DEDALUS - Acervo - FMVZ

MARIA CLAUDIA ARARIPE SUCUPIRA

**Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no
diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes**

Tese apresentada para a obtenção do
título de Doutor, junto à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo

Departamento:
Clínica Médica

Área de concentração:
Doenças Nutricionais e Metabólicas

Orientador:
Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani

Acervo - FMVZ 021970

São Paulo
2003

1012184

N.º CLASSIFICAÇÃO
T. 2225
FMVZ
2.1
N.º TOMBO
021970

545101305579

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1175 Sucupira, Maria Claudia Araripe
FMVZ Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes / Maria Claudia Araripe Sucupira. -- São Paulo : M. C. A. Sucupira, 2003.
173 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, 2003.
Área de concentração: Doenças Nutricionais e Metabólicas.
Orientador: Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani.

1. Ruminantes 2. Desnutrição protéico-energética.
3. Bovinos. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: SUCUPIRA, Maria Claudia Araripe

Título: Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Clínica Veterinária

Aprovado em: __ / __ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani

Julgamento: _____

Instituição: FMVZ-USP

Assinatura: _____

Prof. Dr. Wanderley Pereira de Araújo

Julgamento: _____

Instituição: FMVZ-USP

Assinatura: _____

Profa. Dra. Alice M^a Melville Paiva Della Libera

Julgamento: _____

Instituição: FMVZ - USP

Assinatura: _____

Prof. Dr. Luiz Augusto Batista Brito

Julgamento: _____

Instituição: UFG

Assinatura: _____

Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos

Julgamento: _____

Instituição: ESALQ - USP

Assinatura: _____

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais George William e Maria Thereza; aos meus irmãos, Maria Cristina, Maria Cecília, Paulo Roberto e Pedro Henrique; aos meus sobrinhos João Paulo e Bianca, pelo apoio, incentivo, amor, carinho e compreensão. Muito obrigada por existirem e estarem presentes na minha vida sempre mostrando a força que tem uma família.

Ao meu marido André Luiz, pelo amor, apoio e dedicação. Muito obrigada pelo companheirismo e pela ajuda durante esses últimos três anos.

Ao meu filho Leonardo pelo bom comportamento e pela total companhia durante a fase final deste trabalho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani, com toda a minha admiração e respeito agradeço a orientação, o compartilhamento dos ensinamentos e experiência de vida. Seu entusiasmo com a pesquisa e com a Medicina Veterinária é fascinante e realmente incentiva o pesquisador. Muito obrigada à sua esposa Eliane, aos filhos Julia e Enrico pela hospitalidade e oportunidade de convívio especialmente no final do ano de 2002.

A amiga Clara Satsuki Mori, pela grande e competente ajuda durante todo o doutorado tanto durante todas as coletas como durante toda a parte laboratorial e até mesmo de confecção da tese. Muito obrigada pelo convívio, amizade, dedicação durante esse período.

Aos colegas de doutorado, especialmente os que fazem parte da “família científica Ortolani”, Alexandre Coutinho Antonelli; Celso Akio Maruta; Pierre Castro Soares; Neria Vânia Marcos dos Santos; Sandra Satiko Kitamura; muito obrigada pelo convívio, amizade e companheirismo, sem esquecer a ajuda de vocês durante as cirurgias de descorna e colocação das cânulas de rúmen, mais uma vez, obrigada! Um agradecimento especial ao Celso e ao Pierre pela ajuda inclusive nas análises estatísticas e confecção de tabelas e à Sandra pela presença em todas as coletas.

A minha irmã Maria Cecília Araripe Sucupira, pela ajuda incondicional durante a fase experimental, bem como durante a confecção da tese, especialmente com a parte de formatação, muito obrigada Ceceu!!

A minha irmã Maria Cristina de Araripe Sucupira pela solicitude e ajuda.

A Harumi Doi Shiraishi, pela amizade, grande ajuda e por manter nosso “Bolão” ainda vivo...

Ao Agnaildo Arcanjo dos Santos, por ter tratado adequadamente dos animais durante todo o período experimental, bem como por ter ajudado em todas as coletas. Muito obrigada!

A Regina Mieko Sakata Mirandola, muito obrigada pelo incentivo, atenção e apoio durante as análises laboratoriais, bem como pela amizade e convívio.

Aos professores do Departamento de Clínica Médica, Profa. Dra. Alice Maria Melville Paiva Della Libera; Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Jr.; Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel; Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Jr.; Prof. Dr. José Fernando Benesi; Profa. Dra. Lílian Gregory; Prof. Dra. Raquel Yvone Arantes Baccarin; Prof. Dr. Wanderley Pereira de Araújo; Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes, pelo convívio e pelo compartilhamento de informações e experiências.

Aos funcionários do Hospital de eqüinos, Márcio De La Penha Chiacchio e especialmente ao Marquinho, ao Ganga, ao Luizinho, ao Osmar e ao Gervásio, pelo apoio estrutural e ajuda no manejo dos animais.

Aos colegas de pós-graduação, Lúcia Shoultzu, Maria Consuelo Caribe Ayres, Marta Lizandra do Rêgo Leal, Rinaldo Viana e especialmente à amiga Agnes Veridiana Mori, pela convivência e apoio.

Aos funcionários do departamento de Clínica Médica Alice, Adelaide Fátima de Jesus Borges, Maria Aparecida de Freitas e Abelardo Cecílio de Souza (Dinho) pelo apoio estrutural e convívio.

A Prof. Dra. Silvana Lima Górnaiak, do Departamento de Patologia e Toxicologia (VPT) da FMVZ/USP, pela amizade, apoio e por a grande responsável pelo meu início na área de pesquisa. Muito obrigada!

A VALLÉE S.A., indústria de produtos veterinários, em especial ao presidente Dr. Ronan de Freitas Pereira, ao diretor de gestão tecnológica, Dr. Américo Martins Craveiro e aos amigos e colegas da DGT, Alessandra Lima, Ana Célia Severo, Ana Karina, Cristina Cortez, Jorge Couto, Maria Thereza Terreran, Moacir Marchioli, Sérgio Cirillo, pela amizade, convívio e apoio especialmente durante a fase final deste trabalho.

A Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, pela minha formação acadêmica e pelo presente trabalho de doutorado.

A FAPESP, pelo apoio financeiro ao projeto, possibilitando assim sua realização.

A CAPES pela concessão da bolsa durante um ano e meio.

A Universidade de São Paulo, por toda a sua estrutura e por me acolher desde 1990.

RESUMO

SUCUPIRA, M.C.A. **Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes**. [Comparative study of clinical laboratory assays for the diagnosis of prolonged energetic deficit in steers]. 2003. 173 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Para comparar indicadores no diagnóstico laboratorial da carência energética e avaliar sua influência no quadro clínico, 12 garrotes foram aleatoriamente distribuídos em três grupos iguais e receberam, por 140 dias, as seguintes dietas: (G1) adequada, para ganho de peso de 900g/dia (13% de PB e 17,7 Mcal/d de ED); (G2) 80% dos requerimentos de manutenção (7% de PB e 5,8 Mcal/d de ED); e (G3) 60% desses requerimentos (5% de PB e 4,7 Mcal/d de ED). Dois animais do G3 sucumbiram ao término do experimento. A carência provocou menor consumo de alimentos, diminuição do escore de condição corporal, sem alterar o peso vivo. Embora o volume ruminal tenha sido semelhante entre todos os grupos, as taxa de passagem e de renovação de líquidos foram menores nos grupos carentes. O déficit energético reduziu a produção ruminal de ácidos graxos voláteis totais e de suas frações. O tempo de redução de azul de metileno no suco ruminal foi maior, enquanto que os índices de excreção urinária de alantoína e de ácido úrico foram menores nos grupos carentes. Os melhores indicadores do *status* energético foram a glicemia e os teores de β -hidroxibutirato plasmáticos, que reduziram durante a carência; os AGLs não foram eficientes devido a alta variabilidade dos resultados. Não foram detectados corpos cetônicos na urina. O hematócrito e os teores séricos de uréia, albumina, globulinas e creatinina não se mostraram úteis no diagnóstico,

porém o índice de excreção urinária de uréia se reduziu, indicando maior conservação de nitrogênio pelo organismo carente. O déficit energético provocou diminuição nos batimentos cardíacos, atingindo em quadros avançados 30 bat/min; na frequência respiratória; nos movimentos e tonicidade ruminal. Quanto menor foi a glicemia menores foram os batimentos cardíacos ($r = 0,55$), a frequência respiratória ($r = 0,49$) e a tonicidade ruminal ($r = 0,81$). A temperatura retal permaneceu dentro dos valores de normalidade, mas hipotermia foi detectada precedendo à morte. Levando-se em conta a facilidade, praticidade e custo dos exames, sugere-se o diagnóstico de carência requisitando análise de glicose, β -hidroxibutirato plasmáticos, tempo de redução do azul de metileno no suco ruminal e índice de excreção urinária de ácido úrico.

Palavras-chave: Ruminantes. Desnutrição protéico-energética. Bovinos

ABSTRACT

SUCUPIRA, M.C.A. **Comparative study of clinical laboratory assays for the diagnosis of prolonged energetic deficit in steers.**[Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes]. 2003. 173 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

In order to compare laboratory diagnosis indicators of energetic deficit and evaluate their influence in the clinical picture, 12 steers were randomly distributed in 3 groups of 4 animals, which received the following diets for 140 days: (G1) adequate diet for weight gain of 900g/day (CP: 13% and DE: 17,7 Mcal/d); (G2) 80% of the maintenance requirements (CP: 7% and DE: 5,8 Mcal/d); (G3) 60% of the same requirements (CP: 5% and DE: 4,7 Mcal/d). Two animals from G3 died by the end of the experiment. The nutritional deficit led to lower feed intake and a decrease in the body condition score; without changing body weight. Although the rumen volume was similar in all three groups, the rates of liquid passage and ruminal turnover were lower in G2 and G3. The energetic deficit led to a reduced rumen production of total and fractions of volatile fatty acids. The time of blue methylene reduction in the rumen juice was longer, whereas the index of urinary excretion of allantoin and uric acid was lower in G2 and G3. The best indicators of the energetic status were glycemia and the plasma level of β -hydroxybutyrate, which were both reduced during the deficit energetic. NEFA levels were not effective, due to the high variability of the results. Ketone bodies were not detected in the urine. Hematocrit and serum levels of urea, albumin, globulin and creatinin were not useful for malnutrition diagnosis, but the index of urinary excretion of urea was decreased, indicating that malnourished

bodies were keeping Nitrogen. The energetic deficit caused a gradual decrease in cardiac rates, falling to 30 beats/min in advanced deficit of energy. Reduced respiratory frequency and rumen tonus was also altered in this condition. Low glycemia was related to decreased heart beat frequency ($r=0.55$), to respiratory frequency ($r=0.49$) and to rumen tonus ($r=0.81$). The rectal temperature remained within normal values; however hypothermia was detected preceding death. Taking into account costs and friendly usage of assays, we suggest the analysis of glucose, plasma β -hydroxybutirate, time of reduction of methylene blue in the rumen juice, and index of urinary excretion of uric acid for the diagnosis of energetic deficit.

Key words: Ruminants. Proteic – energetic deficit. Bovine.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** Valores médios e respectivos desvios padrão do consumo de matéria seca (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 2** Valores médios e respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 3** Valores médios e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 4** Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (batimentos por minuto - bpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 5** Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência respiratórios (movimentos por minuto – mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 6** Valores médios e respectivos desvios padrão dos movimentos ruminais (a cada três minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 7** Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 8** Valores médios e respectivos desvios padrão para o hematócrito (%) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 9** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 10** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 11** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 12** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 13** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatinina (μ mol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 14** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de proteína total (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 15** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de albumina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 16** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 17** Valores médios e respectivos desvios padrão do pH urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 18** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração urinária de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 19** Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração urinária de alantoína (mmol/L), sem correção para o volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 20** Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de alantoína (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 21** Valores médios e respectivos desvios padrão de ácido úrico urinário (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 22** Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de ácido úrico (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 23** Valores médios e respectivos desvios padrão de uréia urinária (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 24** Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 25** Valores médios e respectivos desvios padrão para o pH ruminal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 26** Valores médios e respectivos desvios padrão para o tempo de redução do azul de metileno (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 27** Relação entre concentração ruminal de ácido propiônico (mmol/L) e glicemia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 28** Relação entre glicemia (mmol/L) e concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 29** Relação entre glicemia (mmol/L) e concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 30** Relação entre concentração de AGV no rúmen (mmol/L) e β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 31** Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen (mmol/L) e β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 32** Relação entre concentração sérica de uréia (mmol/L) e IEUU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 33** Relação entre as concentrações séricas de albumina (g/L) e globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 34** Relação entre as concentrações séricas de proteína total (g/L) e globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 35** Relação entre CMS (kg) e concentração de AGV no rúmen (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 36** Relação entre CMS (kg) e RAM (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 37** Relação entre RAM (minutos) e IEUA (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 38** Relação entre RAM (minutos) e IEUAU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 39** Relação entre FDN (%) e RAM (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 40** Relação entre FDN (%) e CMS (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 41** Relação entre IEUA (mmol/L) e IEUAU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 42** Relação entre FC (bpm) e FR (mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 43** Relação entre glicemia (mmol/L) e FC (bpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Gráfico 44** Relação entre glicemia (mmol/L) e FR (mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 45** Relação entre glicemia (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 46** Relação entre β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Gráfico 47** Relação entre ácido butírico no rúmen (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição média das dietas (% MS; %PB; % FB; %EÑN; %EE; %MM; %NDT; %FDN; EB*) oferecidas aos grupos 1, 2 e 3 durante o período experimental de 140 dias. São Paulo, 2001.....
Tabela 2	Composição das dietas oferecidas com os respectivos percentuais médios e desvios padrões dos alimentos utilizados durante o período experimental. São Paulo, 2001.....
Tabela 3	Composição bromatológica do feno de coast-cross, do concentrado e do bagaço de cana-de-açúcar utilizados durante o período experimental. São Paulo, 2001.....
Tabela 4	Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para o consumo de matéria seca (CMS), em kg, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
Tabela 5	Valores médios, média geral e respectivos desvios padrões de peso vivo (em kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
Tabela 6	Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no início, metade e final do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
Tabela 7	Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (batimentos por minuto) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
Tabela 8	Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da frequência respiratória (movimentos por minuto) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Tabela 9** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do movimento ruminal (a cada 3 minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 10** Mediana da tonicidade dos movimentos ruminais no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 11** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 12** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de hematócrito (%), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 13** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 14** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 15** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Tabela 16** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de uréia sérica (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 17** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 18** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração sérica de proteína total no soro (g/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 19** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de albumina sérica (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 20** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração sérica de globulina (g/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 21** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do pH urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 22** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de creatinina urinária ($\mu\text{mol/L}$), sem estar corrigida pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Tabela 23** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de alantoína urinária (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 24** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de alantoína (mmol/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 25** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração urinária de ácido úrico (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 26** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de ácido úrico (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 27** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de uréia urinária (mmol/L), sem estar corrigida pelo volume urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 28** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 29** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do pH ruminal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

- Tabela 30** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do tempo de redução do Azul de Metileno (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 31** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do volume ruminal (L) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 32** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da taxa de passagem de líquidos (%/h) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 33** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da taxa de passagem de líquidos (%/h) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 34** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração de ácidos graxos voláteis totais (AGV total) (mmol/L) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 35** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido acético (mmol/L) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....
- Tabela 36** Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido propiônico (mmol/L) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo,

2001.....

Tabela 37 Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido butírico (mmol/L) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

Tabela 38 Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a proporção de ácido acético:ácido propiônico produzidos no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001.....

Tabela 39 Coeficientes de correlação e respectivos níveis de significância entre concentrações ruminais de AGV total, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, IEUA, IEUAU, RAM e CMS durante o período experimental. São Paulo, 2001.....

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACOD	acil-CoA oxidase
ACS	acil-CoA sintetase
AGLs	ácidos graxos livres
AGVs	ácidos graxos voláteis
BOHB	β -hidroxibutirato
bpm	batimentos por minuto
CMS	consumo de matéria seca
CV	coeficiente de variação
d	dia
EB	energia bruta
ECC	escore de condição corporal
ED	energia digestível
EE	extrato etéreo
EÑN	extrativo não nitrogenado
FB	fibra bruta
FC	frequência cardíaca
FDA	fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	fibra insolúvel em detergente neutro
FR	frequência respiratória
Graf.	gráfico
Ht	hematócrito
h	hora
IEUA	índice de excreção urinária de alantoína

IEUAU	índice de excreção urinária de ácido úrico
IEUU	índice de excreção urinária de uréia
L	litro
MEHA	3-metil-N-etil-N-(β -hidroxietil)-anilina
min	minutos
MM	matéria mineral
mmol	milimol
mpm	movimentos por minuto
MR	movimentos ruminais
MS	matéria seca
NDT	nutrientes digestíveis totais
NRC	national research council
POD	peroxidase
PB	proteína bruta
PEG	polietilenoglicol 4.000
PV	peso vivo
RAM	tempo de redução do azul de metileno
T°C	temperatura retal
Tab.	tabela
μ mol	micromol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	28
2 OBJETIVOS	31
3 REVISÃO DE LITERATURA	32
3.1 Consumo de matéria seca (CMS) e rúmen	32
3.2 Peso ponderal e escore de condição corporal	36
3.3 Efeito da carência energética no metabolismo dos animais	37
3.4 Perfil metabólico	42
3.5 Avaliação do <i>status</i> energético	45
3.6 Avaliação do <i>status</i> protéico	49
4 MATERIAL E MÉTODOS	53
4.1 Animais	53
4.2 Instalações	53
4.3 Tratamentos e Delineamento Experimental	54
4.4 Alimentos e Alimentação	55
4.5 Funções vitais e escore de condição corporal	58
4.6 Coleta e processamento das amostras sanguínea	59
4.6.1 Hematócrito	60
4.6.2 Concentração plasmática de glicose	60
4.6.3 Concentração plasmática de ácidos graxos livres (AGLs)	60
4.6.4 Concentração plasmática de β -hidroxibutirato	61
4.6.5 Concentração sérica de uréia	61
4.6.6 Concentração sérica de creatinina	61
4.6.7 Concentração sérica de proteína total	61
4.6.8 Concentração sérica de albumina	61
4.6.9 Concentração sérica de globulina	62
4.7 Coleta e processamento das amostras de urina	62
4.7.1 pH urinário	62
4.7.2 Concentração urinária de creatinina	63
4.7.3 Concentração urinária de alantoína	63
4.7.4 Concentração urinária de ácido úrico	63
4.7.5 Concentração urinária de uréia	63
4.7.6 Cálculo do índice de excreção urinária	63

4.7.7 Detecção da presença de corpos cetônicos na urina	64
4.8 Coleta e processamento das amostras de fluido ruminal	64
4.8.1 pH ruminal	64
4.8.2 Tempo de redução do azul de metileno	64
4.8.3 Volume ruminal, taxa de renovação e taxa de passagem de líquidos no rúmen	65
4.8.4 Concentração ruminal dos ácidos graxos voláteis (AGV).....	65
4.9 Análise Estatística	65
5 RESULTADOS	67
5.1 Consumo de matéria seca (CMS).....	67
5.2 Peso vivo	69
5.4 Escore de condição corporal (ECC)	71
5.4 Funções vitais (FC, FR, MR e T°C)	73
5.5 Hematócrito (Ht)	81
5.6 Concentração plasmática de glicose	83
5.7 Concentração plasmática de ácidos graxos livres (AGLs).....	84
5.8 Concentração plasmática de β -hidroxibutirato	86
5.9 Concentração sérica de uréia	88
5.10 Concentração sérica de creatinina	90
5.11 Concentração sérica de proteína total	91
5.12. Concentração sérica de albumina	93
5.13 Concentração sérica de globulina	94
5.14 pH urinário	96
5.15 Concentração urinária de creatinina	98
5.16 Concentração urinária e índice de excreção urinária de alantoína.....	99
5.17 Concentração urinária e índice de excreção urinária de ácido úrico	103
5.18 Concentração urinária e índice de excreção urinária de uréia.....	106
5.19 Corpos cetônicos na urina	110
5.20 pH ruminal.....	110
5.21 Redução do azul de metileno	112

5.22 Volume ruminal e taxa de renovação do fluido ruminal	114
5.24 Relação entre as variáveis.....	120
5.24.1 Relação entre concentração de ácido propiônico ruminal e glicemia	120
5.24.2 Relação entre glicemia e AGLs plasmático	121
5.24.3 Relação entre glicemia e β -hidroxibutirato plasmático	122
5.24.4 Relação entre concentração de AGV no rúmen e β -hidroxibutirato plasmático	122
5.24.5 Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen e β -hidroxibutirato plasmático	123
5.24.6 Relação entre uréia sérica e IEUU	124
5.24.7 Relação entre albumina e globulina séricas	124
5.24.8 Relação entre proteína total e globulina séricas.....	125
5.24.9 Relação entre CMS e concentração de AGV no rúmen	126
5.24.10 Relação entre CMS e RAM	126
5.24.11 Relação entre RAM e IEUA.....	127
5.24.13 Relação entre FDN e RAM.....	128
5.24.14 Relação entre FDN e CMS.....	129
5.24.15 Relação entre IEUA e IEUAU	130
5.24.16 Relação entre concentração ruminal de AGV, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, IEUA, IEUAU, RAM e CMS	130
5.24.17 Relação entre FC e FR.....	132
5.24.18 Relação entre glicemia e FC	132
5.24.19 Relação entre glicemia e FR	133
5.24.20 Relação entre glicemia e tonicidade ruminal	134
5.24.21 Relação entre β -hidroxibutirato plasmático e tonicidade ruminal	134
5.24.22 Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen e tonicidade ruminal	135
6 DISCUSSÃO	136
7 CONCLUSÕES	162
8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	164

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem o maior rebanho comercial bovino do mundo, possuindo cerca de 164 milhões de cabeças. Aproximadamente 72% deste total são bovinos de corte e encontra-se em regime de pastagem em gramíneas tropicais, especialmente do gênero *Braquiária*.

As gramíneas tropicais têm como característica o crescimento estacional. A produção de tais capins se concentra no período quente e chuvoso, isto é de outubro a março, onde ocorre cerca de 75 a 85% da produção total os 15 a 25% restantes da produção ocorre no período de “inverno” ou seco, isto é de abril a setembro na maior parte do território nacional (ROLIM, 1980). A baixa produtividade de forragens durante o período seco, associada às suas características nesta fase do ano, isto é, aos teores críticos de proteína e energia bem como aos maiores teores de FDN (fibra insolúvel em detergente neutro) e FDA (fibra insolúvel em detergente ácido) têm sido apontados como fatores que contribuem para a baixa produtividade dos rebanhos, tanto pela queda acentuada na produção leiteira quanto pela perda de peso dos animais de corte e pela redução na capacidade de suporte dos pastos (FARIA, 1976; MOORE, 1980; PEDREIRA, 1973).

As carências protéico-energéticas podem ser mais severas quando os bovinos são acometidos concomitantemente por enfermidades parasitárias, em

especial as verminoses gastrointestinais, que interferem com a disponibilidade e o aproveitamento dos nutrientes (PAKINS e HOLMES, 1989).

Segundo OETZEL (1988), os casos de subalimentação ou de carência nutricional, os resultados da referida deficiência não podem ser separados. Embora a energia seja um fator mais limitante de consumo em relação à proteína, a deficiência exclusiva de energia é complicada pela deficiência protéica, devido a característica dos alimentos típicos oferecidos aos ruminantes e ao elevado preço das fontes protéicas.

Devido a estes fatores, é comum, no Brasil, o médico veterinário defrontar-se com casos clínicos de diferentes intensidades de carências nutricionais em bovinos, em especial as protéico-energéticas.

Embora com algumas restrições, a maior parte dos autores consideram as determinações plasmáticas de glicose, β -hidroxibutirato (BOHB) e ácidos graxos livres (AGLs) e as determinações séricas de proteína total, albumina, globulina e uréia serem suficientes para avaliar os *status* energético e protéico respectivamente (BIDE, 1978; GONZÁLEZ, 2000; INGRAHAM e KAPPEL, 1988; PAYNE e PAYNE, 1987; ROWLANDS, 1980).

Na rotina clínica veterinária brasileira, devido inclusive a limitações econômicas, geralmente são solicitadas as determinações de proteína total, albumina e uréia séricas e glicose plasmática para o diagnóstico de carência protéico-energética.

Embora a interpretação dos componentes químicos do sangue, também chamada de perfil metabólico, contribua substancialmente para o entendimento entre os constituintes sangüíneos e os vários fenômenos fisiológicos, seu valor para monitorar o status nutricional tem recebido críticas (HERDT, 2000; INGRAHAM e

KAPPEL, 1988). OETZEL (1988), em sua revisão, considera as provas laboratoriais utilizadas na rotina clínica e que dão suporte para tal quadro carencial de valor limitado no diagnóstico do problema.

Devido aos diferentes achados experimentais na literatura consultada e aos conflitos de opiniões, muitas dúvidas ainda imperam sobre a real importância de uma série de provas laboratoriais no diagnóstico da carência protéica e/ou energética em bovinos. Deve-se ressaltar que embora o perfil metabólico de bovinos com carência nutricional já tenha sido relativamente bem estudado no exterior, especialmente em gado leiteiro, quase nada foi realizado em nossas condições, principalmente no que diz respeito ao gado de corte em fase de crescimento e portanto há uma grande carência de estudos sobre o assunto.

2 OBJETIVOS

O presente experimento tem os seguintes objetivos:

Comparar o potencial diagnóstico de testes bioquímicos que ajudem a firmar diagnóstico precoce de deficiência de energia em bovinos em crescimento.

