



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**PLANEJAMENTO OTIMIZADO DA ALIMENTAÇÃO PARA UM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO DE EQUINOS EM PASTEJO**

**JOSÉ EVANDRO GERVÁSIO DE OLIVEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**PLANEJAMENTO OTIMIZADO DA ALIMENTAÇÃO PARA UM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO DE EQUINOS EM PASTEJO**

**JOSÉ EVANDRO GERVÁSIO DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: DR. JOÃO BATISTA SOARES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**PUBLICAÇÃO: 02/2007**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2007**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

OLIVEIRA, J. E. G. **Planejamento otimizado da alimentação para um sistema de produção de eqüinos em pastejo**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 93 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, José Evandro Gervásio de  
**Planejamento otimizado da alimentação para um sistema de produção de eqüinos em pastejo**. / José Evandro Gervásio de Oliveira; orientação de João Batista Soares. – Brasília, 2007.  
93 p. : il.  
Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2007.  
1. Balanceamento de dieta. 2. Programação linear. 3. Modelagem. 4. Pastejo.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Planejamento otimizado da alimentação para um  
sistema de produção de eqüinos em pastejo**

**JOSÉ EVANDRO GERVÁSIO DE OLIVEIRA**

Dissertação de mestrado submetida ao programa de pós-graduação em agronegócios da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em agronegócios na área de concentração de competitividade e sustentabilidade do agronegócio.

**APROVADA POR:**

---

**JOÃO BATISTA SOARES, Dr. (UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**JOSÉ MARCIO CARVALHO, Dr. (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**LUÍS GUSTAVO BARIONI, Dr. (EMBRAPA)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

---

**ITIBERÊ SALDANHA SILVA, Dr. (UNB)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA / DF, 10 DE DEZEMBRO DE 2007**

Dedico este trabalho à minha querida e amada família, pelo apoio, companheirismo e incentivo nestes anos de ausência, destinados à minha formação acadêmica.

Aos meus pais e aos meus irmãos que sempre me incentivaram na minha vida.

Ao cavalo que é toda a minha fonte de inspiração, no qual encontro com humildade a verdadeira grandeza da vida.

À Coudelaria de Rincão que me proporcionou uma fonte inesgotável de conhecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que me permitiu realizar esse sonho.

Ao Prof. Dr. JOÃO BATISTA SOARES, professor orientador, que sempre me apoiou na realização deste trabalho.

Ao General Adriano Pereira Junior, Comandante da 3ª Divisão de Exército do Comando Militar do Sul, pelo incentivo e apoio na conclusão deste trabalho.

Ao General Eduardo Segundo Liberali Wizniewsky, Ex-Diretor de Suprimento do Departamento Logístico, que acreditou, incentivou e apoiou na realização deste trabalho.

Ao General Aderico Visconte Pardi Mattioli, Diretor de Suprimento do Departamento Logístico, que incentivou e apoiou na realização deste trabalho.

Ao Coronel Reinaldo Goulart Corrêa, meu amigo e grande incentivador do hipismo no Exército.

Ao Cel Cyrino Alberto Rebuella Neves, Subdiretor de Suprimento do Departamento Logístico, que muito me apoiou na realização deste trabalho.

Ao Cel Almeida Rosa, Chefe do Estado Maior da 3ª Divisão de Exército, que viabilizou e apoiou a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gilberto Gonçalves Leite, meu amigo particular, pelo seu apoio e incentivo na minha vida.

Ao Major Auro César Braga, meu dileto amigo, que representa na minha vida um exemplo de ser humano e chefe de família.

Ao Capitão Marcelo Espellet Menezes, que sempre me apoiou na realização deste trabalho.

Ao Tenente Mário Roberto de Carvalho Castro, aos Sargentos Tiago Pereira de Vargas e Jorge Luiz Leandro de Barcellos pelo apoio e incentivo durante a dissertação.

A todos os integrantes da Coudelaria de Rincão que colaboraram na realização desta pesquisa.

Aos integrantes da Embrapa Cerrados que muito contribuíram na realização desta pesquisa.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade de Brasília.

A todos aqueles que, pelos incentivos e reflexões teóricas, de alguma forma contribuíram para minha formação.

O meu MUITO OBRIGADO!



## A imortalidade da alma

*"Conhece-te a ti mesmo e serás imortal"*

*Alguns séculos antes de Cristo, vivia em Atenas, o grande filósofo Sócrates. A sua filosofia não era uma teoria especulativa, mas a própria vida que ele vivia. Aos setenta e tantos anos foi condenado à morte, embora inocente. Enquanto aguardava no cárcere o dia da execução, seus amigos e discípulos moviam céus e terra para o preservar da morte. O filósofo, porém não moveu um dedo para esse fim; com perfeita tranqüilidade e paz de espírito aguardou o dia em que ia beber o veneno mortífero.*

*Na véspera da execução, conseguiram seus amigos subornar o carcereiro (desde aquela época já existia essa prática...), que abriu a porta da prisão.*

*Críton, o mais ardente dos discípulos de Sócrates, entrou na cadeia e disse ao mestre:*

*- Foge depressa, Sócrates!*

*- Fugir, por quê? - perguntou o preso.*

*- Ora, não sabes que amanhã te vão matar?*

*- Matar-me? A mim? Ninguém me pode matar!*

*- Sim, amanhã terás de beber a taça de cicuta mortal - insistiu Críton.*

*- Vamos, mestre, foge depressa para escapares à morte!*

*- Meu caro amigo Críton - respondeu o condenado - que mau filósofo és tu!*

*Pensar que um pouco de veneno possa dar cabo de mim...*

*Depois puxando com os dedos a pele da mão, Sócrates perguntou:*

*- Críton, achas que isto aqui é Sócrates?*

*E, batendo com o punho no osso do crânio, acrescentou:*

*- Achas que isto aqui é Sócrates?... Pois é isto que eles vão matar, este invólucro material; mas não a mim.*

*"Eu sou a minha alma. Ninguém pode matar Sócrates!"...*

*E ficou sentado na cadeia aberta, enquanto Críton se retirava, chorando, sem compreender o que ele considerava teimosia ou estranho idealismo do mestre.*

*No dia seguinte, quando o sentenciado já bebera o veneno mortal e seu corpo ia perdendo aos poucos a sensibilidade, Críton perguntou-lhe, entre soluços:*

*- Sócrates, onde queres que te enterremos?*

*Ao que o filósofo, semiconsciente, murmurou:*

*- Já te disse, amigo, ninguém pode enterrar Sócrates... Quanto a esse invólucro, enterrai-o onde quiserdes. Não sou eu... Eu sou a minha alma...*

*E assim expirou esse homem, que tinha descoberto o segredo da Felicidade, que nem a morte lhe pôde roubar.*

*"Conhecia-se a si mesmo, o seu verdadeiro Eu divino. Eterno imortal..."*

*Assim somos todos nós seres Imortais, pois somos Alma, Luz, Divinos, Eternos...*

*Nós só morremos, quando somos simplesmente esquecidos...*

Uberto Rhodes.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE QUADROS .....	xii
LISTA DE EQUAÇÕES .....	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Problema .....	3
1.2. Objetivo Geral .....	3
1.3. Objetivos Específicos .....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Descrição do Sistema.....	5
2.2. Manejo Alimentar dos Eqüinos.....	7
2.3. Manejo Alimentar na Coudelaria .....	9
2.4. Determinação dos Coeficientes Técnicos .....	15
2.5. Modelo de Otimização Implementado .....	25
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
3.1. Condições de Solo na Região da Coudelaria de Rincão/São Borja ....	30
3.2. Alimentação dos Animais .....	32
3.3. Modelagem na Agropecuária .....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1. Análise do 1º Período.....	41
4.2. Análise do 2º Período.....	45
4.3. Análise do 3º Período.....	47
4.4. Análise do 4º Período.....	48
4.5. Análise do 5º Período.....	52
4.6. Análise do 6º Período.....	54
4.7. Análise Geral.....	55
5. CONCLUSÃO.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

ANEXOS .....	64
Anexo A. Tabela de demanda diária de azevém (100% de MS).....	65
Anexo B. Tabela de demanda diária de aveia, em grãos.....	66
Anexo C. Tabela de Demanda diária de milho.....	67
Anexo D. Tabela de demanda diária de campo nativo no verão.....	68
Anexo E. Tabela de demanda diária de campo nativo no inverno .....	69
Anexo F. Tabela de pluviosidade da região de São Borja- RS, no período de 1980 a 2005 .....	70
Anexo G. Tabela de temperaturas mínimas, máximas e médias normais e URAr mensal, no período de 1995 a 2005, em São Borja, RS.....	71
Anexo H. Tabela de temperaturas mínimas, máximas e médias normais e URAr, média anual, no período de 1995 a 2005, em São Borja, RS...	72
Anexo I. Quantidade ótima de recurso forrageiro, em kg, por categoria e por período .....	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa baseado em foto de satélite da área da Coudelaria de Rincão ....	6
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática dos processos envolvidos na gestão de um sistema.....	16
<b>Figura 3.</b> Tipos de solo do Rio Grande do Sul.....	30
<b>Figura 4.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 1º período, Jan./Fev. ....	42
<b>Figura 5.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 2º período, Mar./Abr. ....	46
<b>Figura 6.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 3º período, Maio/Jun. ....	48
<b>Figura 7.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 4º período, Jul./Ago.....	49
<b>Figura 8.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 5º período, Set./Out. ....	53
<b>Figura 9.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 6º período, Nov./Dez.....	54
<b>Figura 10.</b> Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por categoria em kg/MS.....	57
<b>Figura 11.</b> Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período em kg/MS. ....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resumo do consumo de ração praticado na Coudelaria por kg .....	14
<b>Tabela 2.</b> Exigência nutricional diária de energia e proteína, por categoria.....	15
<b>Tabela 3.</b> Relação de animais, por categoria.....	18
<b>Tabela 4.</b> Inventário das áreas de pastagem e a planilha de produtividade .....	19
<b>Tabela 5.</b> Densidade energética, em Mcal/kgMS/ED e protéica, em PB, das forrageiras utilizadas no manejo alimentar dos animais da Coudelaria .....	19
<b>Tabela 6.</b> Produtividade dos Cultivos, em kg MS/ha.....	21
<b>Tabela 7.</b> Produtividade Energética, em M Cal.....	21
<b>Tabela 8.</b> Produtividade Protéica, em kg. ....	21
<b>Tabela 9.</b> Demanda diária de energia, em M Cal.....	23
<b>Tabela 10.</b> Demanda diária de Proteína Bruta, em kg.....	24
<b>Tabela 11.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 1º período, Jan./Fev.....	42
<b>Tabela 12.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 2º período, Mar./Abr.....	46
<b>Tabela 13.</b> Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 3º período, Maio/Jun.....	47
<b>Tabela 14.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 4º período, Jul./Ago. ....	49
<b>Tabela 15.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 5º período, Set./Out. ....	53
<b>Tabela 16.</b> Ingestão diária de alimento (kg MS) no 6º período, Nov./Dez. ....	54

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Resumo de manejo alimentar praticado na Coudelaria .....	13
<b>Quadro 2.</b> Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período. ....	58

## LISTA DE EQUAÇÕES

1	Função objetivo .....	25
2	Requerimentos mínimos de proteína bruta .....	26
3	Requerimentos mínimos de energia digestível .....	26
4	Restrição relativa à máxima quantidade de matéria seca a ser consumida .....	27
5	Restrição de ração, para determinada categoria .....	27
6	Restrições específicas quanto à quantidade de alimentos alocada para determinada categoria .....	27
7	Restrição de ingestão de MS de acordo com o NRC (1989) .....	28
8	Proporção mínima de alimentos volumosos.....	28
9	Soma das quantidades de volumosos e concentrados .....	28
10	Soma das proporções de volumosos e concentrados .....	29
11	Quantidades e proporções de volumosos e concentrados.....	29
12	Proporcionalidade da produção de cada cultivo .....	29

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

$\alpha_{ik}$	Proporção máxima de alimentos concentrados na dieta da $k$ -ésima categoria no $i$ -ésimo período
$A_{ij}$	Quantidade de matéria seca do $j$ -ésimo alimento no $i$ -ésimo período
Av	Aveia branca em grão
Az	Azevém
$\beta_{ik}$	Proporção mínima de alimentos volumosos na dieta da $k$ -ésima categoria, no $i$ -ésimo período
C	Campo Nativo
$C_{ijk}$	Ingestão da matéria seca do $j$ -ésimo alimento, no $i$ -ésimo período, pela $k$ -ésima categoria
$CN_{imk}$	Quantidade do $m$ -ésimo alimento concentrado consumido pela $k$ -ésima categoria, no $i$ -ésimo período
$D_i$	Número de dias no $i$ -ésimo período
ED	Energia digestível
ED G	Energia digestível garanhão
$ED_{ij}$	Concentração de energia digestível do $j$ -ésimo alimento, no $i$ -ésimo período
ED MV	Energia digestível matriz vazia
ED MP	Energia digestível matriz prenha
ED PD	Energia digestível potro desmamado
ED M	Energia digestível matriz
ED P	Energia digestível potro
G	Garanhão
MP	Matriz Prenhe
M	Milheto
MS	Matéria seca
MP	Matriz com potro
MV	Matriz Vazia ou fêmea 3 anos
P	Potro de 1 e 2 anos
PB	Proteína bruta
PD	Potro desmamado



$PB_{ij}$	Concentração de proteína bruta do $j$ -ésimo alimento, no $i$ -ésimo período
PB G	Proteína bruta ganhão
PB MV	Proteína bruta matriz vazia
PB MP	Proteína bruta matriz prena
PB PD	Proteína bruta potro desmamado
PB P	Proteína bruta potro
PB M	Proteína bruta matriz
$P_{ij}$	Preço da matéria seca do $j$ -ésimo alimento no $i$ -ésimo período
MS G	Matéria seca ganhão
MS MV	Matéria seca matriz vazia
MS MP	Matéria seca matriz prena
MS PD	Matéria seca potro desmamado
MS P	Matéria seca potro
MS M	Matéria seca matriz
$N_{ik}$	Número de animais da $k$ -ésima categoria, no $i$ -ésimo período
R	Ração
$RPB_k$	Exigência de proteína bruta pela $k$ -ésima categoria de animal
$RED_k$	Exigência de energia digestível pela $k$ -ésima categoria
T	Total
$V_{ink}$	Quantidade do $i$ -ésimo alimento volumoso consumida pela $k$ -ésima categoria
$\gamma_{ni}$	Razão da produção do $i$ -ésimo volumoso no $i$ -ésimo período em relação à produção do mesmo volumoso no período anterior

# PLANEJAMENTO OTIMIZADO DA ALIMENTAÇÃO PARA UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE EQUINOS EM PASTEJO

## RESUMO

Objetivou-se nesta pesquisa planejar e otimizar economicamente a produção de forragem e a alimentação de eqüinos, visando minimizar os custos de um sistema de produção de eqüinos. O estudo foi realizado na Coudelaria de Rincão, em São Borja, RS, pertencente ao sistema de Remonta Militar do Exército Brasileiro. O planejamento foi desenvolvido a partir da otimização de um modelo de programação linear multiperíodico com objetivo de minimização das despesas com a alimentação, sujeita às restrições de exigência nutricional de cada categoria. O modelo contemplou o tempo de um ano, compreendido de janeiro a dezembro, sendo dividido em períodos bimestrais. Os coeficientes técnicos variaram entre períodos com base em informações locais sobre a produtividade dos cultivos forrageiros e valores nutricionais dos alimentos (proteína bruta e energia digestível) sugeridos na literatura, considerando as condições climáticas e a sazonalidade de produção, observados na Coudelaria. O modelo foi implementado utilizando-se planilha eletrônica. Os resultados permitem concluir que é possível reduzir os custos no sistema de produção de forragem e a alimentação de eqüinos, bem como a substituição do uso de concentrado comercial pela aveia produzida localmente.

**Palavras-chave:** balanceamento de dieta, programação linear, modelagem, pastejo.

# OPTIMIZED FEED PLANNING FOR A GRAZING HORSE PRODUCTION SYSTEMS

## ABSTRACT

The objective of this study was to develop an economically optimal plan for pasture production and supplementary feeding of horses. The study was carried out at the Coudelaria de Rincão in São Borja, RS, which belongs to the Brazilian' Army Calvary. The plan was based on the optimization of a multiperiodic linear programming model with the objective of minimizing overall feeding costs, subject to the nutritional constraints of each horse category. The model encompasses a period of one year, from January to December, divided into bimonthly periods. Technical coefficients varied among periods based on local information regarding productivity of the forage crops, taking into account the local climatic conditions and seasonality of production. Literature data on feed nutritional value (crude protein and digestible energy), dry matter intake and nutritional requirements of the horses were also used as technical coefficients. The model was implemented using an electronic spreadsheet. Optimization results allow concluding that it is possible reducing significantly the feeding costs in the horse production system by decreasing supplementation and substituting the commercial concentrate by the oats grains produced locally.

**Keywords:** modeling, ration balancing, linear programming, grazing.

## 1. INTRODUÇÃO

A eqüideocultura ocupa uma posição de destaque no cenário nacional, dessa forma, deveria ser mais bem explorada e conhecida, particularmente no que se refere à sua contribuição na geração de emprego e renda.

