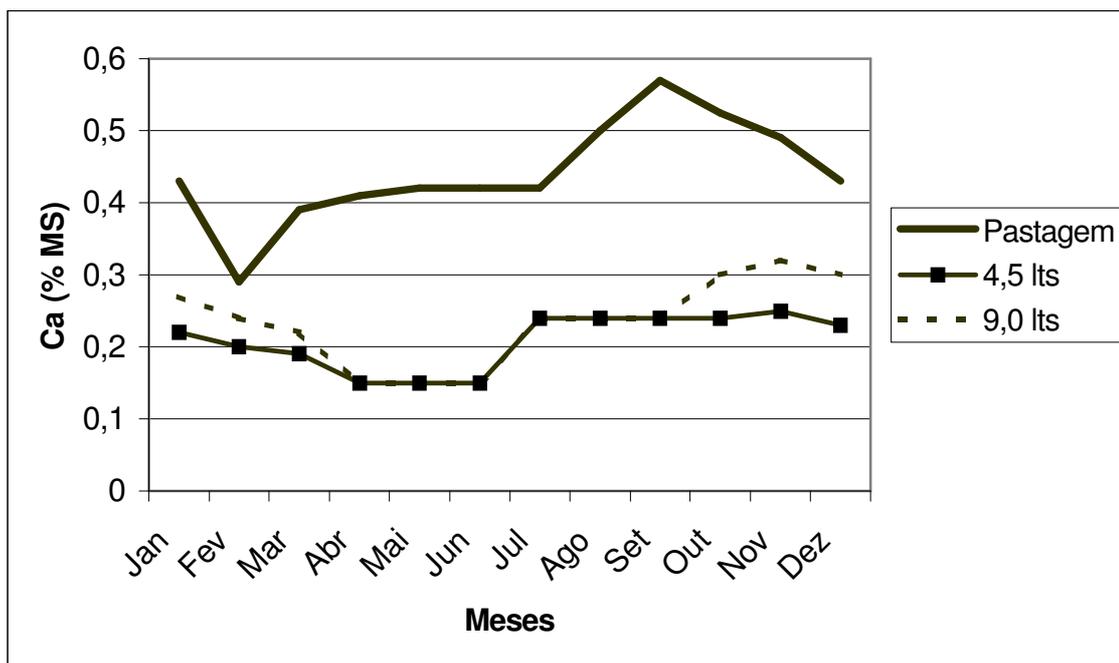


FIGURA 1. Balanço mineral do cálcio nas pastagens nativas de Cambará do Sul para vacas de cria com partos de primavera e diferentes produções de leite no pico da lactação (NRC, 1996).

Os teores de fósforo nas pastagens estudadas variaram de 0,04 a 0,19%, com média geral de 0,08%, e são apresentados no Apêndice 4. Os teores médios de fósforo de acordo com os meses amostrados são apresentados na Tabela 2.

Os valores mais altos de fósforo foram observados no mês de dezembro ($p < 0,05$), o que coincide com o final da primavera, mas este não diferiu dos teores observados nos meses de janeiro, fevereiro, março e setembro. Os teores de fósforo nos outros meses (correspondentes ao outono e inverno), não foram diferentes entre si ($p > 0,05$) e nem entre os já citados

meses de janeiro, fevereiro e março, apesar de certa tendência a serem mais baixos.

Os teores de fósforo mais altos na primavera, intermediários no verão e um pouco mais baixos no outono e inverno, parecem concordar com a afirmação de Georgievskii et al. (1982), Bavera & Bocco (1987) e Coates et al. (1990), de que as concentrações de fósforo declinam com o avanço da maturidade das plantas. Além disso, segundo Underwood (1966), as maiores concentrações de fósforo ocorrem nas fases iniciais e nos períodos de maior crescimento das plantas.

Gavillon & Quadros (1970), em pastagens nativas de diversos municípios do RS, encontraram teores médios de fósforo semelhantes ou um pouco superiores aos observados neste trabalho, de 0,14% na primavera e 0,11% no verão. Agostini (1976), descreve teores médios sempre abaixo de 0,18% de fósforo em diversas regiões do RS. De forma semelhante, Cavalheiro & Trindade (1992) apresentam teores médios de fósforo nas pastagens nativas de 0,11% a 0,14% nas diferentes estações do ano.

Ainda, Barcellos et al. (1996), encontraram teores de fósforo no campo nativo da região da Campanha do RS variando de 0,07 a 0,16%, entre os meses de maio a outubro. Senger et al. (1996), em onze unidades de mapeamento de solos no RS, encontraram concentrações de fósforo nas pastagens de 0,12 a 0,13% na primavera e 0,10% nas outras estações. Outros trabalhos na mesma região dos Campos de Cima da Serra, demonstraram teores de fósforo um pouco superiores aos deste trabalho (Heringer, 2000; Prates et al., 1979).

De acordo com Reid & Horvath (1980), quando os níveis de fósforo nas pastagens caem para 0,10 - 0,15%, podem aparecer sintomas de deficiência, tais como diminuição do crescimento, baixas taxas de reprodução, diminuição do apetite e anormalidades ósseas.

Ao comparar os níveis de fósforo encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte em crescimento e terminação estimadas pelo NRC (1996), constata-se que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente nenhuma destas categorias animais em todos os meses analisados (Tabela 4). Segundo Spears (1994), as tabelas de nutrição geralmente superestimam as exigências de fósforo. Assim, pode-se supor que a pastagem poderá não ser limitante para as categorias menos exigentes, em função do pastejo seletivo dos animais.

No entanto, deve-se considerar que os bovinos em pastejo são muito mais propensos a apresentarem deficiência de fósforo durante a época de crescimento das pastagens, quando a maior disponibilidade de energia e proteína permite que os animais obtenham maiores ganhos de peso (McDowell, 1976), elevando também a exigência em minerais. Ao contrário, em períodos de carência de energia e proteína na pastagem, os animais perdem peso, e as exigências em minerais são menores.

TABELA 4. Balanço mineral do fósforo nas pastagens nativas de Cambará do Sul para bovinos de corte em crescimento e terminação.

Categoria	Peso vivo (kg)	Taxa de ganho (kg/dia)	Exigência* (% MS)	Balanço Mineral
Terneiros (desmame precoce)	100	0,900	0,55	Muito deficiente em todas as épocas do ano.
Terneiros	170	1,000	0,35	Deficiente em todas as épocas do ano.
Novilhos	250	0,300	0,13	Marginal a limitante em todas as épocas do ano.
		0,800	0,19	Limitante a deficiente em todas as épocas do ano.
Novilhos	320	0,300	0,12	Marginal a limitante em todas as épocas do ano.
		0,800	0,16	Limitante a deficiente em todas as épocas do ano.
Novilhos	450	0,500	0,12	Marginal a limitante em todas as épocas do ano.
		1,000	0,15	Limitante a deficiente em todas as épocas do ano.

*NRC (1996).

Analisando o balanço mineral das pastagens para vacas de cria com partos de primavera, observa-se que os teores de fósforo também foram insuficientes durante todos os meses do ano, até para vacas secas (exigência de 0,11% de fósforo), considerando vacas de 450 kg de peso vivo e produção no pico de lactação de 4,5 ou 9,0 litros de leite por dia (Figura 2). As exigências

no pico da lactação variam de 0,17% no primeiro caso a 0,21% no segundo caso (NRC, 1996).