Acompanhar possíveis modificações funcionais que afetam o quadro clínico de garrotes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Consumo de matéria seca (CMS) e rúmen

A regulação do consumo de matéria seca (CMS) é resultante da integração de vários fatores do sistema metabólico do animal sendo que, em situações específicas, um fator pode ser mais importante que o outro para o CMS (VAN SOEST, 1994). Desde meados da década de 60, considera-se que o consumo voluntário de matéria seca está inversamente relacionado ao conteúdo de fibras da dieta, já que animais que consomem forragens com alto teor de parede celular têm menor CMS e este está altamente correlacionado com a composição química e a digestibilidade do alimento (VAN SOEST, 1965).

De forma geral, quando as dietas possuem alta densidade energética e baixo teor de fibras, os ruminantes regulam o consumo para atender seu requerimento energético, porém, em dietas com alto teor de fibras e baixa densidade energética o CMS é limitado pelo efeito do enchimento do trato digestivo (CARVALHO e KIELING, 2002 e VAN SOEST, 1994).

No atual experimento foi utilizado o bagaço de cana-de-açúcar a fim de que as dietas pudessem ser balanceadas para proporcionar o grau de carência pretendido e permitissem, que o animal ingerisse alimento em volume. O bagaço é

resultante da moagem da cana, para a extração máxima do caldo (conteúdo rico em açúcares) e é um alimento rico em parede celular, possui pouco conteúdo celular, baixas digestibilidade e densidade, sendo ainda pobre em proteínas e minerais (SANTOS, 1990). A composição química e a reduzida digestibilidade caracterizam este alimento como de valor nutricional restrito, apresentando concentração energética muito baixa (MATTOS, 1985), sendo, portanto adequado para cumprir os objetivos do atual experimento em induzir carência energética nos garrotes.

Em condições normais, o aumento do consumo de matéria seca aumenta a taxa de renovação dos fluidos ruminais (COLUCCI [...], 1982; SNIFFEN e HERDT, 1991). Maiores taxas de renovação de líquidos no rúmen, indicam melhor eficiência do processo fermentativo devido ao desenvolvimento de maior número de microrganismos por unidade de substrato disponível, tornando a degradação do alimento mais rápida, com menor tempo de retenção ruminal e proporcionando maior consumo de matéria seca (OWENS e GOETSCH, 1988).

ENSMINGER (1987) afirma que animais submetidos à carência nutricional têm seu apetite diminuído e, portanto é de se esperar que tal quadro altere as taxas de passagem, de renovação de líquidos no rúmen e conseqüentemente a fermentação ruminal. Embora seja consenso que a subalimentação interfira na cinética e na fermentação ruminais MIYAKOSHI [...] (1999) não observaram diferenças na concentração total de AGV e nem na proporção acetato:propionato no rúmen entre dietas de baixo, médio e alto teor de energia.

CHILLIARD [...], (1998) acredita que nos casos de subnutrição pode ocorrer diminuição na degradabilidade da dieta e uma das explicações possíveis para a tal redução pode ser a limitação da atividade microbiana que ocorre nestes casos, mas isso não tem sido demonstrado de forma clara pela literatura.

GÓMEZ-PASTÉN [...], (1999) observaram que animais com restrição alimentar tendem a beber mais água que animais alimentados dentro das suas necessidades para compensar a falha no consumo e como resultado podem alterar seu volume ruminal e a taxa de renovação de líquidos.

Experimentos conduzidos por mais de quatro décadas tem mostrado claramente a relação entre consumo e digestibilidade de uma dada dieta (CHILLIARD [...], 1995; GALYEAN e OWENS, 1991), isto ocorre devido ao maior tempo de retenção das partículas no rúmen quando o consumo é diminuído. Porém esta tendência nem sempre é observada quando a dieta não atinge os requerimentos energéticos (MICHALET-DOREAU e DOREAU, 2001).

Devido a estas informações conflitantes, mais estudos devem ser realizados para esclarecer o que ocorre com o ambiente ruminal nos casos de carência nutricional, observando especialmente a produção dos ácidos graxos voláteis (AGV), cinética ruminal (volume ruminal, taxa de renovação e taxa de passagem de líquidos no rúmen), pH e síntese de proteína microbiana.

O tempo de redução do azul de metileno (RAM) funciona como indicador da capacidade fermentativa ruminal. A redução deste corante é determinada pela atividade e número de bactérias redutoras presentes no fluido, que tem como principal função a redução do oxigênio atmosférico para CO₂. O oxigênio adentra o rúmen quando da ingestão de alimento ou durante a alimentação e sua presença interfere negativamente com a atividade das demais bactérias ruminais, que expressam sua máxima atividade fermentativa num ambiente de microanaerobiose (WENZEL, 1977). Assim quanto maior o tempo de redução menos ativa e numerosa é a microbiota ruminal. Considera-se até três min o tempo normal de redução do corante adicionado no suco de rúmen (WENZEL, 1977).

Outra variável que reflete a atividade microbiana ruminal é a excreção dos derivados purínicos na urina, tais como a alantoína, o ácido úrico, a xantina e a hipoxantina. Porém, dentre esses quatro, os dois primeiros são responsáveis por 98% da concentração dos derivados de purina na urina (RENNÓ [...], 2000) e, portanto são os mais estudados. Tanto a excreção urinária de alantoína como de ácido úrico têm sido aceitos classicamente como indicadores do *status* fermentativo ruminal (TOPPS e ELLIOT 1965, McALLAN e SMITH, 1973, DEWURST e WEBSTER 1992, RENNÓ [...] 2000). Essas substâncias são provenientes do catabolismo das purinas, ou seja, dos ácidos nucleicos. Estudos revelaram que grande parte desses derivados purínicos é de origem exógena, mais especificamente dos ácidos nucleicos das bactérias ruminais, que são digeridas e absorvidas no abomaso e nos intestinos. Quantidades diminutas de purinas endógenas são produzidas pelos ruminantes, não chegando a interferir significativamente na quantidade total excretada na urina (CHEN [...] 1990). Inicialmente, os trabalhos recomendavam a coleta de urina no decorrer de 24h para a perfeita análise do índice de excreção dos derivados purínicos neste fluido. Contudo, CHEN [...] (1992) constataram que a mensuração desses derivados numa única amostra de urina coletada em qualquer horário, desde que corrigida pela creatinina, também refletia a quantidade total urinária excretada dessas substâncias em 24h. Ou seja, esta informação facilitou e disponibilizou esta técnica para análise de perfil fermentativo ruminal em rotina laboratorial, mas infelizmente pouco ou nada tem sido realizado neste aspecto.

3.2 Peso ponderal e escore de condição corporal

Os nutrientes absorvidos da dieta são divididos para os tecidos do corpo “respeitando” uma dada função produtiva, isto é, há a priorização de funções fisiológicas para nutrientes disponíveis e não uma partição homogênea (VAN SAUN e SNIFFEN, 1996). Quando proteína e energia são supridas em quantidades subótimas, são distribuídas no organismo priorizando a manutenção do animal e depois a gestação, o crescimento, a lactação e por fim a deposição de reservas e a reprodução (ENSMINGER, 1987; OETZEL, 1988; VAN SAUN e SNIFFEN, 1996). Portanto animais submetidos à carência nutricional prolongada terão inicialmente a reprodução comprometida evoluindo para o prejuízo da deposição de reservas, lactação, crescimento, gestação e finalmente da sua manutenção.

Nestas situações de carência, as necessidades energéticas e protéicas para o organismo são encontradas a partir da mobilização de tecidos, o que resulta na perda de condição corporal e de peso ponderal (ENSMINGER, 1987).

GÓMEZ-PASTÉN [...] (1999), não observaram alteração no peso corporal de cabras recebendo 100; 80 ou 60% dos seus requerimentos nutricionais. Outros autores (CHILLIARD [...], 1998; OETZEL, 1988) acreditam que a redução no peso ponderal só irá ocorrer nos casos de carência nutricional por períodos prolongados.

Embora se espere que animais submetidos à restrição alimentar tenham seu peso ponderal diminuído, a literatura existente sobre o assunto ainda não tem um consenso sobre o que ocorre com esta variável que também deve ter seu comportamento melhor estudado em um quadro de carência nutricional prolongada.

3.3 Efeito da carência energética no metabolismo dos animais

De acordo com CHILLIARD [...] (1998), a variação no consumo de energia dos tecidos do organismo, numa restrição alimentar, ocorre em três fases: a curto, médio e longo prazo. Tal variação representa uma forma do indivíduo economizar energia e manter a homeostasia. Essas fases estão relacionadas com o importante papel do trato digestivo na utilização de alimentos pelo animal. Nos ruminantes em manutenção, crescimento ou ainda em lactação, embora o trato digestivo não represente uma grande porção do peso do animal (aproximadamente 12%), sua atividade metabólica é extremamente alta e contribui bastante para o requerimento energético do animal, contabilizando para cerca de 16 a 29% deste. O fígado também tem papel fundamental no metabolismo, representando de 1 a 2% do peso do indivíduo e contribuindo para o consumo de energia da ordem de 17 a 31%. Embora a musculatura esquelética represente de 35 a 50% do peso vivo, seu consumo energético é da ordem de 8 a 16% (ORTIGUES, 1991).

Numa restrição por um a dois dias, isto é, em curto prazo, a maior parte da atividade relativa ao consumo, como a mastigação e locomoção, é reduzida. Parece que os gastos relacionados às secreções digestivas e ao transporte ativo de nutrientes absorvidos estão relacionados ao CMS e, portanto quando este último é diminuído, ocorrem menores gastos relacionados às secreções digestivas e ao transporte ativo de nutrientes (CHILLIARD [...], 1998). Esta diminuição transitória no consumo de energia por unidade de massa tecidual ocorre provavelmente devido o fluxo sanguíneo e o consumo de oxigênio serem reduzidos rapidamente no jejum de 1 a 2 dias, antes de ocorrer significativa diminuição no peso do tecido “esplânico” (tecidos drenados pelo sistema porta e fígado) (LOMAX e BAIRD, 1983).

Na restrição de 1 a 3 semanas (médio prazo), a redução no consumo de energia é decorrente do menor aporte de energia devido a diminuição de peso do tecido “esplânico” (CHILLIARD [...], 1998). Uma compilação de experimentos, de restrição severa por algumas semanas, mostrou que a contribuição de diferentes tecidos para variações nos gasto energético era de 17 a 61% para as vísceras drenadas pelo sistema porta; 14 a 44% para o fígado e de 5 a 7% para a musculatura esquelética (ORTIGUES e DOREAU, 1995). Com esse grau de carência, assume-se que o consumo de oxigênio por grama de tecido não é alterado, porém, o consumo de oxigênio pelo animal como um todo diminui, já que há redução na massa do tecido “esplânico”.

Na restrição alimentar prolongada (terceira fase), ocorre diminuição, de forma mais lenta, na massa do tecido “esplânico”, que tende a ter, a partir de agora, seu peso estabilizado, enquanto que os tecidos muscular e adiposo são mobilizados por período prolongado. Como o consumo de oxigênio por grama de tecido é maior para o trato digestivo (1,7 mmol) e fígado (4,9 mmol) que para a musculatura da parte posterior do bovino, composta principalmente por músculo esquelético (0,3 mmol), a diminuição no consumo energético é mais rápida durante a primeira semana de subnutrição que as posteriores. Nesse tipo de restrição, o consumo de energia por kg de peso metabólico pode variar de acordo com as mudanças que ocorrem na proporção relativa de diferentes tecidos (“esplânico”/musculatura esquelética/tecido adiposo). Depois da subnutrição prolongada, a redução na massa muscular e no tecido adiposo, quando a massa do tecido “esplânico” está estabilizada, pode levar ao aumento no consumo energético expresso por kg de peso metabólico, pois o consumo de oxigênio pela musculatura é baixo e o consumo de oxigênio pelo tecido adiposo é muito baixo.

Os ruminantes têm a capacidade de se adaptarem a períodos de subnutrição, pois reduzem as necessidades de manutenção através da diminuição da taxa de metabolismo basal, efeito este mediado pela menor concentração dos hormônios tireoideanos (CHILLIARD [...], 1998; GÓMEZ-PASTÉN [...], 1999; OETZEL, 1988).

As reservas corporais de proteína e energia começam a ser mobilizadas quando o consumo de nutrientes cai abaixo das necessidades de manutenção (OETZEL, 1988). Os estoques de carboidrato são os primeiros e, devido aos estoques limitados de glicogênio no ruminante, são rapidamente catabolisados em resposta ao balanço energético negativo. As reservas corporais de lipídios e proteína devem então ser mobilizadas para o organismo encontrar as necessidades energéticas. A lipólise começa quando as concentrações de insulina declinam em relação à concentração de glucagon, resultando na mobilização de ácidos graxos livres (AGLs) originados da gordura mobilizada. Grandes quantidades de energia são liberadas se estes ácidos conseguirem ser completamente oxidados do ácido carboxílico, caso contrário a concentração deste metabólito torna-se aumentada na circulação sangüínea (LEHNINGER, 1984; SWENSON e REECE, 1996). As proteínas também podem ser catabolisadas para que as necessidades energéticas sejam supridas e particularmente para manter as concentrações críticas de glicose sangüínea. Como apenas pequena quantidade de glicose sangüínea é derivada da lipólise (a partir do glicerol), nestas condições, os principais substratos para a gluconeogênese são os aminoácidos mobilizados do músculo (CHILLIARD [...], 1998; OETZEL, 1988). O catabolismo protéico é iniciado e mantido através da diminuição da concentração plasmática de insulina e do aumento da secreção de glicocorticoide (OETZEL, 1988).

Nos ruminantes normalmente o que se encontra nos casos de subnutrição, é o aumento nas concentrações de cortisol, epinefrina e GH, e diminuição nas concentrações de prolactina, leptina, gonadotropinas, glucagon, insulina, norepinefrina e dos hormônios tireoideanos (CHILLIARD [...], 1998). Nos tecidos, ocorre a diminuição da absorção dos AGVs e dos aminoácidos, bem como redução na gliconeogênese, na síntese de proteína e de lipídios e aumento na lipólise, proteólise e cetogênese. Isto ocorre para que o organismo poupe o máximo possível tanto glicose como proteínas e fundamentalmente mantenha a homeostase (CHILLIARD [...], 1998).

Estas alterações, com objetivo de economizar energia, têm reflexo importante também nas funções vitais que fazem parte do metabolismo basal. Por exemplo, a frequência cardíaca de repouso está relacionada com o tamanho corporal, taxa metabólica e equilíbrio autonômico característico de cada espécie (SWENSON e REECE, 1996), nesta situação de normalidade a tiroxina tem efeito inotrópico positivo sobre o coração, bem como efeito cronotrópico positivo e efeito vasoativo coronário, o que promove aumento do fluxo sanguíneo e, portanto do metabolismo basal e do consumo de oxigênio pelo miocárdio (SWENSON e REECE, 1996). Nos quadros carenciais quando se tem a diminuição da concentração dos hormônios tireoideanos, as funções respiratória e especialmente a cardíaca estão, portanto diminuídas. CHILLIARD [...] (1998) descreve que em decorrência ao menor gasto energético o animal tem diminuição no volume plasmático total acarretando assim em menor débito cardíaco, correspondente ao seu peso vivo e tempo de duração da carência alimentar.

A frequência respiratória é considerada por SWENSON e REECE (1996) como um excelente indicador de saúde, mas eles ressaltam que tal variável pode ser

afetada pelo tamanho corporal, idade, atividade física, excitação, temperatura ambiental, gestação, grau de enchimento do trato digestivo e estado de saúde. BARCELOS [...] (1989) constataram que a temperatura retal e os movimentos respiratórios são diretamente influenciados pela temperatura ambiente. SWENSON e REECE (1996) atribuem esse comportamento da frequência respiratória e da temperatura corporal em relação à temperatura ambiente como um mecanismo de ajuste na termorregulação. Nos casos de subnutrição espera-se que ocorra hipotermia, provavelmente devido à redução da taxa de metabolismo basal e a contínua perda de isolante térmico corporal (HERDT, 1988).

Também é descrita a perda progressiva de massa e vigor muscular durante a desnutrição protéico-energética o que é demonstrado através da letargia e fraqueza (OETZEL, 1988). Tal alteração pode refletir diretamente na força de contração e no número dos movimentos ruminais, reduzindo-os já que em um quadro de restrição alimentar em médio prazo (1 a 3 semanas), ocorre diminuição no peso das vísceras (inclusive por diminuição na camada de proteína do órgão) (CHILLIARD [...], 1998).

Portanto, apesar de ser esperado que animais com carência nutricional tenham suas funções vitais diminuídas, a determinação das mesmas é muito importante num experimento de déficit energético, especialmente para que se verifique o quão precocemente essas alterações ocorrem e em qual magnitude elas se expressam especialmente em relação às variáveis sangüíneas.

Embora os metabólitos sangüíneos estejam sujeitos a grande controle homeostático, a partir de alterações metabólicas e endócrinas que ocorrem no organismo animal, espera-se encontrar uma ou um conjunto de variáveis que possam auxiliar no diagnóstico de carência energética ou na avaliação do *status* energético do animal, daí a importância do perfil metabólico, que embora utilizado há

quase quatro décadas na medicina veterinária, ainda necessita de estudos para esclarecer quais as variáveis a serem estudadas e em quais situações.

3.4 Perfil metabólico

O perfil metabólico começou a ser usado no final da década de 60 na medicina humana e, ainda no final desta mesma década, se estendeu para a medicina veterinária, especialmente para os rebanhos leiteiros (PAYNE e PAYNE, 1987).

Trata-se de um grupo ou da combinação de constituintes sangüíneos analisados conjuntamente em um teste. A escolha das variáveis a serem analisadas depende da importância das mesmas no problema a ser investigado, seu custo, facilidade de análise e estabilidade da amostra até o processamento no laboratório (INGRAHAM e KAPPEL, 1988; ROWLANDS, 1980).

GONZÁLEZ (2000), diz que a composição bioquímica do sangue reflete de forma confiável o equilíbrio dos nutrientes nos tecidos animais. Porém, segundo SUTTLE (1986), somente em situações de carência mais avançada haverá perturbação da homeostase sangüínea, já que um nutriente geralmente se apresenta distribuído em três grandes compartimentos dentro do organismo animal: o órgão estoque, o “pool” homeostático, representado na maioria dos casos pelo sangue; e o “pool” funcional, onde geralmente o nutriente desenvolve seu papel principal no organismo. O autor ressalta que em carências progressivas, inicialmente o organismo depleta os órgãos estoque para manter a homeostase, só com o desenvolver do quadro carencial que o “pool” homeostático passa a ser depletado

para, que, na fase terminal o “pool” funcional tenha seus teores ou atividade diminuídos.

BIDE (1978) atribui a maior parte das falhas de adaptação homeostática como consequência de erros na alimentação, porém o autor acredita que tais falhas podem ser detectadas com a interpretação adequada do perfil metabólico.

PAYNE e PAYNE (1987) acreditam que o perfil metabólico tem melhor significado para prever e diagnosticar problemas metabólicos do que para monitorar o *status* nutricional, embora enfatizem a importância da análise do perfil metabólico nestas situações.

ROBERTS [...] (1978) concluíram que vacas de leite, submetidas a privação nutricional por um período prolongado (100 ou 60 ou 40% dos requerimentos para manutenção e gestação ou produção), foram capazes de manter as concentrações dos constituintes sanguíneos avaliados (glicose, albumina, globulina, proteína total, uréia, AGLs, BOHB), dentro dos limites de normalidade, não refletindo o real *status* nutricional dos animais.

ADAMS [...] (1978) relatam baixas correlações entre metabólitos sanguíneos e o conteúdo de proteína bruta, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro e cobre dietéticos. Estes autores concluem que o perfil metabólico só é justificado quando são feitas análises dos alimentos, observações dos procedimentos de manejo e de distúrbios específicos, de causas não identificadas, associadas a problemas de produção.

INGRAHAM e KAPPEL (1988) acreditam que, tomando-se alguns cuidados, o perfil metabólico pode ser utilizado para prever distúrbios metabólicos, de fertilidade e análise do *status* nutricional, embora para este último caso as alterações

devam ser de grande magnitude para serem adequadamente percebidas com a avaliação do perfil.

Dentro da avaliação do perfil metabólico, existem numerosas fontes de variação (não nutricionais) que afetam a concentração dos metabólitos sangüíneos usados na análise nutricional, tais como idade, sexo, raça, estágio de gestação, fase da lactação, produção de leite e estação do ano e para interpretar os resultados do teste, há a necessidade de agrupar os animais de acordo com estas características (LEE [...], 1978; HERDT, 2000; OTTO [...], 1992; ROWLANDS, 1980).

ROWLANDS (1980) considera que o teste do perfil metabólico é de grande valor quando analisado e interpretado por um nutricionista e por um médico veterinário, pois como os metabólitos sangüíneos são fracos indicadores do status nutricional, a alteração destes no sangue só ocorre quando a homeostase está aparentemente perturbada e mudanças na dieta nem sempre são suficientes para desencadear tal fenômeno.

Nota-se que na literatura sobre o assunto ainda imperam muitas dúvidas quanto a real importância da análise de constituintes no sangue para avaliarem o *status* nutricional. Há várias dúvidas também na escolha de um ou mais metabólitos para tal finalidade.

Existem muitos estudos para o perfil metabólico em rebanhos leiteiros, vacas gestantes ou recém-paridas (ADAMS [...], 1978; CHURCH [...], 1978; COGGINS e FIELD (1976); COTRUT [...], 1979; DRACKLEY [...], 1991; ESIEVO e MOORE, 1979; GHERGARIU [...], 1984; JONES [...], 1982; KRONFELD [...], 1982; LEE [...], 1978; MANSTON [...], 1981; RADLOFF [...], 1966; ROUSSEL [...], 1982; SHARMA e KUMAR, 2001), porém menor número de trabalhos é encontrado para o perfil

metabólico de garrotes de corte, em especial na fase de crescimento máximo (pós-desmame).

3.5 Avaliação do *status* energético

Para a avaliação do *status* energético, entre os autores consultados não existe uma variável de eleição. PAYNE e PAYNE (1987) atribuem essa dificuldade de selecionar indicadores confiáveis para predizer o *status* energético devido à complexidade do metabolismo energético. Geralmente recomenda-se a avaliação da glicose, dos ácidos graxos livres (AGLs) e de corpos cetônicos no plasma (GONZÁLEZ [...], 2000; HERDT, 1988; HERDT, 2000; PAYNE e PAYNE 1987).

Os valores de referência consagrados para tais variáveis são de 2,5 a 4,16 mmol/L para glicose; 0 a 0,96 mmol/L para o β -hidroxibutirato; 117 a 390 mmol/L para os AGLs (KANEKO [...], 1997).

Tanto a glicose como os AGLs são influenciados pelo estresse de manipulação podendo ter suas concentrações alteradas sem significar uma alteração na homeostase (HERDT, 1988; PAYNE e PAYNE, 1987).

Alguns autores não consideram a glicose como um indicador confiável do *status* nutricional, especialmente do *status* energético (COGGINS e FIELD, 1976; DRACKLEY [...], 1991; HERTD, 1988; HERDT, 2000; LEE [...], 1978; McCLURE, 1977; MIYAKOSHI [...], 1999).

Porém PAYNE e PAYNE (1987) concluem que a observação de baixa glicemia pode ser indicativa de doença metabólica como a cetose e que, portanto a determinação de glicose tem benefício em ser realizada.

MIYAKOSHI [...] (1999) realizaram um experimento com 36 novilhos holandeses recém desmamados submetidos a um regime alimentar de baixos, médios e altos níveis de energia (73; 75 e 77% de NDT respectivamente). Os autores não observaram diferenças nos teores sangüíneos de glicose e proteína total entre os três grupos, porém constataram menores teores de uréia sangüínea, abaixo dos teores considerados normais para bovinos (9,8 mmol/L), nos animais que consumiram dietas com altos teores de energia.

DRACKLEY [...] (1991), trabalharam com 11 vacas no pós-parto sendo que 5 animais pertenciam ao grupo controle e 6 recebiam uma dieta com 20% de restrição de nutrientes. Os autores não encontraram diferenças entre os animais do grupo controle e os animais com restrição alimentar para glicose, AGLs e β -hidroxibutirato plasmáticos do primeiro ao 60º dia de experimento (a partir da segunda semana pós-parto), esses metabólitos permaneceram dentro da amplitude normal considerada pela literatura.

RUSSEL e WRIGHT (1983) concluem que entre glicose, β -hidroxibutirato e AGL, a glicose é a variável menos representativa do *status* energético (embora seja um bom indicador quando a carência energética é severa) e que AGL é a melhor variável associada ao referido *status*.

HERDT (2000) considera que a glicose plasmática não é uma boa variável para o status energético, já que está sujeita a uma estreita regulação homeostática. Este autor acredita que a glicose tenha mais potencial como um indicador do status de carboidrato e conteúdo de amido dietético que como indicador do balanço energético.

HEWETT (1974), observou que a glicose sangüínea pode ser correlacionada com o consumo de energia. DOWNIE (1975) encontrou que vacas de corte em

lactação tiveram concentrações de glicose e não de ácidos graxos livres (AGLs) correlacionadas com o nível de consumo de alimento.

Já COGGINS e FIELD (1976), trabalhando com vacas de corte em lactação submetidas a dietas com três níveis de energia (70%; 95%; e 120% das suas necessidades), não encontraram efeito significativo nem nos teores de glicose nem nos de AGLs.