Segundo a Comissão Coordenadora da Criação do Cavallo Nacional (CCCCN), a criação de eqüídeo no Território Nacional compreende as medidas consideradas necessárias ao desenvolvimento das atividades agropecuárias, militares e desportivas, bem como de interesse para a economia nacional.

De acordo com dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004), o plantel eqüino brasileiro é de aproximadamente 5,8 milhões de animais, havendo necessidade de estudos que visem o desenvolvimento desta atividade e dos segmentos econômicos relacionados, os quais são responsáveis pela geração de cerca de três milhões de empregos diretos e indiretos. Tal fato poderá externalizar positivamente esse importante segmento do agronegócio.

No Brasil, o eqüino tem sua maior utilidade na agropecuária, sendo também empregado na prática desportiva, no lazer, na eqüoterapia e nas atividades militares. O potencial dessa espécie para a produção de carne ainda é incipiente, entretanto, apresenta-se como uma nova oportunidade no agronegócio.

Até algum tempo atrás, raramente os eqüinos recebiam alimentos concentrados, fenos de gramíneas ou leguminosas e mesmo grãos. A pastagem sempre constituiu a alimentação natural do cavalo. Normalmente,

pastagens de boa qualidade são suficientes para manter as condições físicas dos cavalos em bom estado. Porém, a alimentação tem grande participação nos custos de criação de eqüinos.

Dessa forma, a otimização econômica da produção e da utilização dos alimentos terá reflexos positivos na sustentabilidade da eqüideocultura.

Nesse sentido, o presente trabalho utiliza técnicas de Programação Linear para o planejamento da produção de forragem e otimização econômica da alimentação em uma fazenda de criação de eqüinos do Exército Brasileiro, visando contribuir com a sustentabilidade do agronegócio da eqüideocultura.

A utilização de pastagens com boa capacidade produtiva e alto valor nutritivo é um dos fatores de maior importância para a redução dos custos de produção da atividade pecuária e pode ser obtida por meio da introdução de espécies adaptadas às condições ambientais. Este também é um alvo a ser observado neste estudo, pois o que se procura é uma ótima alimentação ao animal com ótimos custos aos seus criadores.

Por isso, não pretendendo fugir ao foco deste trabalho, deve-se ter em mente que o planejamento é uma estratégia a ser utilizada para conseguir alcançar o que se almeja. Neste caso em particular, deve-se planejar a produção de forragem para que se alcance uma otimização econômica da alimentação de eqüinos, conseqüentemente contribuindo com a sustentabilidade do agronegócio da eqüideocultura.

## **1.1. Problema**

A alimentação representa cerca de 60 a 80% do total de custos da produção na eqüideocultura (CUNHA, 1991).

O planejamento alimentar propõe equacionar o uso dos recursos forrageiros existentes e a compra de alimentos por meio de decisões relacionadas à alocação das áreas de produção de forragem e dos alimentos para a composição de dietas para os animais. Modelos de programação matemática podem ser aplicados a esse problema com a finalidade de estruturar e melhorar a compreensão e para apoiar a formulação de soluções otimizadas.

Considerando o grande vulto de recursos empregados, é de grande valia a alocação ótima, visando minimizar os custos do sistema de Remonta Militar<sup>1</sup> na Coudelaria de Rincão, descrita mais adiante.

Portanto, questiona-se: a otimização econômica da produção de forragem e alimentação na criação de eqüinos, por meio de planejamento alimentar, trará resultados positivos no contexto da eqüideocultura do agronegócio brasileiro?

## **1.2. Objetivo Geral**

Planejar e otimizar economicamente a produção de forragem e a alimentação de eqüinos, visando minimizar os custos do sistema de Remonta Militar na Coudelaria de Rincão.

---

<sup>1</sup> Remonta Militar compreende os procedimentos envolvidos no suprimento de eqüinos para as Organizações Militares do Exército.

### **1.3. Objetivos Específicos**

- Gerar um modelo matemático que determine, com base nos ingredientes disponibilizados, a dieta ótima para cada uma das categorias de eqüinos na Coudelaria de Rincão e que possa servir como base para o planejamento econômico e alimentar de outros empreendimentos agropecuários.
- Planejar, de forma otimizada, o emprego de recursos forrageiros e suplementos, com o objetivo de substituir o concentrado comercial (ração industrializada) pela aveia em grão, produzida na própria Coudelaria.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição do Sistema

O Exército Brasileiro conta com um efetivo de 2.000 animais distribuídos em quase todo o território nacional. Os animais são utilizados para as atividades de patrulhamento, guarda de áreas de fronteira, campos de instrução, cerimonial militar e prática desportiva.

As raças utilizadas atualmente no Exército são: o Brasileiro de Hipismo (BH), o Hanoveriano (Han), o Puro Sangue Inglês (PSI), além de animais Sem Raça Definida (SRD). Para atender suas necessidades, o Exército mantém uma Coudelaria para a criação de animais dentro dos padrões desejados (EB/DGS, 1999). A produção média gira em torno de 150 potros por ano.

A Coudelaria de Rincão (Figura 1) é a Organização Militar destinada à produção de eqüinos no Exército Brasileiro. Está localizada no município de São Borja, região oeste do Estado do Rio Grande do Sul, fronteira com a Argentina, a 55° 35' 00" de latitude sul e a 28° 45' 40" de longitude oeste, com uma altitude em torno de 130 metros acima do nível do mar. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é subtropical úmido, caracterizado por estações bem definidas, sendo as chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual de 1.350 mm, uma temperatura média anual de 21 °C (Anexo H) e com uma umidade relativa do ar média de 75%, de acordo com os dados da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), estação de São Borja, Rio Grande do Sul, Anexo F e G.





**Figura 1.** Mapa baseado em foto de satélite da área da Coudelaria de Rincão

Fonte: [www.google.com.br/earth](http://www.google.com.br/earth) (latitude sul 55° 35' 00" e a longitude oeste 28° 45' 40").

A propriedade (Figura 1) ocupa uma área total de 14.936,74 hectares, sendo utilizados 1.200 hectares para a eqüinocultura. A área restante é utilizada para bovinocultura de corte e leite, piscicultura, produção de grãos e manobras e treinamentos militares.

Na Coudelaria de Rincão, o regime alimentar tem como base o campo nativo, utilizado pelos eqüinos na forma de pastejo contínuo. A taxa de lotação média, considerando todas as categorias, varia entre 0,65 e 0,82 animais por hectare de pastagem.

A infra-estrutura da Coudelaria atende às necessidades da atividade à qual se propõe. Possui pastagens naturais e artificiais, baias e piquetes para os garanhões, piquete maternidade para fêmeas próximas à parição, pavilhão de baias para mães com potro ao pé e pavilhão de potros desmamados.

A prática de alimentação no plantel reprodutivo se dá com oferta de forragem a pasto, concentrado e suplemento mineral. No presente trabalho, durante o pastejo dos animais, considerou-se uma perda de forragem em torno de 50%. Este dado foi abalizado em revisão conduzida por BARIONI et al. (2003), que verificou que 40 a 65% da forragem não é consumida, sendo perdida durante o pastejo ou incorporada como resíduo de pós-pastejo.

## **2.2. Manejo Alimentar dos Eqüinos**

Segundo ALVES (2004), nas condições de seu habitat, os eqüinos passam até 75% do dia mastigando. O volume de alimentos ingeridos por dia, de acordo com o NRC (1989), varia de 1,5 até 3,5% do peso vivo, dependendo da idade da categoria animal e do trabalho executado. SILVA et al. (1998), ressalta, entretanto, que o volume ingerido não deve ser inferior a 1% do peso vivo.

Conforme o NRC (1989), a utilização de concentrado (ração, milho, aveia entre outros) na dieta dos eqüinos deve obedecer a uma proporção com

o volumoso (feno, campo nativo e pastagem). Esta proporção de volumoso/concentrado pode variar de 40% a 60% e de 60% a 40%, podendo, excepcionalmente, atingir 70% de concentrado na dieta de eqüinos de alta performance, quando estabulado.

A suplementação, como estratégia de alimentação dos eqüinos, utilizada na Coudelaria, pode provocar um efeito substitutivo da pastagem. SEGUNDO REIS et al. (1999), quando um suplemento é oferecido, o consumo de forragem dos animais mantidos em pastagens pode permanecer inalterado, aumentar ou diminuir, sendo que as respostas dependem da qualidade e da quantidade da forragem disponível. Entretanto, raramente o suplemento, concentrado ou a forragem conservada, é consumido sem acarretar redução na ingestão de forragem. Tal fato se deve ao efeito de substituição, sendo o coeficiente de substituição a proporção de redução do consumo de forragem em relação à quantidade do alimento suplementar consumido. Há que se considerar que, quanto melhor a qualidade da forragem, maior será o coeficiente de substituição pelo suplemento. Nesta situação, o coeficiente de substituição pode refletir a manutenção de um consumo de energia constante, ou a diminuição da digestão da fibra (REIS et al., 1999).

RESTLE et al. (2000), em um estudo sobre a suplementação energética para vacas de descarte, verificaram que a suplementação em pastagem cultivada de inverno provoca a substituição do consumo de forragem da pastagem pelo suplemento, proporcionando aumento na carga animal suportada pela pastagem e, conseqüentemente, na terminação de maior número de animais em uma mesma área. O efeito substitutivo do

consumo de forragem pelo suplemento, mesmo sem adição no ganho médio diário, é desejado em situações em que ocorrem oscilações no crescimento das forrageiras e se deseja manter carga animal fixa na área de pastagem.

### **2.3. Manejo Alimentar na Coudelaria**

Em geral, os animais são criados a campo, com suplementação alimentar, em regime de meia estabulagem. Garanhões são estabulados recebendo ração concentrada em dois fornecimentos diários e sal mineral uma vez ao dia. No restante do dia, passam soltos no pasto de campo nativo ou artificial com oferta de sal comum à vontade. As categorias animais são criadas em diferentes áreas, de acordo com manejo a seguir descrito:

#### **Potros do desmame até 24 meses**

Após o desmame, os machos são apartados das fêmeas e criados separadamente. Entretanto, o manejo alimentar é o mesmo para ambos os sexos. Os animais são arraçoados individualmente às 07h00min da manhã, com 2,5 kg de concentrado comercial e 50 g de sal mineral. Após o arraçoamento, os animais que não serão manuseados (amansamento, ferrageamento, visita veterinária), naquele período, são soltos em uma pastagem de azevém, se no inverno, ou milho, se no verão, onde passam o período da manhã. No período da tarde, os animais ficam em pastagem de campo nativo até às 17h00min, quando recebem a segunda parte do concentrado comercial, de 2,5 kg. O sal comum é distribuído à vontade no

potreiro de campo nativo, em cocho coberto. Os potros são criados na sede da Coudelaria, com uma área de aproximadamente 115,80 ha (Figura 1).

### **Fêmeas de dois a quatro anos, matrizes vazias e solteiras**

São criadas exclusivamente a pasto, em campo nativo e em pastagem artificial, no inverno e somente para os animais que necessitarem, recebendo sal mineral e sal comum em cocho coberto. Aos quatro anos de idade entram no programa reprodutivo da Coudelaria. Essa categoria é criada no campo denominado Iguariaça, com aproximadamente 404,76 ha (Figura 1).

### **Matrizes prenhas**

São arraçadas às 08h00min, com 2,5 kg de concentrado comercial e 50 g de sal mineral, após a alimentação, são soltas em pastagem de azevém ou milho, onde permanecem até às 13h00min. Em seguida são encaminhadas para uma pastagem de campo nativo e às 16h00min recebem mais 2,5 kg de concentrado, retornando, posteriormente, para a mesma pastagem. No pasto, os animais têm acesso ao sal comum, à vontade, em cocho coberto. A internada em que são manejadas é denominada de Campo do Meio, com aproximadamente 488,68 ha (Figura 1). Uma parte da internada, denominada de Colônia Velha, é formada por pastagem artificial de azevém ou milho, com aproximadamente 120 ha, conforme a estação do ano. Essa pastagem é utilizada em sistema de rodízio com as matrizes prenhas e vazias, com potro ao pé, sendo um turno para cada lote.

### **Matrizes prenhas e vazias, com potro ao pé**

O manejo alimentar é semelhante ao adotado para as matrizes prenhas sem potro. Entretanto, ocorre uma inversão no horário de uso das pastagens. Às 08h00min são recolhidas do campo nativo, revisadas e arraçadas com 2,5 kg de concentrado comercial e 50 g de sal mineral. Após a alimentação, são soltas no campo nativo até às 13h00min. Em seguida, as matrizes são soltas em pastagem de azevém ou milheto, conforme a estação do ano, e às 16h00min horas recebem nova quantidade de concentrado, de 2,5 kg, retornando para o campo nativo. Esses animais têm acesso ao sal comum, em cocho coberto, à vontade. A área de pastagem onde são manejados é denominada de Colônia Velha, com aproximadamente 215,21 ha (Figura 1).

### **Garanhões**

O manejo com os garanhões é feito de forma estabelecida. Recebem, no cocho, dentro da baia, 2,5 kg de concentrado comercial e 50 g de sal mineral, às 05h00min e às 17h00min. O feno de alfafa ou pasto verde cortado (aveia ou milheto) é oferecido às 12h00min e às 20h00min, na quantidade de 2,5 kg. Nos intervalos da alimentação e durante o dia, quando possível, ficam soltos nos padoques. Na estação de monta, os garanhões recebem um reforço de 2,5 kg de aveia em grão. A área de padoque está localizada na sede da Coudelaria, com aproximadamente 115,80 ha (Figura 1).

É importante ressaltar que o referido trabalho propõe a substituição do concentrado (ração industrializada) na dieta das categorias animais, pela aveia em grão, produzida na própria Coudelaria.

O manejo alimentar, supracitado, foi resumido no Quadro 1 e na Tabela 1. Assim sendo, fica claro que de uma forma geral as categorias são contempladas por 5,0 kg de ração industrializada. Entretanto, as matrizes vazias e fêmeas de 2 a 4 anos são criadas exclusivamente a campo nativo e pastagem artificial.

**Quadro 1.** Resumo de manejo alimentar praticado na Coudelaria

Hora Categoria	Às 05h00min	Entre 07h00min e 08h00min	Entre 08h00min e 12h00min	Entre 12h00min e 13h00min	Entre 13h00min e 16h00min	Entre 16h00min e 17h00min	Às 20h00min
Garanhões	2,5 kg de concentrado	Soltos nos padoques		2,5 kg de feno/pasto verde	Soltos nos padoques	2,5 kg de concentrado	2,5 kg de feno/pasto verde
Garanhões em reprodução	2,5 kg de concentrado	Soltos nos padoques		2,5 kg de feno/pasto verde	Soltos no padoques	2,5 kg de concentrado	2,5 kg de feno/pasto verde e mais um reforço de 2,5 kg de aveia
Matrizes prenhas e vazias, com potro ao pé.		2,5 kg de concentrado	Soltas no Campo nativo	A partir das 13h00min são soltas nas pastagens		2,5 kg de concentrado	Soltas no campo nativo
Matrizes prenhas		2,5 kg de concentrado	Soltas nas pastagens	A partir das 13h00min são soltas no campo nativo		2,5 kg de concentrado	Soltas no campo nativo
Potros do desmame até 24 meses		2,5 kg de concentrado	Soltos nas pastagens	A partir das 13h00min são soltos no campo nativo		2,5 kg de concentrado	Soltas no campo nativo
Fêmeas c/ 2 a 4 anos/Matrizes vazias	São criadas exclusivamente a campo nativo e pastagem artificial						

OBS. Todas as categorias recebem 50g de sal mineral e sal comum à vontade em coxo coberto e a campo.



**Tabela 1.** Resumo do consumo de ração praticado na Coudelaria por kg<sup>a,b</sup>

Categoria animal	Quantidade diária de ração por categoria											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	150	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	200	0	0	0	0	0	0	200	200	200	200	200
Matrizes vazias	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Matrizes vazias c/ potro	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Matrizes prenhas	0	0	250	500	910	910	910	910	910	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	910	910	660	410	0	0	0	0	0	910	910	910
Potros desmamados	0	0	250	500	750	750	750	750	750	750	750	750
Potros c/ 1 ano	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
Potros c/ 2 anos	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total diário	2900	2850	3100	3350	3600	3600	3600	3650	3650	3650	3650	2900
Total mês	89.900	79.800	96.100	100.500	111.600	108.000	111.600	113.150	109.500	113.150	109.500	89.900
Total anual	1.232.700											

<sup>a</sup> Fonte: Coudelaria de Rincão, 2005. <sup>a,b</sup> O preço obtido por 1 (um ) kg de ração no processo licitatório, em março de 2006, foi o de R\$ 0,70.

## 2.4. Determinação dos Coeficientes Técnicos

As necessidades nutricionais estimadas para as categorias existentes na Coudelaria de Rincão, em energia e proteína, foram calculadas de acordo com o NRC (1989) e estão descritas na Tabela 2. Essas quantidades são tidas como o requerimento mínimo para os cálculos nutricionais da dieta alimentar de cada categoria.