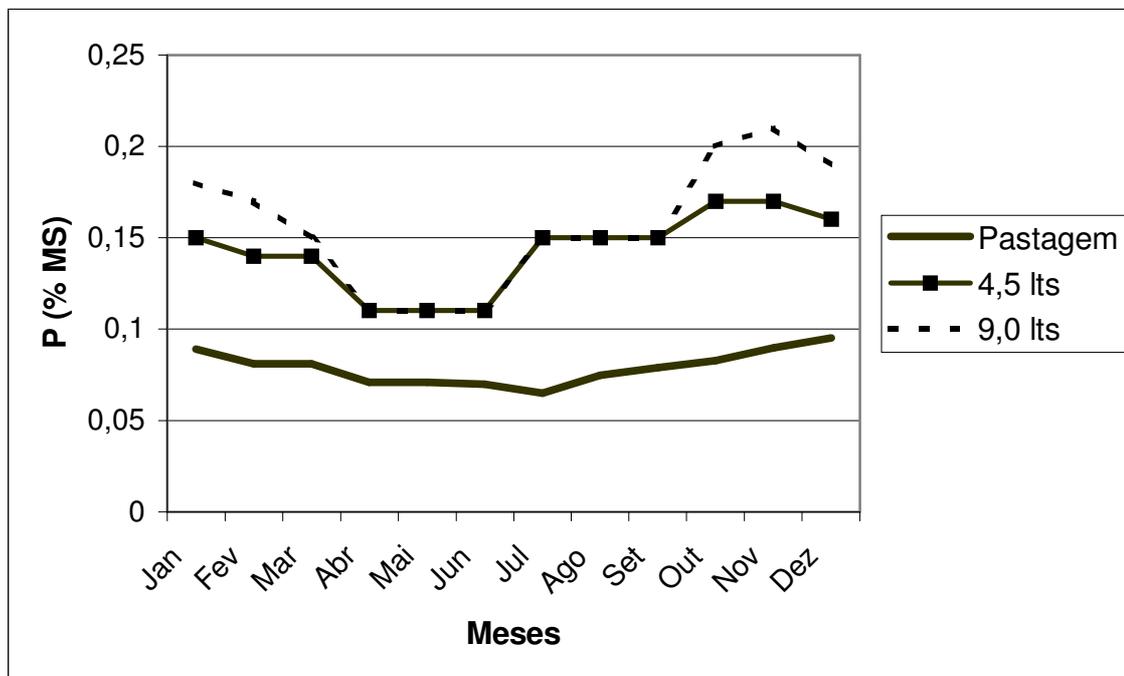


FIGURA 2. Balanço mineral do fósforo nas pastagens nativas de Cambará do Sul para vacas de cria com partos de primavera e diferentes produções de leite no pico da lactação (NRC, 1996).

Conforme os altos valores encontrados para a relação Ca:P, e os níveis muito deficientes de fósforo em todos os meses do ano nas pastagens, para todas as categoria analisadas, é clara a necessidade de suplementação deste elemento aos animais em pastejo. Segundo Reid & Horvath (1980), a deficiência de fósforo pode ser facilmente eliminada pela suplementação aos animais, elevando os ganhos de peso e as taxas de fertilidade, como amplamente relatado em várias partes do mundo.

Os teores de enxofre nas pastagens estudadas variaram de 0,05 a 0,13% (Apêndice 5), com média geral de 0,085%. Na Tabela 5 são apresentados os valores médios deste elemento.

Os teores mais altos de enxofre ($p < 0,05$) foram observados nos meses de janeiro (início do verão) e dezembro (final da primavera), mas estes não foram diferentes do teor observado no mês de julho. As concentrações mais baixas ($p < 0,05$) ocorreram em abril (correspondente a meados do outono) e setembro (final do inverno), e valores intermediários em fevereiro, março e maio (verão e outono).

TABELA 5. Teores médios de enxofre (S), sódio (Na) e magnésio (Mg) em pastagens nativas de Cambará do Sul - RS avaliadas em diferentes meses do ano.

Mês de coleta	S (%)	Na (ppm)	Mg (ppm)
Jan	0,098 ^a	178,00 ^{bc}	1062,45 ^{ab}
Fev	0,081 ^{cd}	159,80 ^{bc}	1054,10 ^{ab}
Mar	0,084 ^{bcd}	211,75 ^{ab}	1061,94 ^{ab}
Abr	0,077 ^d	144,80 ^{bc}	893,60 ^b
Mai	0,081 ^{cd}	170,75 ^{bc}	1027,05 ^{ab}
Jul	0,091 ^{abc}	174,55 ^{bc}	995,15 ^{ab}
Set	0,076 ^d	104,70 ^c	870,78 ^b
Dez	0,095 ^{ab}	254,75 ^a	1141,56 ^{ab}
Média	0,085	174,89	1015,22
Desvio Padrão	0,014	135,48	248,92
Probabilidade	0,009	0,042	0,003

a,b,c,d Letras diferentes na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$).

Embora não tenham apresentado um comportamento linear, os teores de enxofre parecem concordar com a afirmação de Georgievskii et al.

(1982), de que o conteúdo deste mineral decresce durante o período vegetativo das forrageiras, mesmo que nem sempre isto ocorra de forma linear.

Neste trabalho, foram encontrados teores de enxofre inferiores aos observados por Gavillon & Quadros (1976), de 0,17% na primavera e 0,12% no verão, em pastagens nativas do RS. Mas os resultados foram semelhantes aos observados por Cavalheiro & Trindade (1992), que obtiveram teores médios de 0,09% nas pastagens naturais de diversas regiões do RS nas diferentes épocas do ano. No entanto, Senger et al. (1997), avaliando pastagens de onze unidades de mapeamento de solos no RS, encontraram concentrações de enxofre superiores às obtidas neste trabalho, de 0,15 a 0,18% na primavera, 0,23% no verão, 0,13% no outono e 0,14% no inverno.

Ao comparar-se os níveis de enxofre encontrados nas pastagens com a exigência de bovinos de corte, estimadas em 0,15% pelo NRC (1996), constata-se que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente nenhuma das categorias avaliadas, em todas as épocas do ano. Segundo Moir (1975), uma deficiência de enxofre pode levar a uma redução da ingestão de forragem, devida à necessidade deste elemento para a síntese de proteína bacteriana no rúmen.

Os teores de sódio nas pastagens estudadas variaram de 4 a 618 ppm, (média geral de 174,89 ppm) e são apresentados no Apêndice 6. Os teores médios deste elemento são apresentados na Tabela 5.

As concentrações mais altas de sódio ($p < 0,05$) foram observadas no mês de dezembro (final da primavera), e as mais baixas ($p < 0,05$) ocorreram em

setembro (final do inverno), mas ambas não foram diferentes dos teores observados nos outros meses, considerados valores intermediários.

Os valores médios de sódio encontrados neste trabalho foram inferiores aos observados por Cavalheiro & Trindade (1992), que obtiveram 554 ppm na primavera, 434 ppm no verão, 389 ppm no outono e 407 ppm no inverno, em pastagens nativas de 25 unidades de mapeamento de solos do RS. Também foram semelhantes ou inferiores aos teores encontrados por Senger et al. (1997), que descrevem concentrações de 236 a 316 ppm de sódio na primavera, 246 ppm no verão e no outono e 236 ppm no inverno. No entanto, Prates et al. (1979) encontraram teores de sódio bem superiores aos deste trabalho, de 800 ppm na primavera e verão, na mesma região dos Campos de Cima da Serra (em Vacaria). Esta grande diferença pode ser devida aos diferentes tipos de solo e composição botânica destes locais.