McCLURE (1977), trabalhando com dietas de composição diferenciada e com animais sendo alimentados à vontade e com restrição, observou que o consumo restrito de alimento teve pouca influência sobre as concentrações de glicose e que o tipo de dieta teve maior influência. O autor sugere, portanto que ao invés do consumo de matéria seca ou da energia metabolizável, a composição do alimento é o principal fator que influencia as concentrações de glicose no sangue.

GÓMEZ-PASTÉN [...] (1999), trabalharam com 12 fêmeas caprinas, adultas, não gestantes e não lactantes e determinaram o efeito de 36 semanas de restrição alimentar (recebendo 100%; 80%; e 60% da matéria seca necessária) no peso corporal, composição de carcaça e concentrações sangüíneas de glicose e hormônios (insulina, T3 e T4). Encontraram que, embora as concentrações séricas de glicose ficassem entre os limites fisiológicos, seu decréscimo linear parece refletir o comprimento e severidade da restrição alimentar imposta.

Um fator que deve ser levado em consideração quando se analisa a glicose é a idade dos animais. Os teores de glicose sangüínea diminuem significativamente com o desenvolvimento da idade (OTTO [...], 1992; ROWLANDS, 1980; SOUZA [...], 1999) e segundo SOUZA [...] (1999), esses teores se estabilizam aos 48 meses de idade do animal.

OTTO [...], 1992, trabalhando no Paraguai com bovinos de diferentes raças e idades encontraram valores de glicose entre 3,40 a 4,84 mmol/L, valores considerados relativamente altos quando comparados com bovinos leiteiros e de semelhança a um pouco maiores que para bovinos de corte.

Os ácidos graxos livres (AGLs) são considerados os metabólitos sangüíneos que estão mais diretamente associados com o balanço energético (FISHER [...], 1975; GONZÁLEZ [...], 2000; HERDT, 2000; KANEKO [...], 1997; RUSSEL e WRIGHT, 1983).

Em ovinos, os AGLs são melhores correlacionados com o consumo de energia do que as concentrações de glicose, mas isso não é verdade para bovinos, exceto nos casos de severa subnutrição (ROWLANDS, 1980). Este autor não considera os AGLs melhores indicadores do *status* energético que a glicose, especialmente devido à grande variação que ocorre durante o dia e também em vacas leiteiras nas diferentes fases da lactação.

REID e HINKS (1962), trabalhando com ovelhas no final da gestação e início da lactação, concluíram que as concentrações plasmáticas aumentadas de AGLs são um critério mais sensível de subnutrição que teores sangüíneos reduzidos de glicose ou elevados de corpos cetônicos.

COGGINS e FIELD (1976), submeteram vacas de corte em lactação a três concentrações de energia (90; 125; e 175% da energia de manutenção) e não observaram diferenças nas concentrações sangüíneas de glicose, AGL e de corpos cetônicos.

RUSSEL e WRIGHT (1983) observaram que para vacas não gestantes e não lactantes, o β -hidroxibutirato não era um bom preditor do *status* energético, porém em vacas gestantes, esta variável se mostrou adequada para tal predição.

O β -hidroxibutirato é o corpo cetônico de escolha para a avaliação clínica devido a sua estabilidade no plasma ou no soro, embora ele seja melhor indicador de distúrbio latente do que do *status* energético (HERDT, 2000). Este autor considera o β -hidroxibutirato melhor indicador que a glicose por não possuir um controle homeostático tão estreito como esta última.

Observa-se, portanto que ainda não existe um consenso entre os autores sobre qual das três variáveis de eleição deva analisada para a avaliação do *status* energético em bovinos.

3.6 Avaliação do *status* protéico

De uma forma geral, a determinação de uréia, albumina, globulina e proteína total séricas são indicadores úteis do *status* protéico (PAYNE e PAYNE, 1987). De acordo com KANEKO [...] (1997) os valores de referência para tais variáveis são: 7,14 a 10,7 mmol/L para uréia; 30,3 a 35,5 g/L para albumina; 30,0 a 34,8 g/L para a globulina; e 67,4 a 74,6 g/L para a proteína total. CONTRERAS (2000) considera valores de 2,6 a 7,0 mmol/L para a uréia; 29 a 41 g/L para a albumina; 28 a 52 g/L para a globulina; e 66 a 90 g/L para a concentração sérica de proteína total. PAYNE e PAYNE [...] (1987) consideram valores de referência de 1,66 a 3,32 mmol/L; 32 a 58 g/L; e 27 a 37 g/L para a uréia, albumina e globulina séricas respectivamente. OTTO [...] (1992) encontraram valores de referência para uréia sérica nos bovinos de corte do Paraguai entre 3,51 a 6,11 mmol/L (média $\pm$ 2 DP, isto é, $4,81 \pm 0,91$).

A uréia sérica é o metabólito sanguíneo melhor estudado em relação ao *status* protéico nos ruminantes (HERDT, 2000; ROWLANDS, 1980). Embora

classicamente seja reconhecido que o oferecimento de dietas com baixos teores de proteína bruta provocam queda muito significativa nas concentrações séricas de uréia (PAYNE e PAYNE [...], 1987; KANEKO [...] 1997 HERDT, 2000), esta variável, nos ruminantes, tem relação especial com a digestão protéica e com o metabolismo dos microrganismos ruminais (PAYNE e PAYNE, 1987; HERDT, 2000). Parte da proteína dietética é hidrolizada e deaminada pelos microrganismos ruminais, gerando peptídeos e amônia livre no rúmen. Uma porção desta última é absorvida e metabolizada em uréia, o restante é incorporado à proteína microbiana ruminal. A quantidade de amônia convertida em uréia no organismo é uma função da quantidade total de proteína degradada e a taxa de incorporação de amônia na proteína microbiana, portanto alto consumo de proteína degradada no rúmen, resulta em alta concentração de uréia sérica (HERDT, 2000; ROWLANDS, 1980). Outro fator que influencia na concentração sérica de uréia é o consumo de energia, já que para que os microrganismos possam sintetizar sua proteína, necessitam de esqueletos de carbono provenientes principalmente da degradação de carboidratos da dieta (OWEN e ZINN, 1988; PAYNE e PAYNE, 1987; ROWLANDS, 1980). Quando há consumo insuficiente de energia, pode ocorrer aumento na concentração sérica de uréia, tornando-a um indicador inadequado para o *status* protéico, já que maiores teores de uréia podem se encontrados em animais alimentados com quantidades insuficientes de energia (LEE [...], 1978). HERD (1988) também não considera a uréia sérica como boa indicadora de má nutrição energética-protéica.

CONTRERAS (2000) ressalta a importância do conteúdo energético da dieta sobre a concentração de uréia sérica, embora considere a mesma como um indicador adequado do *status* protéico dos animais.

A uréia é um parâmetro que se altera rapidamente em função da dieta, e, portanto reflete o *status* protéico em curto prazo já a albumina é um indicador para alterações no *status* protéico em longo prazo (PAYNE e PAYNE, 1987; ROWLANDS, 1980). Como a albumina é sintetizada no fígado, casos de hipoalbuminemia podem estar diretamente ligados a problemas com a função hepática (PAYNE e PAYNE, 1987).

SYKES e FIELD (1973) sugerem a albumina sérica como um indicador útil do *status* protéico. SYKES e THOMPSON (1978) consideram ainda que como os aminoácidos servem de substrato para a gluconeogênese, o metabolismo protéico é inevitavelmente influenciado pelo *status* energético. Estes autores concordam que as concentrações séricas de albumina têm valor na predição do *status* de reservas musculares.

BRITO (1998) manteve garrotes em crescimento, durante três meses, com dieta pobre em energia digestível (60% dos requerimentos) e em proteína bruta (32% dos requerimentos) e altos teores de FDN e FDA (77% e 35,4%, respectivamente) e, em seguida os suplementou com proporções crescentes de cama de frango, aumentando substancialmente a qualidade dos nutrientes anteriormente em deficiência. Na avaliação da concentração sérica de proteína total, albumina e uréia tanto sérica como urinária no tempo zero, isto é, antes da realimentação, não foram observadas alterações significativas nas concentrações séricas de proteína total e albumina, embora as concentrações de uréia sérica e urinária (corrigida pela creatinina) tenham apresentados valores muito baixos, se elevando rapidamente com de suplementação à nova dieta.

HERDT (2000) acredita que as proteínas séricas são os melhores e mais práticos indicadores das reservas protéicas. Dentre elas, considera a albumina a

melhor. A concentração de albumina sérica é influenciada pelo *status* protéico, mas é uma variável relativamente insensível devido ao grande tamanho do seu pool e a sua meia-vida relativamente longa (aproximadamente 21 dias para a maioria das espécies).

A globulina reflete o status imunológico do animal e, portanto altas concentrações deste metabólito geralmente estão associadas com doença ou vacinação recentes (PAYNE e PAYNE, 1987). A globulina sérica interage com a albumina sérica e estes dois componentes estão inversamente correlacionados, para manterem a pressão osmótica do sangue (PAYNE e PAYNE, 1987).

Isto posto, nota-se que há necessidade de mais estudos nesta área, a fim de que se possa chegar a um consenso de quais e em que situações as variáveis tem real valor no diagnóstico ou na determinação do *status* protéico-energético.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Animais

Foram utilizados 12 bovinos mestiços, machos, recém-desmamados, hípidos, com idade média de 10 meses e peso médio de 165 kg no início do experimento.

Dois meses antes do início do período experimental, os animais foram vermifugados e submetidos à cirurgia de descorna e colocação de cânula ruminal, de látex. Após a cirurgia os garrotes passaram por um período de adaptação às instalações e ao novo manejo alimentar. Durante tal período os animais receberam água, sal mineralizado (Fosbovi 20[®] – Tortuga), feno de coast-cross à vontade e quatro quilos de uma mistura de concentrado e bagaço de cana (1:1), a fim de que houvesse adaptação aos alimentos utilizados durante o experimento.

4.2 Instalações

Os animais foram mantidos em baias individuais, nas dependências do “Galpão de Experimentação Clínica de Ruminantes” do Departamento de Clínica

Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, Campus de São Paulo, onde havia a possibilidade de avaliar o consumo alimentar individual.

A pesagem dos animais foi feita a cada duas semanas em balança Filizola®, modelo 3106100, com capacidade de 1.500 kg e sensibilidade de 200 g.

4.3 Tratamentos e Delineamento Experimental

O período experimental foi de 140 dias (10 quinzenas, cada quinzena foi considerada como um período de 14 dias), com início em 10 de abril e término em 28 de agosto de 2001. Os 12 garrotes foram distribuídos em quatro blocos de três animais cada de acordo com o peso e, em seguida foram sorteados a fim de compor três grupos, de quatro animais cada. Feita a composição dos blocos, estes foram sorteados a fim de constituírem os três tratamentos implementados.

Os tratamentos utilizados durante o período experimental, baseados nas tabelas nutricionais descritas no NRC (1984) para gado de corte, formaram os seguintes grupos:

- 1) Grupo 1: recebeu dieta rica em proteína e energia, estimada para ganho de 900 g/dia (17,7 Mcal/d de ED oferecida);
- 2) Grupo 2: foi alimentado com quantidade de proteína suficiente para ganho de 100 g/dia e energia com 20% a menos do requerimento de manutenção (5,8 Mcal/d de ED oferecida);
- 3) Grupo 3: ingeriu dieta com quantidade de proteína suficiente para a manutenção dos animais e energia com 40% a menos do requerimento de manutenção (4,7 Mcal/d de ED oferecida);

4.4 Alimentos e Alimentação

A dieta dos animais foi composta por bagaço de cana-de-açúcar desidratado, feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) e concentrado comercial com 22% de proteína bruta (PB).

A composição das dietas dos grupos 1, 2 e 3 estão descritas na Tab. 1.

Tabela 1 - Composição média das dietas (% MS; %PB; % FB; %EÑN; %EE; %MM; %NDT; %FDN; EB*) oferecidas aos grupos 1, 2 e 3 durante o período experimental de 140 dias. São Paulo, 2001

	Tratamento A (grupo 1)	Tratamento B (grupo 2)	Tratamento C (grupo 3)
% MS	79,93	67,00	64,33
% PB	13	7	5
% FB	14,53	27,18	30,41
% EÑN	58,56	56,86	57,83
% EE	3,50	2,14	1,71
% MM	7,70	5,08	4,36
% NDT	65,87	58,52	56,31
% FDN	49,85	68,79	77,82
EB** (kcal/kg)	4.132	4.197	4.236

*% MS = teor de matéria seca; %PB = teor de proteína bruta; % FB = teor de fibra bruta; %EÑN = teor de extrativo não nitrogenado; %EE = teor de extrato etéreo; %MM = teor de matéria mineral; %NDT = teor de nutrientes digestíveis totais; %FDN = teor de fibra insolúvel em detergente neutro; EB = energia bruta (kcal/kg).

**EB = energia bruta das dietas dos tratamentos, calculada a partir da fórmula $EB = [(5,72 \times \%PB) + (9,5 \times \%EE) + (4,79 \times \%FB) + (4,03 \times \%EÑN)] \times 10$, extraída do NRC (1984).

A quantidade de ração foi oferecida em porcentagem do peso vivo (PV) de cada animal e, no decorrer do período experimental, foi ajustada de acordo com o consumo alimentar. Na primeira quinzena cada animal dos três grupos recebeu o equivalente a 2,75% do seu PV em matéria seca. Para evitar excesso de sobras a quantidade de dieta foi calculada de acordo com os dados de consumo médio do período anterior. As alterações de ingestão alimentar estão descritas nos resultados de consumo de matéria seca.

Os animais foram pesados a cada duas semanas no decorrer do experimento para o acompanhamento do ganho de peso e para o cálculo da quantidade de dieta oferecida. O peso vivo foi determinado em dois dias consecutivos, antes do oferecimento de alimento, pela manhã. Foi considerado o peso médio dos dois dias.

A alimentação foi fornecida uma vez ao dia, às 8:00 h da manhã. Diariamente, antes do oferecimento da dieta, as sobras foram recolhidas. Para estimar o consumo de matéria seca (CMS) as sobras foram pesadas durante os três últimos dias consecutivos de cada quinzena, sendo subtraídas da quantidade de ração oferecida no período, considerando-se o resultado médio. Água e sal mineralizado (Fosbovi 20[®] – Tortuga), foram oferecidos *ad libitum* durante todo o período experimental.

A Tab. 2 mostra a composição das rações com os respectivos percentuais médios e desvios padrão dos alimentos utilizado nas dietas.

Tabela 2 - Composição das dietas oferecidas com os respectivos percentuais médios e desvios padrão dos alimentos utilizados durante o período experimental. São Paulo, 2001

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
CONCENTRADO	59% ($\pm 11,98$)	31% ($\pm 15,45$)	21% ($\pm 12,41$)
FENO	27% ($\pm 8,50$)	5% ($\pm 7,27$)	3% ($\pm 3,88$)
BAGAÇO DE CANA	14% ($\pm 7,59$)	64% ($\pm 11,64$)	76% ($\pm 10,03$)

Os ingredientes que compunham as dietas foram provenientes do mesmo local durante o período experimental e a composição bromatológica foi determinada de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1985) e por VAN SOEST (1963) e os valores são apresentados na Tab. 3.

O NDT foi estimado a partir das fórmulas descritas do NRC (1984):

- a) $\% \text{ NDT} = -17,2649 + 1,2120\% \text{PB} + 0,8352\% \text{ENN} + 2,4637\% \text{EE} + 0,4475\% \text{FB}$ (para o cálculo do NDT do feno e do bagaço de cana);
- b) $\% \text{ NDT} = 40,2625 + 0,1969\% \text{PB} + 0,4228\% \text{ENN} + 1,1903\% \text{EE} - 0,1379\% \text{FB}$ (para o cálculo do NDT do concentrado);

Tabela 3 - Composição bromatológica* do feno de coast-cross, do concentrado e do bagaço de cana-de-açúcar utilizados durante o período experimental. São Paulo, 2001

	Feno	Concentrado	Bagaço de cana
%MS (matéria seca)	87,17	84,27	63,57
% FB (fibra bruta)	31,21	6,44	42,65
% PB (proteína bruta)	7,05	17,63	1,42
% EE (extrato etéreo)	1,75	5,11	1,27
% MM (matéria mineral)	6,38	9,45	3,08
% EÑN** (extrato não nitrogenado)	53,61	61,37	51,58
% NDT (total de nutrientes digestíveis)	54,33	74,88	49,75
% FDN (fibra insolúvel em detergente neutro)	76,20	27,01	90,02
%FDA (fibra insolúvel em detergente ácido)	38,13	12,42	62,86

* Determinações realizadas no laboratório de Doenças Nutricionais (FMVZ-USP)

** Calculado através da diferença da MS, PB, MM, EE e FB.

4.5 Funções vitais e escore de condição corporal

As funções vitais (frequência cardíaca, frequência respiratória, movimentos ruminais e temperatura retal) foram aferidas quinzenalmente, momentos antes das coletas das amostras urinárias, sangüíneas e ruminais. No início, na metade e no final do período experimental, juntamente com a medida dos movimentos ruminais, foi aferida a tonicidade dos movimentos ruminais, atribuindo-se um escore de 0 a 4 (0 = atonia; 1 = fraca; 2 = regular; 3 = boa; 4 = forte) para a intensidade dos mesmos.

A avaliação do escore de condição corporal foi realizada no tempo zero e nas 4ª e 9ª quinzenas, por meio de palpação da região lombar, segundo técnica descrita

por WRIGHT e RUSSEL (1984), que atribuem valores de zero a cinco (0=caquético; 1=magro; 2=regular; 3=bom; 4=gordo; 5=muito gordo) para o escore de condição corporal.

4.6 Coleta e processamento das amostras sangüíneas

A cada duas semanas foram coletadas amostras de sangue, urina e suco de rúmen. A coleta foi realizada sempre na terceira hora após a alimentação dos garrotes.

As amostras de sangue foram obtidas através da venipunctura da jugular externa, utilizando-se sistema de coleta a vácuo. Para determinação da glicemia, concentração de AGLs e β -hidroxibutirato, o sangue foi coletado em tubos de “vacutainer” contendo fluoreto, enquanto que para a determinação de uréia, creatinina, albumina, proteínas totais e globulina foram utilizados tubos de “vacutainer” sem anticoagulante para a obtenção de soro.

As amostras sem anticoagulante foram mantidas à temperatura ambiente e, aproximadamente após três horas da coleta foram centrifugadas, por 10 minutos a 250 G para a obtenção do soro. Este último foi aliqotado e armazenado, à -20° C, em tubos plásticos até que fossem realizadas as análises bioquímicas.

As amostras com anticoagulante foram prontamente resfriadas e após três horas foram centrifugadas por cinco minutos a 250 G, para a obtenção do plasma, o qual foi aliqotado e armazenado, à -20° C, em tubos plásticos até que fossem realizadas as análises bioquímicas.

As determinações bioquímicas sanguíneas de glicose, ácidos graxos livres, β -hidroxibutirato, uréia, creatinina, proteína total e albumina foram realizadas em analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS®, comprado especialmente para a realização deste experimento.

4.6.1 Hematócrito

O hematócrito foi realizado em tubos capilares de 75 mm onde as amostras foram centrifugadas por cinco minutos a 13.000 G.

4.6.2 Concentração plasmática de glicose

A concentração plasmática de glicose foi determinada utilizando-se *kit* comercial SIGMA® kit nº 315-100, que segue a técnica enzimática descrita por TRINDER (1969).

4.6.3 Concentração plasmática de ácidos graxos livres (AGLs)

A concentração plasmática de AGLs foi determinada utilizando-se *kit* comercial Wako® Fine Chemical Industries USA, nº 994-75409 D, segundo o método enzimático desenvolvido pela Wako. O método da Wako se baseia na acilação da coenzima (CoA) pelo ácido graxo na presença de acil-CoA sintetase (ACS) adicionado. O acil-CoA então produzido é oxidado pela acil-CoA oxidase (ACOD) com formação de peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio, na presença de peroxidase (POD) permite a condensação oxidativa do 3-metil-N-etil-N-(β -hidroxi-etil)-anilina (MEHA) com 4-aminoantipirina formando uma coloração púrpura medida colorimetricamente a 550 nm.

4.6.4 Concentração plasmática de β -hidroxibutirato

A concentração de β -hidroxibutirato foi obtida utilizando-se o *kit* comercial SIGMA[®] nº 310-A, que se baseia no método enzimático descrito por WILLIAMSON [...] (1962).

4.6.5 Concentração sérica de uréia

A concentração sérica de uréia foi determinada utilizando-se *kit* comercial BAYER[®] nº T-01 1821-56, segundo técnica descrita por TALKE e SCHUBERT (1965).

4.6.6 Concentração sérica de creatinina

A concentração de creatinina foi determinada no analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS e utilizando-se o *kit* comercial SIGMA[®] nº 555, de acordo com a técnica cinética descrito por LUTSGARTEN e WENK (1972).

4.6.7 Concentração sérica de proteína total

A proteína total foi determinada pelo método do biureto e processada no analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS.

4.6.8 Concentração sérica de albumina

A concentração de albumina foi obtida pelo método do verde bromocresol, no analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS.

4.6.9 Concentração sérica de globulina

A concentração de globulina foi determinada pela diferença entre as concentrações de proteína total e albumina.

4.7 Coleta e processamento das amostras de urina

As amostras de urina foram coletadas dos animais por meio de massagem prepucial, com o objetivo de induzir a micção. A urina foi coletada em frasco plástico de boca larga (coletor universal) no mesmo tempo da coleta de sangue, isto é, de três a cinco horas após o oferecimento do alimento. Logo após a coleta, as amostras foram refrigeradas, por aproximadamente três horas, e centrifugadas (centrífuga refrigerada JOUAN MR22) por cinco minutos 500 G. Após a centrifugação, as amostras foram aliqüotadas e armazenadas em tubos plásticos, a -20°C , para posterior análise de uréia, creatinina, alantoína e ácido úrico.

As determinações bioquímicas urinárias de uréia, creatinina e ácido úrico foram realizadas em analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS.

4.7.1 pH urinário

O pH urinário foi determinado a partir de uma alíquota de urina recém coletada para a análise bioquímica e utilizando-se potenciômetro digital de mesa marca Celm[®], previamente calibrado, modelo PH-10, com sensibilidade de 0,01 grau, acoplado em eletrodo íon específico, marca Sensotec[®], modelo 2.13.

4.7.2 Concentração urinária de creatinina

A determinação da concentração da creatinina urinária foi realizada utilizando-se o *kit* comercial da marca Sigma®, nº 555, de acordo com o método cinético descrito por LUTSGARTEN e WENK (1972). Tal determinação foi realizada a fim de que se pudesse corrigir as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e uréia.

4.7.3 Concentração urinária de alantoína

A determinação urinária de alantoína foi realizada através da técnica descrita por BORCHERS (1977), utilizando método colorimétrico cuja leitura das amostras foi feita em Espectrofotômetro Digital B342II, Micronal ®.

4.7.4 Concentração urinária de ácido úrico

A concentração urinária de ácido úrico foi determinada por *kit* diagnóstico comercial, BioSystems® nº 11821, no analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS, segundo técnica descrita por FOSSATI [...] (1980).

4.7.5 Concentração urinária de uréia

A concentração urinária de uréia foi determinada utilizando-se *kit* comercial BAYER® nº T-01 1821-56, por meio de técnica descrita por TALKE e SCHUBERT (1965).

4.7.6 Cálculo do índice de excreção urinária

Os resultados urinários supracitados (alantoína, ácido úrico e uréia) foram corrigidos pela concentração de creatinina urinária e pelo peso metabólico (Peso Vivo^{0,75}) dos animais, segundo descrito por BRITO (1998), de acordo com a fórmula:

$\frac{\text{Concentração do metabólito em questão (mmol/L)}}{\text{Concentração de creatinina urinária (mmol/L)}} \times \text{Peso Vivo}^{0,75}$
--

4.7.7 Detecção da presença de corpos cetônicos na urina

Os corpos cetônicos urinários foram determinados através da prova de Rothera, utilizando-se o kit diagnóstico Ketocheck (Great States Animal Health), esta prova se baseia na intensidade da coloração púrpura formada pela reação da acetona do leite com o nitropussiato em meio alcalino, no caso o carbonato de sódio, quanto maior a concentração de corpos cetônicos (especialmente acetoacetato e acetona), mais púrpura fica a reação.

4.8 Coleta e processamento das amostras de fluido ruminal

4.8.1 pH ruminal

O conteúdo ruminal foi coletado diretamente da cânula ruminal na 3ª hora pós-ingestão e imediatamente determinado seu pH, com o uso de um potenciômetro digital de mesa marca Celm®, previamente calibrado, modelo PH-10, com sensibilidade de 0,01 grau, acoplado em eletrodo íon específico, marca Sensotec®, modelo 2.13.

4.8.2 Tempo de redução do azul de metileno

Foi realizada também a prova de redução de azul de metileno (RAM), através da técnica descrita por WENZEL (1977) utilizando-se uma solução de azul de metileno a 0,01%.

4.8.3 Volume ruminal, taxa de renovação e taxa de passagem de líquidos no rúmen

No tempo basal (T0), na quarta (T4) e nona (T9) quinzenas foram avaliados o volume ruminal, taxa de renovação de líquidos no rúmen (“turnover ruminal”), em 24 horas, e taxa de passagem de líquidos através do uso de polietilenoglicol 4000, marcador de fase líquida ruminal, seguindo técnica descrita por HÝDEN (1955) e cálculos realizados por BRITO (1998).

4.8.4 Concentração ruminal dos ácidos graxos voláteis (AGV)

A concentração de AGV (ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico) no conteúdo ruminal foi determinada nos mesmos tempos supracitados, (T0; T4; e T9) na 3ª hora após o oferecimento da dieta, segundo técnica descrita por ERWIN [...] (1961), através de cromatografia gasosa. Estas determinações foram realizadas no Departamento de Produção Animal da Universidade de São Paulo, no Campus de Pirassununga.