**Tabela 2.** Exigência nutricional diária de energia e proteína, por categoria

Categoria animal	Demanda energética diária, em Mcal ED	Demanda de PB, em g
Garanhões <sup>1</sup>	19,4	776
Garanhões em reprodução <sup>1</sup>	24,3	970
Matrizes vazias <sup>2</sup>	16,4	656
Matrizes vazias c/ potro (lactante) <sup>2</sup>	28,3	1.427
Matrizes prenhas <sup>2</sup>	19,7	866
Matrizes prenhas c/ potro <sup>2</sup>	28,3	1.427
Potros desmamados	15,0	750
Potros c/ 1 ano	18,9	851
Potros c/ 2 anos	18,8	800
Fêmeas c/ 3 a 4 anos (manutenção)	16,4	656

Fonte: NRC (1989) Tabelas, 5-1D para garanhões e 5-1C para as demais categorias.

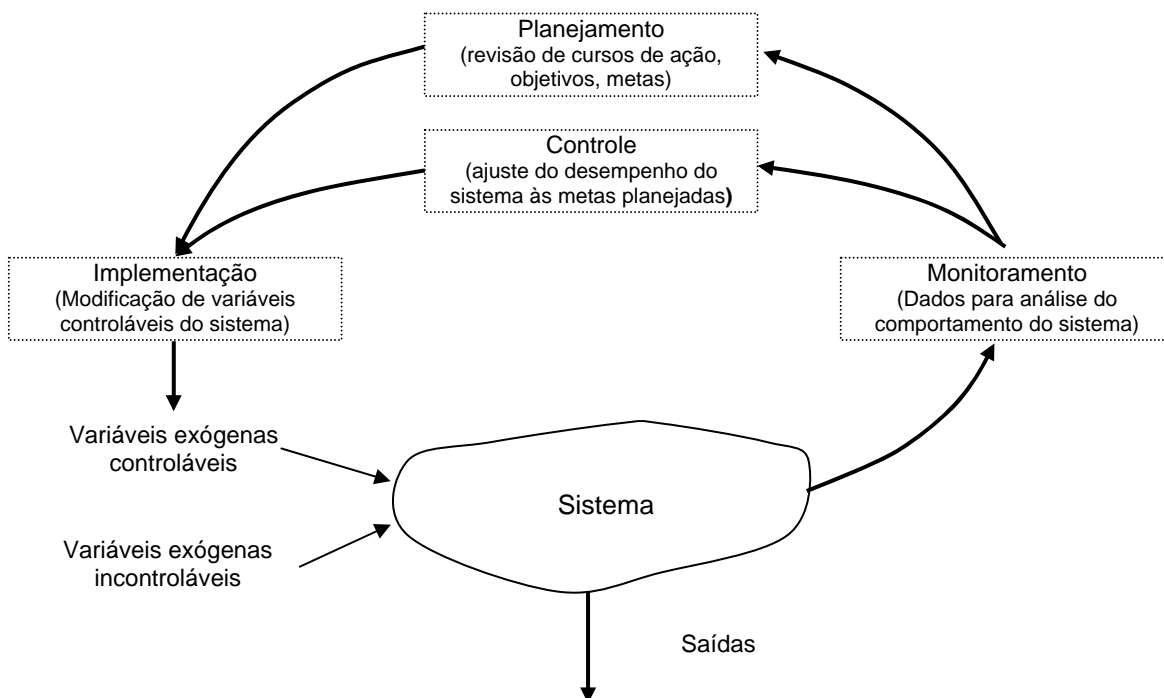
<sup>1</sup> Considerou-se garanhões com peso médio de 600 kg.

<sup>2</sup> Considerou-se matrizes com peso médio de 500 kg.

A existência de várias espécies forrageiras (gramíneas e leguminosas) e a ausência de levantamentos específicos, tais como a produção de matéria seca, pluviosidade e temperatura média anual no local, dificultam determinar, de forma precisa, o valor dos coeficientes técnicos, relacionados à qualidade

da forragem (proteína bruta e energia digestível) para a área da Coudelaria. Entretanto, os coeficientes aqui praticados estão de acordo com as recomendações da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) de São Borja e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Futuras ações para aumentar a precisão do planejamento incluiriam amostragem local da forragem do campo nativo, com levantamento de todas as ocorrências da vegetação no período. Ainda assim, variações na composição da forragem devido às diferenças nas condições climáticas de cada ano ou estação são imprevisíveis. Assim, o modelo deverá ser utilizado como ferramenta para o planejamento estratégico, de forma a guiar ações gerais e alocação de recursos, que serão modificadas (por meio de ações de controle), à medida que desvios em relação às metas planejadas sejam constatados no monitoramento (Figura 2).



**Figura 2.** Representação esquemática dos processos envolvidos na gestão de um sistema. Adaptado de BARIONI et al. (2003).

Para analisar a dinâmica sazonal do sistema de produção, foi calculada a evolução média da população de animais por categoria (Tabela 3) em cada mês do ano, com base no efetivo atual da Coudelaria. Para os cálculos, foram considerados os seguintes índices zootécnicos, baseados em dados observados na referida propriedade:

- Total de matrizes – 240
- Índice de prenhes – 76%
- Taxa de natalidade – 90%
- Taxa de desmame – 90%
- Índice de mortalidade de animais desmamados – 5%

Os índices zootécnicos, constatados no sistema de manejo empregado na Coudelaria de Rincão, encontram-se dentro dos padrões descritos para manejo semi-extensivo, observados por SANTOS et al. (2004). A fertilidade das matrizes foi relativamente alta, indicando que as raças criadas apresentam características de adaptação às condições naturais da região. A prática de acasalamento dirigido e/ou monta controlada permite a obtenção de índice de prenhes estimado em 76%. O controle existente durante todo o processo reprodutivo, no que concerne à alimentação e sanidade, reflete em uma taxa de natalidade e desmame equivalente a 90%.

**Tabela 3.** Relação de animais, por categoria

Categoria animal	Quantidade mensal de animais											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Garanhões	0	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	20	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20
Matrizes vazias	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Matrizes vazias c/ potro	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Matrizes prenhas	0	0	50	100	182	182	182	182	182	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	182	182	132	82	0	0	0	0	0	182	182	182
Potros desmamados	0	0	50	100	150	150	150	150	150	150	150	150
Potros c/ 1 ano	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Potros c/ 2 anos	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Total	590	590	640	690	740	740	740	740	740	740	740	590

Fonte: Coudelaria de Rincão, 2005.

Foi realizado um inventário das pastagens e uma planilha da produtividade e da densidade energética das forrageiras (Tabelas 4 e 5). Foram também estimados os meses de utilização das pastagens e a sazonalidade de produção de cada espécie forrageira (Tabela 6). As quantidades demandadas de energia e proteína, calculadas com base na demanda dos animais e na dinâmica populacional da tropa é apresentada nas Tabelas 7 e 8.

Segundo o Banco Central do Brasil (2007), o custo de oportunidade corresponde à taxa de retorno sobre a melhor alternativa de investimento que não foi selecionada. Nesse trabalho, o referido custo foi calculado com base na alternativa do arrendamento de um hectare de campo nativo para pecuária de corte, na região de São Borja, RS.

**Tabela 4.** Inventário das áreas de pastagem e a planilha de produtividade

Forrageira	Área plantada (ha)	Produtividade de MS (t/ha)	Produção de MS (t)	Período de utilização		Custo (R\$/ha) <sup>g</sup>
				De	Até	
Azevém	290	4 <sup>a</sup>	729	Jun	Nov	480,00 <sup>a</sup>
Aveia branca (grão)	100	2 <sup>b</sup>	200	Jan	Dez	587,50 <sup>c</sup>
Milheto	50	20 <sup>d</sup>	1.000	Dez	Abr	510,40 <sup>d</sup>
Campo nativo	900	4,2 <sup>e</sup>	3.780	Jan	Dez	65,00 <sup>f</sup>

<sup>A</sup>PAULINO (2004); <sup>B</sup>MAPA/CONAB (2005); <sup>C</sup>DE MORI (2004); <sup>D</sup>KICHEL (2000); <sup>E</sup>Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO (2005). <sup>F</sup> Custo de oportunidade de utilização do campo nativo é de R\$ 58.500,00, em São Borja, RS, 2006. <sup>G</sup> Custo total das áreas de pastagens/produção é de R\$ 223.450,00.

**Tabela 5.** Densidade energética, em Mcal/kgMS/ED e protéica, em PB, das forrageiras utilizadas no manejo alimentar dos animais da Coudelaria

Forrageira	Nome científico	Densidade energética (Mcal/kg MS/ED)	Teor de Proteína Bruta %	Referência Bibliográfica
Azevém (100% MS)	<i>Lolium multiflorum Lam.</i>	2,2	17,9	NRC (1989)
Aveia branca (grão)	<i>Avena sativa L.</i>	3,2	13,3	NRC (1989)
Milheto	<i>Pennisetum americanum L.</i>	2,81	20,0	PB inverno e verão, adaptado de FRIZO, 2001 e TRAVI, 2002.
Campo nativo verão	Várias espécies	2,64 <sup>1</sup>	10,0 <sup>1</sup>	
Campo nativo inverno	Várias espécies	2,16 <sup>1</sup>	4,0 <sup>1</sup>	UFRGS <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Informação verbal do Professor MIGUEL D'ALLGNOL/UFRGS

A fim de se realizar um planejamento estratégico da produtividade dos cultivos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia digestível (ED), estabeleceu-se 06 (seis) períodos de produção de forrageira. Esses períodos foram estabelecidos, tendo por base as condições climáticas e a sazonalidade da produtividade da forrageira existente na Coudelaria.

Os anexos A, B, C, D e E registram as necessidades diárias de forragem com base na matéria seca, por categoria, das diversas forrageiras existente na Coudelaria, azevém, aveia em grão, milho e campo nativo, respectivamente.

As Tabelas 6, 7 e 8 têm a finalidade restritiva quanto à disponibilidade de oferta de nutrientes aos animais em campo nativo, na pastagem artificial (milho e azevém) e no uso da aveia em grão. Para o cálculo desses valores foram utilizadas as informações disponíveis nas Tabelas 4 e 5.

De acordo com a Tabela 4, o custo de produção das pastagens artificiais (milho, azevém e aveia em grão) é de R\$ 223.450,00 e o do campo nativo de R\$ 58.500,00. Assim sendo, para o planejamento otimizado de alimentação para o sistema de criação dos equinos em pastejo teremos a necessidade de investir cerca de R\$ 281.950,00 a fim de disponibilizar as áreas de pastagens necessárias para o implemento da referida proposta de troca de ração industrializada pela aveia em grão.

Observando a Tabela 1 e considerando o valor da ração industrializada, o custo com a alimentação dos equinos, atualmente na Coudelaria, é da ordem de R\$ 862.890,00. Do exposto, há possibilidade de otimizar a alimentação dos animais visando minimizar os custos, com possível substituição da ração pela aveia.

**Tabela 6.** Produtividade dos Cultivos, em kg MS/ha.

FORAGEIRA	Total Anual	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
		Jan./Fev.	Mar./Abr.	Maió/Jun.	Jul./Ago.	Set./Out.	Nov./Dez.
Azevém	4000	0	0	667	1334	1334	667
Milheto	10000	4000	4000	0	0	0	2000
Campo Nativo Inverno	1800	0	300	600	600	300	0
Campo Nativo Verão	2400	800	400	0	0	400	800

**Tabela 7.** Produtividade Energética, em M Cal.

FORAGEIRA	Total Anual	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
		Jan./Fev.	Mar./Abr.	Maió/Jun.	Jul./Ago.	Set./Out.	Nov./Dez.
Azevém	8800	0	0	1466	2934	2934	1467
Milheto	28100	11240	11240	0	0	0	5620
Campo Nativo Inverno	4752	0	792	1584	1584	792	0
Campo Nativo Verão	5184	1728	864	0	0	864	1728

**Tabela 8.** Produtividade Protéica, em g.

FORAGEIRA	Total Anual	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
		Jan./Fev.	Mar./Abr.	Maió/Jun.	Jul./Ago.	Set./Out.	Nov./Dez.
Azevém	716000	0	0	119334	238667	238667	119334
Milheto	2400000	960000	960000	0	0	0	480000
Campo Nativo Inverno	126000	0	21000	42000	42000	21000	0
Campo Nativo Verão	160800	53600	26800	0	0	26800	53600



Considerando o efetivo eqüino na Coudelaria, Tabela 3, foi possível calcular a necessidade da demanda diária de energia em M Cal, Tabela 9, e a demanda diária de Proteína Bruta em kg, Tabela 10. Ambas serão utilizadas neste trabalho, como restrições mínimas a serem atendidas na proposta de dieta otimizada.

**Tabela 9.** Demanda diária de energia, em M Cal

Categoria animal	Demanda diária de energia, em M Cal											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	388	388	388	388	388	388	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	486	0	0	0	0	0	0	486	486	486	486	486
Matrizes vazias	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295
Matrizes vazias c/ potro	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132
Matrizes prenhas	0	0	985	1970	3586	3586	3586	3586	3586	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	5150	5150	3735	2320	0	0	0	0	0	5150	5150	5150
Potros desmamados	0	0	750	1500	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
Potros c/ 1 ano	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835
Potros c/ 2 anos	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	492	492	492	492	492	492	492	492	492	492	492	492
Total por dia	13210	13112	13432	13752	13797	13797	13797	13895	13895	15460	15460	12640
Total por mês	396324	393384	402984	412584	413928	413928	413928	416868	416868	463824	463824	379224
Total por ano	4987668											

**Tabela 10.** Demanda diária de Proteína Bruta, em kg

Categoria animal	Demanda diária de proteína, em kg											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	19,4	0	0	0	0	0	0	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
Matrizes vazias	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Matrizes vazias c/ potro	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Matrizes prenhas	0	0	43,3	86,6	157,6	157,6	157,6	157,6	157,6	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	259,7	259,7	188,4	117,0	0	0	0	0	0	259,7	259,7	259,7
Potros desmamados	0	0	37,5	75	112,5	112,5	112,5	112,5	112,5	112,5	112,5	112,5
Potros c/ 1 ano	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6
Potros c/ 2 anos	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
Total por dia	612	608	618	627	619,0	619	619	622	622	725	725	605
Total por mês	18.373	18.257,2	18.540	18.824	18.569	18.569	18.569	18.685	18.685	21.748	21.748	18.148
Total ano	228.719											

## 2.5. Modelo de Otimização Implementado

Visando a contemplar a estacionalidade de produção de forragem, foi desenvolvido um modelo multiperiódico de programação linear, no qual representou-se, bimestralmente, a produção de forragem, o número de animais por categoria e as exigências nutricionais dos animais. Os coeficientes técnicos relacionados à produção de forragem consideraram as condições típicas do local (i.e. não foi considerada a variabilidade entre anos).

O modelo foi estabelecido para minimização das despesas com alimentação, isto é, a soma do produto das quantidades de alimento fornecido e seu respectivo preço, para cada período e categoria, durante o período de um ano (janeiro a dezembro). O período de um ano foi escolhido de forma a contemplar a sazonalidade típica da produção de forragem na Coudelaria. A quantidade dos alimentos, volumosos ou concentrados, foi expressa em termos de matéria seca (kg), isto é, pela massa do alimento exceto água.

Matematicamente, a função objetivo pode ser descrita como:

$$\text{Min} \sum_{ij} A_{ij} \cdot P_{ij} , \quad (1)$$

onde,  $A_{ij}$  representa a quantidade diária de matéria seca do j-ésimo alimento, volumoso ou concentrado, consumida (kg/dia), no i-ésimo período, e;  $P_{ij}$  é o preço da matéria seca do j-ésimo alimento no i-ésimo período (R\$/kg). Os valores de  $P_{ij}$  utilizados estão definidos na Tabela 4.

O problema de minimização foi sujeito a restrições relacionadas à exigência nutricional dos animais. Para o balanceamento das dietas, foram considerados os requerimentos mínimos de proteína bruta e energia digestível (inequações 2 e 3), assumindo-se que os demais nutrientes sejam fornecidos em quantidade adequada.

$$RPB_k \leq \sum_{ij} (PB_{ij} \cdot C_{ijk}) \quad , \text{ para todo } k \quad (2)$$

$$RED_k \leq \sum_{ij} (ED_{ij} \cdot C_{ijk}) \quad , \text{ para todo } k \quad (3)$$

onde,  $RPB_k$  é a exigência de proteína bruta pela  $k$ -ésima categoria animal (g/dia);  $RED_k$  é a exigência de energia digestível pela  $k$ -ésima categoria (Mcal/dia);  $PB_{ij}$  é a concentração de proteína bruta do  $j$ -ésimo alimento, no  $i$ -ésimo período (g/dia);  $ED_{ij}$  é a concentração de energia digestível do  $j$ -ésimo alimento, no  $i$ -ésimo período (Mcal/dia);  $C_{ijk}$  é a ingestão da matéria seca do  $j$ -ésimo alimento, no  $i$ -ésimo período, pela  $k$ -ésima categoria (kg/dia). As concentrações de  $PB_{ij}$  e  $ED_{ij}$  consideradas nesse trabalho são apresentadas na Tabela 5. As exigências de proteína bruta ( $RPB_k$ ) e de energia digestível ( $RED_k$ ), obtidas do NRC (1989), são apresentadas na Tabela 2.