Ao comparar-se os níveis de sódio encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte em crescimento e terminação e vacas no terço final da gestação, estimadas em 600 a 800 ppm pelo NRC (1996), e com a exigência de vacas em lactação, estimadas em 1000 ppm (NRC, 1996), pode ser constatado que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente nenhuma das categorias avaliadas, em todos as épocas do ano.

Este fato concorda com a afirmação de Conrad et al. (1985), de que em geral, as forrageiras tropicais não apresentam sódio em quantidade suficiente para suprir as necessidades dos animais em pastejo durante todo o ano, visto que o sódio não é essencial para a maioria das plantas, além de ser o primeiro elemento lixiviado do solo pela incidência das chuvas. No entanto,

com o fornecimento de sal comum à vontade aos animais, possíveis deficiências deste elemento tornam-se improváveis.

Os teores de magnésio nas pastagens estudadas variaram de 522 a 1769 ppm, com uma média geral de 1015,22 ppm, e são apresentados no Apêndice 7. Os teores médios de magnésio nas pastagens são apresentados na Tabela 5.

As concentrações mais baixas ($p < 0,05$) de magnésio nas pastagens ocorreram em abril (correspondente a meados do outono) e setembro (final do inverno), mas ambas não diferiram dos outros meses de coleta.

A pequena variação observada nos teores de magnésio das pastagens no decorrer do ano parece concordar em parte com a afirmação de Underwood & Suttle (1999), de que as concentrações deste mineral declinam com a maturidade da planta, mas em menor proporção que outros minerais. Assim, os maiores teores de magnésio seriam observados nas fases iniciais de crescimento das pastagens. Entretanto, os resultados deste trabalho não confirmam a afirmação de Bavera & Bocco (1987), de que os teores de magnésio geralmente aumentam com a idade da planta.

Os valores médios de magnésio observados foram inferiores aos obtidos por Cavalheiro & Trindade (1992), em pastagens nativas de 25 unidades de mapeamento de solos do RS, de 2000 ppm na primavera e verão, e 1900 ppm no outono e inverno. Senger et al. (1996) também observaram teores de magnésio superiores ao deste trabalho, descrevendo valores médios de 1150 ppm de magnésio na primavera, 1200 ppm no verão e outono e 1000 ppm no inverno, em pastagens nativas do RS. Heringer (2000), na mesma

região deste trabalho (Campos de Cima da Serra), encontrou teores médios um pouco superiores de 1400 a 1700 ppm de magnésio em pastagens nativas e 3600 ppm em pastagens melhoradas. De forma semelhante, Prates et al. (1979) também encontraram teores médios de magnésio superiores aos observados neste trabalho, de 1900 ppm na primavera e verão. Conforme já citado, estas diferenças podem ser devidas aos diferentes tipos de solo dos locais avaliados.

Ao comparar-se os níveis de magnésio encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte em crescimento e terminação, estimadas em 1000 ppm pelo NRC (1996), constata-se que a pastagem é capaz de suprir adequadamente estas categorias animais em quase todos os meses do ano. Com relação à exigência de vacas no terço final da gestação, estabelecidas em 1200 ppm (NRC, 1996), constata-se que a pastagem apresenta teores inferiores aos necessários em todas as épocas do ano, mas isto pode não ser limitante se for possibilitado o pastejo seletivo dos animais. No entanto, a pastagem não é capaz de suprir adequadamente a categoria vacas em lactação, cuja exigência em magnésio está estimada em 2000 ppm (NRC, 1996).

Os teores de ferro nas pastagens estudadas variaram de 88 a 1080 ppm (Apêndice 8), com média geral de 335,86 ppm. Os teores médios deste elemento são apresentados na Tabela 6.

Exceto pelo mês de setembro, os teores de ferro permaneceram semelhantes durante todo o ano. O valor mais alto de ferro observado no mês de setembro ($p < 0,05$) coincide com o final do inverno, época em que a

umidade do solo é bastante elevada no Rio Grande do Sul. Assim, segundo Mengel & Kirby (1982), o Fe^{3+} é reduzido a Fe^{2+} , que é a forma assimilável pelas plantas. Então, no fim do inverno ou início da primavera, por ocasião do rebrote ou crescimento rápido das pastagens nativas, as concentrações de ferro podem atingir níveis muito elevados.

Ainda, segundo Gavillon & Quadros (1973), teores de ferro acima de 500 ppm podem ser resultado de contaminação da amostra com solo, devido a chuvas ou ocorrer em zonas pantanosas.

TABELA 6. Teores médios de ferro (Fe) e manganês (Mn) e a relação Fe:Mn em pastagens nativas de Cambará do Sul - RS avaliadas em diferentes meses do ano.

Mês de coleta	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Fe:Mn
Jan	290,70 ^b	465,45 ^{bc}	0,62:1
Fev	295,40 ^b	435,85 ^c	0,68:1
Mar	249,39 ^b	485,33 ^{abc}	0,51:1
Abr	340,30 ^b	427,00 ^c	0,80:1
Mai	387,40 ^{ab}	495,75 ^{abc}	0,78:1
Jul	369,65 ^{ab}	578,80 ^a	0,64:1
Set	531,21 ^a	551,33 ^{ab}	0,96:1
Dez	265,78 ^b	398,56 ^c	0,67:1
Média	335,86	479,81	0,71:1
Desvio padrão	205,57	142,42	-
Probabilidade	0,020	0,032	-

a,b Letras diferentes na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$).

Gavillon & Quadros (1973), estudando pastagens nativas de diversos municípios do RS, encontraram teores médios de ferro semelhantes

ou um pouco inferiores aos obtidos neste trabalho, de 289 ppm na primavera e 197 ppm no verão. De forma semelhante, Cavalheiro & Trindade (1992) encontraram teores médios de 235 ppm de ferro na primavera, 167 no verão, 206 no outono e 462 ppm no inverno. Ainda, Senger et al. (1997) observaram valores médios de 173 a 415 ppm de ferro na primavera, 171 ppm no verão, 354 ppm no outono e 481 ppm no inverno, em pastagens nativas da Campanha e Depressão Central do RS.

A relação Fe:Mn observada foi sempre baixa (em média 0,71:1), variando de 0,51:1 em março, até 0,96:1 em setembro (Tabela 6). Esta relação deveria ser superior a 1, com o ferro duas ou três vezes maior que o manganês, devido à interferência deste com o ferro (Gavillon & Quadros, 1973).

Os níveis de ferro encontrados nas pastagens são suficientes para atender às exigências dos bovinos de corte, estimadas pelo NRC (1996) em 50 ppm. Entretanto, os teores de ferro determinados em algumas amostras ultrapassaram a concentração máxima tolerada, estimada em 1000 ppm (NRC, 1996). Ainda, pode existir a possibilidade de uma deficiência de ferro em pastagens nas quais ocorram valores baixos deste mineral (abaixo de 150 ppm) junto com valores muito altos de manganês (acima de 400 ppm), devido ao antagonismo entre esses minerais.

Os valores de manganês variaram de 166 a 1305 ppm nas pastagens (Apêndice 9), com média geral de 479,81 ppm, sendo os teores médios apresentados na Tabela 6.