4.9 Análise Estatística

Todas as variáveis foram submetidas ao teste de KOLGOMOROV & SMIRNOV para verificar se os dados apresentavam distribuição paramétrica. Quando a distribuição dos dados foi não-paramétrica, as variáveis foram analisadas pelo Teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Tanto para a avaliação da influência do dia da coleta (intragrupo), como do tratamento proposto (intergrupos), os dados foram submetidos inicialmente ao Teste

F (ANOVA) e quando significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste multiple-range de Duncan.

Para o estudo de relação entre duas variáveis foi utilizada tanto a análise de regressão linear como o coeficiente de correlação. A significância obtida na regressão linear foi avaliada através de Teste F. Foram consideradas diferenças significativas quando p foi inferior a 0,05 (LITTLE e HILLS, 1978; SAMPAIO, 1998). De acordo com os referidos autores, uma correlação foi considerada alta quando $r > 0,6$; média quando os valores de r estavam entre 0,3 e 0,6; e baixa quando $r < 0,3$.

5 RESULTADOS

Os dados são apresentados cronologicamente em quinzenas, isto é, neste experimento uma quinzena corresponde a um período de duas semanas. Assim, T0 é o primeiro dia do período experimental e T4 é o 56^o dia de experimento, representando o que ocorreu na 4^o quinzena (43^o ao 56^o dia).

5.1 Consumo de matéria seca (CMS)

No início do experimento (T0 e T1), os animais receberam 2,75% do PV em matéria seca (MS) da dieta. No decorrer do experimento essa quantidade foi alterada, chegando a 3,0% do PV para os animais do que receberam o tratamento A e 1,5% para os animais que receberam os tratamentos B e C. Essa alteração ocorreu devido às mudanças no CMS.

A Tab. 4 mostra os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão do CMS dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento. Deve-se ressaltar que os dados apresentados no T0 representam o total de alimento oferecido e não o consumido de fato pelos animais, em especial dos grupos 2 e 3.

Esses dados em particular não foram confrontados com os das demais quinzenas, não sendo submetidos à análise estatística.

No decorrer de todo o experimento o grupo 1 ingeriu mais alimento que os demais grupos ($p < 0,0001$). Dentro de cada grupo, os animais pertencentes ao grupo 1 consumiram mais alimentos no T6 do que no tempo 1 ($p < 0,05$) e os garrotes pertencentes aos grupos 2 e 3 diminuíram a ingestão do alimento progressivamente no decorrer do experimento ($p < 0,002$) (Tab. 4, Graf. 1).

Tabela 4 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para o consumo de matéria seca (CMS), em kg, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	4,60	4,50	4,50
T1	4,88 ± 1,33 ^{Kb}	2,55 ± 0,32 ^{Lab}	2,02 ± 0,61 ^{Lab}
T2	5,46 ± 1,05 ^{Kab}	2,40 ± 0,36 ^{Lab}	2,30 ± 0,24 ^{Lab}
T3	5,89 ± 1,00 ^{Kab}	2,21 ± 0,18 ^{Lab}	2,16 ± 0,37 ^{Lab}
T4	6,22 ± 1,02 ^{Kab}	2,47 ± 0,17 ^{Lab}	2,55 ± 0,35 ^{Lab}
T5	6,56 ± 1,06 ^{Kab}	2,66 ± 0,48 ^{La}	2,50 ± 0,39 ^{La}
T6	6,87 ± 0,97 ^{Ka}	2,70 ± 0,51 ^{La}	2,40 ± 0,42 ^{La}
T7	6,27 ± 1,17 ^{Kab}	1,97 ± 0,44 ^{Lb}	1,59 ± 0,29 ^{Lb}
T8	6,26 ± 0,95 ^{Kab}	1,93 ± 0,58 ^{Lbc}	1,23 ± 0,33 ^{Lbc}
T9	6,67 ± 1,01 ^{Kab}	2,07 ± 0,44 ^{Lab}	1,45 ± 0,45 ^{Lab}
T10	5,89 ± 1,13 ^{Kab}	1,35 ± 0,38 ^{Lc}	0,78 ± 0,69 ^{Lc}
Média	6,10 ± 1,10 ^K	2,23 ± 0,53 ^L	1,90 ± 0,60 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 1 - Valores médios e respectivos desvios padrão do consumo de matéria seca (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.2 Peso vivo

Na Tab. 5 estão expressos os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento.

O peso vivo médio de cada grupo estudado foi semelhante no início do experimento ($p > 0,95$). A partir da terceira quinzena (T3) até o final do experimento o grupo 1 apresentou maior peso corporal que os demais ($p < 0,02$). Apesar de ocorrerem diferenças numéricas entre o peso vivo dos grupos 2 e 3 no final do período experimental, estas não foram significativas. As médias gerais no decorrer do experimento demonstraram que os grupos 2 e 3 apresentaram menor peso corporal que o grupo 1 ($p < 0,0001$). Dentro de cada tratamento, só foi observado

incremento de peso no grupo 1, não existindo diferenças significativas nos demais grupos (Graf. 2).

Tabela 5 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	168,3 ± 33,0 ^{Kf}	164,8 ± 26,1 ^{Ka}	162,5 ± 12,7 ^{Ka}
T1	189,0 ± 30,4 ^{Kef}	167,8 ± 24,0 ^{Ka}	168,3 ± 10,9 ^{Ka}
T2	201,3 ± 31,8 ^{Kef}	166,0 ± 23,2 ^{Ka}	166,0 ± 12,7 ^{Ka}
T3	215,3 ± 30,8 ^{Kdef}	166,5 ± 23,9 ^{La}	164,3 ± 7,9 ^{La}
T4	229,0 ± 33,1 ^{Kcde}	171,0 ± 23,5 ^{La}	164,3 ± 12,1 ^{La}
T5	235,8 ± 31,9 ^{Kbcde}	164,3 ± 26,1 ^{La}	156,5 ± 14,0 ^{La}
T6	259,0 ± 33,1 ^{Kabcd}	169,3 ± 27,3 ^{La}	158,3 ± 13,4 ^{La}
T7	273,0 ± 31,8 ^{Kabc}	173,0 ± 29,7 ^{La}	155,0 ± 13,3 ^{La}
T8	285,0 ± 32,8 ^{Kab}	172,3 ± 32,9 ^{La}	151,0 ± 14,0 ^{La}
T9	298,5 ± 32,0 ^{Ka}	170,5 ± 33,3 ^{La}	150,7 ± 12,2 ^{La}
T10	307,3 ± 34,7 ^{Ka}	169,5 ± 36,3 ^{La}	148,3 ± 13,1 ^{La}
Média	241,9 ± 52,8 ^K	168,6 ± 24,9 ^L	159,1 ± 12,6 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 2 - Valores médios e respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.4 Escore de condição corporal (ECC)

A Tab. 6 mostra os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão do escore de condição corporal dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do período experimental.

No início do experimento os animais dos três grupos apresentaram escores de condição corporal idênticos ($p > 0,99$). No decorrer do experimento o escore corporal dos grupos 2 e 3 foi inferior ao grupo controle ($p < 0,0001$). Animais do grupo 1 melhoraram o escore corporal nas avaliações durante o experimento ($p < 0,031$); o grupo 2 não alterou seu escore ($p > 0,33$), mas o grupo 3 diminuiu a sua condição corporal durante o experimento ($p < 0,002$) (Graf. 3).

Tabela 6 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no início, metade e final do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Avaliação</i> **	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Avaliação 1	2,56± 0,83 ^{Kb}	2,63± 0,48 ^{Ka}	2,63± 0,32 ^{Ka}
Avaliação 2	3,44± 0,32 ^{Ka}	2,13± 0,43 ^{La}	1,69± 0,47 ^{Lb}
Avaliação 3	3,69± 0,13 ^{Ka}	2,38± 0,43 ^{La}	1,56± 0,55 ^{Lb}
Média	3,23 ± 0,69 ^K	2,38 ± 0,46 ^L	1,96 ± 0,65 ^L

Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Avaliação 1: T0; Avaliação 2: T4 e Avaliação 3: T9.

Gráfico 3 - Valores médios e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.4 Funções vitais (FC, FR, MR e T°C)

Na Tab. 7 estão expressos os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (batimentos por minuto) dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento.

Todos os grupos experimentais começaram o experimento com número semelhante de batimentos cardíacos ($p > 0,59$). Levando-se em consideração os valores normais (60 a 80 batimentos cardíacos/minutos) e a constância dos resultados, menor número de batimentos foram constatados no grupo 3 a partir da terceira quinzena (T3) e no grupo 2 a partir da 7^a quinzena (T7) de experimento. Nas 4^a, 7^a, 8^a e 10^a quinzenas os animais do grupo 3 apresentaram menores batimentos cardíacos que os do grupo 2. As médias gerais dos grupos revelaram que o grupo 1 apresentou maior número de batimentos cardíacos que o grupo 2 e este maior que o grupo 3 ($p < 0,0001$). Dentro dos três grupos existiram diferenças significativas no número de batimentos cardíacos no decorrer do experimento ($p < 0,02$). No grupo 1 foi detectado taquicardia nas primeiras quinzenas do experimento, enquanto que no grupo 2 existiu uma tendência de bradicardia e os animais do grupo 3 apresentaram bradicardia ao término do experimento em relação as primeiras quinzenas (Graf. 4).

Tabela 7 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (batimentos por minuto) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	69 ± 13,6 ^{Kcde}	64 ± 8,6 ^{Kab}	72 ± 10,5 ^{Ka}
T1	99 ± 11,9 ^{Ka}	71 ± 15,1 ^{La}	60 ± 11,2 ^{Labc}
T2	88 ± 5,9 ^{Kab}	72 ± 11,4 ^{KLa}	62 ± 21,6 ^{Lab}
T3	84 ± 7,3 ^{Kb}	68 ± 4,8 ^{Lab}	56 ± 9,2 ^{Labcd}
T4	87 ± 5,0 ^{Kab}	60 ± 4,0 ^{Labc}	44 ± 2,4 ^{Mbcde}
T5	65 ± 9,2 ^{Kde}	66 ± 9,9 ^{Kab}	54 ± 12,8 ^{Kabcd}
T6	77 ± 10,0 ^{Kbcd}	68 ± 13,1 ^{Kab}	55 ± 18,7 ^{Kabcd}
T7	63 ± 4,4 ^{Ke}	59 ± 8,2 ^{Kabc}	38 ± 7,5 ^{Lde}
T8	78 ± 6,6 ^{Kbcd}	58 ± 10,2 ^{Labc}	33 ± 3,1 ^{Me}
T9	80 ± 7,3 ^{Kbc}	53 ± 10,0 ^{Lbc}	41 ± 6,1 ^{Lcde}
T10	78 ± 5,7 ^{Kbcd}	47 ± 6,0 ^{Lc}	31 ± 3,1 ^{Me}
Média	80 ± 12,6 ^K	62 ± 11,4 ^L	50 ± 16,1 ^M

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 4 - Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (batimentos por minuto - bpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Na Tab. 8 estão expressos os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão da frequência respiratória (movimentos por minuto) dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento.

Todos os grupos experimentais começaram com número semelhante de movimentos respiratórios ($p > 0,12$). Maiores médias gerais foram verificadas nas frequências respiratórias do grupo 1 com relação aos demais grupos ($p < 0,0001$).

Com exceção da 6^a quinzena quando a FR foi maior no grupo 1 em relação ao grupo 3 ($p < 0,03$) e da 7^a quinzena quando a FR aos grupos 1 e 2 foram maiores que a do grupo 3 ($p < 0,002$), a partir do T3 a frequência respiratória foi maior no grupo 1 do que nos grupos 2 e 3.

Dentro do grupo 1, no T10 os movimentos respiratórios foram maiores que no tempo basal e nas 2^a, 5^a, 6^a, 7^a e 8^a quinzenas ($p < 0,04$). Não existiram diferenças significativas dentro do grupo 2 ($p > 0,45$), porém menores frequências respiratórias foram detectadas nas últimas quinzenas no grupo 3 ($p < 0,0001$) (Tab. 8 e Graf. 5).

Tabela 8 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da frequência respiratória (movimentos por minuto) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	23 ± 1,0 ^{Kb}	19 ± 3,1 ^{Ka}	22 ± 3,8 ^{Ka}
T1	26 ± 4,2 ^{Kab}	18 ± 5,6 ^{La}	20 ± 2,2 ^{KLab}
T2	24 ± 4,5 ^{Kb}	18 ± 6,1 ^{Ka}	17 ± 2,4 ^{Kbc}
T3	26 ± 3,9 ^{Kab}	16 ± 1,0 ^{La}	15 ± 3,3 ^{Lcd}
T4	26 ± 2,6 ^{Kab}	15 ± 1,5 ^{La}	14 ± 2,2 ^{Lcde}
T5	23 ± 4,0 ^{Kb}	15 ± 1,5 ^{La}	17 ± 2,9 ^{Lbc}
T6	22 ± 6,9 ^{Kb}	15 ± 4,3 ^{KLa}	11 ± 2,2 ^{Lde}
T7	21 ± 4,3 ^{Kb}	18 ± 1,9 ^{Ka}	10 ± 1,5 ^{Le}
T8	20 ± 1,4 ^{Kb}	12 ± 0,8 ^{La}	10 ± 1,5 ^{Le}
T9	25 ± 5,0 ^{Kab}	14 ± 5,2 ^{La}	12 ± 0,0 ^{Lde}
T10	31 ± 2,1 ^{Ka}	16 ± 5,7 ^{La}	12 ± 0,6 ^{Lde}
Média	24 ± 4,5 ^K	16 ± 3,9 ^L	15 ± 4,3 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 5 - Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência respiratórios (movimentos por minuto – mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

A Tab. 9 mostra e o Graf. 6 ilustra os valores médios, a média geral e os respectivos desvios padrão dos movimentos ruminais (a cada três minutos) dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento. Todos os grupos experimentais iniciaram com número semelhante de movimentos ruminais ($p > 0,63$). As médias gerais revelaram que o grupo 1 apresentou maior número de movimentos ruminais que os demais grupos ($p < 0,0001$). Dentro de cada tratamento foram constatadas alterações nos grupos 1 ($p < 0,02$); 2 ($p < 0,01$); e de forma mais evidente no grupo 3 ($p < 0,0004$).

A Tab. 10 mostra a mediana da tonicidade dos movimentos ruminais no decorrer do período experimental. Os três grupos iniciaram o experimento com tonicidade ruminal semelhante ($p > 0,96$). A partir da 6^a quinzena até o final do experimento o grupo 1 apresentou maior tonicidade ruminal que o grupo 3 ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do movimento ruminal (a cada 3 minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	3,8 ± 1,0 ^{Kc}	3,3 ± 0,5 ^{Kabcd}	3,8 ± 1,0 ^{Kabc}
T1	4,0 ± 1,2 ^{Kbc}	4,3 ± 1,0 ^{Ka}	3,8 ± 0,5 ^{Kabc}
T2	3,5 ± 0,6 ^{Kc}	3,5 ± 1,3 ^{Kabc}	3,3 ± 0,5 ^{Kbcd}
T3	5,0 ± 1,2 ^{Kab}	3,3 ± 0,5 ^{Labcd}	4,3 ± 0,5 ^{KLab}
T4	5,3 ± 0,5 ^{Ka}	3,0 ± 0,8 ^{Lbcd}	3,5 ± 0,6 ^{Labc}
T5	3,5 ± 0,6 ^{Kc}	3,3 ± 0,5 ^{Kabcd}	3,5 ± 0,6 ^{Kabc}
T6	4,3 ± 0,5 ^{Kabc}	3,5 ± 0,6 ^{Kabc}	4,5 ± 1,3 ^{Ka}
T7	4,5 ± 0,6 ^{Kabc}	2,3 ± 0,5 ^{Ld}	2,3 ± 0,5 ^{Lde}
T8	3,5 ± 0,6 ^{KLc}	4,0 ± 0,0 ^{Kab}	3,3 ± 0,5 ^{Lbcd}
T9	3,8 ± 0,5 ^{Kc}	2,5 ± 0,6 ^{Lcd}	2,7 ± 0,6 ^{Lcde}
T10	4,3 ± 0,5 ^{Kabc}	3,3 ± 0,5 ^{Labcd}	2,0 ± 0,0 ^{Me}
Média	4,1 ± 0,9 ^K	3,3 ± 0,8 ^L	3,4 ± 0,9 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 6 - Valores médios e respectivos desvios padrão dos movimentos ruminais (a cada três minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tabela 10 – Mediana da tonicidade dos movimentos ruminais no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
T0	3,0	Kb	3,0	Ka	3,0	Ka
T3	4,0	Ka	3,0	Ka	3,0	Ka
T6	4,0	Ka	3,0	KLa	2,5	La
T9	4,0	Ka	3,0	KLa	2,0	Lab
T10	4,0	Ka	2,5	KLa	1,5	Lb

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Na Tab. 11 estão expressos os valores médios, média geral e os respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) dos animais dos grupos 1, 2 e 3 no decorrer do experimento.

Embora existissem pequenas discrepâncias nos valores de temperatura retal dentro e entre grupos, estes estiveram no intervalo de normalidade (38°C a 39,5°C), com exceção da média da 5^a; 8^a; e 9^a quinzenas para o grupo 3 e da 7^a quinzena do grupo 2. As médias gerais revelaram que o grupo 1 apresentou maior temperatura retal que os grupos 2 e 3 ($p < 0,0001$) (Graf. 7).

Tabela 11 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	38,7 ± 0,26 ^{Lbcd}	38,5 ± 0,10 ^{Labc}	39,0 ± 0,05 ^{Ka}
T1	39,0 ± 0,15 ^{Ka}	38,9 ± 0,56 ^{Ka}	38,7 ± 0,22 ^{Kab}
T2	38,9 ± 0,25 ^{Kab}	38,2 ± 0,47 ^{Lbc}	37,9 ± 0,43 ^{Lcd}
T3	38,5 ± 0,26 ^{Kcde}	38,6 ± 0,57 ^{Kab}	38,2 ± 0,59 ^{Kbcd}
T4	38,7 ± 0,15 ^{Kbcd}	38,4 ± 0,35 ^{Kabc}	38,4 ± 0,19 ^{Kbc}
T5	38,7 ± 0,12 ^{Kbc}	37,9 ± 0,34 ^{Lcd}	37,6 ± 0,48 ^{Ld}
T6	38,6 ± 0,08 ^{Kcde}	38,1 ± 0,33 ^{Lbcd}	38,2 ± 0,39 ^{KLbcd}
T7	38,3 ± 0,17 ^{Ke}	37,4 ± 0,43 ^{Ld}	38,1 ± 0,48 ^{Kbcd}
T8	38,4 ± 0,08 ^{Kde}	37,9 ± 0,48 ^{KLcd}	37,7 ± 0,36 ^{Ld}
T9	38,5 ± 0,13 ^{Kcde}	38,1 ± 0,38 ^{KLbc}	37,6 ± 0,36 ^{Ld}
T10	38,6 ± 0,17 ^{Kcd}	38,4 ± 0,25 ^{KLabc}	38,0 ± 0,35 ^{Lcd}
Média	38,6 ± 0,25 ^K	38,2 ± 0,53 ^L	38,2 ± 0,55 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 7 - Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.5 Hematócrito (Ht)

Maiores valores de hematócrito foram constatados nos animais do grupo 2 em relação aos do grupo 1 entre a 3^a e 6^a quinzenas ($p < 0,05$). Os animais do grupo 1 tiveram menores valores de hematócrito na segunda quinzena em relação aos demais grupos ($p < 0,006$). A comparação das médias gerais indicou maiores valores de hematócrito para os animais do grupo 2 em relação aos demais ($p < 0,001$) e do grupo 3 em relação ao grupo 1 ($p < 0,01$).

Dentro do grupo 1, o hematócrito foi menor da primeira à terceira quinzenas quando comparado com as seis últimas quinzenas ($p < 0,0001$). No grupo 2 não houve diferença no hematócrito no decorrer do experimento ($p > 0,94$). Dentro do grupo 3, apenas na 3^a quinzena o hematócrito foi maior ($p < 0,05$) que no tempo basal (Tab. 12 e Graf. 8).

Tabela 12 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de hematócrito (%), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	29 ± 2,9 ^{Ka}	31 ± 2,1 ^{Ka}	27 ± 3,3 ^{Kb}
T1	26 ± 1,7 ^{Kb}	33 ± 6,2 ^{Ka}	31 ± 2,2 ^{Kab}
T2	25 ± 1,0 ^{Lc}	33 ± 3,9 ^{Ka}	30 ± 1,3 ^{Kab}
T3	27 ± 1,7 ^{Lb}	35 ± 5,0 ^{Ka}	32 ± 1,9 ^{KLa}
T4	27 ± 1,6 ^{Lab}	32 ± 2,6 ^{Ka}	30 ± 2,5 ^{KLab}
T5	29 ± 1,4 ^{La}	34 ± 3,1 ^{Ka}	30 ± 2,8 ^{KLab}
T6	29 ± 1,0 ^{La}	35 ± 3,4 ^{Ka}	30 ± 1,7 ^{Lab}
T7	29 ± 1,3 ^{Ka}	34 ± 4,0 ^{Ka}	30 ± 3,6 ^{Kab}
T8	29 ± 2,4 ^{Ka}	33 ± 4,0 ^{Ka}	29 ± 4,2 ^{Kab}
T9	29 ± 0,8 ^{Ka}	33 ± 3,8 ^{Ka}	29 ± 2,9 ^{Kab}
T10	29 ± 1,0 ^{Ka}	33 ± 5,4 ^{Ka}	31 ± 3,2 ^{Kab}
Média	28 ± 1,2 ^M	33 ± 3,8 ^K	30 ± 1,8 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 8 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o hematócrito (%) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.6 Concentração plasmática de glicose

Com exceção do tempo zero, T1 e T3, a glicemia foi sempre superior no grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,05$). As médias gerais foram também maiores no grupo 1 em relação aos grupos 2 e 3, não existindo diferença entre estes dois grupos ($p < 0,0001$).

Dentro dos grupos ocorreram algumas diferenças no decorrer do experimento. No grupo 1 a glicemia se elevou já na primeira quinzena, mantendo-se estável a partir da 2^a quinzena até a última coleta. Constataram-se menores glicemias na última quinzena (T10) em relação a todas as demais para o grupo 2 e, para o grupo 3 em relação ao tempo basal e às 1^a; 2^a; e 3^a quinzenas (Tab. 13 e Graf. 9).

Tabela 13 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	3,6 ± 0,21 ^{Kd}	3,7 ± 0,24 ^{Ka}	3,8 ± 0,37 ^{Ka}
T1	4,1 ± 0,22 ^{Kbc}	3,8 ± 0,55 ^{Ka}	3,8 ± 0,42 ^{Ka}
T2	4,7 ± 0,26 ^{Ka}	3,6 ± 0,32 ^{La}	3,7 ± 0,35 ^{La}
T3	4,6 ± 0,21 ^{Ka}	3,9 ± 0,60 ^{Ka}	3,8 ± 0,62 ^{Ka}
T4	4,6 ± 0,21 ^{Ka}	3,6 ± 0,29 ^{La}	3,5 ± 0,32 ^{Lab}
T5	4,6 ± 0,13 ^{Ka}	3,3 ± 0,22 ^{La}	3,3 ± 0,41 ^{Lab}
T6	4,5 ± 0,22 ^{Ka}	3,7 ± 0,29 ^{La}	3,1 ± 0,55 ^{Lab}
T7	4,3 ± 0,17 ^{Kab}	3,5 ± 0,39 ^{La}	3,1 ± 0,50 ^{Lab}
T8	4,5 ± 0,17 ^{Ka}	3,5 ± 0,32 ^{La}	3,3 ± 0,47 ^{Lab}
T9	4,0 ± 0,21 ^{Kbc}	3,3 ± 0,31 ^{La}	3,2 ± 0,25 ^{Lab}
T10	3,9 ± 0,27 ^{Kc}	2,4 ± 1,16 ^{Lb}	2,9 ± 0,31 ^{Lb}
Média	4,3 ± 0,39 ^K	3,5 ± 0,59 ^L	3,4 ± 0,51 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 9 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.7 Concentração plasmática de ácidos graxos livres (AGLs)

Apenas na 8ª quinzena foi detectado menores teores de AGLs plasmáticos no grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,03$). Porém maiores médias gerais de AGLs foram detectadas nos grupos 2 e 3 em relação ao 1º grupo ($p < 0,0001$).

A análise dentro de cada grupo demonstrou que no grupo 1, maiores concentrações de AGLs foram encontradas em T0 e T7 em relação a T5 e T10 ($p < 0,05$). No grupo 2 maiores concentrações de AGLs foram determinadas na 8ª quinzena que nas 1ª e 3ª quinzenas ($p < 0,05$). Já no grupo 3 não se observou

diferença ($p > 0,22$) nas concentrações de AGLs entre os tempos (Tab. 14 e Graf. 10).