As restrições nutricionais, descritas acima, não estabelecem níveis mínimos de concentração de nutrientes na dieta, porém, apenas, a quantidade total do nutriente a ser consumido. Sabendo-se que a quantidade de alimentos consumida pelos animais é limitada por questões de ordem fisiológica, estabeleceu-se uma restrição relativa à máxima quantidade de matéria seca a ser consumida (Inequação 4).

$$A_{ij} \leq \sum_{ik} (C_{ijk} \cdot N_{ik} \cdot D_i), \text{ para todo } k \quad (4)$$

onde  $N_{ik}$  é o número de animais da  $k$ -ésima categoria, no  $i$ -ésimo período e,  $D_i$  é o número de dias no  $i$ -ésimo período. Os valores de  $N_{ik}$  foram apresentados na Tabela 3. O número de dias para cada período é definido pelo número de dias de cada bimestre (isto é: 59, 61, 61, 62, 61 e 61 dias), respectivamente para os períodos de 1 a 6. A ingestão da matéria seca ( $C_{ijk}$ , kg/dia) é a variável-resposta da otimização.

A quantidade máxima de volumosos ofertada considerou a produtividade e a área alocada, para cada espécie forrageira em cada período. Ainda, a oferta de alimentos concentrados, como a ração, obedece, genericamente, à restrição imposta pela Inequação 5, onde  $O_{ij}$  é a quantidade de matéria seca do  $i$ -ésimo alimento (kg/dia) oferecida no  $j$ -ésimo período. Os valores de  $O_{ij}$  foram estabelecidos multiplicando-se a expectativa de produtividade dos cultivos em cada período (Tabela 6) pela área de cada cultivo (Tabela 4).

$$A_{ij} \leq O_{ij} \quad , \text{ para todo } i \text{ e } j \quad (5)$$

Algumas categorias tiveram restrições específicas quanto à quantidade de alimentos alocada, Inequação 6. Garanhões, por exemplo, não têm acesso ao campo nativo, sendo, portanto, o consumo desse alimento restrito a zero.

$$C_{ijk} \leq O_{ijk} \quad , \text{ para todo } i, j \text{ e } k \quad (6)$$

De acordo com o NRC (1989), alimentos volumosos devem ser incluídos na dieta de eqüinos em proporção definida (usualmente 60%) em relação à ingestão total de matéria seca. Contemplando esse critério técnico, estabeleceu-se a restrição descrita pela Inequação 7.

$$\alpha_{ik} \cdot \sum_n V_{ink} \geq \beta_{ik} \cdot \sum_m CN_{imk} , \quad \text{para todo } i \text{ e } k \quad (7)$$

Onde,  $V_{ink}$  é a quantidade do enésimo alimento volumoso consumida pela k-ésima categoria (kg/dia), no i-ésimo período;  $CN_{imk}$  é a quantidade do m-ésimo alimento concentrado consumido pela k-ésima categoria (kg/dia), no i-ésimo período;  $\alpha_{ik}$  é a proporção máxima de alimentos concentrados na dieta (adimensional) da k-ésima categoria, no i-ésimo período;  $\beta_{ik}$  é a proporção mínima de alimentos volumosos na dieta da k-ésima categoria (adimensional), no i-ésimo período. Ambos,  $CN_{imk}$  e  $V_{ink}$  correspondem à subconjuntos de  $A_{ijk}$ , delimitados pela seguinte correspondência entre os índices (Equações 8 e 9).

$$A_{ijk} = V_{ink} \quad , \text{ para } j=1..nv; j=n \quad (8)$$

$$A_{ijk} = CN_{imk} \quad , \text{ para } j=nv+1...na, j=nv+m \quad (9)$$

Onde  $nv$  corresponde ao número de alimentos volumosos e  $na$  ao número total de alimentos. Uma vez que tratam-se de subconjuntos, a soma

das quantidades e proporções de volumosos e concentrados devem atender às Equações 10 e 11.

$$\alpha_{ik} + \beta_{ik} = 1, \text{ para qualquer } i \quad (10)$$

$$A_{ij} = \sum_n V_{in} + \sum_m CN_{im} \quad (11)$$

O uso da forragem proveniente de cultivos anuais foi sujeito a uma restrição (Inequação 12) de forma que a área (gleba) cultivada, não considerada explicitamente pelo modelo, se mantivesse constante em períodos subseqüentes para os quais a produção do cultivo se estendesse. Para tanto, considerou-se a proporção da produção de cada alimento cultivado em períodos subseqüentes, de acordo com os dados apresentado na Tabela 6.

$$V_{ni} = \gamma_{ni} \cdot V_{n(i-1)} \quad (12)$$

onde  $\gamma_{ni}$  é a razão da produção do enésimo volumoso no i-ésimo período em relação à produção do mesmo volumoso no período anterior (i-1).

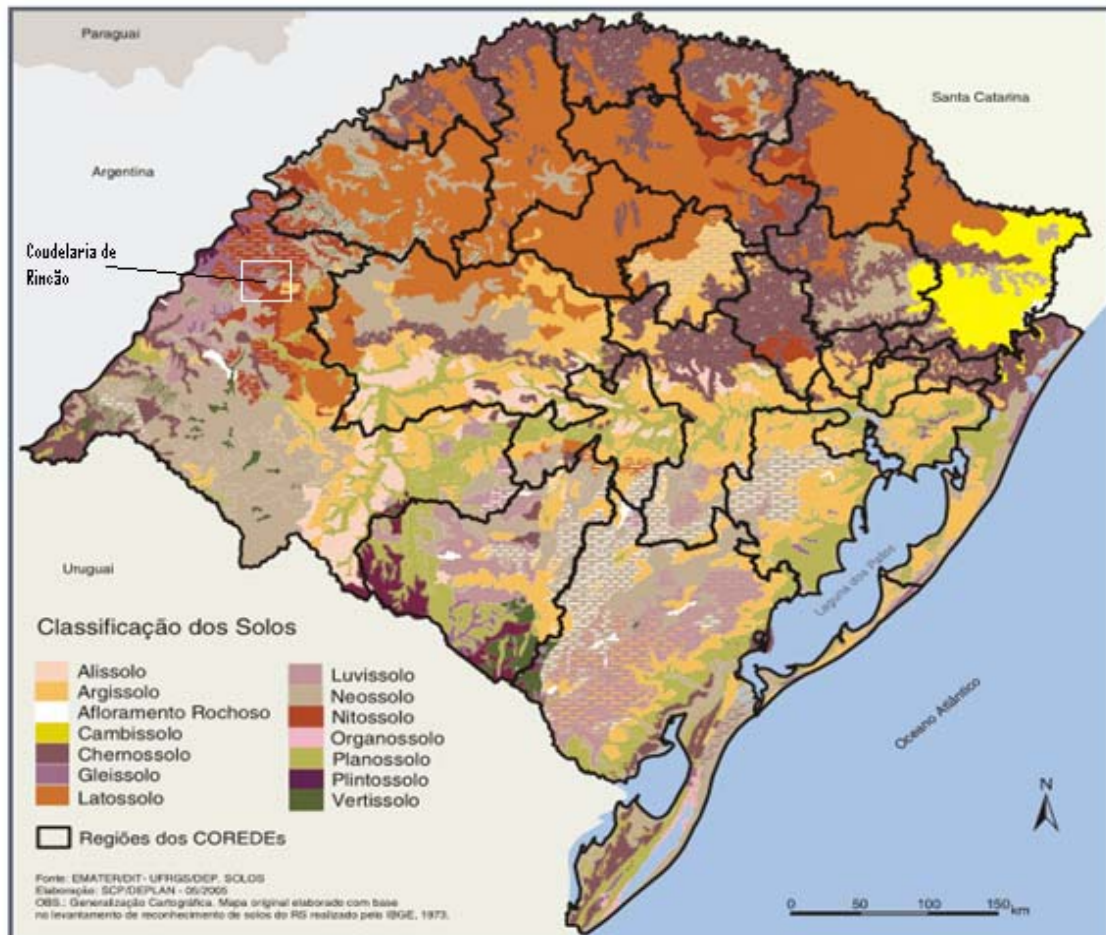
O modelo de programação linear, descrito acima, foi implementado utilizando-se a planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2003 e resolvido por meio do Microsoft Excel Solver utilizando-se o método Primal Simplex (SOLVER.COM, 2007; DANTIZG, 1951).



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Condições de Solo na Região da Coudelaria de Rincão/São Borja

Com base nos estudos desenvolvidos por ESTREQ et al. (2002), os solos da região entre os municípios de Uruguaiana e São Borja, onde está localizada a Coudelaria de Rincão são classificados como luvissoles (Figura 3), caracterizados por serem pouco profundos e com acumulação subsuperficial de argila.



**Figura 3.** Tipos de solo do Rio Grande do Sul

Fonte: Atlas sócio econômico do Estado do Rio Grande do Sul.

Apesar da carência de fósforo, apresentam boa fertilidade natural, dependendo da profundidade. Esse tipo de solo favorece o aparecimento de uma pastagem nativa exuberante, com diversas espécies de gramíneas e leguminosas.

A pastagem nativa constitui a base primária da exploração pecuária no Rio Grande do Sul (MOOJEN e MARASCHIN, 2002). As formações campestres do Rio Grande do Sul, desde a introdução dos bovinos e ovinos, em fins do século XVIII, vêm sendo utilizadas em regime de pastoreio contínuo, nos quais a pecuária extensiva tem sido, por mais de duzentos anos, a forma de aproveitamento econômico desses campos. Com o decorrer dos anos, os rebanhos aumentaram, as lotações elevaram-se, houve a subdivisão dos campos e, como conseqüência, o superpastejo ocorre na maioria dos campos sul-rio-grandenses (GONÇALVES et al., 1999). Nesse bioma, predominam comunidades vegetais compostas, em sua grande maioria, por espécies de gramíneas de valor forrageiro, leguminosas e também plantas herbáceas. BOLDRINI (1997) estima a existência de cerca de 400 espécies de gramíneas e 150 de leguminosas. A sua composição botânica pode variar, em pequenas áreas, entre poteiros, conforme o ano, o tipo de solo e o manejo a que é submetida. Esses fatos demonstram a complexidade de utilização das mesmas de um modo sustentável (CARAMBULA, 1991).

De acordo com SATTLER et al. (2003), a vegetação da região é composta predominantemente de gramíneas, como a Grama-Forquilha (*Paspalum notatum*) e demais espécies do gênero *Paspalum*, Barba-de-Bode (*Aristida pallens*) e Capim-caninha (*Andropogon lateralis*), e, com menor

participação, espécies de leguminosas, como o Pega-pega (*Desmodium incanum*) e trevos nativos (*Trifolium* spp.), além de espécies como o Caraguatá (*Eryngium horridum*) e a Carqueja (*Baccharis trimera*). Ocorrem também outros gêneros de menor incidência: *Brachiaria* sp., *Cynodom* sp., *Digitaria* sp., *Oxalis* sp., *Panicum* sp., *Pennisetum* sp., *Richardia* sp., *Sida* sp. e *Solanum* sp. entre outras.

### **3.2. Alimentação dos Animais**

A alimentação correta associada a um manejo adequado resulta em animais com melhor desenvolvimento muscular e ósseo, em maior longevidade, eficiência no trabalho e melhor desempenho reprodutivo. Além disso, os alimentos devem apresentar alto valor nutritivo e baixo custo (ARAÚJO, 1999).

O consumo de alimentos por eqüinos adultos situa-se, em geral, entre 1,5 a 2,5% do seu peso vivo, em matéria seca, dependendo da concentração de fibra da dieta, considerando-se ainda a variação individual. Animais em crescimento e fêmeas em lactação consomem, em média, 3% do seu peso vivo, como matéria seca (ANDRIGUETO et al., 1983).

Os eqüinos diferem consideravelmente nas suas necessidades em função do tipo de atividade e da fase da vida (NRC, 1989). A exigência de energia digestível da dieta difere de acordo com a categoria do animal considerado, e em função de seu peso vivo e trabalho. A energia digestível é definida, de acordo com ANDRIGUETO et al. (1983), como a energia total ingerida pelo animal subtraída da energia perdida nas fezes.

A necessidade de proteína bruta irá depender da idade do cavalo e da qualidade da forragem que está recebendo. Animais em crescimento e lactação necessitam mais proteína do que aqueles destinados à corrida e/ou trabalho. De acordo com SILVA et al. (2002), o termo proteína bruta envolve grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas diferentes. Com base no fato de as proteínas terem teor de nitrogênio quase constante, em torno de 16%, determina-se o teor de nitrogênio e, por meio de um fator de conversão, estima-se o teor de proteína bruta do alimento.

Segundo ANDRIGUETO et al. (1983), as necessidades de vitaminas e de outros nutrientes dependem da forragem que o animal recebe. No arraçamento, deve-se considerar além do nível de consumo voluntário, também a qualidade das matérias-primas que podem entrar na ração, bem como a necessidade de manter o arraçamento em níveis econômicos compensadores. Para uma melhor utilização dos alimentos, e para evitar os diversos transtornos gastrintestinais aos quais o eqüino é particularmente sensível, devem ser considerados aspectos ligados à fisiologia digestiva do animal.

Segundo HINTZ (1971) a alimentação representa os maiores custos de manutenção dos eqüinos, dessa forma, a criação destes animais deve estar ligada a estudos de nutrição e produção de forrageiras. Para CUNHA (1991), os gastos com alimentação representam 60% a 80% do custo total da produção de várias classes de animais. Neste trabalho, no ano de 2005, para alimentação dos efetivos animais do sistema de Remonta militar, os custos foram da ordem de 66,0% do total da atividade (D LOG, 2005).

De acordo com KICHEL (2000), o milho é uma forrageira de clima tropical, anual, de hábito ereto, porte alto, com desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento, e produção de sementes entre 500 kg/ha e 1.500 kg/ha. Apresenta excelente valor nutritivo (até 24% de proteína bruta quando em pastejo), boa palatabilidade e digestibilidade (60% a 78%) em pastejo, sendo atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo. Quanto ao potencial produtivo de forragem, pode alcançar até 60 toneladas de massa verde e 20 toneladas de matéria seca por hectare, quando cultivado no início da primavera. Para os equinos apresenta-se como uma excelente opção de forrageira, principalmente na região do sul do Brasil.

Segundo o mesmo autor, a aveia é uma forrageira de clima temperado e subtropical, anual, de hábito ereto, com desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento. A produção de sementes varia de 600 kg/ha a 1.600 kg/ha. Apresenta excelente valor nutritivo, podendo atingir até 26% de proteína bruta no início de pastejo, com boa palatabilidade e digestibilidade (60% a 80%). É uma planta atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo. A produtividade varia de 10 a 30 toneladas de massa verde/hectare, com 2 a 6 t/ha de matéria seca. Adapta-se bem a vários tipos de solo, não tolerando baixa fertilidade, excesso de umidade e temperaturas altas. Responde muito bem à adubação, principalmente com nitrogênio e fósforo. Suporta o estresse hídrico e geadas.

De acordo com ANDRIGUETTO (1999), a aveia é um cereal cultivado para produção de grãos empregados na alimentação de humano e animal, sendo também uma excelente planta forrageira de inverno. É um alimento tradicional para cavalos, mas pode ser utilizado na alimentação de outros

animais, principalmente para os ruminantes. A aveia não é bom alimento para engorda e é geralmente utilizada com limitações neste tipo de ração. Por suas qualidades nutritivas ideais para os cavalos atinge preços mais elevados do que os outros cereais, o que impede sua utilização em rações comerciais. Entretanto, será à base da alimentação dos eqüinos no presente trabalho.

De acordo com KICHEL (2000), o Azevém é uma gramínea anual, cespitosa, que possui folhas finas e tenras, cujo porte chega a atingir 1,2 metros de altura. É rústica, agressiva e perfilha em abundância, razão pela qual é uma das gramíneas hibernais mais cultivadas no Rio Grande do Sul, tanto para corte como para pastagens. Esta gramínea é adaptada a temperaturas baixas (não resiste calor), desenvolvendo-se somente durante o inverno e a primavera. Desenvolve-se relativamente em qualquer tipo de solo, mas prefere os argilosos, férteis e úmidos para proporcionar grandes rendimentos. Resiste bem à umidade excessiva e à acidez. Devido a sua grande capacidade de ressemeadura natural, mesmo morrendo, permanece na área de um ano para o outro.

O milho é caracterizado pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano.

Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator

importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda. Em algumas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação, por exemplo: no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semi-árido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico para sua culinária (CAMPOS, 1998).

Uma das formas de alimentação eqüina utilizada é a ração balanceada industrializada. Esta apresenta como características gerais ser obtida de matérias-primas vegetais de boa qualidade, com adição de sais minerais, vitaminas e aditivos permitidos pela legislação em vigor (IN Nº 65,MAPA,de 24Nov06) , peletizada, industrializada em estabelecimento registrado no Ministério da Agricultura. Apresenta níveis mínimos de 12% de proteína bruta e 3.000 kcal por kg de matéria seca. A ração em uso na Coudelaria atende as necessidades nutricionais de manutenção de um eqüino adulto (D LOG, 2005).