As concentrações mais altas de manganês ($p < 0,05$) foram observadas nos meses de julho e setembro (final de inverno), e as mais baixas ($p < 0,05$) ocorreram de forma não linear em fevereiro, abril e dezembro, mas ambas não foram diferentes dos valores intermediários observados nos outros meses.

Segundo Underwood & Suttle (1999), as concentrações de manganês declinariam com a idade da planta, mas isto não foi o observado neste trabalho.

Gavillon & Quadros (1973) encontraram teores médios de manganês nas pastagens do RS inferiores aos observados neste trabalho, de 366 na primavera e 367 no verão. O mesmo ocorreu com Cavalheiro & Trindade (1992), que observaram valores para o manganês de 318 ppm, 253 ppm, 232 ppm e 325 ppm, na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Senger et al. (1997), também obtiveram maiores teores de manganês nas pastagens durante o inverno do que nas outras estações do ano.

Ao comparar-se os níveis de manganês observados nas pastagens com a exigência de bovinos de corte em crescimento e terminação, estimadas em 20 ppm pelo NRC (1996), e com a exigência de vacas em gestação e lactação, estimadas em 40 ppm (NRC, 1996), constata-se que a pastagem é capaz de suprir adequadamente todas as categorias avaliadas. Entretanto, em 1,3% das amostras foram obtidos teores acima de 1000 ppm de manganês, que é a concentração máxima tolerada pelos animais.

Os teores de cobre nas pastagens estudadas variaram de 1 a 78 ppm (média geral de 14,53 ppm), e são apresentados no Apêndice 10. Na Tabela 7 são apresentados os teores médios deste elemento.

Os maiores teores de cobre foram observados no outono, valores intermediários ocorreram no final do verão e os mais baixos foram obtidos durante o inverno, primavera e verão. De certa forma, esses resultados são contraditórios às afirmações de Adams & Elphick (1956), de que os maiores teores de cobre ocorrem quando a planta está em período de rápido crescimento, o qual ocorreria na primavera.

Gavillon & Quadros (1976) encontraram 7,1 ppm de cobre na primavera e 5,7 ppm no verão em pastagens nativas do RS. Outros trabalhos conduzidos no RS também demonstraram teores que variavam de 4 a 15 ppm de cobre nas pastagens, sendo que as maiores variações sempre estiveram associadas à época do ano (Cavalheiro & Trindade, 1992; Senger et al., 1997).

Ao comparar-se os níveis médios de cobre encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte, estimadas em 10 ppm pelo NRC (1996), constata-se que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente os animais na primavera e início do verão. Nos outros períodos analisados, os teores encontrados nas pastagens mostram-se suficientes. Além disso, nenhuma amostra atingiu a concentração máxima tolerada pelos bovinos (100 ppm).

No entanto, nos meses de março, abril e maio os teores médios de cobre estão acima de 20 ppm, o qual, segundo Conrad et al. (1985), podem causar intoxicação crônica em ovinos.

TABELA 7. Teores médios de cobre (Cu) e zinco (Zn) em pastagens nativas de Cambará do Sul - RS avaliadas em diferentes meses do ano.

Mês de coleta	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Jan	2,75 ^c	19,30 ^{ab}
Fev	11,25 ^{bc}	22,20 ^{ab}
Mar	23,11 ^{ab}	20,72 ^{ab}
Abr	24,90 ^a	21,40 ^{ab}
Mai	33,15 ^a	23,35 ^a
Jul	10,70 ^c	20,60 ^{ab}
Set	6,89 ^c	26,17 ^a
Dez	2,33 ^c	15,39 ^b
Média	14,53	21,16
Desvio padrão	16,19	7,87
Probabilidade	0,036	0,038

a,b,c Letras diferentes na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$).

Os teores de zinco nas pastagens estudadas variaram de 5 a 70 ppm (Apêndice 11), com média geral de 21,16 ppm, e estão apresentados na Tabela 7.

Os teores mais baixos de zinco nas pastagens foram observados no mês de dezembro, coincidindo com o final da primavera, e os teores mais altos foram obtidos em maio (outono) e setembro (final do inverno), ambos não diferindo dos outros meses comparados.

Segundo Underwood & Suttle (1999), as concentrações de zinco declinam com a maturidade da planta, mas isto não foi observado neste trabalho.

Cavalheiro & Trindade (1992) encontraram teores de zinco em pastagens de diversas unidades de mapeamento de solos do RS semelhantes ou levemente inferiores aos observados neste trabalho. Senger et al. (1997) observaram teores de 19,5 a 22 ppm de zinco na primavera, 16 ppm no verão, 19,2 ppm no outono e 22 ppm no inverno, também em pastagens no RS, porém em outra região fisiográfica.

Em pastagens tropicais, foram encontrados teores de 34,35 ppm de zinco na estação seca e 23,14 ppm na estação das águas, semelhantes aos observados neste trabalho (Tebaldi et al., 1998).

Ao comparar-se os níveis de zinco encontrados nas pastagens com as exigências de bovinos de corte, estimadas em 30 ppm pelo NRC (1996), constata-se que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente aos animais, em todas as épocas do ano. Esta situação parece ser mais crítica na primavera, quando os teores médios de zinco encontrados não atingem nem a metade da quantidade necessária aos bovinos. Entretanto, apesar de baixos, os teores de zinco encontrados nas pastagens estão dentro da faixa recomendada como ideal para bovinos de corte por McDowell (1976), que é de 10 a 50 ppm.

2.4. Conclusões

As concentrações nas pastagens dos minerais estudados (Ca, P, S, Na, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) variaram com o mês de coleta.

Os teores de cálcio e magnésio foram suficientes para suprir às exigências de vacas secas e novilhos em crescimento e terminação. Entretanto, os níveis de magnésio podem ser insuficientes para vacas no final da gestação e início da lactação, e os teores de cálcio são insuficientes para suprir as exigências de terneiros.

As concentrações de fósforo, enxofre, sódio e zinco nas pastagens foram muito baixas em todos os meses estudados, não sendo suficientes para atender às exigências mínimas de produção para todas as categorias de bovinos de corte consideradas.

Os teores de ferro e manganês são suficientes para suprir às necessidades de todas as categorias de bovinos de corte, podendo inclusive alcançar níveis tóxicos aos animais.

Os teores de cobre são insuficientes para atender às exigências dos bovinos de corte na primavera e início do verão.

Capítulo III

3.1. Considerações finais

Existem importantes aspectos ambientais a serem considerados com os resultados deste trabalho. Os minerais que são incluídos nos alimentos dos animais em concentrações muito maiores que as exigências tornam-se parte dos dejetos. É sugerido pelo NRC (1996) que boa parte dos minerais consumidos são excretados pelos animais, devido à baixa eficiência de utilização destes elementos.

Ainda, diversos estudos têm demonstrado os prejuízos causados pelo excesso de alguns minerais inorgânicos na alimentação animal, metais pesados ou contaminantes como o cádmio, mercúrio, selênio, vanádio, chumbo e flúor, presentes nas fontes de matérias-primas utilizadas na alimentação animal.

Os metais pesados e o flúor em excesso são inorgânicos, sendo eliminados continuamente pelos dejetos animais. Essa eliminação poderá constituir-se em problemas epidemiológicos de impacto ambiental, contaminando plantas, mananciais hídricos e diferentes formas de seres vivos.