Tabela 14 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	181,6 ± 72,32 ^{Ka}	180,8 ± 83,51 ^{Kabc}	142,7 ± 37,82 ^{Ka}
T1	149,4 ± 36,83 ^{Kab}	125,9 ± 33,30 ^{Kc}	126,5 ± 30,73 ^{Ka}
T2	156,5 ± 30,87 ^{Kab}	171,8 ± 83,84 ^{Kabc}	172,2 ± 46,28 ^{Ka}
T3	155,9 ± 31,18 ^{Kab}	155,1 ± 41,18 ^{Kbc}	285,2 ± 136,14 ^{Ka}
T4	150,4 ± 29,59 ^{Kab}	279,0 ± 213,46 ^{Kabc}	203,5 ± 73,99 ^{Ka}
T5	112,3 ± 21,45 ^{Kb}	310,0 ± 160,91 ^{Kabc}	319,5 ± 205,84 ^{Ka}
T6	156,9 ± 21,40 ^{Kab}	210,4 ± 110,64 ^{Kabc}	328,2 ± 206,64 ^{Ka}
T7	187,8 ± 44,01 ^{Ka}	327,9 ± 102,63 ^{Kabc}	329,1 ± 205,23 ^{Ka}
T8	144,3 ± 12,92 ^{Lab}	385,3 ± 107,65 ^{Ka}	367,1 ± 167,25 ^{Ka}
T9	161,1 ± 42,91 ^{Kab}	354,0 ± 194,84 ^{Kab}	349,2 ± 98,79 ^{Ka}
T10	103,5 ± 30,10 ^{Kb}	313,6 ± 152,70 ^{Kabc}	238,6 ± 198,91 ^{Ka}
Média	150,9 ± 40,54 ^L	255,7 ± 142,47 ^K	258,6 ± 151,83 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 10 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.8 Concentração plasmática de β -hidroxibutirato

A partir da 1ª quinzena até o final do experimento os teores de β -hidroxibutirato (BOHB) foram maiores no grupo 1 em relação ao grupo 3, ocorrendo o mesmo fato a partir da 2ª quinzena com o grupo 2 ($p < 0,005$). Maiores concentrações de BOHB foram determinadas no grupo 2 a partir da 6ª quinzena até o término do experimento em relação ao grupo 3 ($p < 0,05$). As médias gerais foram maiores no grupo 1 em relação aos demais grupos ($p < 0,0001$).

Dentro dos três grupos, menores teores ($p < 0,008$) de BOHB foram determinados nas últimas quinzenas em relação às primeiras do período experimental (Tab. 15 e Graf. 11).

Tabela 15 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	0,36 $\pm$ 0,08 ^{Kabc}	0,29 $\pm$ 0,05 ^{Ka}	0,29 $\pm$ 0,02 ^{Ka}
T1	0,33 $\pm$ 0,06 ^{Kabc}	0,28 $\pm$ 0,02 ^{KLab}	0,22 $\pm$ 0,05 ^{Lbc}
T2	0,32 $\pm$ 0,05 ^{Kabc}	0,22 $\pm$ 0,02 ^{Lbc}	0,24 $\pm$ 0,02 ^{Lb}
T3	0,33 $\pm$ 0,05 ^{Kabc}	0,17 $\pm$ 0,05 ^{Lde}	0,17 $\pm$ 0,03 ^{Ld}
T4	0,41 $\pm$ 0,10 ^{Ka}	0,25 $\pm$ 0,05 ^{Labc}	0,18 $\pm$ 0,03 ^{Lcd}
T5	0,40 $\pm$ 0,09 ^{Ka}	0,24 $\pm$ 0,06 ^{Labc}	0,18 $\pm$ 0,01 ^{Lcd}
T6	0,35 $\pm$ 0,02 ^{Kabc}	0,24 $\pm$ 0,03 ^{Labc}	0,17 $\pm$ 0,02 ^{Md}
T7	0,38 $\pm$ 0,10 ^{Kab}	0,22 $\pm$ 0,02 ^{Lcd}	0,15 $\pm$ 0,03 ^{Md}
T8	0,28 $\pm$ 0,03 ^{Kbc}	0,12 $\pm$ 0,02 ^{Le}	0,09 $\pm$ 0,01 ^{Me}
T9	0,26 $\pm$ 0,02 ^{Kc}	0,13 $\pm$ 0,01 ^{Le}	0,09 $\pm$ 0,02 ^{Me}
T10	0,25 $\pm$ 0,01 ^{Kc}	0,13 $\pm$ 0,02 ^{Le}	0,06 $\pm$ 0,03 ^{Me}
Média	0,33 $\pm$ 0,08 ^K	0,21 $\pm$ 0,07 ^L	0,17 $\pm$ 0,07 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 11 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.9 Concentração sérica de uréia

Na primeira quinzena, os animais do grupo 1 apresentaram menores concentrações séricas de uréia que os animais dos demais grupos ($p < 0,05$). Na terceira e sétima quinzenas o grupo 3 apresentou menores teores de uréia que o grupo 1 ($p < 0,05$). Nas demais quinzenas não houve diferença nas concentrações de uréia séricas entre os três grupos ($p > 0,07$). Com relação à média geral, não houve diferença entre os três grupos ($p > 0,12$). Dentro do grupo 1 menores concentrações séricas de uréia foram detectadas no tempo basal e na primeira quinzena ($p < 0,0001$) em relação às 3^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a, 9^a e 10^a quinzenas. Dentro do grupo 2 não houve diferença durante o período experimental. Os animais do grupo 3 apresentaram menores teores de uréia sérica no tempo basal e na 7^a quinzena em relação à primeira quinzena do experimento (Tab. 16 e Graf. 12).

Tabela 16 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de uréia sérica (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	4,20 ± 0,57 ^{Kd}	4,80 ± 1,20 ^{Ka}	4,54 ± 0,67 ^{Kb}
T1	4,08 ± 0,90 ^{Ld}	5,99 ± 0,73 ^{Ka}	6,02 ± 0,39 ^{Ka}
T2	5,28 ± 0,52 ^{Kcd}	6,48 ± 1,40 ^{Ka}	5,99 ± 0,96 ^{Kab}
T3	5,67 ± 1,22 ^{Kabc}	5,22 ± 1,54 ^{KLa}	3,69 ± 0,25 ^{Lab}
T4	5,35 ± 0,81 ^{Kbcd}	6,49 ± 1,87 ^{Ka}	4,95 ± 0,86 ^{Kab}
T5	7,09 ± 0,96 ^{Ka}	6,25 ± 1,31 ^{Ka}	5,25 ± 1,01 ^{Kab}
T6	6,47 ± 0,90 ^{Kabc}	6,76 ± 1,93 ^{Ka}	5,58 ± 0,94 ^{Kab}
T7	6,03 ± 1,02 ^{Kabc}	4,37 ± 2,11 ^{KLa}	3,43 ± 0,45 ^{Lb}
T8	6,64 ± 1,02 ^{Kabc}	5,37 ± 2,06 ^{Ka}	4,82 ± 1,95 ^{Kab}
T9	6,87 ± 0,90 ^{Kab}	4,49 ± 1,81 ^{Ka}	4,50 ± 1,09 ^{Kab}
T10	6,65 ± 1,12 ^{Kabc}	5,24 ± 1,75 ^{Ka}	6,36 ± 5,75 ^{Kab}
Média	5,85 ± 1,04 ^K	5,58 ± 0,85 ^K	5,01 ± 0,95 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 12 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.10 Concentração sérica de creatinina

Menores teores de creatinina sérica foram encontrados nos animais do grupo 1 nas 1^a, 2^a, 3^a, 4^a, 5^a, 6^a e 8^a quinzenas ($p < 0,008$). A média geral foi menor ($p < 0,0001$) no grupo 1 em relação aos grupos 2 e 3.

Dentro dos três grupos foram encontrados menores teores de creatinina ($p < 0,0007$) nas primeiras quinzenas, em relação às últimas do experimento (Tab. 17 e Graf. 13).

Tabela 17 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de creatinina sérica ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	116,3 $\pm$ 15,24 ^{Kbc}	123,5 $\pm$ 8,73 ^{Kc}	116,5 $\pm$ 7,92 ^{Kd}
T1	102,6 $\pm$ 8,20 ^{Lc}	130,6 $\pm$ 9,05 ^{Kbc}	132,4 $\pm$ 5,92 ^{Kcd}
T2	100,1 $\pm$ 9,37 ^{Lc}	130,2 $\pm$ 8,33 ^{Kbc}	132,6 $\pm$ 6,25 ^{Kcd}
T3	107,9 $\pm$ 10,43 ^{Lbc}	142,3 $\pm$ 11,93 ^{Kb}	141,9 $\pm$ 7,99 ^{Kabc}
T4	111,2 $\pm$ 9,51 ^{Lbc}	141,0 $\pm$ 9,96 ^{Kb}	143,7 $\pm$ 7,59 ^{Kabc}
T5	112,5 $\pm$ 9,37 ^{Lbc}	136,4 $\pm$ 7,23 ^{Kbc}	136,4 $\pm$ 9,03 ^{Kbc}
T6	107,9 $\pm$ 6,96 ^{Lbc}	131,5 $\pm$ 8,88 ^{Kbc}	131,1 $\pm$ 11,28 ^{Kcd}
T7	122,2 $\pm$ 10,64 ^{Kb}	134,4 $\pm$ 10,38 ^{Kbc}	132,2 $\pm$ 11,87 ^{Kcd}
T8	124,4 $\pm$ 11,96 ^{Lb}	161,8 $\pm$ 10,33 ^{Ka}	150,5 $\pm$ 10,76 ^{Kab}
T9	149,0 $\pm$ 12,39 ^{Ka}	159,1 $\pm$ 3,61 ^{Ka}	151,8 $\pm$ 14,59 ^{Kab}
T10	149,0 $\pm$ 11,60 ^{Ka}	164,4 $\pm$ 10,31 ^{Ka}	153,5 $\pm$ 17,71 ^{Ka}
Média	118,4 $\pm$ 18,72 ^L	141,4 $\pm$ 15,83 ^K	137,7 $\pm$ 13,76 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 13 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.11 Concentração sérica de proteína total

Menores teores de proteína total sérica foram observados nos garrotes do grupo 1 em relação aos do grupo 3 nas 1^a e 8^a quinzenas ($p < 0,03$). As médias gerais de proteína total foram maiores no grupo 3 que o grupo 1 ($p < 0,04$).

Dentro dos grupos 1, 2 e 3 ocorreram diferenças ($p < 0,05$) nas concentrações de proteína total sérica. (Tab. 18 e Graf. 14).

Tabela 18 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração sérica de proteína total no soro (g/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	68,7 ± 3,99 ^{Kab}	63,1 ± 3,53 ^{Kc}	64,7 ± 3,54 ^{Kb}
T1	61,4 ± 2,87 ^{Lc}	64,2 ± 2,51 ^{KLbc}	68,0 ± 3,10 ^{Kab}
T2	62,7 ± 1,58 ^{Kbc}	65,8 ± 1,28 ^{Kabc}	65,9 ± 5,66 ^{Kab}
T3	61,7 ± 3,84 ^{Kc}	67,5 ± 3,83 ^{Kabc}	68,3 ± 4,77 ^{Kab}
T4	61,4 ± 4,55 ^{Kc}	66,4 ± 5,42 ^{Kabc}	67,4 ± 5,27 ^{Kab}
T5	63,2 ± 3,54 ^{Kbc}	62,0 ± 1,92 ^{Kc}	67,0 ± 4,26 ^{Kab}
T6	66,3 ± 2,85 ^{Kabc}	65,4 ± 4,20 ^{Kabc}	68,8 ± 4,30 ^{Kab}
T7	71,3 ± 5,37 ^{Ka}	68,5 ± 5,89 ^{Kabc}	67,8 ± 6,48 ^{Kab}
T8	60,6 ± 7,52 ^{Lc}	71,9 ± 4,69 ^{Ka}	73,6 ± 5,78 ^{Ka}
T9	70,5 ± 2,19 ^{Ka}	70,2 ± 5,19 ^{Kab}	68,3 ± 3,48 ^{Kab}
T10	70,3 ± 2,81 ^{Ka}	68,0 ± 4,08 ^{Kabc}	68,3 ± 4,07 ^{Kab}
Média	65,3 ± 5,39 ^L	66,6 ± 4,61 ^{KL}	68,0 ± 4,70 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 14 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de proteína total (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.12. Concentração sérica de albumina

Com exceção de duas coletas (1^a e 3^a quinzenas) cujas concentrações de albumina sérica foram menores no grupo 1 que nos grupos 2 e 3 ($p < 0,05$), nas demais quinzenas não existiram diferenças entre os grupos ($p > 0,15$). Maior média geral de proteína foi encontrada no grupo 3 que no grupo 1 ($p < 0,02$).

Dentro dos grupos 1, 2 e 3 houve diferença na concentração sérica de albumina ($p < 0,0001$). Dentro de todos os grupo a 7^a quinzena apresentou maiores teores de albumina que as três últimas quinzenas do experimento (Tab. 19 e Graf. 15).

Tabela 19 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de albumina sérica (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	28,4 ± 1,65 ^{Kcde}	28,8 ± 1,92 ^{Kbc}	29,4 ± 0,90 ^{Kbc}
T1	27,7 ± 1,61 ^{Ldef}	30,0 ± 1,56 ^{KLab}	31,5 ± 1,14 ^{Kab}
T2	29,2 ± 1,90 ^{Kbcde}	30,2 ± 1,86 ^{Kab}	31,7 ± 0,98 ^{Kab}
T3	29,4 ± 1,69 ^{Lbcde}	31,4 ± 1,86 ^{KLab}	32,6 ± 1,08 ^{Ka}
T4	30,1 ± 0,67 ^{Kbcd}	30,7 ± 1,90 ^{Kab}	31,7 ± 1,17 ^{Kab}
T5	30,5 ± 1,69 ^{Kabc}	30,3 ± 1,29 ^{Kab}	32,0 ± 1,11 ^{Kab}
T6	31,5 ± 1,02 ^{Kab}	31,5 ± 1,58 ^{Ka}	32,3 ± 1,27 ^{Kab}
T7	32,7 ± 1,65 ^{Ka}	32,4 ± 1,71 ^{Ka}	32,1 ± 2,67 ^{Kab}
T8	25,2 ± 2,99 ^{Kf}	27,5 ± 1,44 ^{Kcd}	27,7 ± 2,53 ^{Kc}
T9	27,2 ± 0,96 ^{Kef}	27,4 ± 1,66 ^{Kcd}	27,3 ± 2,79 ^{Kc}
T10	27,4 ± 1,44 ^{Kdef}	26,2 ± 1,07 ^{Kd}	26,7 ± 2,95 ^{Kc}
Média	29,2 ± 2,53 ^L	29,7 ± 2,37 ^{KL}	30,6 ± 2,58 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 15 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de albumina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.13 Concentração sérica de globulina

Na oitava quinzena a concentração sérica de globulina foi menor ($p < 0,05$) para os animais do grupo 1 em relação aos garrotes dos outros dois grupos. Nas demais quinzenas não existiram diferenças significativas entre os grupos ($p > 0,35$), o mesmo ocorrendo com as médias gerais ($p > 0,66$).

Dentro do grupo 1 menores teores de globulina foram encontrados da 1ª a 5ª quinzenas em relação às duas últimas quinzenas (9ª e 10ª) e ao tempo zero ($p < 0,0001$). No grupo 2 menores teores foram encontrados no tempo basal e nas 1ª, 5ª e 6ª quinzenas em relação às três últimas quinzenas ($p < 0,02$). Para os animais do

grupo 3, maiores concentrações de globulina foram verificadas na 8ª quinzena em relação às primeiras sete quinzenas ($p < 0,05$) (Tab. 20 e Graf. 16).

Tabela 20 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração sérica de globulina (g/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	36,4 ± 2,70 ^{Ka}	34,3 ± 2,78 ^{Kc}	35,3 ± 3,82 ^{Kb}
T1	33,7 ± 1,57 ^{Kc}	34,2 ± 3,17 ^{Kc}	36,5 ± 3,26 ^{Kb}
T2	33,5 ± 1,05 ^{Kc}	35,6 ± 2,76 ^{Kbc}	34,2 ± 5,49 ^{Kb}
T3	32,4 ± 2,66 ^{Kc}	36,1 ± 4,90 ^{Kbc}	35,7 ± 5,62 ^{Kb}
T4	31,4 ± 4,33 ^{Kc}	35,7 ± 6,89 ^{Kbc}	35,8 ± 5,70 ^{Kb}
T5	32,7 ± 2,16 ^{Kc}	31,7 ± 2,82 ^{Kc}	35,1 ± 4,28 ^{Kb}
T6	34,8 ± 3,76 ^{Kbc}	34,0 ± 4,25 ^{Kc}	36,6 ± 5,14 ^{Kb}
T7	38,6 ± 3,83 ^{Kab}	36,1 ± 4,51 ^{Kbc}	35,7 ± 8,43 ^{Kb}
T8	35,4 ± 4,86 ^{Lbc}	44,4 ± 4,75 ^{KLa}	45,9 ± 7,70 ^{Ka}
T9	43,3 ± 1,56 ^{Ka}	42,7 ± 5,67 ^{Kab}	41,0 ± 4,49 ^{Kab}
T10	42,8 ± 1,65 ^{Ka}	41,8 ± 4,27 ^{Kab}	41,6 ± 5,08 ^{Kab}
Média	36,3 ± 4,90 ^K	37,0 ± 5,55 ^K	37,4 ± 6,00 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 16 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.14 pH urinário

Com exceção da nona quinzena, quando os animais do grupo 1 tiveram pH maior apenas que os animais do grupo 3, menores valores de pH urinário foram obtidos nos animais dos grupos 2 e 3, a partir da 5ª quinzena em relação ao grupo 1 ($p < 0,05$). A média geral do pH urinário foi maior para o grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,0001$).

Dentro do grupo 1, menor média de pH foi encontrado na 1ª quinzena comparada com as últimas sete quinzenas do experimento ($p < 0,0001$). Não existiram diferenças no grupo 2 ($p > 0,53$). No grupo 3, constatou-se maior valor de pH no T8 em relação ao T1 ($p < 0,05$) (Tab. 21 e Graf. 17).

Tabela 21 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do pH urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	6,36 ± 0,87 ^{Kbcd}	5,78 ± 0,20 ^{Ka}	5,91 ± 0,72 ^{Kab}
T1	5,66 ± 0,03 ^{Kd}	5,57 ± 0,30 ^{Ka}	5,51 ± 0,19 ^{Kb}
T2	5,87 ± 0,19 ^{KLcd}	6,14 ± 0,20 ^{Ka}	5,76 ± 0,20 ^{Lab}
T3	6,37 ± 0,71 ^{Kbcd}	5,91 ± 0,15 ^{Ka}	5,93 ± 0,21 ^{Kab}
T4	6,65 ± 0,83 ^{Kbc}	6,08 ± 0,56 ^{Ka}	5,73 ± 0,20 ^{Kab}
T5	7,26 ± 0,56 ^{Kab}	5,89 ± 0,12 ^{La}	5,90 ± 0,21 ^{Lab}
T6	6,81 ± 0,68 ^{Kbc}	5,86 ± 0,17 ^{La}	5,93 ± 0,31 ^{Lab}
T7	8,08 ± 0,26 ^{Ka}	5,68 ± 0,21 ^{La}	5,93 ± 0,20 ^{Lab}
T8	7,15 ± 0,83 ^{Kab}	5,90 ± 0,43 ^{La}	6,03 ± 0,05 ^{La}
T9	7,23 ± 0,41 ^{Kab}	6,30 ± 0,95 ^{KLa}	5,86 ± 0,17 ^{Lab}
T10	7,34 ± 0,44 ^{Kab}	6,17 ± 0,81 ^{La}	6,01 ± 0,08 ^{Lab}
Média	6,80 ± 0,86 ^K	5,93 ± 0,46 ^L	5,86 ± 0,29 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 17 - Valores médios e respectivos desvios padrão do pH urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.15 Concentração urinária de creatinina

Com exceção de cinco quinzenas (1^a, 4^a, 5^a, 8^a e 9^a) em todas as demais foram observadas maiores concentrações de creatinina urinária nos grupos 2 e 3 que no grupo 1 ($p < 0,05$). Maiores médias gerais foram observadas nos animais do grupo 3 em relação ao grupo 1 ($p < 0,0001$).

Dentro do grupo 1 o teor de creatinina foi superior na 8^a quinzena em relação a outros seis momentos (dia zero, 1^a, 3^a, 6^a, 7^a, e 10^a quinzenas). Dentro do grupo 2 menores concentrações foram observadas no tempo basal em relação às 2^a, 3^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a e 10^a quinzenas. Dentro do grupo 3 não houve diferença ($p > 0,64$) nas concentrações urinárias de creatinina (Tab. 22 e Graf. 18).

Tabela 22 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de creatinina urinária ($\mu\text{mol/L}$), sem estar corrigida pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	4617,6 $\pm$ 1788,5 ^{Lb}	4443,9 $\pm$ 561,2 ^{Lc}	7910,9 $\pm$ 1641,4 ^{Ka}
T1	4218,5 $\pm$ 1386,6 ^{Kb}	7709,4 $\pm$ 2362,9 ^{Kbc}	9393,8 $\pm$ 7645,7 ^{Ka}
T2	4942,5 $\pm$ 313,2 ^{Lab}	6045,2 $\pm$ 1628,3 ^{KLbc}	7457,5 $\pm$ 1609,6 ^{Ka}
T3	4412,5 $\pm$ 649,0 ^{Lb}	13268,8 $\pm$ 4966,6 ^{Ka}	8688,0 $\pm$ 3322,6 ^{KL a}
T4	4835,0 $\pm$ 797,3 ^{Kab}	8230,0 $\pm$ 2239,4 ^{Kbc}	7348,7 $\pm$ 2980,6 ^{Ka}
T5	4987,5 $\pm$ 1251,7 ^{Kab}	9053,0 $\pm$ 2983,6 ^{Kab}	9203,8 $\pm$ 3640,4 ^{Ka}
T6	4788,6 $\pm$ 1380,3 ^{Lb}	9506,6 $\pm$ 3069,2 ^{Kab}	7720,9 $\pm$ 3148,5 ^{KL a}
T7	3879,0 $\pm$ 1093,2 ^{Lb}	9523,9 $\pm$ 3340,9 ^{Kab}	7537,0 $\pm$ 4599,6 ^{KL a}
T8	6768,8 $\pm$ 1120,7 ^{Ka}	10060,8 $\pm$ 2021,0 ^{Kab}	7047,3 $\pm$ 3604,4 ^{Ka}
T9	5826,9 $\pm$ 1263,4 ^{Kab}	7524,7 $\pm$ 1615,4 ^{Kbc}	6178,3 $\pm$ 1500,5 ^{Ka}
T10	4696,9 $\pm$ 1614,7 ^{Lb}	9002,2 $\pm$ 1560,0 ^{Kab}	10630,1 $\pm$ 3093,0 ^{Ka}
Média	4906,7 $\pm$ 1313,4 ^L	8578,9 $\pm$ 3191,4 ^K	8087,1 $\pm$ 3492,6 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 18 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração urinária de creatinina ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.16 Concentração urinária e índice de excreção urinária de alantoína

Considerando a concentração urinária de alantoína, apenas foi verificada diferença entre os tratamentos no tempo basal em que o grupo 2 apresentou menores valores que grupo 3.

Não existiram diferenças entre as médias gerais de alantoína dos respectivos grupos estudados ($p > 0,42$).

Dentro do grupo 1 maior concentração foi observada no momento basal e na 8ª quinzena em relação à 7ª quinzena ($p < 0,05$). No grupo 2 a concentração urinária de alantoína na 5ª quinzena foi superior à 4ª e o momento basal ($p < 0,05$). Não existiram diferenças ($p > 0,35$) dentro do grupo 3 (Tab. 23 e Graf. 19).

Tabela 23 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de alantoína urinária (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	18,3 ± 8,10 ^{KLa}	11,4 ± 1,30 ^{Lc}	20,0 ± 3,12 ^{Ka}
T1	13,8 ± 2,22 ^{Kab}	14,5 ± 3,65 ^{Kbc}	13,7 ± 3,18 ^{Ka}
T2	15,0 ± 1,20 ^{Kab}	14,0 ± 3,42 ^{Kbc}	15,6 ± 2,21 ^{Ka}
T3	11,8 ± 2,89 ^{Kab}	13,8 ± 3,34 ^{Kbc}	13,9 ± 3,32 ^{Ka}
T4	12,2 ± 2,44 ^{Kab}	12,4 ± 2,29 ^{Kc}	12,4 ± 4,30 ^{Ka}
T5	15,6 ± 4,55 ^{Kab}	21,1 ± 3,96 ^{Ka}	22,9 ± 8,32 ^{Ka}
T6	14,5 ± 3,92 ^{Kab}	16,8 ± 4,27 ^{Kabc}	15,6 ± 5,18 ^{Ka}
T7	10,2 ± 3,11 ^{Kb}	16,8 ± 4,76 ^{Kabc}	19,7 ± 16,33 ^{Ka}
T8	17,5 ± 2,77 ^{Ka}	18,9 ± 3,04 ^{Kab}	12,5 ± 5,37 ^{Ka}
T9	14,9 ± 3,21 ^{Kab}	15,3 ± 3,86 ^{Kbc}	11,3 ± 5,75 ^{Ka}
T10	13,3 ± 4,19 ^{Kab}	15,5 ± 2,99 ^{Kbc}	12,7 ± 5,14 ^{Ka}
Média	14,3 ± 4,12 ^K	15,5 ± 4,08 ^K	15,6 ± 6,99 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 19 - Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração urinária de alantoína (mmol/L), sem correção para o volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Em todos os tempos estudados o índice de excreção urinária de alantoína (IEUA) foi menor nos grupos 2 e 3 que no grupo 1, exceto no tempo basal e na 7ª quinzena.

A média geral de excreção foi superior no grupo 1 ($p < 0,0001$) em relação aos demais tempos.

Dentro do grupo 1 a 10ª quinzena foi superior a 3ª e 4ª quinzenas. No grupo 2 o momento basal foi superior às 3ª, 4ª, 6ª, 7ª e 10ª quinzenas ($p < 0,006$). Não existiram diferenças ($p > 0,61$) dentro do grupo 3 (Tab. 24 e Graf. 20).