### **3.3. Modelagem na Agropecuária**

Há um crescente interesse no emprego de análises, cada vez mais abrangentes, no gerenciamento de sistemas agropecuários e, conseqüentemente, no uso da modelagem matemática e simulação para resolução de problemas gerenciais e de pesquisa envolvendo sistemas de produção.

Uma das técnicas mais utilizadas na abordagem de problemas em Pesquisa Operacional é a programação linear. O modelo matemático de programação linear é composto de uma função objetivo linear e de restrições técnicas, representadas por grupo de inequações também lineares. A

simplicidade do modelo envolvido e a disponibilidade de uma técnica de solução robusta, programável em computador, facilitam sua aplicação. As aplicações mais conhecidas são feitas em sistemas estruturados, como os de produção, finanças e controles de estoques dentre outros (TREVISAN et al., 2006).

Um plano otimizado em sistema pastoril deve equacionar os recursos forrageiros, considerando as necessidades de formação de pastagens, a compra de alimentos, as variações nas exigências nutricionais e no número de animais da tropa ao longo do tempo, além dos fluxos de caixa envolvidos.

De acordo com BARIONI et al. (2006), no sistema de produção, a estacionalidade da produção e da qualidade da forragem é decisiva. Assim, o planejamento, nos níveis estratégico e tático, envolvendo o estabelecimento das taxas médias de lotação, as épocas de compra e venda de animais, as épocas de suplementação, entre outros, dependem do conhecimento e da quantificação da estacionalidade de produção de forragem. Em virtude do pastejo promover mudanças no estado da pastagem ao longo do tempo, o autor sugere que tais decisões requeiram abordagens dinâmicas no processo de modelagem, de forma a contemplar-se a manutenção da condição da pastagem em nível satisfatório para o desempenho animal e vegetal durante toda a estação de pastejo. Portanto, modelos de programação matemática são extremamente úteis para a compreensão e para a formulação de soluções para tal problema.

Segundo TREVISAN et al. (2006), a modelagem proporciona uma visão sistêmica dos processos, assegurando uma forma rápida, de fácil execução, e, ao mesmo tempo precisa, de visualizar diferentes alternativas a serem



seguidas pelos produtores e seus respectivos custos. Ressalta, ainda, que a modelagem procura considerar o peso da tomada de decisão do produtor rural nos rumos da atividade dentro das propriedades, considerando os fatores externos que a estas influenciam.

A programação linear também tem sido utilizada como uma ferramenta para avaliação de resultados de diversos modelos de otimização de dietas. Neste sentido, NAMEN e BORNSTEIN (2004) apresentaram uma ferramenta para avaliação de modelos matemáticos relacionados à otimização do planejamento de dietas. Inicialmente, o problema original da dieta é caracterizado, bem como sua importância para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional, seus desdobramentos e aplicações posteriores. Em seguida, são apresentados os diversos enfoques e técnicas adotadas para a elaboração de dietas para seres humanos. Alguns desses modelos são então implementados, efetuando-se uma análise comparativa dos resultados obtidos. Para isso, foi utilizado um software que permite a definição de parâmetros relacionados às demandas humanas, restrições adicionais relacionadas às quantidades de alimentos e escolha de alguns dos modelos apresentados. O estudo também concluiu que fatores de natureza nutricional, que foram apresentados, agregam um elemento adicional, representando o lado econômico da questão. Conclui também que não necessariamente existe uma contradição absoluta entre o lado econômico e o lado nutricional em modelos desta natureza.

TOSO e MORABITO (2005) utilizaram um modelo de otimização no dimensionamento e seqüenciamento de lotes de produção em um estudo de caso numa fábrica de rações. O trabalho apresenta uma proposta de

abordagem para otimizar a solução para o problema integrado de dimensionamento e seqüenciamento de lotes de produção em uma empresa do setor de nutrição animal. Tal problema consiste em decidir quanto produzir de cada produto em cada período, considerando a seqüência de produção dos lotes, de maneira a satisfazer a demanda e minimizar os custos de produção e estoques. Uma das grandes dificuldades para a programação da produção na empresa em estudo é integrar estas decisões, uma vez que os tempos de preparação (setup) são bem dependentes da seqüência produtiva. O problema é modelado por programação linear inteira mista e resolvido por meio da linguagem de modelagem GAMS/CPLEX com alguns procedimentos para reduzir os tempos computacionais. Experimentos foram realizados com dados reais que mostraram que esta abordagem é capaz de gerar resultados melhores do que os utilizados pela empresa. A abordagem proposta no trabalho trata o problema de forma integrada, propondo um modelo de programação linear inteira mista para representar as decisões envolvidas e resolvendo-o no software GAMS/CPLEX, utilizando para isto diferentes estratégias para reduzir os tempos computacionais.

OVIEDO (2005) apresenta um problema de formulação de rações para frangos de corte com base em alvos de desempenho. O autor conclui em seu trabalho que a formulação dos alimentos para frangos de corte deve ser dirigida a satisfazer as metas de produção da empresa. Os níveis nutricionais das dietas devem ser estimados de acordo com os custos dos ingredientes da dieta provendo estes nutrientes, e a renda obtida com a venda dos produtos visando maximizar o lucro. Foi demonstrado que as novas tabelas de recomendações nutricionais, e os modelos de crescimento são ferramentas

úteis na tomada de decisões sobre os níveis de nutrientes das dietas. Porém, resultados errôneos podem ser obtidos se não houver uma correta calibração do modelo com os dados da própria empresa. A análise estatística dos dados coletados em tempo real é importante para otimizar lucros. Outra inferência do autor é que a obtenção de máximos desempenhos biológicos nem sempre traz os maiores benefícios econômicos. No mercado competitivo a eficiência econômica é mais importante que a eficiência técnica.

AGOSTINI, SILVA e ROCKENBACH (2006) apresentam modelos para demonstrar como a produção de leite a pasto pode ser a melhor alternativa para uma propriedade leiteira se a sua área for grande o suficiente de modo que a renda do leite possa proporcionar ao produtor um padrão de vida que satisfaça às suas expectativas. Em seu estudo, o sistema de produção de leite serviu de base para a experimentação, feita em computador (por simulação), em um estabelecimento de uma propriedade situada no município de Concórdia (SC). Os autores concluíram que o incremento de produção por vaca obtida com o acréscimo da ração na dieta dos animais comparada com a produção sem o fornecimento de ração não trás ganhos que justifiquem o fornecimento da ração. Para que isto ocorra, o estudo aponta como necessário, a condição de que o preço do leite seja maior que o preço da ração, o que é improvável, a julgar pelos preços de anos recentes. Os autores ressaltam também que se a ração fornecida for paga com o acréscimo na produção total, e não por vaca, as chances de que seu uso seja economicamente viável, aumentam bastante. O preço do leite, neste caso, pode ser tanto menor que preço da ração quanto maior for a produtividade desta ração que ainda assim seu uso será econômico.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo são apresentados os resultados da otimização do modelo, por categoria e por período (Anexo I). Os resultados representam sugestões para utilização otimizada dos recursos forrageiros existentes e propostas de dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão.

Os valores encontrados nas Tabelas 11 a 16 a seguir, e que estão entre parêntesis, referem-se às dietas atualmente aplicadas na Coudelaria. Observou-se que de uma forma geral a quantidade de ração balanceada equina fornecida aos animais são de 5,0 kg dia (Quadro 1).

A proposta da dieta em estudo está descrita na forma de ingestão diária do alimento (kg/dia matéria seca), por categoria de eqüinos e por seis períodos ao longo do ano.

A seguir serão analisados os períodos propostos.

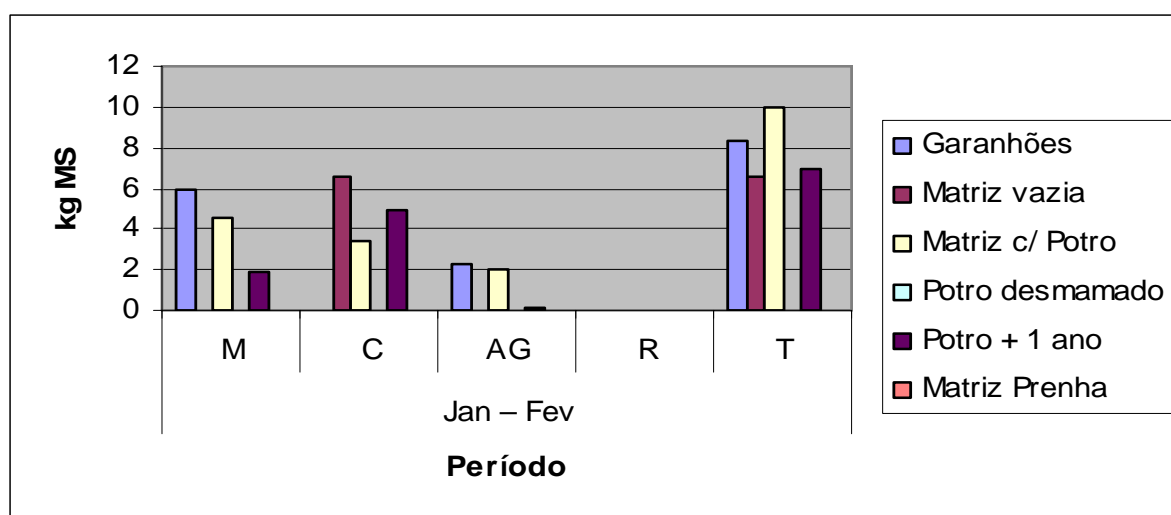
### **4.1. Análise do 1º Período**

A Tabela 11 e a Figura 4 mostram os resultados obtidos no 1º período de avaliação (Jan./Fev.), no modelo otimizado de utilização dos diversos alimentos disponíveis. Nota-se que nesse período não há necessidade de fornecimento do concentrado (ração industrializada), conforme o manejo adotado.

**Tabela 11.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 1º período, Jan./Fev.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)				
	M	C	AG	R	T
Garanhões	6,0	0,0	2,3	0,0 (5,0)	8,3
Matriz vazia	0,0	6,6	0,0	0,0 (0,0)	6,6
Matriz c/ Potro	4,5	3,5	2,0	0,0 (5,0)	10,0
Potro + 1 ano	1,9	4,9	0,2	0,0 (5,0)	7,0

Valores entre parêntesis representam o arraçoamento praticado atualmente. M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 4.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 1º período, Jan./Fev.

M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)

Isso decorre devido à otimização do uso do milheto, da aveia em grão e do campo nativo. Conforme ressaltado por KICHEL (2000), o milheto é uma forrageira que apresenta excelente valor nutritivo de até 24% de proteína bruta quando em pastejo, boa palatabilidade e digestibilidade de 60% a 78%, em pastejo. Da mesma forma o autor afirma que a aveia é uma forrageira que apresenta excelente valor nutritivo, podendo atingir até 26% de proteína bruta no início de pastejo, com boa palatabilidade e digestibilidade de 60% a 80%.

Conforme MOOJEN e MARASCHIN(2002), a pastagem nativa constitui a base primária da exploração pecuária no Rio Grande do Sul. BOLDRINI (1997) estima a existência de cerca de 400 espécies de gramíneas e 150 de leguminosas. A sua composição botânica pode variar, em pequenas áreas, entre poteiros, conforme o ano, o tipo de solo e o manejo a que é submetida. Essa diversidade biológica favorece a constituição de pastagens de alto valor nutritivo, podendo Campo nativo no verão atingir até 2,64% de ED/kg MS e 10% de PB (FRIZO, 2001 E TRAVI, 2002) e no inverno 2,16% de ED/kg MS e 4% de PB (UFRGS).

Da análise feita é a seguinte a proposta de alimentação otimizada para as categorias do referido trabalho.

### **Garanhões**

Para os garanhões, o manejo otimizado propõe a utilização da aveia em grão em substituição ao concentrado e à utilização do milho. As necessidades nutricionais dos garanhões, nesse período, são atendidas pelo consumo de 8,3 kg matéria seca por animal/dia, assim distribuídas: 6 kg MS de milho oferecido na baía e/ou no piquete e 2,3 kg MS de aveia em grão. Ressalta-se que a quantidade de aveia a ser ofertada é inferior aos 5,0 kg/dia de concentrados fornecidos no manejo atual. Essa menor quantidade de aveia é decorrente da alta qualidade nutricional do milho selecionado pelo modelo como opção forrageira para essa categoria. Conforme ressaltado por FRIZO (2001) e TRAVI (2002), o milho é uma gramínea com alto teor de PB e ED, e atende parcialmente as necessidades nutricionais dos garanhões, conforme o NRC (1989).

### **Matrizes vazias**

Para as matrizes vazias, o manejo otimizado propõe a utilização somente de campo nativo. A quantidade de matéria seca consumida é de 6,6 kg por dia. Ressalta-se que as exigências nutricionais dessa categoria são baixas, de acordo com NRC (1989), quando comparadas às demais categorias. A proposta pelo planejamento otimizado não diverge do atual sistema adotado na Coudelaria, que não oferece suplementação às matrizes vazias.

### **Matrizes com potro**

Essa categoria apresenta alta exigência nutricional (NRC, 1989), quando comparada às demais. Dessa forma, o planejamento otimizado propõe cerca de 4,5 kg matéria seca de milho, 3,5 kg matéria seca de campo nativo e 2,0 kg matéria seca de aveia em grão, totalizando 10,0 kg de matéria seca diários.

Novamente, ressalta-se que o milho apresenta alto teor de proteína bruta, alta densidade energética, e ainda, está disponível nesse período. A inclusão de aveia visa atender aos requerimentos energéticos da categoria, em virtude da limitação na oferta do milho. Em relação ao praticado na Coudelaria, difere por não propor a oferta de concentrado, sendo este substituído por aveia em grão em menor quantidade.

### **Potros com mais de um ano**

Para essa categoria, o planejamento otimizado propõe a utilização de milho, campo nativo e aveia em grão, nas respectivas quantidades de 1,9; 4,9 e 0,2 kg de matéria seca, totalizando 7,0 kg de matéria seca/dia. O manejo atual utiliza 5,0 kg de ração balanceada por dia. No planejamento otimizado, as necessidades nutricionais são atendidas com a utilização de aveia, em conjugação com o milho e o campo nativo.

### **Potro Desmamado e Matriz prenha**

No período considerado (Jan./Fev.) essas categorias não existem na Coudelaria, uma vez que os potros são desmamados em maio/junho aos sete meses, encontrando-se, nesse período, com mais de um ano, a estação de monta ainda não está concluída e os requerimentos das éguas na fase inicial da prenhez são os mesmos das fêmeas vazias (NRC, 1989).

## **4.2. Análise do 2º Período**

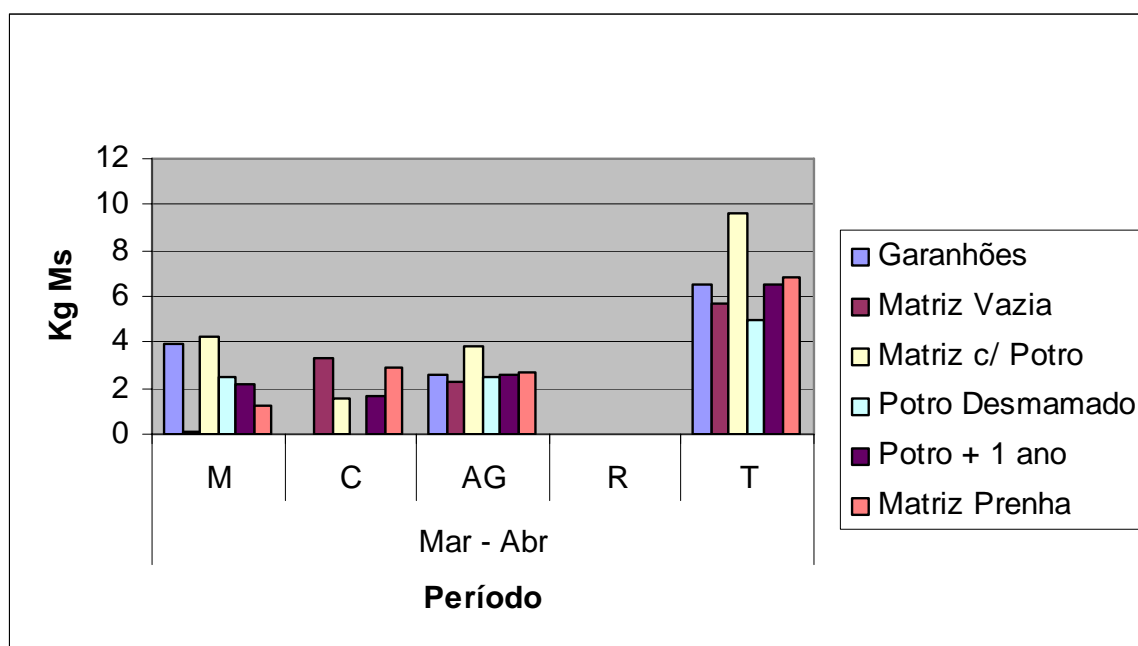
A Tabela 12 e a Figura 5 mostram os resultados obtidos no 2º período de avaliação (Mar./Abr.), no modelo otimizado de utilização dos diversos alimentos disponíveis. Observa-se que, também nesse período, não há necessidade de fornecimento do concentrado (ração industrializada), conforme o manejo adotado.