A preocupação com formulações minerais contaminadas por elementos metálicos e/ou substâncias radioativas torna-se um desafio para técnicos e criadores no Brasil, porque a questão do controle sanitário na alimentação animal tem evoluído muito. Assim, monitorar as fontes de

matérias-primas que compõem a nutrição mineral dos bovinos é de fundamental importância para a pecuária brasileira.

A utilização de formulações minerais ajustadas às exigências nutricionais dos ruminantes em pastejo minimizará os riscos de contaminação ambiental, intoxicação e, ainda, produzirá uma melhor resposta bioeconômica aos sistemas de produção. Para isso, são fundamentais diagnósticos regionais da composição mineral das pastagens nativas.

4. Referências Bibliográficas

- ADAMS, A.F.R.; ELPHICK, B.L. The copper content of some soils and pastures in Canterbury-Aspergillus niger method for available copper in soils. **New Zealand Journal of Science and Technology**, [Lincoln], n.38, p.345-358, 1956.
- AGOSTINI, J.A.E. **Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais em solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 1976. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1976.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ALFARO, E.; NEATHERY, M.W.; MILLER, W.J.; CROWE, C.T.; CENTRY, R.P.; FIELDING, A.S.; PUGH, D.G.; BLACKMON, D.M. Influence of a wide range of calcium intakes on tissue distribution of macroelements and microelements in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, p.1295-1300, 1988.
- AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. **Deficiencias minerales de los rumiantes en pastoreo en América Latina**. In: PUIGNAU, J. (Ed.) REUNIÓN SOBRE DETERMINACIÓN DE CARENCIAS Y SUPLEMENTACIÓN MINERAL DE BOVINOS, Campo Grande - MS, Brasil, 1987. Montevideo: IICA/PROCISUR, 1991. p.83-90.
- ASSOCIATION OFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. A.O.A.C. **Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical Chemists**. 14^a ed. Washington, D.C., 1984. 1141p.
- BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R., MULBACH, P.R. Efeito da suplementação mineral durante o inverno nos níveis de fósforo ósseo e sanguíneo e no desempenho pós-desmame de bezerros de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.5, p.994-1006, 1996.
- BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R., OSPINA, H. Suplementação mineral de ruminantes nos campos nativos do Rio Grande do Sul: uma abordagem aplicada à pecuária de corte. In: BARCELLOS, J.O.J. et al. (Eds)

- Suplementação Mineral de Bovinos de Corte.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p.81-110.
- BARCELLOS, J.O.J.; WUNSCH, C.; PRATES, E.R.; OSPINA, H. Suplementação mineral de bovinos de corte em ambientes subtropicais. In: BARCELLOS, J.O.J. et al. (Eds) **Suplementação Mineral de Bovinos em Regiões Subtropicais.** Porto Alegre : Ed. UFRGS, 2003. p.19-51.
- BAVERA, G.A.; BOCCO, O.A. **Suplementación mineral del bovino.** Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1987. 88p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BURKAT, A. Evolucion of grasses and grasslands in South America. **Taxonomy,** Utrecht, v.24, p.53-66, 1975.
- BURRIDGE, J.C. Vegetational factors affecting the trace element content of plants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, TRACE ELEMENT METABOLISM IN ANIMALS, 1969, [Edinburg]. **Proceedings...** Edinburg, 1970. p.412-415.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Noções básicas para suplementação mineral de bovinos e ovinos em pastejo.** Porto Alegre: IPZFO, 1987. 32p. (Boletim técnico, 15).
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo.** Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1992. 142p.
- COATES, D.B.; KERRIDGE, P.C.; MILLER, C.P.; WINTER, W.H. Phosphorus and beef production in northern Australia. 7. The effect of phosphorus on the composition, yield and quality of legume-based pasture and their relation to animal production. **Tropical Grasslands,** St Lucia, v.24, p.209-220, 1990.
- CONRAD, J.H.; McDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais.** Gainesville: University of Florida, 1985. 90p. (Boletim).
- FICK, K.R.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. Current status of mineral research in Latin América. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS, 1978, [Gainesville]. **Proceedings...** Gainesville: University of Flórida, 1978. p.149-162.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B. de; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição

química inorgânica de forrageiras do estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v.31, n.1, p.115-137, 1974.

GAVILLON, O.; QUADROS, A.T. Levantamento da composição mineral das pastagens nativas do Rio Grande do Sul: o cobre, o cobalto e o molibdênio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento da Produção Animal, 1965. 2v., v.1, p.709-712.

GAVILLON, O.; QUADROS, A.T. **O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul: constatação de deficiências na primavera e no verão**. Porto Alegre: DPA, 1970. 18p. (Boletim técnico, 17).

GAVILLON, O.; QUADROS, A.T. O ferro e o manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, p.47-54, 1973.

GAVILLON, O.; QUADROS, A.T.F. O cobre, o molibdênio e o sulfato inorgânico em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico IPZFO**, Porto Alegre, v.3, p.423-453, 1976.

GEORGIEVSKII , V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.I. **Mineral Nutrition of Animals**. London: Butterworths, 1982. 475 p.

HERINGER, I. **Efeitos do fogo por longo período e de alternativas de manejo sobre o solo e a vegetação de uma pastagem natural**. 2000. 208f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.399-406, 2002.

HIDIROGLOU, M. Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.62, p.1195-1206, 1979.

HOPKINS, A.; ADAMSON, A.H.; BOWLING, P.J. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, Na, K, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, p.9-20, 1994.

JONES, R.J. Phosphorus and beef production in northern Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity – a review. **Tropical Grasslands**, St Lucia, v.24, p.131-139, 1990.

KLAMT, E. **Calagem maciça e disponibilidade de manganês**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS, 1969. (Folheto 1).

- LOPES, H.O. da S.; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C. de P.; MARTINS JUNIOR, W. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.32, n.2, p.151-159, 1980.
- McCRAV, J.M.; SUMNER, M.E. Assessing and modifying Ca and Al levels in acid subsoils. **Advances in Soil Science**, New York, v.14, p.45-75, 1990.
- McDOWELL, L.R. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. In: SMITH, A.J. (ed.) **Beef cattle production in developing countries**. Edinburg: Centre for Tropical Veterinary Medicine [of the] University of Edinburg, 1976. p.216-241.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. New York: Academic Press, 1992. 524p.
- MENGEL, K.; KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1982. 655p.
- MINSON, D.J. **Forages in Ruminant Nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MOIR, R.J. The role and requirement for sulphur in ruminant nutrition. In: MCLACHLAN, K.D. (ed.) **Sulphur in australasian agriculture**. Sidney: University Press, 1975. p.109-116.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1996. 234p.
- NEGRINI, M. Solução ideal para suprir as exigências nutricionais. **AG Leilões**. Porto Alegre, n.26, p.4-10, 1999.
- PRATES, E.R.; LEBOUTE, E.M.; MORAES, C.M.M.; MURO, E.L.; FERREIRA, F.; PRADIER, G.R. Avaliação da forragem disponível das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16, 1979. **Anais...** Curitiba: SBZ, 1979. v.2, p.272.