Tabela 24 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de alantoína (mmol/L), no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	120,3 ± 59,2 ^{Kab}	118,7 ± 17,5 ^{Ka}	116,6 ± 15,7 ^{Ka}
T1	173,1 ± 24,5 ^{Kab}	93,9 ± 35,9 ^{Lab}	92,6 ± 41,8 ^{La}
T2	161,8 ± 17,1 ^{Kab}	107,4 ± 12,1 ^{Lab}	98,4 ± 15,6 ^{La}
T3	150,6 ± 36,6 ^{Kb}	53,8 ± 27,2 ^{Lc}	82,1 ± 30,3 ^{La}
T4	153,0 ± 42,1 ^{Kb}	77,7 ± 33,3 ^{Lbc}	84,3 ± 28,0 ^{La}
T5	187,9 ± 26,7 ^{Kab}	110,8 ± 18,8 ^{Lab}	110,9 ± 5,2 ^{La}
T6	197,0 ± 28,4 ^{Kab}	84,3 ± 10,6 ^{Lbc}	92,5 ± 12,9 ^{La}
T7	175,6 ± 6,9 ^{Kab}	84,8 ± 11,5 ^{Kbc}	120,4 ± 97,3 ^{Ka}
T8	179,3 ± 16,6 ^{Kab}	89,6 ± 13,5 ^{Lab}	79,8 ± 25,2 ^{La}
T9	184,8 ± 30,8 ^{Kab}	94,5 ± 3,5 ^{Lab}	76,3 ± 32,6 ^{La}
T10	210,5 ± 31,3 ^{Ka}	79,7 ± 7,7 ^{Lbc}	58,1 ± 36,1 ^{La}
Média	178,2 ± 33,1 ^K	90,5 ± 24,7 ^L	93,2 ± 38,3 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 20 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de alantoína (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.17 Concentração urinária e índice de excreção urinária de ácido úrico

Com exceção do momento zero, onde o grupo 2 teve menor concentração urinária de ácido úrico em relação ao grupo 3 ($p < 0,05$), não existiram diferenças entre os tratamentos estudados. Também não existiram diferenças entre as médias gerais de ácido úrico urinário ($p > 0,60$).

Dentro do grupo 1 maiores teores foram observados na 2ª quinzena que na 7ª quinzena ($p < 0,05$). No grupo 2 as concentrações de ácido úrico urinário foram maiores na 3ª quinzena que no momento basal e na 10ª quinzena ($p < 0,05$). Dentro do grupo 3 as concentrações urinárias de ácido úrico foram maiores ($p < 0,05$) no tempo basal que nas 2ª, 4ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª quinzenas (Tab. 25 e Graf. 21).

Tabela 25 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da concentração urinária de ácido úrico (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	1,52 ± 0,94 ^{KLab}	0,90 ± 0,40 ^{Lb}	2,03 ± 0,19 ^{Ka}
T1	1,55 ± 0,68 ^{Kab}	1,18 ± 0,31 ^{Kab}	1,44 ± 0,55 ^{Kab}
T2	1,65 ± 0,62 ^{Ka}	0,96 ± 0,23 ^{Kab}	1,18 ± 0,30 ^{Kb}
T3	1,26 ± 0,65 ^{Kab}	1,98 ± 0,97 ^{Ka}	1,63 ± 0,16 ^{Kab}
T4	1,29 ± 0,27 ^{Kab}	1,29 ± 0,35 ^{Kab}	1,19 ± 0,68 ^{Kb}
T5	1,30 ± 0,32 ^{Kab}	1,55 ± 0,70 ^{Kab}	1,70 ± 0,50 ^{Kab}
T6	1,35 ± 0,77 ^{Kab}	1,64 ± 0,95 ^{Kab}	1,42 ± 0,43 ^{Kab}
T7	0,63 ± 0,17 ^{Lb}	1,39 ± 0,67 ^{Kab}	1,09 ± 0,37 ^{KLb}
T8	1,48 ± 0,34 ^{Kab}	1,61 ± 0,65 ^{Kab}	1,31 ± 0,32 ^{Kb}
T9	1,12 ± 0,31 ^{Kab}	1,02 ± 0,46 ^{Kab}	1,03 ± 0,40 ^{Kb}
T10	1,00 ± 0,59 ^{Kab}	0,94 ± 0,52 ^{Kb}	1,31 ± 0,31 ^{Kb}
Média	1,29 ± 0,57 ^K	1,31 ± 0,63 ^K	1,40 ± 0,46 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 21 - Valores médios e respectivos desvios padrão de ácido úrico urinário (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Com exceção do tempo basal, quando o índice de excreção urinária de ácido úrico (IEUAU) foi semelhante entre os grupos ($p > 0,32$), nas demais quinzenas maiores índices de excreção urinária foram obtidos nos animais do grupo 1.

As médias gerais também foram superiores no grupo 1 em relação aos demais grupos ($p < 0,0001$).

Não existiram diferenças dentro do grupo 1 ($p > 0,65$), mas nos grupos 2 e 3 maiores valores foram detectados no tempo basal que na última quinzena ($p < 0,05$) (Tab. 26 e Graf. 22).

Tabela 26 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de ácido úrico (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	15,3 ± 6,86 ^{Ka}	9,5 ± 4,53 ^{Ka}	12,1 ± 2,93 ^{Ka}
T1	19,3 ± 6,85 ^{Ka}	7,2 ± 0,96 ^{Lab}	8,9 ± 3,36 ^{Lab}
T2	17,5 ± 5,52 ^{Ka}	7,5 ± 1,55 ^{Lab}	7,7 ± 2,85 ^{Lab}
T3	15,9 ± 6,50 ^{Ka}	6,8 ± 2,14 ^{Lab}	9,4 ± 3,10 ^{KLab}
T4	15,8 ± 3,54 ^{Ka}	7,5 ± 1,49 ^{Lab}	7,5 ± 2,40 ^{Lab}
T5	16,1 ± 4,20 ^{Ka}	7,6 ± 1,92 ^{Lab}	8,6 ± 1,61 ^{Lab}
T6	17,5 ± 5,32 ^{Ka}	7,6 ± 2,42 ^{Lab}	8,8 ± 2,53 ^{Lab}
T7	11,0 ± 2,19 ^{Ka}	6,8 ± 2,24 ^{Lab}	7,1 ± 1,91 ^{Lab}
T8	15,2 ± 2,72 ^{Ka}	7,6 ± 2,57 ^{Lab}	10,0 ± 5,59 ^{KLab}
T9	13,8 ± 2,75 ^{Ka}	6,4 ± 2,44 ^{Lab}	7,1 ± 2,21 ^{Lab}
T10	14,5 ± 4,65 ^{Ka}	5,0 ± 2,98 ^{Lb}	5,4 ± 0,98 ^{Lb}
Média	15,6 ± 4,80 ^K	7,2 ± 2,40 ^L	8,5 ± 3,08 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 22 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de ácido úrico (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.18 Concentração urinária e índice de excreção urinária de uréia

No tempo basal, menores teores de uréia urinária foram detectados nas amostras de bovinos do grupo 1 em relação aos bovinos do grupo 3 ($p < 0,05$). Nas 8^a e 9^a quinzenas, a concentração urinária de uréia foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos animais dos demais grupos ($p < 0,05$). O grupo 3 apresentou menor média geral de uréia que os grupos 1 e 2 ($p < 0,0005$). Dentro do grupo 1 menor concentração urinária de uréia foi encontrada no T0 em relação aos T2, T3, T5, T6, T8 e T9 ($p < 0,05$). Menores valores ($p < 0,05$) foram detectados na 9^a quinzena que nas 3^a e 6^a quinzenas e maiores concentrações foram observadas na 3^a em relação à 7^a quinzena para os animais do grupo 2. No grupo 3 a concentração de uréia urinária foi menor nas 7^a, 8^a, 9^a e 10^a quinzenas que na 2^a ($p < 0,04$) e na 7^a e 8^a quinzenas em relação ao tempo basal ($p < 0,05$) (Tab. 27 e Graf. 23).

Tabela 27 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão de uréia urinária (mmol/L), sem estar corrigida pelo volume urinário no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
T0	153,1 ± 70,1 ^{Lb}	236,8 ± 83,8 ^{KLabc}	280,8 ± 30,8 ^{Kab}
T1	214,6 ± 32,2 ^{Kab}	320,9 ± 104,5 ^{Kabc}	243,9 ± 132,3 ^{Kabc}
T2	361,4 ± 76,7 ^{Ka}	313,3 ± 102,8 ^{Kabc}	318,5 ± 77,2 ^{Ka}
T3	337,7 ± 126,7 ^{Ka}	369,2 ± 143,2 ^{Ka}	188,1 ± 39,0 ^{Kabc}
T4	310,1 ± 96,2 ^{Kab}	288,2 ± 66,9 ^{Kabc}	211,2 ± 71,9 ^{Kabc}
T5	394,2 ± 148,7 ^{Ka}	294,3 ± 57,5 ^{Kabc}	244,6 ± 68,2 ^{Kabc}
T6	358,7 ± 141,8 ^{Ka}	345,0 ± 113,4 ^{Kab}	231,6 ± 51,6 ^{Kabc}
T7	211,9 ± 87,6 ^{Kab}	192,7 ± 118,5 ^{Kbc}	128,4 ± 63,7 ^{Kc}
T8	396,6 ± 86,7 ^{Ka}	212,9 ± 91,1 ^{Labc}	145,6 ± 104,4 ^{Lbc}
T9	345,4 ± 139,8 ^{Ka}	164,6 ± 68,3 ^{Lc}	129,6 ± 81,2 ^{Lc}
T10	281,1 ± 146,8 ^{Kab}	229,9 ± 63,5 ^{Kabc}	181,0 ± 112,3 ^{Kbc}
Média	305,9 ± 124,8 ^K	269,8 ± 105,4 ^K	212,0 ± 91,6 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 23 - Valores médios e respectivos desvios padrão de uréia urinária (mmol/L), sem correção pelo volume urinário, no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Na 1ª quinzena, o índice de excreção urinária de uréia foi maior para o grupo 1 do que para o grupo 2 e deste para o grupo 3 ($p < 0,001$). A partir da 2ª quinzena os animais dos grupos 2 e 3 apresentaram menor índice de excreção urinária de uréia (IEUU) que os animais do grupo 1 ($p < 0,0002$). Maior média geral do índice de excreção urinária de uréia foi encontrado nos animais do grupo 1 em relação aos animais dos demais grupos ($p < 0,0001$).

Dentro do grupo 1 menores valores foram encontrados no tempo basal em relação aos demais, no tempo T1 em relação aos tempos T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10 e no tempo T6 em relação ao T7 ($p < 0,0001$). Dentro do grupo 2 os índices de excreção urinária de uréia foram maiores no T0 que nos T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10; no T1 os índices foram maior que nos T3, T7, T8, T9 e T10; no T2 os índices foram maiores que nos T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, e T10; e no T7 o índice de excreção urinária de uréia foi menor que nos tempos T0, T1, T2, T4, T5 e T6 ($p < 0,0001$). No grupo 3 maiores índices foram encontrados no T0 em relação a T7, T9, e T10; no T2 em relação a T3, T7, T8, T9 e T10; e no T6 em relação a T10 ($p < 0,009$) (Tab. 28 e Graf. 24).

Tabela 28 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do índice de excreção urinária de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	1621,7 ± 593,8 ^{Kd}	2456,5 ± 915,2 ^{Ka}	1646,0 ± 241,3 ^{Kab}
T1	2702,3 ± 459,8 ^{Kc}	1927,8 ± 201,8 ^{Lab}	1374,4 ± 322,5 ^{Mabcd}
T2	3861,7 ± 662,6 ^{Kab}	2346,1 ± 163,4 ^{La}	1975,5 ± 269,7 ^{La}
T3	4106,5 ± 829,4 ^{Kab}	1279,6 ± 96,0 ^{Lcde}	1059,4 ± 247,9 ^{Lbcd}
T4	3721,7 ± 630,8 ^{Kab}	1689,3 ± 379,6 ^{Lbc}	1369,8 ± 216,1 ^{Labcd}
T5	4624,3 ± 621,5 ^{Kab}	1534,7 ± 192,1 ^{Lbcd}	1288,7 ± 428,5 ^{Labcd}
T6	4752,6 ± 560,6 ^{Ka}	1694,6 ± 170,1 ^{Lbc}	1455,7 ± 401,3 ^{Labcd}
T7	3587,4 ± 738,2 ^{Kbc}	916,2 ± 467,2 ^{Le}	834,8 ± 334,2 ^{Lcd}
T8	4059,1 ± 592,0 ^{Kab}	936,2 ± 214,0 ^{Lde}	1150,9 ± 961,9 ^{Lbcd}
T9	4144,5 ± 935,9 ^{Kab}	1014,3 ± 391,8 ^{Lde}	856,0 ± 345,8 ^{Lcd}
T10	4174,9 ± 495,8 ^{Kab}	1173,8 ± 131,0 ^{Lcde}	662,6 ± 217,9 ^{Ld}
Média	3759,6 ± 1038,7 ^K	1542,6 ± 616,6 ^L	1266,1 ± 515,6 ^L

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 24 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o índice de excreção urinária de uréia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.19 Corpos cetônicos na urina

Durante todo o experimento não foram encontradas evidências ou traços de corpos cetônicos na urina dos animais dos três grupos.

5.20 pH ruminal

Nos tempos T3 e T5 o pH do fluido ruminal foi menor no grupo 1 em relação aos grupos 2 e 3 ($p < 0,03$). Na 8ª quinzena, o pH do fluido ruminal foi menor no grupo 1 que no grupo 3 ($p < 0,05$).

Não houve diferença entre as médias gerais dos grupos 1, 2 e 3 ($p > 0,31$).

Dentro do grupo 1 maior pH foi detectado na 7ª quinzena que nas 1ª, 2ª, 3ª e 5ª quinzenas e nos tempos T0, T2, T4, T6, T7, T8, T9, T10 que no T1 ($p < 0,002$).

No grupo 2 o menor pH foi detectado na 1ª quinzena em relação às demais, seguido pela 2ª 4ª e 6ª quinzenas que foram inferiores a 7ª quinzena ($p < 0,0001$).

No grupo 3 os menores valores de pH foram determinados nas 1ª e 2ª quinzenas e os maiores no 7ª e 8ª quinzenas ($p < 0,0002$) (Tab. 29 e Graf. 25).

Tabela 29 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do pH ruminal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	6,79 ± 0,36 ^{Kab}	6,83 ± 0,04 ^{Kab}	6,62 ± 0,27 ^{Kbcd}
T1	6,11 ± 0,25 ^{Kc}	6,16 ± 0,28 ^{Kd}	6,27 ± 0,18 ^{Ke}
T2	6,55 ± 0,35 ^{Kb}	6,58 ± 0,24 ^{Kc}	6,53 ± 0,30 ^{Kde}
T3	6,44 ± 0,20 ^{Lbc}	6,79 ± 0,16 ^{Kabc}	6,78 ± 0,14 ^{Kabcd}
T4	6,66 ± 0,28 ^{Kab}	6,62 ± 0,02 ^{Kbc}	6,60 ± 0,31 ^{Kcd}
T5	6,44 ± 0,21 ^{Lbc}	6,80 ± 0,11 ^{Kabc}	6,80 ± 0,07 ^{Kabcd}
T6	6,87 ± 0,25 ^{Kab}	6,69 ± 0,12 ^{Kbc}	6,94 ± 0,13 ^{Kab}
T7	7,06 ± 0,07 ^{Ka}	6,96 ± 0,13 ^{Ka}	6,98 ± 0,18 ^{Ka}
T8	6,65 ± 0,33 ^{Lab}	6,81 ± 0,07 ^{KLabc}	7,00 ± 0,12 ^{Ka}
T9	6,84 ± 0,31 ^{Kab}	6,78 ± 0,12 ^{Kabc}	6,91 ± 0,10 ^{Kabc}
T10	6,80 ± 0,22 ^{Kab}	6,73 ± 0,11 ^{Kabc}	6,91 ± 0,15 ^{Kabc}
Média	6,65 ± 0,34 ^K	6,70 ± 0,24 ^K	6,75 ± 0,28 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 25 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o pH ruminal no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.21 Redução do azul de metileno

Com exceção do T0 em que o tempo de redução foi idêntico entre os grupos ($p > 0,59$) em todas as demais quinzenas o grupo 1 apresentou menores tempos que os observados nos grupos 2 e 3.

O grupo 1 foi inferior ao 2 em todos os tempos, com exceção do tempo basal e das 2^a e 3^a quinzenas. O grupo 2 foi inferior ao 3 em cinco quinzenas (T1, T2, T4, T6 e T10).

As médias gerais foram muito superiores no grupo 3, seguidas pelo grupo 2 ($p < 0,0001$).

Dentro do grupo 1 menores tempos de redução foram observados nas 1^a, 2^a, 3^a, 4^a, 6^a e 9^a quinzenas em relação ao tempo basal ($p < 0,048$).

Dentro do grupo 2 o tempo de redução do azul de metileno foi menor nas primeiras quinzenas que nas demais ($p < 0,0001$).

No grupo 3, o tempo para redução do azul de metileno foi menor no tempo basal em relação aos demais, sendo que na metade do período experimental (T5) foi quando se observou o maior tempo para a redução do azul de metileno ($p < 0,0001$) (Tab. 30 e Graf. 26).

Tabela 30 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do tempo de redução do Azul de Metileno (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

<i>Tempos</i>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	2,3 ± 0,93 ^{Ka}	1,8 ± 0,43 ^{Ke}	2,0 ± 0,57 ^{Ke}
T1	0,7 ± 0,31 ^{Mb}	1,9 ± 0,21 ^{Lde}	2,7 ± 0,22 ^{Kde}
T2	0,6 ± 0,33 ^{Lb}	2,5 ± 0,24 ^{Lde}	7,2 ± 4,28 ^{Kcd}
T3	0,6 ± 0,13 ^{Lb}	4,2 ± 0,81 ^{Kcd}	7,1 ± 4,26 ^{Kcd}
T4	0,9 ± 0,26 ^{Mb}	5,0 ± 1,87 ^{Lbc}	7,1 ± 0,97 ^{Kcd}
T5	1,3 ± 1,09 ^{Lab}	9,9 ± 2,76 ^{Ka}	14,3 ± 4,15 ^{Ka}
T6	0,9 ± 0,35 ^{Mb}	5,4 ± 0,80 ^{Lbc}	12,5 ± 3,83 ^{Kab}
T7	1,9 ± 0,62 ^{Lab}	5,4 ± 1,04 ^{Kbc}	6,6 ± 1,63 ^{Kcd}
T8	1,8 ± 1,90 ^{Lab}	7,3 ± 1,96 ^{Kb}	9,8 ± 2,35 ^{Kabc}
T9	1,1 ± 0,34 ^{Lb}	7,3 ± 2,54 ^{Kb}	9,5 ± 2,47 ^{Kbc}
T10	1,4 ± 0,33 ^{Mab}	5,2 ± 0,81 ^{Lcde}	7,0 ± 2,46 ^{Kcd}
Média	1,2 ± 0,87 ^M	5,1 ± 2,74 ^L	7,8 ± 4,39 ^K

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significativas entre os grupos.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre os tempos.

Gráfico 26 - Valores médios e respectivos desvios padrão para o tempo de redução do azul de metileno (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.22 Volume ruminal e taxa de renovação do fluido ruminal

A Tab. 31 mostra os valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para o volume ruminal dos animais dos grupos 1, 2 e 3.

No momento basal não existiu diferença entre os tratamentos ($p > 0,98$). Na quarta quinzena o volume ruminal dos animais do grupo 1 foi menor que o dos animais do grupo 2 e 3 ($p < 0,05$). Também na quarta quinzena, o volume ruminal dos animais do grupo 2 foi menor que o do grupo 3 ($p < 0,05$). Na nona quinzena, não existiram diferenças entre os grupos. A média geral foi semelhante entre os grupos ($p > 0,90$). Dentro dos grupos, só houve diferença para os animais do grupo 1, que na quarta quinzena tiveram volume ruminal menor que nas demais avaliações.

Tabela 31 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão do volume ruminal (L) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	41,28± 4,63 ^{Ka}	41,97 ± 9,92 ^{Ka}	42,24± 4,56 ^{Ka}
T4	25,58± 3,57 ^{Mb}	33,28 ± 5,51 ^{La}	38,09± 7,61 ^{Ka}
T9	37,01± 6,20 ^{Ka}	33,27 ± 10,44 ^{Ka}	25,05± 1,41 ^{Ka}
Média	34,61± 8,12 ^K	33,43 ± 5,02 ^K	35,13± 9,00 ^K

^K Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A Tab. 32 mostra os valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a taxa de renovação de fluído ruminal em 24 horas para os animais dos grupos 1; 2; e 3 respectivamente. No tempo basal todos os grupos apresentaram

semelhantes taxas de renovação da fase líquida (“turnover” de líquidos) ($p > 0,27$). Porém nas duas últimas estimativas a taxa de renovação foi inferior nos animais dos grupos 2 e 3. As médias gerais também foram menores nos garrotes dos grupos 2 e 3 ($p < 0,05$). Dentro dos grupos menores taxas de renovação foram calculadas nas duas últimas estimativas nos grupos 2 e 3.

Tabela 32 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da taxa de renovação para líquidos (24 horas) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	2,17± 0,28 ^{Ka}	1,97± 0,49 ^{Ka}	2,60± 0,71 ^{Ka}
T4	3,30± 1,40 ^{Ka}	1,35± 0,20 ^{Lb}	1,27± 0,36 ^{Lb}
T9	2,20± 0,47 ^{Ka}	0,89± 0,08 ^{Lb}	0,92± 0,03 ^{Lb}
Média	2,55± 0,64 ^K	1,40± 0,54 ^L	1,60± 0,89 ^L

^a Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A Tab. 33 mostra os valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a taxa de passagem fluido ruminal (%/h) para os animais dos grupos 1; 2; e 3 respectivamente. No tempo basal todos os grupos apresentaram semelhantes taxas de passagem dos líquidos (taxa de diluição) ($p > 0,43$). Porém nas duas últimas estimativas a taxa de renovação foi inferior nos animais dos grupos 2 e 3 ($p < 0,05$). As médias gerais também foram menores nos garrotes dos grupos 2 e 3 ($p < 0,05$). Dentro do grupo 1 não houve diferença entre as taxas de passagem de líquidos no rúmen e dentro dos grupos 2 e 3 menores taxas de renovação foram calculadas nas duas últimas estimativas.

Tabela 33 - Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da taxa de passagem de líquidos (%/h) no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	9,04± 1,17 ^{Ka}	8,21± 2,04 ^{Ka}	10,83± 2,96 ^{Ka}
T4	13,75± 5,83 ^{Ka}	5,63± 0,83 ^{Lb}	5,29± 1,50 ^{Lb}
T9	9,17± 1,96 ^{Ka}	3,71± 0,33 ^{Lb}	3,83± 0,13 ^{Lb}
Média	10,63± 2,67 ^K	5,83± 2,25 ^L	6,67± 3,71 ^L

Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

5.23 Concentração ruminal de ácidos graxos voláteis (AGV)

A Tab. 34 mostra os valores médios, as médias gerais e os respectivos desvios padrão da produção de AGV total. No tempo T0, os animais dos três grupos apresentaram semelhante produção ruminal de AGV total ($p > 0,88$). Na quarta e na nona quinzenas, os animais do grupo 1 apresentaram maiores teores ruminais de AGV total que os animais dos grupos 2 e 3 ($p < 0,01$). A média geral também foi maior para os animais do grupo 1 quando comparados com os animais dos demais grupos ($p < 0,0004$). Dentro do grupo 1 a produção de AGV total foi menor no T0 que nos demais tempos ($p < 0,04$). Para os animais dos grupos 2 e 3, a produção de AGV no rúmen foi semelhante nas três quinzenas estudadas ($p > 0,30$).

Tabela 34 – Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácidos graxos voláteis totais (AGV total) (mmol) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	54,62 ± 4,44 ^{Kb}	57,22 ± 16,33 ^{Ka}	52,70 ± 13,80 ^{Ka}
T4	130,76 ± 53,19 ^{Ka}	59,32 ± 8,84 ^{La}	52,12 ± 12,84 ^{La}
T9	129,01 ± 43,95 ^{Ka}	48,23 ± 7,04 ^{La}	34,85 ± 10,62 ^{La}
Média	104,79 ± 43,95 ^K	54,92 ± 11,52 ^L	48,90 ± 13,63 ^L

Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a produção ruminal de ácido acético (mmol), ácido propiônico (mmol) e ácido butírico (mmol) são mostrados nas Tabs. 35, 36 e 37 respectivamente.

No tempo basal, não houve diferença entre os grupos para a produção de ácido acético ($p > 0,93$). No T4 e no T9, a produção de ácido acético foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos animais dos grupos 2 e 3 ($p < 0,01$). A média geral de produção de ácido acético foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,0003$). Dentro do grupo 1 a produção de ácido acético foi maior na nona quinzena ($p < 0,03$) em relação ao tempo basal. Não houve diferença na produção de ácido acético entre os tempos para os animais dos grupos 2 e 3 ($p > 0,32$) (Tab. 35).