**Tabela 12.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 2º período, Mar./Abr.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)				
	M	C	AG	R	T
Garanhões	3,9	0	2,6	0 (5,0)	6,5
Matriz Vazia	0,1	3,3	2,3	0 (0,0)	5,7
Matriz c/ Potro	4,2	1,7	3,8	0 (5,0)	9,6
Potro Desmamado	2,5	0	2,5	0 (5,0)	5,0
Potro + 1 ano	2,2	1,8	2,6	0 (5,0)	6,5
Matriz Prenha	1,2	2,9	2,7	0 (5,0)	6,8

Valores entre parêntesis representam o arraçoamento praticado atualmente. M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 5.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 2º período, Mar./Abr.

M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)

Esse período difere do anterior em razão das quantidades propostas pelo modelo otimizado. A partir desse período será ofertada menor quantidade de milheto, em função do término da plantação (Tabela 4). Contrapartida o modelo acrescenta uma quantidade maior de aveia em grão,

tal fato supre todas as necessidades nutricionais requeridas pelas categorias existentes (Tabela 5).

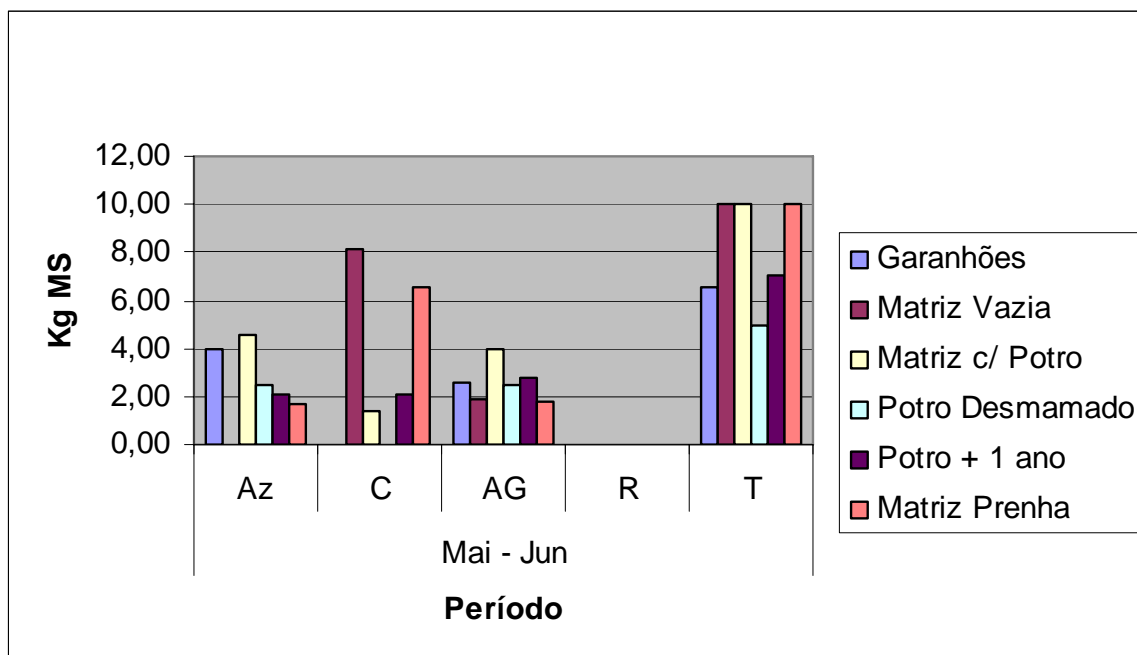
### 4.3. Análise do 3º Período

A Tabela 13 e a Figura 6 mostram os resultados obtidos no 3º período de avaliação (Maio/Jun.), no modelo otimizado de utilização dos diversos alimentos disponíveis. Observe-se que nesse período não há necessidade de fornecimento do ração industrializada, conforme o manejo adotado.

**Tabela 13.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 3º período, Maio/Jun.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)				
	Az	C	AG	R	T
Garanhões	4,0	0,0	2,5	0,0 (5,0)	6,5
Matriz Vazia	0,0	8,1	1,9	0,0	10,0
Matriz c/ Potro	4,6	1,4	4,0	0,0 (5,0)	10,0
Potro Desmamado	2,5	0,1	2,5	0,0 (5,0)	5,0
Potro + 1 ano	2,1	2,1	2,8	0,0 (5,0)	7,0
Matriz Prenha	1,7	6,5	1,8	0,0 (5,0)	10,0

Valores entre parêntesis representam o arraçamento praticado atualmente. M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 6.** Ingestão diária de alimentos (kg MS) no 3º período, Maio/Jun.

M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)

Nesse período há um incremento do uso do azevém na alimentação dos animais. Segundo KICHEL (2000), o azevém é uma das gramíneas hibernais mais cultivadas no Rio Grande do Sul, tanto para corte como para pastagens. Esta gramínea apresenta até 2,2% de ED/kg de matéria seca e 17,9% de PB/kg de matéria seca (NRC1989). De acordo com Paulino (2004), o azevém apresenta uma produtividade de matéria seca de 2 a 6 t/ha, sendo que seu período de utilização ocorre de junho até novembro (Tabela 4).

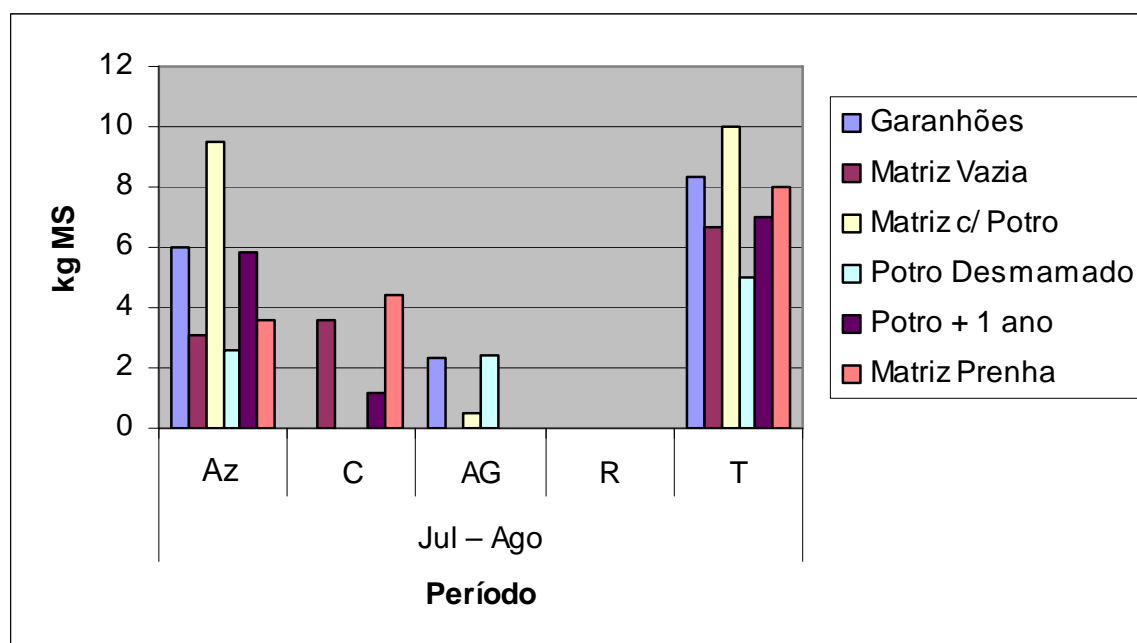
#### 4.4. Análise do 4º Período

A Tabela 14 e a Figura 7 mostram os resultados obtidos no 4º período de avaliação (Jul./Ago.), no modelo otimizado dos diversos alimentos disponíveis na Coudelaria.

**Tabela 14.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 4º período, Jul./Ago.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)				
	Az	C	AG	R	T
Garanhões	6,0	0,0	2,3	0,0 (5,0)	8,3
Matriz Vazia	3,0	3,6	0,0	0,0	6,7
Matriz c/ Potro	9,5	0,0	0,5	0,0 (5,0)	10,0
Potro Desmamado	2,6	0,0	2,4	0,0 (5,0)	5,0
Potro + 1 ano	5,8	1,2	0,0	0,0 (5,0)	7,0
Matriz Prenha	3,6	4,5	0,0	0,0 (5,0)	8,1

Valores entre parêntesis representam o arraçoamento praticado atualmente. Az (Azevém), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 7.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 4º período, Jul./Ago.

Az (Azevém), M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)

Nota-se que nesse período não há necessidade de fornecimento de ração industrializada, conforme o manejo adotado das Tabelas supracitadas.

Da otimização resulta a seguinte a proposta de alimentação para as categorias do referido trabalho.

## **Garanhões**

Para os garanhões, propõe-se, como manejo otimizado, a utilização da aveia grão em substituição à ração balanceada, fornecida como concentrado e a utilização do azevém. As necessidades nutricionais dos garanhões nesse período são de um total de 8,3 kg matéria seca, sendo atendidas da seguinte forma: 6 kg matéria seca por dia de azevém, oferecido na baia e/ou no piquete e 2,3 kg de aveia em grão. Ressalta-se que a quantidade de aveia a ser utilizada é inferior aos 5,0 kg/dia de concentrado adotado no manejo atual, devido à qualidade nutricional do azevém (KICHEL, 2000).

## **Matrizes vazias**

Para as matrizes vazias, o manejo otimizado propõe a utilização de campo nativo e de pastagem artificial de azevém, nas seguintes quantidades de matéria seca por dia: 3,1 kg de azevém e 3,6 kg de campo nativo, totalizando 6,6 kg matéria seca por dia. Na Coudelaria de Rincão essa categoria é criada em campo nativo. Em virtude da baixa qualidade do campo nativo no inverno, no manejo otimizado propõe-se que essa categoria seja suplementada com pastagem artificial de azevém.

## **Matrizes com potro**

As necessidades nutricionais dessa categoria, quando comparadas às demais, são elevadas (NRC, 1989). Dessa forma, o planejamento otimizado propõe 9,5 kg de matéria seca de azevém e 0,5 kg de matéria seca de aveia em grão, totalizando 10,0 kg diários de matéria seca. Ressalta-se que o

azevém apresenta alto teor de proteína bruta e alta densidade energética, (NRC, 1989), estando disponível nesse período (Tabela 4 e 6). Em relação ao praticado na Coudelaria, difere por não propor a oferta de concentrado, sendo este substituído por aveia em grão em menor quantidade.

### **Potro Desmamado**

No período considerado, de julho e agosto, a proposta de regime alimentar para essa categoria prevê o fornecimento de 2,6 kg matéria seca de azevém e 2,5 kg de matéria seca de aveia em grão, totalizando 5,0 kg diários de matéria seca. O regime proposto diverge do atualmente praticado, por prever a substituição de 5,0 kg de concentrado por 2,5 de kg aveia em grão. Essa categoria, em crescimento moderado, quando comparada às demais, apresenta baixa exigência nutricional (NRC, 1989). Diferentemente do atual manejo adotado, o qual utiliza 5,0 kg de concentrado, o manejo otimizado propõe o fornecimento de cerca de 50% das necessidades de matéria seca, na forma de aveia em grão, com as demais necessidades sendo supridas pela pastagem artificial de azevém.

### **Potros com mais de um ano**

Para essa categoria, o planejamento otimizado propõe a utilização de 5,8 kg de matéria seca de azevém e 1,2 kg de matéria seca de campo nativo, totalizando 7,0 kg de matéria seca por dia. O manejo atual utiliza 5,0 kg de concentrado por dia, em complemento a pastagem. No planejamento otimizado as necessidades nutricionais são atendidas com a substituição total do concentrado pela pastagem artificial de azevém e campo nativo. Os

requerimentos nutricionais desta categoria são atendidos, em virtude da qualidade nutricional do azevém (NRC, 1989).

### **Matriz prenha**

Embora essa categoria apresente alta exigência nutricional (NRC, 1989), suas necessidades, nesse período, são supridas somente com a pastagem de campo nativo e azevém, em virtude da boa qualidade do azevém (KICHEL, 2000). O planejamento otimizado propõe cerca de 3,6 kg de matéria seca de azevém e 4,5 kg de matéria seca de campo nativo, totalizando 8,0 kg diários de matéria seca. O regime proposto difere do atualmente praticado na Coudelaria de Rincão, por não prever a utilização de concentrado na dieta dessa categoria animal.

#### **4.5. Análise do 5º Período**

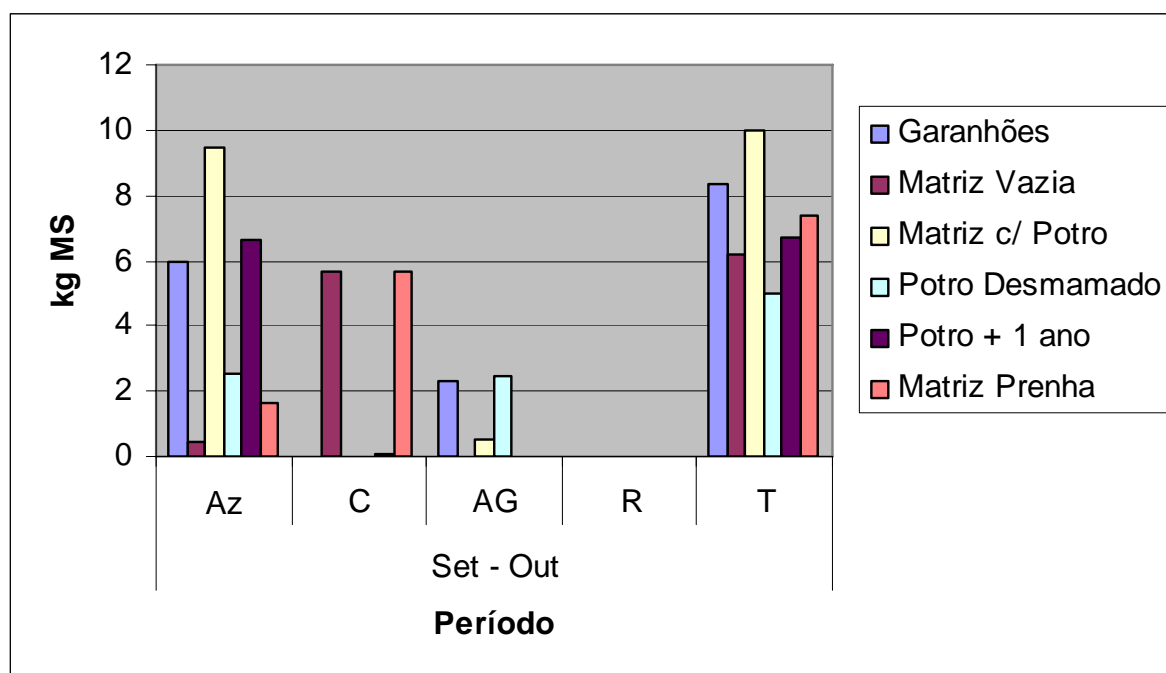
A Tabela 15 e a Figura 8 mostram os resultados obtidos no 5º período de avaliação (Set./Out.), no modelo otimizado de utilização dos diversos alimentos disponíveis na Coudelaria.

Ressaltasse que nesse período, as propostas diferem do período anterior, basicamente, nas quantidades a serem disponibilizados de campo nativo inverno e azevém para as categorias de matrizes vazias, prenha e potros de mais de um ano.

**Tabela 15.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 5º período, Set./Out.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)				
	Az	C	AG	R	T
Garanhões	6,0	0,0	2,3	0,0 (5,0)	8,3
Matriz Vazia	0,5	5,7	0,0	0,0	6,2
Matriz c/ Potro	9,5	0,0	0,5	0,0 (5,0)	10,0
Potro Desmamado	2,6	0,0	2,4	0,0 (5,0)	5,0
Potro + 1 ano	6,7	0,1	0,0	0,0 (5,0)	6,8
Matriz Prenha	1,6	5,7	0,0	0,0 (5,0)	7,3

Valores entre parêntesis representam o arraçoamento praticado atualmente. Az (Azevém), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 8.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 5º período, Set./Out.