- REID, R.L.; HORVATH, D.J. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, n.5, p.95-167, 1980.
- RITTER, W.; SORRENSON, W.J. **Produção de bovinos no planalto de Santa Catarina, Brasil**. Situação atual e perspectivas. Eschborn: GTZ – EMPASC, 1985. 172p.
- SENGER, C.G.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G.; KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p.897-904, 1996.
- SENGER, C.G.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G.; KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. II. Sódio, enxofre, zinco, cobre, ferro e manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.101-108, 1997.
- SPEARS, J.W. Minerals in forage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. [S.l.] : American Society of Agronomy, 1994. p.281-317.
- SPITZNER, R.; ANDRIGUETTO, J.M.; FREITAS, R.J.S.; CARVALHO, R.L. **Determinação dos teores de cobre, zinco, manganês e cobalto em forrageiras de ensaio de adubação e calagem, em várias estações experimentais do Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto de Pesquisas Químicas, 1969. (Boletim técnico, 24).
- SPSS. **User's guide**: Statistics. SPSS Inc Version 11.5. Headquarters. Chicago. IL, 2002.
- SUTTLE, N.F. The interactions between copper, molybdenum and sulphur in ruminant nutrition. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, n.11, p.121-140, 1991.
- TEBALDI, F.L.H.; SILVA, J.F.C.; VASQUEZ, H.M.; RAMOS, D.P.; FERNANDES, A.M. Composição mineral de pastagens das Regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.337-340.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p (Boletim Técnico de Solos, 5).
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo.

In: BARCELLOS, J.O.J. et al. (Eds) **Suplementação Mineral de Bovinos de Corte**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p.7-35.

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. Aberdeen, Scotland: FAO : CAB, 1966. 237p.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3rd Ed. New York: CABI, 1999. 601p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

5. APÊNDICES

APÊNDICE 1. Dados mensais de temperatura média, precipitação e número de dias com chuva aferidos na região de Cambará do Sul durante o ano de 2003 (8º Distrito de Meteorologia).

Mês	Temperatura média (° C)	Precipitação total (mm)	Nº de dias com chuva
Janeiro	18,9	130,5	16
Fevereiro	20,1	326,5	26
Março	18,2	84,7	20
Abril	14,9	111,5	13
Maio	12,0	55,6	10
Junho	13,2	156,6	17
Julho	11,3	148,5	12
Agosto	10,1	47,7	9
Setembro	12,5	64,3	14
Outubro	15,3	211,3	16
Novembro	16,9	93,4	13
Dezembro	16,8	218,3	15
Média	13,86	-	-
Total	-	1648,9	181

APÊNDICE 2. Caracterização das propriedades utilizadas nas coletas de amostras em Cambará do Sul - RS (localização e composição botânica).

Nº	LOCALIDADE	COMPOSIÇÃO BOTÂNICA
1	Azulega	<i>Panicum hians</i> , <i>Andropogon ternatus</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Piptochaetium</i> , <i>Schizachytium tenerum</i> , Trevo vesiculoso
2	Azulega	<i>Axonopus argentinus</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Piptochaetium</i> , <i>Andropogon ternatus</i> , <i>Axonopus siccus</i> , <i>Aristida leevis</i>
3	Aluzega	<i>Andropogon sp.</i> , <i>Axonopus sp.</i> , <i>Cyperaceae</i> (<i>Heliocaris</i> e outras)
4	Azulega	<i>Axonopus siccus</i> , <i>Rhynchospora sp.</i> , <i>Andropogon sp.</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Aristida leevis</i> , <i>Cyperaceae</i> (<i>Heliocaris</i> e outras), <i>Piptochaetium montevidense</i>
5	Azulega	<i>Agrostis</i> , <i>Juncus</i> (<i>Cyperaceae</i>), <i>Axonopus afinis</i> , <i>Heliocaris</i> , <i>Hypoginium virgatum</i> , <i>Schizachyrium imberbe</i>
6	Azulega – Tainhas	<i>Cyperaceae</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Axonopus afinis</i> , <i>Trifolium polimorfum</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Aristida leevis</i> , <i>Panicum sabulora</i> , <i>Schizachyrium imberbe</i>
7	Azulega – Camisas	<i>Aristida leevis</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i>
8	Jaquirana	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Desmodium encanum</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i> , <i>Coelorachis selloana</i> , <i>Bathriochloa</i>
9	Capão Penso	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Schizachytium tenerum</i> , <i>Bacharis trimera</i> (carqueja), <i>Axonopus</i>
10	Capão Penso - Margaridas	<i>Piptochaetium</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Hypoginium virgatum</i>
11	Capão Penso	<i>Cyperaceae</i> (<i>Heliocaris</i> e outras), <i>Hypoginium</i> , <i>Axonopus argentinus</i>
12	Capão Penso	<i>Axonopus sp.</i> , <i>Andropogon ternatus</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Andropogon lateralis</i>
13	Morro Agudo	<i>Piptochaetium</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Axonopus argentinus</i>

APÊNDICE 2. Continuação. Caracterização das propriedades utilizadas nas coletas de amostras em Cambará do Sul - RS (localização e composição botânica).

14	Morro Agudo	<i>Axonopus afinis</i> , <i>Piptochaetium</i> , <i>Aristida leervis</i> , <i>Andropogon lateralis</i>
15	Morro Agudo	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Axonopus afinis</i> , <i>Andropogon ternatus</i> , <i>Richardia</i> (invasora), <i>Hipoxis decumbens</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Sorghastrum</i> sp.
16	Morro Agudo - Crespo	<i>Cyperaceae</i> , <i>Axonopus</i> sp., <i>Paspalum notatum</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Piptochaetium</i> , <i>Aristida leervis</i>
17	Vila Osvaldo Kroeff	<i>Cyperaceae</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Axonopus</i> sp., <i>Andropogon lateralis</i>
18	Capão Penso	<i>Piptochaetium</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Hypoginium virgatum</i>
19	Bom Retiro – Vareta	<i>Piptochaetium</i> , <i>Andropogon lateralis</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i>
20	Capão Penso	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Cyperaceae</i>

APÊNDICE 3. Teores de cálcio (%) nas pastagens nativas em Cambará do Sul
- RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	0,33	0,28	0,30	0,45	0,47	0,42	0,31	0,54
2	0,40	0,34	0,34	0,52	0,47	0,37	0,40	0,66
3	0,41	0,29	0,39	0,43	0,53	0,37	0,37	0,30
4	0,29	0,45	0,39	0,32	0,57	0,46	0,31	0,54
5	0,43	0,48	0,45	0,40	0,50	0,43	0,61	
6	0,39	0,41	0,29	0,40	0,54	0,64	0,44	0,35
7	0,43	0,36	0,48	0,40	0,42	0,45	0,49	0,32
8	0,39	0,34		0,40	0,33	0,49	0,30	0,49
9	0,37	0,28	0,39	0,48	0,47	0,45	0,28	0,28
10	0,40	0,25	0,48	0,47	0,48	0,38	0,53	0,30
11	0,37	0,24	0,37	0,38	0,37	0,36	0,31	0,30
12	0,44	0,24	0,33	0,34	0,33	0,40		0,42
13	0,52	0,25	0,29	0,36	0,39	0,30	0,40	0,33
14	0,52	0,29	0,37	0,43	0,39	0,39	1,32	0,30
15	0,72	0,30	0,50	0,41	0,38	0,40	1,15	0,75
16	0,51	0,28		0,38	0,30	0,39	1,73	0,75
17	0,43	0,20	0,30	0,33	0,38	0,43		
18	0,45	0,18	0,40	0,43	0,37	0,41	0,33	0,26
19	0,36	0,20	0,64	0,42	0,39	0,41	0,57	0,61
20	0,36	0,17	0,32	0,42	0,35	0,44	0,50	0,21
Desvio padrão	0,091	0,084	0,091	0,050	0,077	0,066	0,405	0,173