Tabela 35 – Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido acético (mmol) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	46,98 ± 4,44 ^{Kb}	48,12 ± 12,39 ^{Ka}	45,40 ± 12,21 ^{Ka}
T4	83,16 ± 27,50 ^{Kab}	44,93 ± 7,72 ^{La}	39,62 ± 7,91 ^{La}
T9	99,50 ± 32,21 ^{Ka}	42,67 ± 6,16 ^{La}	31,20 ± 8,08 ^{La}
Média	76,55 ± 31,94 ^K	45,24 ± 8,60 ^L	40,25 ± 10,39 ^L

^a Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

No T0 não houve diferença na produção de ácido propiônico entre os três grupos ($p > 0,72$). Na quarta e na nona quinzenas, a produção de ácido propiônico foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos animais dos grupos 2 e 3 ($p < 0,04$). A média geral para a produção de ácido propiônico no rúmen foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,009$). Dentro dos grupos, a produção de ácido propiônico foi maior no T4 em relação ao T0 para os animais do grupo 1 ($p < 0,04$), já para os animais dos grupos 2 e 3 a produção de ácido propiônico foi menor no tempo basal e na nona quinzena comparada com a produção no T4 ($p < 0,03$) (Tab. 36).

Tabela 36 – Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido propiônico (mmol) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	6,06 ± 0,81 ^{Kb}	6,66 ± 3,28 ^{Kb}	5,43 ± 1,37 ^{Kb}
T4	39,02 ± 23,20 ^{Ka}	12,95 ± 1,76 ^{La}	12,50 ± 5,03 ^{La}
T9	23,00 ± 11,23 ^{Kab}	5,56 ± 1,18 ^{Lb}	3,66 ± 2,54 ^{Lb}
Média	22,69 ± 19,47 ^K	8,39 ± 3,96 ^L	7,90 ± 5,09 ^L

Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferença na produção de ácido butírico entre os grupos no tempo basal ($p > 0,39$). Na quarta quinzena, a produção de ácido butírico foi maior para os animais do grupo 1 em relação aos animais do grupo 2 ($p < 0,03$). Na nona quinzena, a produção de ácido butírico foi maior no grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,006$). A média geral para a produção de ácido butírico foi maior no o grupo 1 em relação aos demais ($p < 0,001$). Dentro do grupo 1 não houve diferença na produção de ácido butírico ($p > 0,10$). Dentro do grupo 2 a produção foi menor na nona quinzena em relação às demais ($p < 0,005$). Dentro do grupo 3, a produção foi maior no tempo basal em relação ao T4 e ao T9 ($p < 0,044$) (Tab. 37).

Tabela 37 – Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão da produção de ácido butírico (mmol) no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
T0	1,58 ± 0,76 ^{Ka}	2,44 ± 0,83 ^{Ka}	1,87 ± 0,95 ^{Ka}
T4	8,58 ± 6,76 ^{Ka}	1,43 ± 0,58 ^{KL_a}	0,00 ± 0,00 ^{Lb}
T9	6,51 ± 3,16 ^{Ka}	0,00 ± 0,00 ^{Lb}	0,00 ± 0,00 ^{Lb}
Média	5,56 ± 4,97 ^K	1,29 ± 1,17 ^L	0,75 ± 1,11 ^L

Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A Tab. 38 mostra os valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a relação acetato/propionato ruminal. Em nenhuma das quinzenas analisadas houve diferença para a relação ácido acético:ácido propiônico ($p > 0,06$). A média geral também não foi diferente entre os grupo no decorrer do período experimental ($p > 0,31$). Dentro do grupo 1, a proporção acetato/propionato foi maior no T0 que no T4 ($p < 0,007$). Dentro dos grupos 2 e 3 a proporção foi menor no T4 em relação à T0 e T9 ($p < 0,01$).

Tabela 38 – Valores médios, média geral e respectivos desvios padrão para a proporção de ácido acético:ácido propiônico produzidos no rúmen, no início (T0), na metade (T4) e no final (T9) do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

Tempos	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
T0	7,91 ± 1,57	^{Ka}	7,83 ± 1,77	^{Ka}	8,40 ± 1,49	^{Ka}
T4	2,36 ± 0,55	^{Kb}	3,50 ± 0,60	^{Kb}	3,40 ± 0,76	^{Kb}
T9	4,66 ± 1,50	^{Kab}	7,79 ± 1,22	^{Ka}	10,23 ± 4,89	^{Ka}
Média	4,98 ± 2,65	^K	6,37 ± 2,42	^K	6,77 ± 3,53	^K

*Médias com letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

5.24 Relação entre as variáveis

5.24.1 Relação entre concentração de ácido propiônico ruminal e glicemia

O Graf.27 mostra a relação entre concentração ruminal de ácido propiônico (mmol/L) e glicemia (mmol/L). O coeficiente de correlação foi alto ($r=0,64$) e significativo ($p < 0,0001$).

Gráfico 27 – Relação entre concentração ruminal de ácido propiônico (mmol/L) e glicemia (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.2 Relação entre glicemia e AGLs plasmático

O Graf. 28 mostra a relação entre a glicemia (mmol/L) e a concentração plasmática de AGLs. O coeficiente de correlação foi negativo e baixo ($r = -0,24$), porém significativo ($p < 0,006$).

Gráfico 28 – Relação entre glicemia (mmol/L) e concentração plasmática de AGLs (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.3 Relação entre glicemia e β -hidroxibutirato plasmático

O Graf. 29 mostra a relação entre glicemia (mmol/L) e a concentração de β -hidroxibutirato (BOHB) no plasma (mmol/L) durante o período experimental. O coeficiente de correlação foi alto ($r = 0,64$) e significativo ($p < 0,0001$).

Gráfico 29 – Relação entre glicemia (mmol/L) e concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.4 Relação entre concentração de AGV no rúmen e β -hidroxibutirato plasmático

O Graf. 30 mostra a relação entre a concentração ruminal de AGV (mmol/L) e a concentração plasmática (mmol/L) de β -hidroxibutirato (BOHB). O coeficiente de correlação entre as duas variáveis foi médio ($r = 0,34$) e significativo ($p < 0,05$).

Gráfico 30 – Relação entre concentração de AGV no rúmen (mmol/L) e β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.5 Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen e β -hidroxibutirato plasmático

O Graf. 31 mostra a relação entre a concentração ruminal de ácido butírico (mmol/L) e a concentração plasmática (mmol/L) de β -hidroxibutirato (BOHB). O coeficiente de correlação foi médio ($r = 0,47$) e significativo ($p < 0,006$).

Gráfico 31 – Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen (mmol/L) e β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.6 Relação entre uréia sérica e IEUU

O Graf. 32 mostra a relação entre a concentração sérica de uréia (mmol/L) e o índice de excreção urinária de uréia (IEUU) em mmol/L. A correlação foi de intensidade média ($r = 0,52$) e significativa ($p < 0,0001$).

Gráfico 32 – Relação entre concentração sérica de uréia (mmol/L) e IEUU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.7 Relação entre albumina e globulina séricas

A relação entre as concentrações séricas de albumina e globulina são mostradas no Graf.33. Existiu correlação negativa média ($r = -0,48$) e significativa ($p < 0,0001$) entre as variáveis.

Gráfico 33 – Relação entre as concentrações séricas de albumina (g/L) e globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.8 Relação entre proteína total e globulina séricas

O Graf. 34 mostra a relação entre os teores séricos de proteína total e globulina. Existiu correlação alta ($r = 0,88$) e significativa ($p < 0,0001$) entre as variáveis.

Gráfico 34 – Relação entre as concentrações séricas de proteína total (g/L) e globulina (g/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.9 Relação entre CMS e concentração de AGV no rúmen

A relação entre o consumo de matéria seca (CMS) e a concentração ruminal de AGV são mostradas no Graf. 35. Existiu alta ($r = 0,71$) e significativa ($p < 0,0001$) e significativa correlação entre as variáveis.

Gráfico 35 – Relação entre CMS (kg) e concentração de AGV no rúmen (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.10 Relação entre CMS e RAM

O Graf. 36 mostra a relação entre o consumo de matéria seca (CMS) e o tempo de redução do azul de metileno (RAM). O coeficiente de correlação foi médio ($r = 0,60$) e significativo ($p < 0,0003$).

Gráfico 36 – Relação entre CMS (kg) e RAM (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.11 Relação entre RAM e IEUA

A relação entre o tempo de redução do azul de metileno (RAM) e o índice de excreção urinária de alantoína (IEUA) são mostrados no Graf. 37. A correlação entre as duas variáveis foi negativa, média ($r = -0,48$) e significativa ($p < 0,005$).

Gráfico 37 – Relação entre RAM (minutos) e IEUA (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.12 Relação entre RAM e IEUAU

O Graf. 38 mostra a relação entre tempo de redução do azul de metileno (RAM) e índice de excreção urinária de ácido úrico (IEUAU). O coeficiente de relação entre estas variáveis foi negativo, de intensidade média ($r = -0,46$) e não significativo ($p > 0,06$).

Gráfico 38 – Relação entre RAM (minutos) e IEUAU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.13 Relação entre FDN e RAM

O Graf. 39 mostra a relação entre % FDN na dieta e tempo de redução do azul de metileno (RAM). Existiu alta ($r = 0,61$) e significativa ($p < 0,0001$) correlação entre as variáveis.

Gráfico 39 – Relação entre FDN (%) e RAM (minutos) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.14 Relação entre FDN e CMS

A relação entre a porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro (%FDN) e o consumo de matéria seca em kg (CMS) é mostrada no Graf. 40. O coeficiente de correlação entre as variáveis foi negativo, alto ($r = -0,74$) e significativo ($p < 0,0001$).

Gráfico 40 – Relação entre FDN (%) e CMS (kg) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.15 Relação entre IEUA e IEUAU

O Graf. 41 mostra a relação entre os índices de excreção urinária de alantoína (IEUA) e de ácido úrico (IEUAU). A correlação entre as variáveis foi alta ($r = 0,75$) e significativa.

Gráfico 41 – Relação entre IEUA (mmol/L) e IEUAU (mmol/L) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.16 Relação entre concentração ruminal de AGV, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, IEUA, IEUAU, RAM e CMS

As relações às respectivas significâncias entre concentração ruminal de AGV, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, IEUA, IEUAU, RAM e CMS são mostradas na Tab. 39. Existiu alta correlação entre AGV total e concentrações ruminais de ácido acético ($r=0,98$); ácido propiônico ($r=0,90$); ácido butírico ($r=0,83$); índice de excreção urinária de alantoína ($r=0,72$); e consumo de matéria seca ($r=0,71$). Também ocorreu alta correlação entre concentração ruminal de ácido acético e ácido propiônico ($r=0,79$); ácido butírico ($r=0,80$); índice de excreção urinária de alantoína ($r=0,73$); e consumo de matéria seca ($r=0,69$). Alta correlação esteve presente também entre as concentrações ruminais de ácido propiônico e

ácido butírico ($r=0,68$); ácido propiônico e consumo de matéria seca ($r=0,62$); ácido butírico ruminal e índice de excreção urinária de alantoína ($r=0,62$); ácido butírico ruminal e consumo de matéria seca ($r=0,73$); os índices de excreção urinária de alantoína e ácido úrico ($r=0,75$); índice de excreção urinária de alantoína e consumo de matéria seca ($r=0,82$); e finalmente entre índice de excreção urinária de ácido úrico e consumo de matéria seca ($r=0,64$). Além de altos coeficientes de correlação entre as variáveis supracitadas, estes foram extremamente significantes ($p < 0,0001$).

Tabela 39 – Coeficientes de correlação e respectivos níveis de significância entre concentrações ruminais de AGV total, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, IEUA, IEUAU, RAM e CMS durante o período experimental. São Paulo, 2001

	AGV total	Ácido acético	Ácido propiônico	Ácido butírico	IEUA*	IEUAU*	RAM*	CMS*
AGV total	$r=1,00$	$r=0,98$ $p<0,0001$	$r=0,90$ $p<0,0001$	$r=0,83$ $p<0,0001$	$r=0,72$ $p<0,0001$	$r=0,41$ $p<0,02$	$r=-0,34$ $p>0,05$	$r=0,71$ $p=0,0001$
Ácido acético	$r=0,98$ $p<0,0001$	$r=1,00$	$r=0,79$ $p<0,0001$	$r=0,80$ $p<0,0001$	$r=0,73$ $p<0,0001$	$r=0,37$ $p<0,03$	$r=-0,38$ $p<0,03$	$r=0,69$ $p<0,0001$
Ácido propiônico	$r=0,90$ $p<0,0001$	$r=0,79$ $p<0,0001$	$r=1,00$	$r=0,68$ $p<0,0001$	$r=0,59$ $p<0,0002$	$r=0,41$ $p<0,02$	$r=-0,17$ $p>0,35$	$r=0,62$ $p<0,0001$
Ácido butírico	$r=0,83$ $p<0,0001$	$r=0,80$ $p<0,0001$	$r=0,68$ $p<0,0001$	$r=1,00$	$r=0,62$ $p<0,0001$	$r=0,32$ $p>0,06$	$r=-0,44$ $p<0,01$	$r=0,73$ $p<0,0001$
IEUA*	$r=0,72$ $p<0,0001$	$r=0,73$ $p<0,0001$	$r=0,59$ $p<0,0002$	$r=0,62$ $p<0,0001$	$r=1,00$	$r=0,75$ $p>0,0001$	$r=-0,48$ $p<0,005$	$r=0,82$ $p<0,0001$
IEUAU*	$r=0,41$ $p<0,02$	$r=0,37$ $p<0,03$	$r=0,41$ $p<0,02$	$r=0,32$ $p>0,06$	$r=0,75$ $p>0,0001$	$r=1,00$	$r=-0,46$ $p>0,06$	$r=0,64$ $p<0,0001$
RAM*	$r=-0,34$ $p>0,05$	$r=-0,38$ $p<0,03$	$r=-0,17$ $p>0,35$	$r=-0,44$ $p<0,01$	$r=-0,48$ $p<0,005$	$r=-0,46$ $p>0,06$	$r=1,00$	$r=0,60$ $p<0,0003$
CMS*	$r=0,71$ $p=0,0001$	$r=0,69$ $p<0,0001$	$r=0,62$ $p<0,0001$	$r=0,73$ $p<0,0001$	$r=0,82$ $p<0,0001$	$r=0,64$ $p<0,0001$	$r=0,60$ $p<0,0003$	$r=1,00$

* IEUA=índice de excreção urinária de alantoína; IEUAU=índice de excreção urinária de ácido úrico; RAM=tempo de redução do azul de metileno; CMS=consumo de matéria seca

5.24.17 Relação entre FC e FR

A frequência cardíaca (FC) e a frequência respiratória (FR), tiveram coeficiente de correlação alto ($r=0,65$) e significativo ($p < 0,0001$) durante o experimento. O Graf. 42 mostra o comportamento destas duas variáveis ao longo dos 140 dias de experimento.

Gráfico 42 – Relação entre FC (bpm) e FR (mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.18 Relação entre glicemia e FC

Existiu correlação de intensidade média ($r=0,55$) para a concentração plasmática de glicose e a frequência cardíaca embora significativa ($p < 0,0001$). A relação entre estas variáveis pode é mostrada no Graf. 43.

Gráfico 43 – Relação entre glicemia (mmol/L) e FC (bpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.19 Relação entre glicemia e FR

O Graf. 44 mostra a relação entre glicemia e frequência respiratória. O coeficiente de correlação foi médio ($r=0,49$), porém significativo ($p < 0,0001$).

Gráfico 44 – Relação entre glicemia (mmol/L) e FR (mpm) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.20 Relação entre glicemia e tonicidade ruminal

O Graf. 45 mostra a relação entre a concentração plasmática de glicose (glicemia) e o escore de tonicidade ruminal. Existiu alta ($r=0,81$) e significativa ($p < 0,0002$) correlação entre as variáveis.

Gráfico 45 – Relação entre glicemia (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.21 Relação entre β -hidroxibutirato plasmático e tonicidade ruminal

O Graf. 46 mostra a relação entre a concentração plasmática de β -hidroxibutirato (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore). Existiu alta ($r=0,76$) e significativa ($p < 0,01$) correlação entre as variáveis.

Gráfico 46 – Relação entre β -hidroxibutirato plasmático (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

5.24.22 Relação entre concentração de ácido butírico no rúmen e tonicidade ruminal

Existiu alta ($r=0,81$) e significativa ($p < 0,0002$) correlação entre a concentração ruminal de ácido butírico (mmol/L) e a tonicidade ruminal (escore). Esta relação é mostrada no Graf. 48.

Gráfico 47 – Relação entre ácido butírico no rúmen (mmol/L) e tonicidade ruminal (escore) no decorrer do período experimental para os animais do grupo 1, que receberam dieta com altos teores de energia; grupo 2, que receberam teores moderados de energia; e grupo 3 que receberam baixos teores de energia. São Paulo, 2001

6 DISCUSSÃO

O experimento atingiu seus objetivos principais, conseguindo provocar nítida carência de energia, permitindo a avaliação comparativa das variáveis estudadas com fins diagnósticos do *status* nutricional. O grau de carência atingido no grupo 3 foi tal que dois animais sucumbiram, obrigando o encerrando precoce do experimento, 30 dias antes do previsto.

Embora os animais dos grupos 2 e 3 não apresentassem perda de peso significativa no decorrer do experimento os mesmos deixaram de ter ganho, num período de máximo crescimento, mantendo seus pesos originais. Por outro lado, estes mesmos garrotes perderam 0,5 e 1,0 grau de condição corporal, respectivamente, no decorrer do ensaio, o que lhes conferia um estado cárneo regular no grupo 2 e de magreza no grupo 3, terminando um dos animais deste último grupo em condição caquética. Já os garrotes do grupo 1 tiveram seu desenvolvimento normal chegando a ganhar no decorrer dos 140 dias de experimento em média 1 kg de peso vivo/animal/dia além de aumentar sua condição corporal em um grau (Tabs. 5 e 6). A diferença visual entre os grupos era marcante ao término do experimento.

A falta de ganho de peso ponderal dos grupos 2 e 3 esteve intimamente ligada a menor ingestão de matéria seca e por conseguinte de nutrientes por estes

animais. Enquanto que a ingestão de matéria seca aumentou numericamente no grupo 1 (20,7%) ela apresentou queda significativa nos demais grupos no decorrer do experimento, chegando a diminuir do último tempo em relação à primeira quinzena (T1) 47% e 61,4% nos grupos 2 e 3, respectivamente. Este menor consumo certamente está ligado à baixa qualidade do alimento oferecido a esses últimos grupos, rico em fibra detergente ácido e neutro e pobre em nutrientes essenciais, em especial em energia e em menor grau em proteína. Isto ficou notório quando da análise da taxa de renovação de líquidos no rúmen, a qual se manteve estável no grupo 1, ocorrendo brusca diminuição na ordem de 54,8% e 64,6% nos grupos 2 e 3, respectivamente (Tab. 32). Esta variável indica o quanto o conteúdo ruminal se renova em um período de 24 horas, sendo maior quanto maior o consumo de alimentos e quanto mais fácil e rápida for a digestão destes dentro do rúmen (OWENS e GOETSCH, 1988; SNIFFEN e HERDT, 1991).

A literatura especializada cita que as principais variáveis sangüíneas para avaliar o status energético de bovinos são as seguintes: glicose, ácidos graxos livres e β hidroxibutirato (GONZÁLEZ [...], 2000; HERDT 1988; HERDT, 2000; PAYNE e PAYNE 1987). Contudo, HERDT (1988) enfatiza que a glicemia não tem valor diagnóstico definitivo em bovinos com gradual carência protéico-energética.

Para alguns autores a glicemia é uma variável tida como básica na avaliação do status energético (PAYNE e PAYNE, 1987). Neste trabalho ficou bem claro que ocorreu, nos dois grupos carentes, uma nítida queda da glicemia no decorrer do experimento, em especial na última quinzena, enquanto que o grupo controle tendeu a elevar a glicemia no decorrer do ensaio. Caso seja confrontado o menor valor médio de glicemia obtido neste trabalho (2,4 mmol/L; Tab. 13) no grupo 2 com os valores de referência citados na literatura clássica (2,5 – 4,16 mmol/L, KANEKO [...],

1997; 2 – 3 mmol/L, PAYNE e PAYNE, 1987) observar-se-á que o presente valor estará dentro do intervalo de normalidade. Contudo, os valores normais obtidos tanto no pré-experimento, realizado antes da execução deste trabalho de tese (dados não publicados), assim como nos resultados obtidos com o grupo 1 ou com os dados basais recolhidos dos três grupos, considerando-se dois desvios padrão (2DP), constata-se que os valores de referência variaram de 3,73 mmol/L até 4,87 mmol/L (2DP = 0,57), com média e mediana idênticas de 4,3 mmol/L. A comparação destes últimos dados com os valores de referência indica que os presentes resultados são superiores aos mencionados na literatura clássica, obtidos na maior parte com vacas leiteiras e de corte durante a lactação ou a gestação. Segundo ROWLANDS (1980), OTTO [...] (1992) e SOUZA [...] (1999) bovinos jovens apresentam maiores valores de glicemia que os adultos. Em outras palavras, acredita-se que devam existir pelo menos dois valores de referência para glicemia, um mais baixo obtido com vacas leiteiras em lactação ou em gestação e outro com valores mais altos para garrotes ou bovinos jovens. Tal sugestão também foi advogada por OTTO [...] (1992) que no Paraguai determinou os valores de referência de glicemia de bovinos mestiços de corte, semelhantes aos aqui utilizados. Nesse referido trabalho, os supracitados autores obtiveram teores de glicemia (4,32 mmol/L, 2DP 0,72) muito semelhantes aos deste trabalho e maiores que os citados na literatura. Levando-se em consideração os valores baixos tanto deste presente trabalho como o realizado no Paraguai pode-se considerar como teor de glicose indicativo de déficit energético em garrotes os valores abaixo de 3,6 mmol/L. Isto posto, constata-se que hipoglicemia passou a ser detectada a partir das 5^a e 4^a quinzenas, respectivamente, para os grupos 2 e 3, ou seja após no mínimo 2 meses de carência pronunciada. Segundo RUSSEL e WRIGHT (1983) a

glicemia é uma boa indicadora de carência energética principalmente quando esta se torna muito severa, como a observada neste trabalho. Os presentes resultados contrariam as notificações realizadas por HERDT (1988) que a glicemia não tem valor diagnóstico definitivo na má nutrição energética-protéica.

Segundo HERDT (2000) a glicemia é uma potente indicadora da ingestão dietética do conteúdo de carboidrato e de amido. De fato, neste trabalho existiu alta correlação entre os teores de propionato ruminal e da glicemia (Graf. 27). Para os animais do grupo 1 foi oferecida ração concentrada rica em amido, este substrato ao ser fermentado no rúmen produz grande quantidade de propionato que quando absorvido será a principal fonte precursora da neoglicogênese nos ruminantes (HERDT, 1988).

Os ácidos graxos livres (AGLs) são considerados pela maioria dos autores, quase sem reserva, como um potente indicador do *status* energético (GONZÁLEZ [...], 2000; HERDT, 2000; KANEKO [...], 1997; RUSSEL e WRIGHT, 1983). Os AGLs surgem da mobilização da gordura de reserva sendo indicador de longo prazo de déficit de *status* energético. Neste trabalho ocorreu aumento numérico nos teores de ácidos graxos livres nos dois grupos submetidos à carência, a partir da quarta quinzena. Contudo, apenas em uma única quinzena esta diferença foi significativa (T8) ($p < 0,03$). Isto ocorreu devido ao grande coeficiente de variação (média de 51%, atingindo até 83,4% ao término do experimento) observado nos grupos carentes, o que dificultou a análise comparativa dos dados.

Esta alta variabilidade pode ser relacionada com a condição corporal dos indivíduos em cada fase do experimento. Animais com melhor condição corporal no tempo basal e submetidos à carência tiveram melhores condições de mobilizar gordura, medida pelos teores de AGLs, que aqueles que perderam mais peso

durante o experimento e que estavam prestes a sucumbirem. Servem de exemplo dois animais do grupo 3. O primeiro garrote começou o experimento com 181 kg de peso vivo e com condição corporal de regular a boa (escore 2,5) perdendo menor quantidade de peso (6,1% do peso vivo) e escore corporal (0,5 grau) no decorrer do ensaio. Mesmo assim chegou a aumentar, na sexta quinzena, o seu teor plasmático de AGLs, e de uréia sérica em 489% e 3%, respectivamente, em relação aos valores basais. Ou seja, este animal mobilizou mais gordura que proteína de suas reservas naquele momento.

No entanto, outro garrote do mesmo grupo começou o experimento com peso menor (153 kg) e menor condição corporal (escore 2,25), reduzindo em 10,5% o seu peso vivo e 1,5 grau de escore corporal até momentos antes de sua morte. Embora tenha perdido proporcionalmente mais peso, que no exemplo supracitado, mobilizou menor quantidade de gordura, avaliada pelo máximo aumento de 117% de AGLs plasmático em relação ao valor basal. É digno de nota que este animal antes da morte apresentou um baixíssimo teor de AGL (98 mmol/L), inferior aos valores de referência (117 a 390 mmol/L), porém seu valor de uréia sérica atingiu 7,4 mmol/L, 100% a mais que o seu valor basal (seu hematócrito e creatinina se encontravam dentro na normalidade neste momento). O conjunto destes resultados indica que este animal magro mobilizou intensamente proteína muscular para obtenção de energia já que suas reservas de gordura eram baixas. Em outras palavras, animais jovens e magros mobilizam pouca gordura por possuírem menor quantidade de reservas no organismo. Considerando estes exemplos pode-se fazer uma ilação que o AGL não é uma boa variável para detectar o *status* de carência energética em animais jovens que apresentam no tempo basal escore corporal inferior ou igual a 2,25 e que percam, no decorrer da carência, no mínimo 1,5 grau de escore corporal.