Az (Azevém), M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)



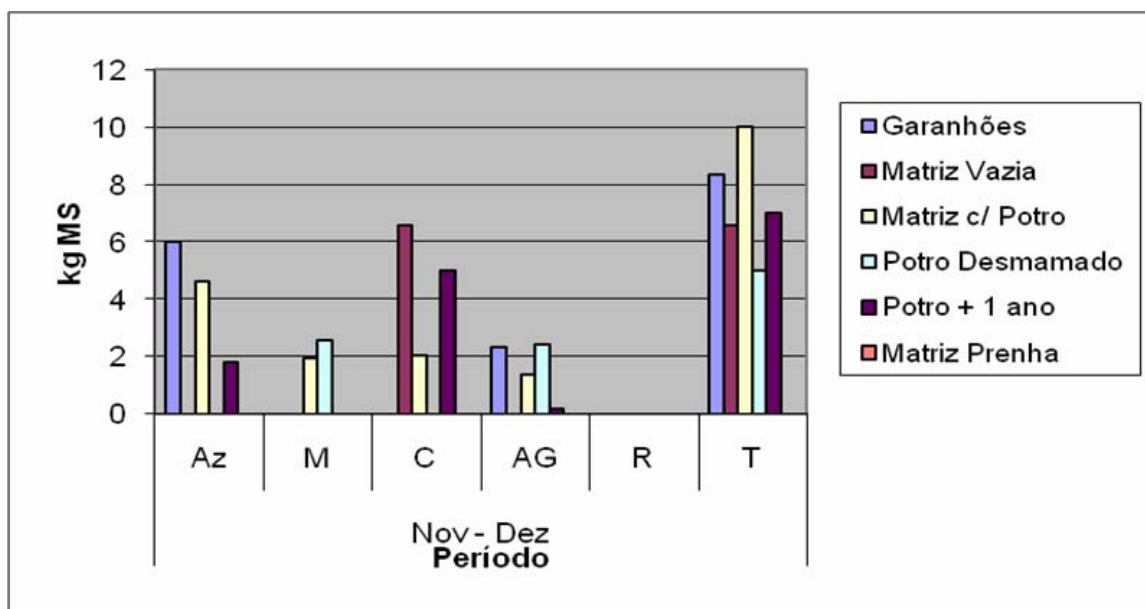
#### 4.6. Análise do 6º Período

A Tabela 16 e a Figura 9 mostram os resultados obtidos no 6º período de avaliação (Nov./Dez.), no modelo otimizado de utilização dos diversos alimentos disponíveis na Coudelaria.

**Tabela 16.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 6º período, Nov./Dez.

Categoria	Ingestão diária do alimento (kg MS)					
	Az	M	C	AG	R	T
Garanhões	6,0	0,0	0,0	2,4	0,0 (5,0)	8,4
Matriz Vazia	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	6,5
Matriz c/ Potro	4,6	1,9	2,1	1,4	0,0 (5,0)	10,0
Potro Desmamado	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0 (5,0)	5,0
Potro + 1 ano	1,8	0,0	4,9	0,2	0,0 (5,0)	7,0

Valores entre parêntesis representam o arraçamento praticado atualmente. Az (Azevém), M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 9.** Ingestão diária de alimento (kg MS) no 6º período, Nov./Dez.

Az (Azevém), M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), R (Ração) e T (Total por equino)

Nesse período há uma disponibilidade de azevém e milho, final da produção de inverno e início da produção de forrageira de verão, respectivamente.

Ressaltasse que há otimização da produção de forragem pelas pastagens anuais, evidenciada pelos resultados da otimização com o modelo. Evita-se, assim, vazio forrageiro. Constatou-se que as necessidades nutricionais das diversas categorias são plenamente atendidas pelas pastagens e o uso da aveia em grão, não havendo necessidade do emprego da ração industrializada.

#### **4.7. Análise Geral**

O Quadro 2 apresenta dados agregados do consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período. Os valores entre parêntesis representam as quantidades de ração consumida, por período, no sistema de manejo atualmente aplicado aos animais ao longo do ano na Coudelaria.

As Figuras 10 e 11 mostram o consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período e por categoria em kg/MS por equino

Ressalta-se que o emprego do modelo de otimização possibilita a gestão do planejamento forrageiro, podendo-se calcular as quantidades de forrageiras necessárias para atender as exigências nutricionais mínimas de cada categoria, ao longo do ano.

Conforme o modelo implementado, a necessidade de aveia em grão para a otimização é de 352.750 kg (Quadro 2).

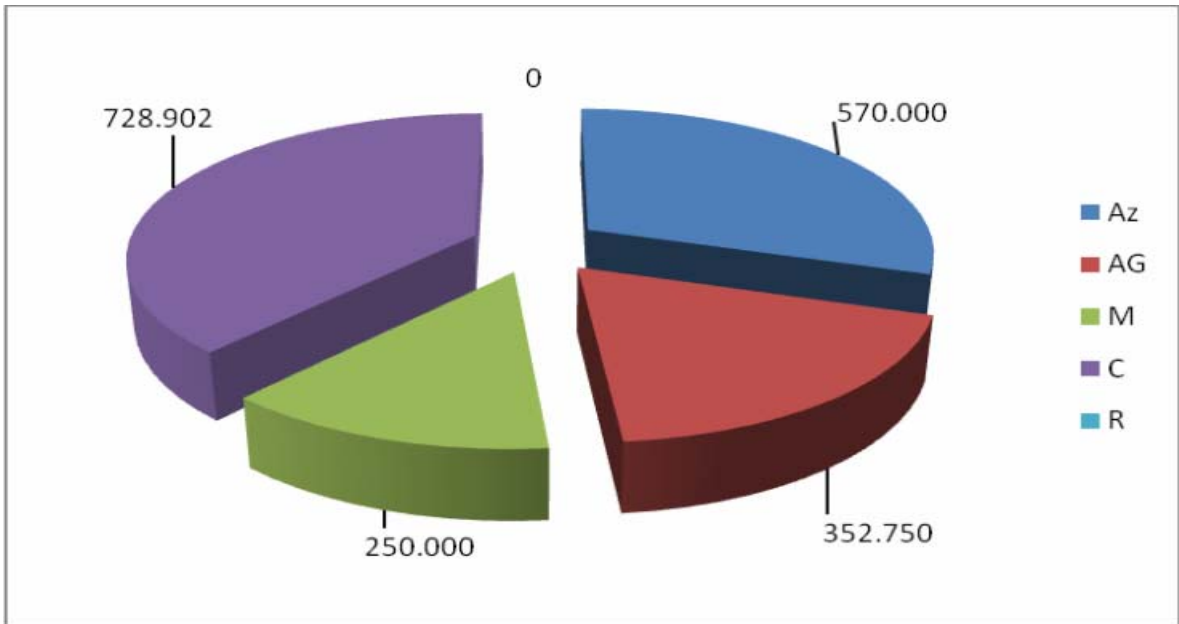
Anualmente a Coudelaria de Rincão utiliza na alimentação dos animais, cerca de 1.232.700 kg de ração industrializada, com um custo da ordem de R\$ 862.890,00, conforme a Tabela 1 e o Quadro 1.

De acordo com os resultados obtidos é possível substituir totalmente a ração industrializada pela aveia em grão, associada à pastagem de azevém, milho e campo nativo.

Conforme a Tabela 4, o custo total de produção das pastagens artificiais, aveia em grão e campo nativo é da ordem de R\$ 281.950,00.

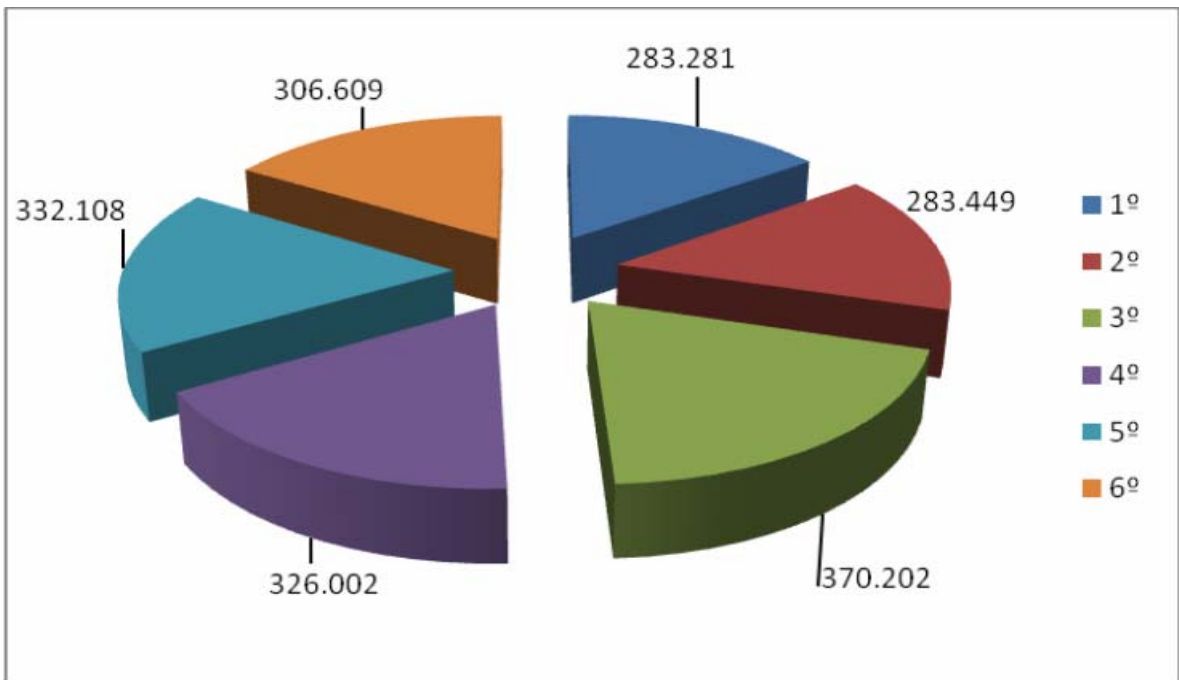
Do exposto, o planejamento otimizado de alimentação, para o sistema de criação dos eqüinos em pastejo, constatou uma minimização dos custos na ordem de R\$ 580.940,00.

Assim sendo, a aplicação do modelo de otimização nesse trabalho evidenciou ser uma ferramenta de potencial no planejamento de utilização dos recursos forrageiros com impactos favoráveis no fomento do agronegócio, particularmente na eqüinocultura.



**Figura 10.** Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por categoria em kg/MS.

M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)



**Figura 11.** Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período em kg/MS.

**Quadro 2.** Consumo total das dietas economicamente ótimas para a Coudelaria de Rincão, por período.

Período	Ingestão por período de alimento (kg MS)					
	Alimento					
	Az	AG	M	C	R	T
1º	0,0	32.250,3	100.000,0	151.031,1	0,0 (169.700,0)	283.281,4
2º	0,0	115.663,2	100.000,0	67.785,5	0,0 (196.600,0)	283.448,6
3º	95.000,0	106.047,4	0,0	169.154,6	0,0 (219.600,0)	370.202,0
4º	190.000,0	31.641,5	0,0	104.361,0	0,0 (224.750,0)	326.002,4
5º	190.000,0	20.456,1	0,0	121.651,9	0,0 (222.650,0)	332.108,0
6º	95.000,0	46.691,3	50.000,0	114.917,9	0,0 (199.400,0)	306.609,2
Total	570.000,0	352.749,8	250.000,0	728.901,9	0,0 (1.232.700)	1.901.651,7

Valores entre parêntesis representam a quantidade de ração consumida por período no manejo aplicado atualmente. M (Milheto), C (Campo nativo), AG (Aveia Grão), Az (Azevém), R (Ração) e T (Total por equino)

## 5. CONCLUSÃO

A programação linear mostrou-se, no presente trabalho, uma ferramenta útil e altamente eficiente para a otimização do uso dos recursos forrageiros, atendendo a todas as restrições e exigências nutricionais das diferentes categorias animais em questão. Os resultados viabilizam a substituição racional da ração industrializada por itens de alimentação propostos pelo problema, repercutindo em apreciável ganho econômico.

O conhecimento do potencial de produção forrageiro constitui-se num importante fator do gerenciamento do agronegócio, pois possibilita a adoção da adequada pressão de pastejo otimizando o emprego da área e gerando o maior ganho com o menor custo, contribuindo assim com o fomento da eqüinocultura. .

Novos estudos visando dar maior precisão aos resultados devem incluir levantamento local da produtividade e do valor nutritivo das forrageiras ao longo do ano. Assim como, pesquisas que contemplem o acompanhamento zootécnico dos animais após a implantação do modelo otimizado, análise com relação ao processo decisório e a análise de sensibilidade com relação ao relaxamento da restrição do uso da ração industrializada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G.ES. Odontologia como parte da gastroenterologia – sanidade dentária e digestibilidade – In: 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIRURGIA E ANESTESIOLOGIA VETERINÁRIA, Mini-curso de Odontologia Eqüina. **Anais...** Indaiatuba: Faculdade de Jaguariuna, SP, 2004. 85 p.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos.** 4. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 387p.

ARAÚJO, K.V. **Métodos para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes em eqüinos.** 1999. 155p. Tese de Doutorado. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.

AGOSTINI, I; Silva M. C, ROCKENBACH I.H. **Farm management and the economics of grain feed use in dairying.Custos e @gronegocio on line - v.2 – Special Edition - Oct - 2006.**

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br). Acessado em 28 de novembro de 2007.

BARIONI, L.G. et al. Planejamento alimentar e ajustes de taxas de lotação em fazendas de pecuária de corte. In: II SIMBOI. Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na Bovinocultura de Corte. **Anais...** Brasília, 2006.

BARIONI, L.G.; VELOSO, R.F.; JUNIOR, G.B.M. **Modelos matemáticos aplicados a sistemas de produção animal em pastagens.** EMBRAPA Cerrados, 2003.

BOLDRINI, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociência da UFRGS,** Porto Alegre, n. 56, 1997, 39 p.

CAMPOS, V.A.L. **Avaliação zootécnica e genética dos eqüinos do exército brasileiro.** 2003. 000f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

CAMPOS, B.H.C. de. **A cultura do milho no plantio direto.** Cruz Alta: FUNDACEP/ FECOTRIGO, 1998. 189p.

CARAMBULA, M. **Aspectos relevantes para la producción forrajera.** Montevideo: INIA – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 46p. 1991. **Série Técnica 19.**

CARR, D.K.; LITTMAN, L.D. **Excelência nos serviços públicos: gestão da qualidade total na década de 90.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

CONTERATO, Marcelo Antonio. **A mercantilização da agricultura familiar no Alto Uruguai/RS: um estudo de caso no município de Três Palmeiras.** 2004. 192f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CUNHA, T.J. **Horse feeding and nutrition.** 2<sup>nd</sup> ed. London: Academy Press, 1991. 445 p.

EXERCITO BRASILEIRO, DEPARTAMENTO GERAL DE SERVIÇOS (EB/DGS). Portaria nº 036, de 16/12/1999. **Aprova as Instruções Reguladoras das Atividades de Remonta e Veterinária, em Tempo de Paz (IR 70-19).** Disponível em [www.dlog.eb.mil.br](http://www.dlog.eb.mil.br). Acessado em 28/11/2007.

ESTREQ, E. V.et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2002.

DANTIZG, G.B. Maximization of a Linear Function of Variables Subject to Linear Inequalities. In: **Activity Analysis of Production and Allocation** [edited by T.C. Koopmans], John Wiley & Sons, New York, 1951. 339-347.

DE MORI, C. Estimativa de custo de produção de aveia grão, por hectare. **Comunicado Técnico online, 117.** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2004.

DEPARTAMENTO LOGÍSTICO (D Log), EXÉRCITO BRASILEIRO. **Relatório anual da seção de veterinária.** Coudelaria de Rincão, 2005.

DEPARTAMENTO LOGÍSTICO (D Log), EXÉRCITO BRASILEIRO Portaria nº 13-dlog, de 7 de outubro de 2005. **Aprova catálogo de especificações dos Artigos de Subsistência (CEAS) – 6ª Edição.** Brasília - DF, 21 de outubro de 2005.

FEPAGRO. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Unidade de validação: manejo e melhoramento da pastagem ativa. **Comunicado Técnico n. 13.** Porto Alegre/RS, 2005.

FRIZZO, A. **Níveis de suplementação energética em pastagem hiberna na recria de terneiras de corte.** 109f. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pósgraduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

GONÇALVES, J.O.N. et al. Efeito do deferimento estacional sobre a produção e composição botânica de dois campos naturais, em Bagé, RS. **Boletim de Pesquisa, 18.** Bagé: EMBRAPA Pecuária Sul, 1999. 34p.

HINTZ, H.F.; HOGUE, D.E.; WALKER, E.F. et al. Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage - grain rations. **Journal of Animal Science**, v. 32, n. 2, p. 245-248, 1971.



KICHEL, A.N. Uso do milheto como planta forrageira. **Embrapa Gado de Corte Divulga**, Campo Grande, MS, n. 46, dez. 2000.

MAPA/CONAB. **Séries históricas de produção safras 1990-91 a 2004-2005**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 set. 2005.

MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**. v. 32, n. 1, p. 127-132, 2002.

NAMEN A. A., BORNSTEIN C.T. **UMA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE DIVERSOS MODELOS DE OTIMIZAÇÃO DE DIETAS** Engenharia de Sistemas e Computação / COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Rio de Janeiro – RJ Pesquisa Operacional, v.24, n.3, p.445-465, Setembro a Dezembro de 2004.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of horses**. 5. Ed. Washington. D.C, 1989. 100p.