APÊNDICE 4. Teores de fósforo (%) nas pastagens nativas em Cambará do Sul - RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	0,12	0,13	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,10
2	0,08	0,07	0,07	0,08	0,062	0,06	0,06	0,10
3	0,10	0,09	0,09	0,09	0,085	0,07	0,07	0,09
4	0,10	0,09	0,09	0,07	0,08	0,07	0,06	0,11
5	0,11	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	
6	0,09	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,10
7	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
8	0,07	0,09		0,06	0,06	0,07	0,06	0,09
9	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08
10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07
11	0,11	0,09	0,09	0,08	0,09	0,06	0,06	0,11
12	0,08	0,09	0,10	0,08	0,08	0,06		0,13
13	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,05	0,16
14	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,14	0,10
15	0,07	0,06	0,09	0,06	0,07	0,06	0,15	0,09
16	0,06	0,06		0,05	0,05	0,04	0,19	0,09
17	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04		
18	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,04
19	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,04	0,08
20	0,10	0,10	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
Desvio padrão	0,017	0,017	0,012	0,013	0,012	0,011	0,039	0,024

APÊNDICE 5. Teores de enxofre (%) nas pastagens nativas em Cambará do Sul - RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	0,11	0,11	0,09	0,09	0,10	0,12	0,09	0,08
2	0,10	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,05	0,10
3	0,10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09	0,06	0,12
4	0,11	0,09	0,08	0,06	0,07	0,11	0,06	0,09
5	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	0,10	0,07	0,09
6	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08
7	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07
8	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
9	0,10	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,09	0,11	0,10
11	0,10	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,13
12	0,10	0,07	0,10	0,07	0,10	0,09	0,06	0,11
13	0,10	0,07	0,08	0,08	0,07	0,09	0,07	0,09
14	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,11	0,08	0,10
15	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,10	0,10	0,08
16	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,12
17	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11
18	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
19	0,11	0,09	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09	0,09
20	0,11	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
Desvio padrão	0,010	0,011	0,009	0,008	0,009	0,013	0,016	0,016

APÊNDICE 6. Teores de sódio (ppm) nas pastagens nativas em Cambará do Sul – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	73	78	107	55	77	54	34	47
2	108	90	120	77	86	70	31	174
3	115	85	122	57	77	125	36	350
4	417	315	380	238	378	349	197	618
5	170	323	540	310	385	400	199	265
6	273	187	279	170	206	186	88	174
7	166	214	198	110	138	175	105	29
8	33	29	47	18	22	25	12	86
9	245	138	98	100	113	188	140	188
10	55	52	92	79	37	41	24	75
11	88	75	74	43	66	50	30	421
12	50	46	127	23	121	63	120	382
13	189	87	121	71	94	68	78	542
14	386	290	519	432	301	415	186	261
15	142	209	327	178	276	368	152	319
16	512	388	401	412	448	389	237	428
17	193	123	134	117	132	206	178	396
18	198	191	231	295	321	197	129	189
19	114	208	264	84	111	118	96	39
20	33	68	54	27	26	4	22	112
Desvio padrão	132,45	105,31	151,23	127,14	132,21	138,41	70,69	172,48

APÊNDICE 7. Teores de magnésio (ppm) nas pastagens nativas em Cambará do Sul – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	1089	1024	1007	876	855	937	698	894
2	764	930	650	748	802	942	611	649
3	1263	1004	1213	996	1076	874	786	1460
4	1167	1313	1298	906	1207	1239	738	1207
5	1424	1335	1518	1230	1383	986	995	
6	1209	1326	1163	1137	1166	1420	848	1251
7	1467	1436	1431	1036	1491	1177	1001	1210
8	830	1276		917	1114	1155	873	1159
9	855	761	840	686	785	746	652	636
10	981	973	887	807	846	847	1009	1139
11	1019	961	1020	821	975	846	693	1054
12	822	767	1002	781	869	944		1230
13	996	802	825	706	897	938	622	1268
14	1251	1175	1363	1205	1300	755	870	1530
15	795	701	750	598	838	944	1610	810
16	980	874		896	846	944	1718	770
17	809	886	753	522	760	864		
18	1310	1283	1307	1233	1201	1092	694	1073
19	1043	1072	1069	852	1065	1394	690	1439
20	1175	1183	1019	919	1065	859	926	1769
Desvio padrão	214,85	223,63	253,48	201,19	213,65	191,77	310,55	306,72

APÊNDICE 8. Teores de ferro (ppm) nas pastagens nativas em Cambará do Sul – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	129	360	226	497	311	359	462	88
2	179	228	205	302	316	275	645	421
3	140	228	208	289	822	284	1080	110
4	242	265	254	148	229	290		175
5	96	218	135	206	172	180	509	
6	116	267	254	406	343	550	621	170
7	769	265	306	449	998	636	666	175
8	541	201		410	333	650	433	339
9	529	640	216	493	408	491	989	329
10	174	208	183	306	488	186		294
11	118	179	149	148	195	187	316	130
12	484	246	327	968	941	158		506
13	421	203	300	252	316	260	288	336
14	455	440	234	144	185	320		270
15	270	267	189	163	132	234	497	387
16	176	227		138	115	124		182
17	456	499	660	599	434	682		
18	178	448	328	522	519	914	208	487
19	232	384	186	236	158	433	488	264
20	109	135	129	130	333	180	235	121
Desvio padrão	191,28	126,99	119,29	209,49	257,89	216,97	675,10	130,26

APÊNDICE 9. Teores de manganês (ppm) nas pastagens em Cambará do Sul
 – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	414	575	418	404	403	481	450	339
2	364	440	391	488	422	529	533	343
3	629	523	592	618	653	699	613	576
4	619	649	613	380	587	622	495	516
5	664	517	690	575	670	909	672	
6	524	338	551	588	564	783	607	
7	502	586	551	492	659	713	648	396
8	327	373		366	441	718	457	166
9	338	294	341	337	364	528	394	240
10	361	356	456	341	339	493	440	269
11	596	622	585	538	619	792	541	526
12	439	449	518	443	540	564		498
13	467	380	375	329	524	462	396	566
14	401	379	480	390	405	532	399	608
15	406	372	376	334	294	372	827	297
16	395	347		361	390	372	1305	251
17	386	294	370	355	519	415		
18	532	430	517	467	602	428	323	313
19	497	377	464	377	507	568	464	416
20	448	416	448	357	413	596	360	362
Desvio padrão	101,62	107,29	98,40	93,17	114,83	149,28	227,31	131,89

APÊNDICE 10. Teores de cobre (ppm) nas pastagens nativas em Cambará do Sul – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	4	4	5	5	30	2	5	3
2	1	4	4	29	32	4	5	4
3	1	17	37	28	13	7	6	3
4	1	3	28	1	39	5	11	2
5	2	16	27	26	28	4	6	
6	1	17	4	25	39	2	5	2
7	3	2	38	27	43	3	5	2
8	3	16		26	27	4	5	2
9	2	4	5	28	47	2	5	2
10	4	1	33	34	30	2	7	2
11	2	1	29	32	45	45	5	2
12	2	2	4	42	29	51		2
13	2	2	27	3	33	55	5	2
14	3	34	32	2	4	2	14	2
15	2	4	4	1	2	2	10	2
16	4	19		21	28	4	17	2
17	5	29	57	43	40	3		
18	9	21	51	56	78	6	3	3
19	2	27	4	32	38	4	7	2
20	2	2	27	37	38	7	3	3
Desvio padrão	1,86	10,70	17,32	15,42	16,15	17,23	3,75	0,59