OVIEDO, E. O. **FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE COM BASE EM ALVOS DE DESEMPENHO**. VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura – Avesui Centro-Oeste. Seminários Técnicos de Avicultura 13, 14 e 15 de setembro de 2005 – Goiânia–GO.

PAULINO, V.T. **Pastagens de inverno**. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br>>. Acesso em: 28 out. 2004.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. 13º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. 352 p.

RESTLE, J.; ROSO, C.; OLIVEIRA, A.N. et al. **Suplementação energética para vacas de descarte de diferentes idades em terminação em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário**. Revista Brasileira Zootecnia, v. 29, n. 4 Viçosa jul/ago.2000.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Secretaria do Planejamento e Gestão, 2007. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp>>. Acesso em: 04 dez. 2006.

SANTOS, S.A. et al. Sistema de criação de cavalos pantaneiros no pantanal. **Arch. Zootec**. n. 53, p. 333-336, 2004.

SATTLER, R.A et al. **Caracterização física e química de um argissolo sob campo nativo no estado do Rio Grande Do Sul**. Santa Maria, RS: Departamento de Solos/UFSM, 2003.

SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; ESTEVES, S.N. **Criação de eqüinos: manejo reprodutivo e da alimentação**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. 99p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SOLVER.COM. **Solver technology – linear programming and quadratic programming**. Disponível em: <<http://www.solver.com/technology2.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2007.

TOSO E.A., MORABITO V.R. **Otimização no Dimensionamento e Seqüenciamento de Lotes de Produção: Estudo de Caso numa Fábrica de Rações**. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, v.12, n.2, p.203-217, maio-ago. 2005.

TRAVI, Magdalena Reschke Lajús; ARALDI, Daniele; MOOJEN, Eduardo; QUADROS, Fernando; CORRÊA, Francisco ; BANDINELLI, Duílio ; SCHWARTZ, Frederico . **Produção animal e vegetal em pastagem natural sobre-semeada com e sem glifosato**. In: Reunión de Grupo Técnico en Forrageras del Cono Sur, 2002, Corrientes. Sistemas de Produccion Caminos para una Integracion Sustentable, 2002. v. I. p. 147-222.

TREVISAN, N.B.; SILVEIRA, V.C.P.; SILVA, A.C.F.; QUADROS, F.L.F. **Simulações econômicas de cenários tecnológicos para a produção de bovinos destinados a aliança mercadológica no Rio Grande do Sul**. 3º ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA. Porto Alegre: PUCRS, 2006. Disponível em: <[www.pucrs.br/eventos/3eeg/Artigos/m13t01.pdf](http://www.pucrs.br/eventos/3eeg/Artigos/m13t01.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2006

KICHEL, A. N; MIRANDA, C. H. B. Embrapa.Gado de corte. **Uso do milheto como planta forrageira**. Campo Grande, MS, dez. 2000 n. 46. ISSN 1516-5558.

**ANEXOS**

## Anexo A. Tabela de demanda diária de azevém (100% de MS)

As necessidades diárias de forragem com base na matéria seca, por categoria, estão descritas nas tabelas abaixo.

### Demanda diária de azevém (100% de MS)

Categoria animal	Demanda diária de forragem – Azevém (MS) - 100% MS											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	176	176	176	176	176	176	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	220	0	0	0	0	0	0	220	220	220	220	220
Matrizes vazias	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1
Matrizes vazias c/ potro	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4	514,4
Matrizes prenhas	0	0	447,5	895	1628,9	1628,9	1628,9	1628,9	1628,9	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	2340,5	2340,52	1697,5	1054,52	0	0	0	0	0	2340,5	2340,52	2340,52
Potros desmamados	0	0	340,5	681	1021,5	1021,5	1021,5	1021,5	1021,5	1021,5	1021,5	1021,5
Potros c/ 1 ano	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5	1288,5
Potros c/ 2 anos	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5	223,5
<b>Total</b>	<b>6002</b>	<b>5958,02</b>	<b>6103</b>	<b>6248,02</b>	<b>6267,9</b>	<b>6267,9</b>	<b>6267,9</b>	<b>6311,9</b>	<b>6311,9</b>	<b>7023,5</b>	<b>7023,52</b>	<b>5742,52</b>
Demanda de energia, em Mcal	13204	13107,64	13427	13745,6	13789	13789	13789,38	13886	13886,18	15452	15451,7	12633,54
Demanda de proteína, em kg	1074,4	1066,486	1092,4	1118,4	1122	1122	1121,954	1129,8	1129,83	1257,2	1257,21	1027,911

## Anexo B. Tabela de demanda diária de aveia, em grãos

Categoria animal	Demanda diária de forragem - Aveia grão											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	121,2	121,2	121,2	121,2	121,2	121,2	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	151,8	0	0	0	0	0	0	151,8	151,8	151,8	151,8	151,8
Matrizes vazias	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8
Matrizes vazias c/ potro	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6	353,6
Matrizes prenhas	0	0	307,5	615	1119,3	1119,3	1119,3	1119,3	1119,3	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	1608,9	1608,9	1166,9	724,9	0	0	0	0	0	1608,9	1608,88	1608,88
Potros desmamados	0	0	234	468	702	702	702	702	702	702	702	702
Potros c/ 1 ano	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885
Potros c/ 2 anos	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	880,5	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6	153,6
Total	4125,2	4094,6	4194,1	4294	4307	4307	4307	4337,6	4337,6	4827,2	4827,18	3946,68

## Anexo C. Tabela de Demanda diária de milho

Categoria animal	Demanda diária de forragem – milho											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	138	138	138	138	138	138	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	173	0	0	0	0	0	0	173	173	173	173	173
Matrizes vazias	105,12	105,12	105,12	105,1	105,12	105,12	105,12	105,12	105,12	105,12	105,12	105,12
Matrizes vazias c/ potro	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8	402,8
Matrizes prenhas	0	0	350,5	701	1275,8	1275,8	1275,82	1275,8	1275,82	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	1832,7	1832,7	1329,2	825,7	0	0	0	0	0	1832,7	1832,74	1832,74
Potros desmamados	0	0	267	534	801	801	801	801	801	801	801	801
Potros c/ 1 ano	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011
Potros c/ 2 anos	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2	175,2
<b>Total</b>	<b>4704,9</b>	<b>4669,9</b>	<b>4783,9</b>	<b>4898</b>	<b>4913,9</b>	<b>4913,9</b>	<b>4913,94</b>	<b>4948,9</b>	<b>4948,94</b>	<b>5505,9</b>	<b>5505,86</b>	<b>4500,86</b>

## Anexo D. Tabela de demanda diária de campo nativo no verão

Categoria animal	Demanda diária de forragem - C. Nativo verão											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	179,6	179,6	179,6	179,6	179,6	179,6	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	225	0	0	0	0	0	0	225	225	225	225	225
Matrizes vazias	136,62	136,62	136,62	136,6	136,62	136,62	136,62	136,62	136,62	136,62	136,62	136,62
Matrizes vazias c/ potro	524	524	524	524	524	524	524	524	524	524	524	524
Matrizes prenhas	0	0	456	912	1659,8	1659,8	1659,84	1659,8	1659,84	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	2384,2	2384,2	1729,2	1074	0	0	0	0	0	2384,2	2384,2	2384,2
Potros desmamados	0	0	347	694	1041	1041	1041	1041	1041	1041	1041	1041
Potros c/ 1 ano	1312,5	1312,5	1312,5	1313	1312,5	1312,5	1312,5	1312,5	1312,5	1312,5	1312,5	1312,5
Potros c/ 2 anos	1305	1305	1305	1305	1305	1305	1305	1305	1305	1305	1305	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7
<b>Total</b>	<b>6115</b>	<b>6069,6</b>	<b>6217,6</b>	<b>6366</b>	<b>6386,3</b>	<b>6386,3</b>	<b>6386,26</b>	<b>6431,7</b>	<b>6431,66</b>	<b>7156</b>	<b>7156,02</b>	<b>5851,02</b>

## Anexo E. Tabela de demanda diária de campo nativo no inverno

Categoria animal	Demanda diária de forragem - C. Nativo inverno											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Garanhões	0	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8	0	0	0	0	0
Garanhões em reprodução	184	0	0	0	0	0	0	184	184	184	184	184
Matrizes vazias	111,78	111,78	111,78	111,8	111,78	111,78	111,78	111,78	111,78	111,78	111,78	111,78
Matrizes vazias c/ potro	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4	428,4
Matrizes prenhas	0	0	373	746	1357,7	1357,7	1357,72	1357,7	1357,72	0	0	0
Matrizes prenhas c/ potro	1949,2	1949,2	1413,7	878,2	0	0	0	0	0	1949,2	1949,22	1949,22
Potros desmamados	0	0	284	568	852	852	852	852	852	852	852	852
Potros c/ 1 ano	1072,5	1072,5	1072,5	1073	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5
Potros c/ 2 anos	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	0
Fêmeas c/ 3 a 4 anos	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3	186,3
<b>Total</b>	<b>5000,2</b>	<b>4963</b>	<b>5084,5</b>	<b>5206</b>	<b>5223,5</b>	<b>5223,5</b>	<b>5223,5</b>	<b>5260,7</b>	<b>5260,7</b>	<b>5852,2</b>	<b>5852,2</b>	<b>4784,2</b>



**Anexo F. Tabela de pluviosidade da região de São Borja- RS, no período de 1980 a 2005**

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total	Média
2005	69,8	14,1	107,9	321,7	279,0	193,6	12,4	139,5	93,0	240,8	75,0	160,0	1706,8	142,2
2004	76,3	42,8	60,3	124,8	25,8	75,2	59,0	48,3	68,2	129,8	152,6	109,6	972,7	81,1
2003	106,0	226,7	238,5	244,9	9,5	104,4	64,5	59,7	71,7	177,3	175,1	292,8	1771,1	147,6
2002	114,4	95,8	251,7	300,3	189,2	126,2	175,2	189,5	184,8	529,2	208,6	306,9	2671,8	222,7
2001	329,6	74,0	204,8	259,2	34,3	171,0	65,0	77,3	165,9	155,6	80,8	11,6	1629,1	135,8
2000	95,0	67,8	284,2	118,1	168,9	211,2	49,5	90,7	152,3	260,8	161,8	251,7	1912,0	159,3
1999	5,0	218,0	168,5	178,5	259,1	95,3	93,4	15,5	183,9	160,4	81,6	157,8	1617,0	134,8
1998	237,2	271,7	178,5	445,9	47,0	86,5	91,0	96,7	142,3	116,0	56,1	196,3	1965,2	163,8
1997	134,0	206,0	44,4	66,2	117,5	51,8	32,4	34,8	141,0	476,7	250,6	237,0	1792,4	149,4
1996	294,8	234,4	32,0	257,8	6,2	85,0	28,4	60,0	95,4	205,0	104,0	157,2	1560,2	130,0
1995	120,8	124,5	135,2	31,8	197,0	28,3	52,7	106,0	82,6	84,0	17,1	128,7	1108,7	92,4
1994	72,9	254,0	102,7	157,3	137,3	101,7	176,6	50,9	93,8	83,2	170,4	85,0	1485,8	123,8
1993	268,8	22,6	171,5	129,9	212,4	85,1	100,0	12,2	52,7	164,0	347,9	198,2	1765,3	147,1
1992	60,0	218,7	155,1	271,5	177,7	42,0	49,4	46,4	82,6	181,9	69,6	122,4	1477,3	123,1
1991	82,0	97,6	67,0	208,6	80,7	141,7	66,7	14,1	100,7	70,0	106,2	245,0	1280,3	106,7
1990	73,6	89,7	271,5	411,8	69,1	125,1	64,8	24,8	189,1	225,2	244,4	140,4	1929,5	160,8
1989	287,3	32,0	118,7	101,2	6,6	135,0	62,5	130,0	156,7	168,1	105,7	164,9	1468,7	122,4
1988	171,4	112,2	120,5	172,2	15,9	65,7	40,6	56,0	198,4	71,9	86,6	103,8	1215,2	101,3
1987	141,7	79,2	248,9	330,9	111,0	114,5	303,4	80,5	132,2	63,9	61,6	79,8	1747,6	145,6
1986	88,0	168,5	454,9	461,6	282,2	247,9	89,9	163,6	158,1	173,8	308,0	61,7	2658,2	221,5
1985	7,4	237,7	250,1	276,2	343,4	147,9	229,4	85,6	249,6	92,7	10,2	93,4	2023,6	168,6
Média mensal	132,2	135,9	167,5	217,2	142,6	118,6	90,3	80,4	129,8	181,7	147,1	146,0	1689,1	140,8

**Anexo G. Tabela de temperaturas mínimas, máximas e médias normais e URAr mensal, no período de 1995 a 2005, em São Borja, RS**

<u>Ano</u>	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Umidade Relativa
1996-2005	Máxima Normal (°C)	Mínima Normal (°C)	Média Normal (°C)	Ar Normal (%)
Janeiro	33,3	19,9	26,60	69
Fevereiro	32,8	19,7	26,25	71
Março	30,8	18,2	24,50	75
Abril	26,6	14,5	20,55	79
Maio	23,6	12,4	18,00	80
Junho	20,9	10,8	15,85	82
Julho	21,0	9,6	15,30	79
Agosto	23,6	10,5	17,05	75
Setembro	24,4	12,5	18,45	77
Outubro	26,8	14,3	20,55	75
Novembro	29,7	16,3	23,00	69
Dezembro	32,3	18,3	25,30	67

Fonte: FEPAGRO-RS

**Anexo H. Tabela de temperaturas mínimas, máximas e médias normais e URAr, média anual, no período de 1995 a 2005, em São Borja, RS**

Ano	Temp. máx(°C)	Temp. mín (°C)	Temp. média (°C)	UR(%)
1996	26,06	15,13	20,59	72,83
1997	27,01	16,06	21,53	71,83
1998	25,48	15,26	20,37	77,83
1999	26,59	14,80	20,50	70,58
2000	26,48	15,28	20,88	62,25
2001	27,58	16,69	22,14	69,83
2002	26,76	15,96	21,36	70,83
2003	26,93	23,03	24,98	70,08
2004	27,15	15,28	21,21	68,67
2005	27,15	15,98	21,56	70,00

Fonte: FEPAGRO-RS

## Anexo I. Quantidade ótima de recurso forrageiro, em kg, por categoria e por período

### 1º Período (janeiro e fevereiro)

FORAGEM	Garanhões	Matriz Vazias	Matriz com Potro	Potro Desmamado	Potro + 1 ano	Matriz Prenha
Milheto	6,00	0,00	4,50	-	1,92	-
Campo	0,00	6,56	3,47	-	4,91	-
Aveia/Grão	2,32	0,00	2,03	-	0,17	-
Ração	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-
Total	8,32	6,56	10,00		7,00	

### 2º Período (março e abril)

FORAGEM	Garanhões	Matriz Vazias	Matriz com Potro	Potro Desmamado	Potro + 1 ano	Matriz Prenha
Milheto	3,92	0,11	4,21	2,50	2,20	1,19
Campo	0,00	3,33	1,57	0,00	1,68	2,89
Aveia/Grão	2,62	2,29	3,85	2,50	2,59	2,72
Ração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	6,54	5,72	9,63	4,99	6,47	6,81

### 3º Período (maio e junho)

Fragem	Garanhões	Matriz Vazias	Matriz com Potro	Potro Desmamado	Potro + 1 ano	Matriz Prenha
Azevém	4,00	0,00	4,61	2,46	2,08	1,69
Campo	0,00	8,12	1,39	0,04	2,12	6,53
Aveia/Grão	2,55	1,88	4,00	2,50	2,80	1,78
Ração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	6,55	10,00	10,00	5,00	7,00	10,00

### 4º Período (julho e agosto)

Fragem	Garanhões	Matriz Vazias	Matriz com Potro	Potro Desmamado	Potro + 1 ano	Matriz Prenha
Azevém	6,00	3,06	9,49	2,56	5,82	3,60
Campo	0,00	3,62	0,00	0,00	1,18	4,44
Aveia/Grão	2,32	0,00	0,51	2,44	0,00	0,00
Ração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	8,32	6,67	10,00	5,00	7,00	8,04

**5º período (setembro e outubro)**

FORAGEM	GARANHÕES	MATRIZ VAZIAS	MATRIZ COM POTRO	POTRO DESMAMADO	POTRO + 1 ANO	MATRIZ PRENHA
Azevém	6,00	0,48	9,49	2,56	6,67	1,65
Campo	0,00	5,70	0,00	0,00	0,06	5,70
Aveia/Grão	2,33	0,00	0,51	2,44	0,00	0,00
Ração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	8,33	6,18	10,00	5,00	6,73	7,36

**6º Período (novembro e dezembro)**

FORAGEM	GARANHÕES	MATRIZ VAZIAS	MATRIZ COM POTRO	POTRO DESMAMADO	POTRO + 1 ANO	MATRIZ PRENHA
Azevém	6,00	0,00	4,62	0,00	1,83	-
Milheto	0,00	0,00	1,96	2,56	0,00	-
Campo	0,00	6,56	2,03	0,00	4,98	-
Aveia/Grão	2,33	0,00	1,40	2,44	0,19	-
Ração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Total	8,33	6,56	10,00	5,00	7,00	-

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)