APÊNDICE 11. Teores de zinco (ppm) nas pastagens nativas em Cambará do Sul – RS avaliados em diferentes meses do ano (dados individuais).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	23	31	17	17	22	16	16	17
2	17	16	15	26	21	20	17	14
3	23	24	23	30	18	18	18	21
4	21	25	19	14	23	28	27	19
5	21	22	20	27	26	17	26	
6	18	21	14	22	23	27	22	31
7	18	24	25	25	32	19	25	15
8	18	33		23	26	23	20	12
9	18	14	13	27	23	17	18	12
10	22	16	25	30	27	19	22	15
11	22	19	25	32	30	24	19	15
12	22	21	17	24	27	35		21
13	23	19	20	12	23	36	13	19
14	18	26	25	10	14	16	58	15
15	18	18	15	8	9	13	43	15
16	18	29		14	16	13	70	12
17	16	20	33	19	26	16		
18	15	20	26	26	31	19	15	14
19	19	31	16	23	25	21	26	5
20	16	15	25	19	25	15	16	5
Desvio padrão	2,57	5,58	5,42	6,99	5,68	6,52	15,46	5,89

APÊNDICE 12. Disponibilidade de matéria seca nas pastagens nativas em
Cambará do Sul – RS, em kg/ha (MS 65° C).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	885	493	964	762	1328	864	1078	1032
2	2307	4221	3906	3041	3586	3803	3353	1772
3	1353	857	1758	1339	1075	1467	849	915
4	1816	1437	2373	2901	2303	1422	1434	781
5	1361	1282	2487	2215	2267	2200	1612	1942
6	1819	2703	2359	2137	2333	2252	1985	1119
7	903	1003	761	1313	1226	1592	1628	1381
8	1717	1567	2988	2636	2523	3395	2541	2599
9	1848	1493	1627	2539	2123	1388	1510	1202
10	1939	2703	3872	2316	2718	3236	1231	387
11	1595	2936	2363	2425	2491	3585	406	970
12	2129	2001	1605	1757	3083	3221	1237	545
13	2302	2431	3031	2749	2643	3051	3495	489
14	2189	3374	2473	1974	1812	2211	661	597
15	2635	2827	2006	1867	1510	2232	2129	1148
16	3105	4196	4994	2388	3052	3026	2516	2286
17	4367	4346	5096	3950	3657	4538	761	618
18	1546	1778	1565	1218	1145	1688	1707	1113
19	1436	1434	1164	1425	1422	1706	988	1039
20	1648	1672	2159	2245	2717	2379	1209	765
Média	1945	2238	2478	2160	2251	2463	1616	1135

APÊNDICE 13. Teores de PB das pastagens nativas em Cambará do Sul – RS determinados nos meses de coleta das amostras (em % da MS).

Prop.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jul	Set	Dez
1	6,94	6,56	5,94	4,88	4,69	5,94	6,00	5,63
2	4,69	6,13	3,81	6,38	4,13	5,38	4,75	5,06
3	5,94	4,69	5,19	5,13	7,06	5,19	4,81	5,44
4	6,06	4,69	5,00	5,56	7,25	5,31	5,06	5,19
5	6,38	6,50	5,19	5,25	6,56	6,13	5,13	
6	5,63	6,50	4,25	4,50	4,63	4,94	5,19	5,19
7	5,63	6,00	5,50	3,31	5,13	5,06	5,94	5,06
8	4,75	5,56		5,00	5,19	5,94	5,50	5,13
9	5,50	6,38	5,13	5,31	6,31	6,00	5,50	5,06
10	5,63	6,44	4,63	6,00	6,13	6,06	5,06	5,88
11	5,50	5,88	5,00	6,56	5,94	5,88	4,75	6,50
12	4,75	5,81	5,06	7,00	5,50	6,56		9,50
13	5,19	6,00	4,69	6,13	6,56	7,00	5,69	6,13
14	5,13	6,50	4,75	4,88	6,38	6,88	4,75	7,50
15	5,19	6,44	5,19	5,94	5,31	6,38	5,19	
16	4,69	6,44		5,38	6,00	5,50	5,19	8,06
17	4,31	5,06	4,31	5,56	5,38	5,31		
18	5,50	5,63	4,75	5,38	4,69	5,38	5,56	7,50
19	5,19	5,81	5,06	5,50	5,13	5,75	6,06	6,60
20	5,56	6,44	4,75	5,56	6,56	6,06	5,63	5,38
Média	5,41	5,97	4,90	5,46	5,73	5,83	5,32	6,16

APÊNDICE 14. Análise de variância da concentração de cálcio nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	28,520	1,056	41,851	0,000
Propriedade	19	0,783	0,041	1,633	0,058
Coleta	7	0,740	0,106	4,187	0,000
Erro	127	3,205	0,025		

APÊNDICE 15. Análise de variância da concentração de fósforo nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	0,995	0,037	100,024	0,000
Propriedade	19	0,014	0,001	1,940	0,016
Coleta	7	0,012	0,002	4,803	0,000
Erro	127	0,047	0,000		

APÊNDICE 16. Análise de variância da concentração de enxofre nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	1,187	0,044	320,705	0,000
Propriedade	19	0,004	0,000	1,713	0,041
Coleta	7	0,010	0,001	10,249	0,000
Erro	133	0,018	0,000		

APÊNDICE 17. Análise de variância da concentração de sódio nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	7018545,925	259946,145	43,556	0,000
Propriedade	19	1848384,725	97283,407	16,301	0,000
Coleta	7	276459,175	39494,168	6,618	0,000
Erro	133	793750,075	5968,046		

APÊNDICE 18. Análise de variância da concentração de magnésio nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	163711435,078	6063386,484	171,394	0,000
Propriedade	19	4000892,628	210573,296	5,952	0,000
Coleta	7	1088413,983	155487,712	4,395	0,000
Erro	127	4492858,922	35376,842		

APÊNDICE 19. Análise de variância da concentração de ferro nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	27506845,903	1018772,070	13,823	0,000
Propriedade	19	2529721,784	133143,252	1,806	0,029
Coleta	7	4184861,100	597837,300	8,111	0,000
Erro	126	9286665,097	73703,691		

APÊNDICE 20. Análise de variância da concentração de manganês nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	37031933,927	1371553,108	114,175	0,000
Propriedade	19	1067083,822	56162,306	4,675	0,000
Coleta	7	485539,171	69362,739	5,774	0,000
Erro	127	1525613,073	12012,701		

APÊNDICE 21. Análise de variância da concentração de cobre nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	54483,392	2017,903	14,123	0,000
Propriedade	19	4565,997	240,316	1,682	0,047
Coleta	7	16810,659	2401,523	16,808	0,000
Erro	127	18145,608	142,879		

APÊNDICE 22. Análise de variância da concentração de zinco nas pastagens, conforme os meses de coleta.

F. Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Sig.
Modelo	27	70881,787	2625,251	44,335	0,000
Propriedade	19	707,726	37,249	0,629	0,878
Coleta	7	1262,853	180,408	3,047	0,005
Erro	127	7520,213	59,214		

APÊNDICE 23. Mapa do Rio Grande do Sul e a localização de Cambará do Sul.