Alguns aspectos depõem contra o emprego de ácidos graxos livres numa rotina diagnóstica de carência energética ou num perfil metabólico. O primeiro ponto é o alto custo individual de uma única determinação laboratorial (US\$ 2,10/amostra para AGL; US\$ 0,07/amostra para glicose; US\$ 0,48/amostra para β hidroxibutirato). Outra condição desfavorável é a dificuldade do encontro do kit diagnóstico, pelo fato de ser muito pouco solicitada nos exames rotineiros de laboratórios clínicos destinados a seres humanos. Soma-se o fato da obtenção de altos coeficientes de variação em bovinos submetidos ao mesmo manejo alimentar dentro de um plantel (ROWLANDS, 1980; HERDT, 2000). Neste presente trabalho quando da manifestação pronunciada da carência obteve-se até 83,4% de CV, semelhante ao descrito para vacas secas ou no início da lactação (HERDT, 2000). Devem ser consideradas ainda as grandes variações diárias, principalmente reguladas pela ingestão de alimento. Num estudo específico sobre assunto COGGINS e FIELD (1976) constataram queda de 40% nos teores de ácidos graxos livres logo em seguida da alimentação. Outro fator importante que interfere nos teores sangüíneos de ácidos graxos livres é o estado de estresse que antecede a coleta, provocando o aumento súbito de ácidos graxos livres na corrente (HERDT, 1988; PAYNE e PAYNE, 1987). No presente experimento ficou nítida esta influência num animal do grupo 2, que pouco se adaptou as condições experimentais e sempre demonstrou um marcante estado de estresse. Na primeira coleta, quando seu escore corporal era bom (2,75), apresentou alto valor de AGLs no sangue (252 mmol/L), o qual se manteve elevado no decorrer do experimento, atingindo o segundo maior valor de todo este ensaio (611 mmol/L), sem apresentar perda de peso compatível com esta elevação. Para comprovar o efeito do estresse neste animal, constatou-se que seus valores de hematócrito sempre foram os maiores deste trabalho. Em resposta à

excitação, dor ou liberação de catecolaminas ocorre súbita mobilização de eritrócitos das reservas esplênicas aumentando assim o hematócrito (KANEKO [...], 1997).

Não existiu correlação significativa entre a glicemia e os teores de AGLs ($r = -0,24$), indicando falta de relação destas variáveis e independência das mesmas (Graf. 28). Acredita-se que os fatores de variação supracitados, principalmente dos AGLs interferiram para diminuir esta relação.

Interessantes resultados foram obtidos com os teores sangüíneos de β -hidroxibutirato (Tab. 15). Já a partir da segunda quinzena estes valores foram menores nos grupos 2 e 3, sendo que da sexta quinzena em diante o grupo 3 apresentou médias menores que o grupo 2.

Os presentes resultados deixam claro, pela primeira vez, que o conceito universal que correlaciona altos teores de β -hidroxibutirato com déficit energético em vacas e ovelhas em gestação ou lactação, não é verdadeiro para garrotes em crescimento submetidos a carências gradativas de energia. Por outro lado, este trabalho revela a importância que nessas circunstâncias o β -hidroxibutirato tem de avaliar o grau de carência. Demonstra ainda, inversamente às descrições clássicas (HERDT, 2000), que a glicemia e o β -hidroxibutirato podem ter correlação positiva (Graf. 29).

Outro fator que chama a atenção é o baixo desvio padrão (coeficiente de variação médio de 17%), das concentrações plasmáticas de β -hidroxibutirato, obtido no decorrer do experimento nos três grupos, indicando a alta sensibilidade da variável e da metodologia. A primeira vista estes resultados destoam do previsível. A literatura passa forte impressão que os corpos cetônicos, em especial o β -hidroxibutirato, são altamente indicativos de grande mobilização de reservas energéticas, em especial das gorduras corporais. Este quadro é verdadeiro para

vacas leiteiras, em especial durante o período puerperal. Pelo fato de apresentarem baixos teores de insulina e estimuladas pela ação de uma série de hormônios de ação lactogênica e depressão no consumo de alimentos, ocorre nessas fêmeas alta mobilização súbita de gordura, para produção de energia. Ou seja, as vacas leiteiras no puerpério estão submetidas a um expressivo balanço energético negativo (HERDT 1988; HERDT 2000). Em condições adequadas durante o puerpério a maioria dos ácidos graxos livres, provenientes da lipólise, é oxidada no ciclo de Krebs ou devidamente transformada em lipoproteínas. Contudo, numa mobilização exagerada de gordura, além destes fenômenos bioquímicos, parte dos AGLs serão oxidados em corpos cetônicos por falta de oxaloacetato para adentrarem no ciclo de Krebs (KREBS, 1966). Em outras palavras, em mobilizações massivas, agudas e em casos de “congestionamento bioquímico” os corpos cetônicos podem ser produzidos em quantidades significativas. Normalmente, estes compostos estão presentes no sangue dos animais em baixas concentrações. A maior parte do β -hidroxibutirato é proveniente da metabolização do butirato, oriundo da fermentação ruminal, no epitélio do rúmen.

No presente experimento a carência energética apesar de significativa, não provocou consequências súbitas que obrigassem o corpo a mobilizar enormes quantidades de gordura em um reduzido período de tempo. Os ácidos graxos livres produzidos foram adequadamente metabolizados, não gerando assim significativas quantidades de corpos cetônicos. Por sinal, estes compostos nunca foram detectados na urina, e caso tivessem sido formados seriam constatados neste fluido, já que o limiar renal dos corpos cetônicos é normalmente baixo sendo eliminados compulsoriamente durante quadros cetóticos (HERDT, 1988; HERDT, 2000; KANEKO [...], 1997; LAGO, 1997). Assim sendo, a detecção de corpos cetônicos na

urina não é um teste sensível e adequado para o diagnóstico de carências prolongadas de energia em garrotes com déficit energético, tal qual descrito por HERDT (1988).

A evidente diminuição dos teores de β -hidroxibutirato sangüíneos refletiram diretamente as condições dietéticas propostas neste experimento. Com o menor oferecimento de energia ocorreu um menor produção de AGVs (Tab. 34) e menor produção de ácido butírico (Tab. 37) no rúmen. Quanto menores os teores de AGVs e de ácido butírico, menores as concentrações de β -hidroxibutirato sangüíneo (Grafs. 30 e 31). Ou seja, a análise deste último metabólito nestas condições de carência passa a ser um avaliador de curto prazo da ingestão de energia. É possível ainda que tenha influído na diminuição sangüínea dos teores de β -hidroxibutirato o uso deste composto como combustível alternativo por alguns tecidos do organismo, já que ruminantes em jejum ou em déficit energético podem utilizar corpos cetônicos como fonte de energia (HERDT, 1988). Outro interessante resultado obtido foi a alta correlação positiva entre os teores de glicose sangüínea e β -hidroxibutirato (Graf. 29) demonstrando que este corpo cetônico também reflete em médio prazo os efeitos carenciais de energia.

Numa comparação entre o uso da glicemia e do β -hidroxibutirato sangüíneo para avaliação de déficit energético, pode-se afirmar que ambos são passíveis de serem utilizados, dando-se preferência ao primeiro pelo fato de ser uma determinação mais fácil, barata e com kit mais prontamente disponível. Outra vantagem da glicose em relação ao β -hidroxibutirato é seu menor valor de CV (10% x 17%). Mesmo assim, este experimento mostrou os méritos da dosagem de β -hidroxibutirato, que deve ser melhor estudado em experimentos de carência. É digna de nota a precocidade com que os teores de β -hidroxibutirato se apresentaram

menores nos grupos carentes em relação ao grupo controle, ou seja, na primeira quinzena no grupo 3 e segunda quinzena no grupo 2, enquanto que a glicose só diminuiu significativamente na segunda quinzena. Outro fato que chama a atenção é a sensibilidade que o β -hidroxibutirato teve de diferenciar quantitativamente os dois grupos carentes, pois a partir sexta quinzena o grupo 3 apresentou menores teores deste corpo cetônico que o grupo 2 e este que o grupo 1. Por outro lado, no decorrer de todo experimento, a partir da terceira quinzena, a glicemia foi menor nos grupos 2 e 3, porém sem detectar diferença entre estes grupos.

Em suma, a glicemia mostrou-se boa indicadora de déficit energético, desde que novos valores de referência, específico para garrotes, sejam admitidos. O β -hidroxibutirato plasmático diminuiu seu valor durante a carência prolongada, podendo também ser empregado na avaliação de subnutrição energética. Embora pontualmente possa ser indicadora de carência energética, a concentração plasmática dos AGLs não se mostrou adequada para esta tarefa devido aos seus altos CV e custo de determinação. Durante os 140 dias do período experimental, nunca foi detectada a presença de corpos cetônicos na urina, não sendo este teste adequado nos casos de detecção de carência energética prolongada em garrotes. Caso haja necessidade de ser selecionado um único metabólito opta-se pela glicose, principalmente pelo seu baixo custo de determinação, disponibilidade e baixo coeficiente de variação (CV).

Teoricamente, esperava-se que os grupos mais carentes apresentassem teores muito mais baixos de uréia que o grupo controle, já que classicamente é reconhecido que o oferecimento de dietas com baixos teores de proteína bruta provocam queda muito significativa nas concentrações séricas de uréia (PAYNE e PAYNE [...] 1987; KANEKO [...] 1997 HERDT, 2000). Embora ocorressem

diminuições significativas pontuais no grupo 3 em relação ao controle as médias gerais não foram diferentes, não demonstrando assim a importância dos teores de uréia como indicador de *status* de subnutrição energética.

No presente experimento, embora os teores de proteína bruta dietética oferecida fossem baixos (G1 = 13%; G2 = 7% e G3 = 5%) nos grupos considerados carentes esta deficiência não foi tão marcante quanto a de energia digestível (ingestão média de energia digestível G1 = 17,7 Mcal/d; G2 = 5,76 Mcal/d; G3 = 4,7 Mcal/d). Segundo SYKES e FIELD (1973), o *status* protéico de um animal não pode ser caracterizado apenas por sua ingestão de proteína, mas também por seu intercâmbio entre os estoques orgânicos de proteína e o “pool” funcional, principalmente quando se considera que num déficit de proteína e energia existe mobilização de proteína dos estoques para manutenção dessas carências nutricionais. Assim num animal submetido a severa e gradual deficiência de energia, existirá grande mobilização de proteína corpórea na tentativa de manter a homeostase energética, em especial dos teores de glicose sanguíneos.

Segundo ORTIGUES (1991), a mobilização das reservas orgânicas de proteína numa subnutrição energética prolongada se dá em três fases. Na 1ª fase, no decorrer de algumas semanas de carência, a mobilização de proteína é intensa, sendo mais baixa numa 2ª fase, com duração variável de acordo com as reservas energéticas do animal, e na 3ª fase, terminal, a utilização do estoque protéico volta a ser alto. No início do presente experimento os teores de uréia eram semelhantes entre os grupos, em seguida, na 1ª quinzena, os animais dos grupos 2 e 3 apresentaram maiores concentrações de uréia que o grupo 1, indicando claramente que estavam na 1ª fase citada por ORTIGUES (1991). A partir daí, enquanto que os animais do grupo 1 elevaram a uréia sérica por efeito de dieta mais rica em

nitrogênio os demais mantiveram os teores de uréia relativamente altos por custo da proteólise, permanecendo o grupo 2 nessa 2ª fase até o término do experimento. Já no grupo 3 dois animais sucumbiram e na coleta anterior as suas mortes os teores de uréia se elevaram até 12,94 mmol/L indicando que atingiram a 3ª fase terminal de alta mobilização de proteína. É interessante citar que esses animais que morreram apresentaram baixa glicemia quando os teores de uréia eram altos, indicando que a grande mobilização de proteína foi estimulada pela hipoglicemia, como relatada por SYKES e FIELD (1973). Assim semelhante ao que foi descrito por OETZEL (1988) este trabalho demonstrou que quando existe carência de energia em curso, o teor de uréia sérica não foi uma boa indicadora do *status* energético ou mesmo protéico.

Embora a uréia sérica não tenha oferecido bons subsídios para indicar o *status* energético e protéico, o seu índice de excreção urinário fez de maneira relativa. Antes do início do experimento todos animais receberam dieta ligeiramente abaixo da adequada em proteína bruta (10%). Com o início do oferecimento das dietas, já a partir da 3ª quinzena, os animais dos grupos 2 e 3 passaram a excretar menores quantidades de uréia na urina, indicando a nítida conservação orgânica de nitrogênio. Em média, esse índice foi cerca de 59% e 66% inferior nos grupos 2 e 3, respectivamente, em relação ao controle. Esta constatação que o organismo carente economiza nitrogênio, por meio de reabsorção de uréia nos túbulos renais, já foi descrita a muito por outros autores (SCHIMIDT-NIELSEN [...], 1958; SCHIMIDT-NIELSEN e O'DELL, 1959). Comparando os presentes resultados entre os grupos subalimentados e controle é sugestivo que esse índice possa apresentar um valor diagnóstico do quadro carencial. BRITO (1998) ofereceu para garrotes uma dieta muito pobre em PB (3,79%) e relativamente normal em energia, obtendo após um mês de ingestão desta ração um índice de excreção urinária de uréia e um teor de

uréia sérica 12 e sete vezes menores, respectivamente, que as obtidas pelo grupo 3. Os baixos valores de uréia séricos obtidos por BRITO (1998) refletiram apenas a baixa ingestão de PB. No presente trabalho os valores do índice de excreção foram maiores que os obtidos por BRITO (1998), pois espelharam os teores de uréia sangüíneos, elevados pela grande mobilização de proteína do estoque, e seguiram as constatações anteriores de que existe correlação positiva (Graf. 32) entre os teores de uréia sérico e o seu índice de excreção (BRITO, 1998; SCHIMIDT-NIELSEN [...], 1958; SCHIMIDT-NIELSEN e O'DELL, 1959). Embora o índice possa ser um excelente indicador na carência pura de proteína ele também o fez de maneira relativa num déficit de energia e em menor grau de proteína. Mesmo assim, faltam maiores estudos para serem determinados os valores de normalidade do índice, assim como para divulgá-lo entre a comunidade veterinária, para seu uso na rotina. Única desvantagem da utilização deste índice é a necessidade da determinação de duas variáveis laboratoriais para seu cálculo, a uréia e creatinina urinárias, além da estimativa do peso vivo e da sua transformação em peso metabólico.

No decorrer do experimento, os teores de proteína total praticamente não se alteraram nos animais dos diferentes grupos, indicando que este metabólito não é adequado para avaliar o *status* protéico-energético. Porém a média geral foi maior ($p < 0,04$) no grupo 3, que no grupo controle. A explicação para este fenômeno aparentemente controverso é a diminuição do volume plasmático como uma consequência à subalimentação, o que aumenta artificialmente o teor de proteína total e de outros metabólitos no plasma ou no soro (ORTIGUES, 1991). Além desta causa, deve ser levada em conta a forte tendência do organismo em manter a homeostase da pressão oncótica no plasma, fazendo com que toda vez que ocorra

diminuição nos teores de albumina haja compensatoriamente maior síntese de globulinas e vice-versa (PAYNE E PAYNE, 1987; ROWLANDS 1980). A correlação entre os teores de albumina e globulina neste trabalho (Graf. 33) não foi alta ($r = -0,48$), porém foi significativa ($p < 0,0001$). Tudo indica que além dos animais carentes utilizarem intensamente suas reservas orgânicas de proteína para produção de energia outro quinhão dos compostos nitrogenados foi utilizado para a síntese de globulinas séricas mantendo assim os teores de proteína sérica total normais, a fim de manter a homeostase oncótica sangüínea. Isto pode ser evidenciado pela altíssima correlação ($r = 0,88$) existente entre os teores de proteína total e globulina séricas (Graf. 34). Outro fator que parece ter sido fundamental para que os teores de proteína total séricos não sinalizassem a carência é a diminuição dos requerimentos de proteína, visto que os garrotes dos grupos 2 e 3 pararam de crescer, como uma resposta compensatória à carência. Em outras situações em que além da deficiência dietética o animal aumenta o seu requerimento de proteína de forma compulsória, como por exemplo durante a gestação ou início da lactação, os teores de proteína sérica podem estar diminuídos (SYKES e FIELDS, 1973). Além destas condições as concentrações de proteína séricas poderão estar reduzidas quando de infestações parasitárias gastrintestinais, que espoliam proteína definitivamente do hospedeiro (HOLMES e MACLEAN, 1971).

Os teores de albumina ocasionalmente e pontualmente foram inferiores aos valores de referência (27 a 37 g/L) citados por PAYNE e PAYNE (1987). Por coincidência a hipoalbuminemia foi constatada a partir da 8ª quinzena em dois animais do grupo 2 e nos dois bovinos que sucumbiram do grupo 3. Mesmo assim estes valores, jamais foram inferiores a 23,3 g/L (13,7% inferior ao limite da referência supracitado). Provavelmente, os teores de albumina não foram mais

diminutos, pois os animais carentes deixaram de crescer, e diminuíram drasticamente suas taxas metabólicas reduzindo assim seus requerimentos a fim de economizar nitrogênio, intensamente utilizado para produção de energia. Embora pontualmente alguns animais ficaram ligeiramente hipoalbuminêmicos, as médias gerais demonstraram que a concentração sérica de albumina no grupo controle foi inferior ($p < 0,02$) ao grupo 3, o mais carente, o que poderia ser explicado pela maior diminuição no volume plasmático de bovinos subalimentados (ORTIGUES, 1991). Nestas circunstâncias pode-se afirmar que a albumina sérica não foi boa indicadora do *status* energético-protéico.

Em suma, os resultados obtidos com as variáveis que avaliam o *status* protéico indicaram que a melhor destas para sinalizar diagnóstico de carência de energia foi o índice de excreção urinária de uréia, mesmo assim de maneira relativa. A uréia não refletiu o déficit energético, pois não diminuiu de maneira evidente seu teor sérico, devido a sua geração durante o catabolismo protéico. A proteína total sérica e a albumina também não foram boas indicadoras do *status* energético, pois chegaram mesmo a aumentar suas concentrações no grupo mais carente em relação ao controle. Quando de uma queda de albumina no soro os teores de globulina se elevam para manter os teores de proteína sérica total próximo da normalidade.

Os valores de hematócrito e os teores de hemoglobina não foram bons indicadores do *status* energético. Ambas variáveis permaneceram dentro dos valores de referência citados pela literatura (25- 35% para o hematócrito e 88,4 – 177 $\mu\text{mol/L}$ para creatinina; PAYNE e PAYNE 1987; KANEKO [...] 1997), indicando que aparentemente não ocorreu nem estado de anemia nem mesmo de insuficiência renal no decorrer do quadro de carência energética. Mesmo assim, estes dados têm

que ser analisados com reserva, já que ORTIGUES (1991) comenta que animais submetidos à carência alimentar prolongada apresentam menor volume plasmático. Neste experimento não foi estudado o volume plasmático, mas de maneira coincidente, ou não, tanto os teores médios gerais de hematócrito como os creatinina foram maiores ($p < 0,01$) nos bovinos dos grupos 2 e 3 que nos controle, indicando que possa ter ocorrido menor volume plasmático nos grupos mais carentes. Caso isto tenha existido, uma provável anemia foi mascarada pela hemoconcentração derivada da subalimentação. Mesmo assim, é digno de nota que na última coleta de ambos animais que sucumbiram foram detectados os menores valores de hematócrito (26% e 22%), sugerindo que o déficit de volume plasmático deixa de ocorrer ou fica menos evidente na fase mais adiantada da carência. Nesta eventualidade um dos animais já apresentaria um quadro de anemia indicando que a subnutrição poderia ser a sua causa, embora OETZEL (1988) certifique que a carência energética-proteíca não provoque anemia.

Em suma, o hematócrito e a creatinina não foram bons indicadores do *status* energético neste experimento, não diferenciando de maneira discriminatória os tratamentos.

Era de se esperar que o pH ruminal fosse menor no grupo 1, visto que estes animais receberam dieta mais rica em energia que os demais e os ácidos graxos voláteis totais foram mais produzidos durante o experimento. Porém, influências comportamentais parecem ter interferido nos resultados do pH. Os animais deste grupo receberam pela manhã, ao mesmo tempo, feno de capim, bagaço de cana e ração concentrada. Provavelmente, por maior palatabilidade os animais preferiam a ingestão inicial de feno, consumindo ao longo do dia ração a concentrada e o bagaço. Este tipo de comportamento foi semelhante com os grupos 2 e 3, onde a

ingestão de ração concentrada foi lenta e contínua durante o dia, devido a completa mistura desta com o bagaço de cana, pouquíssimo palatável. O pH ruminal de bovinos alimentados com forragem diminui principalmente após a 5^a h de alimentação, quando a fermentação da celulose é máxima, só que já no decorrer da 3^a h a forragem já estimula a ruminação aumentando a produção de saliva e a capacidade tampão do rúmen (ORTOLANI, 1980). Embora a fermentação ruminal no grupo 1 fosse maior no decorrer experimento, confirmado pelos maiores teores de ácidos voláteis totais e ácido propiônico, especula-se que neste grupo tenha ocorrido maior tempo de ruminação tornando o pH ruminal mais alcalino e semelhante aos demais grupos que tiveram menor fermentação ruminal. De qualquer forma no presente experimento o pH ruminal não foi um bom indicador de *status* energético.

O encontro de maiores quantidades de ácidos graxos voláteis totais e suas frações indicaram que os bovinos do grupo 1 receberam melhor substrato e em maior quantidade que os grupos carentes. Existiu alta correlação entre o consumo de matéria seca e a produção de ácidos graxos voláteis totais (Graf. 35 e Tab. 39). A queda nos teores de AGVs total implicou na diminuição razoavelmente proporcional de cada um dos três AGVs (acetato, propionato e butirato) nas dietas carentes em energia (Tab. 39). Embora os AGVs sejam bastante indicativos da atividade fermentativa ruminal as suas análises são caras e de difícil execução tornando impraticável seu uso rotineiro no diagnóstico da subalimentação.

Outro marcador da atividade microbiana ruminal é o tempo de redução do azul de metileno (RAM). No experimento em questão, já na 1^a quinzena o RAM se mostrou maior nos grupos 2 e 3, embora em ambas as situações eles estivessem dentro dos tempos considerados normais. Porém, na 2^a e 3^a quinzenas o RAM, nos grupos 3 e 2 respectivamente, ultrapassaram os 3 min, se mantendo elevados até o

final do experimento. Quanto maior a ingestão de alimentos menor o tempo de redução de azul de metileno (Graf. 36 e Tab. 39) e quanto maiores os índices de excreção urinária de alantoína e/ou de ácido úrico menor a redução de azul de metileno (Graf. 37 e 38 e Tab. 39). Normalmente, quanto maior o consumo de matéria seca (CMS), e/ou o índice de excreção urinária de alantoína e/ou de ácido úrico, maior o número de bactérias ruminais que adentram o intestino para serem digeridas pelos ruminantes (DEWURST e WEBSTER, 1992). Por outro lado, quanto maior a porcentagem de fibra detergente neutro (FDN) na dieta de cada animal, maior foi o tempo de redução do azul de metileno (Graf. 39). Este resultado era de se esperar, pois o FDN é reconhecido indicador de consumo alimentar, ou seja, quanto maior o seu teor menor o consumo de alimentos, o que também ficou comprovado neste experimento (Graf. 40). Os presentes resultados indicam que o teste de azul de metileno pode ser realizado para avaliar condições nutricionais, não exigindo análises laboratoriais complexas com a facilidade de ser realizada ao lado do animal e proporcionar resposta muito rápida e com baixo custo. A desvantagem deste método é a necessidade de coleta de suco de rúmen, nem sempre de fácil obtenção, diferente, por exemplo, da coleta de urina para a realização do índice excreção urinária de alantoína ou de ácido úrico. Este teste praticamente tem sido relevado pelos pesquisadores em nutrição de ruminantes, podendo ser mais empregado na avaliação do *status* fermentativo ruminal.

Tanto o índice de excreção urinária de alantoína como o de ácido úrico foram capazes de avaliar o perfil fermentativo ruminal de maneira muito precoce e sensível, pois já na 1ª quinzena o grupo 1 passou a excretar maiores teores destes derivados purínicos na urina que os grupos 2 e 3. Esta diferença foi mantida até o encerramento do experimento. Segundo CLARK [...] (1992) as disponibilidades

ruminais de energia e de nitrogênio são os fatores nutricionais que mais limitam o crescimento microbiano neste órgão, diminuindo também os valores desses índices de excreção. Certamente, as dietas com déficits de energia oferecidos aos grupos 2 e 3 provocaram redução sensível no teor de proteína microbiana ruminal, analisada neste caso pelos supracitados índices. A maior parte tanto da alantoína como do ácido úrico excretado na urina dos garrotes foi proveniente da absorção dos ácidos nucléicos oriundos da digestão dos microrganismos ruminais (TOPPS e ELLIOT, 1965; MCALLAN e SMITH, 1973; DEWURST e WEBSTER 1992, RENNÓ [...], 2000).

Existiu uma alta correlação ($r = 0,75$) entre os índices de alantoína e de ácido úrico indicando que teoricamente ambas as substâncias podem ser selecionadas para serem empregadas num perfil metabólico (Graf. 41 e Tab. 39). Contudo, alguns aspectos práticos e teóricos devem ser considerados. É muito mais prática e fácil a análise laboratorial de ácido úrico que alantoína. O primeiro foi determinado por meio de um kit diagnóstico, disponível no mercado e de rápida execução em analisadores automáticos. O segundo exige técnica muito mais trabalhosa, com várias passagens, requerendo do laboratorista muita atenção e tempo. Por outro lado, analisando a correlação entre os índices de excreção urinária de alantoína e ácido úrico com outras variáveis, tais como a ingestão de matéria seca, AGVs totais e suas frações e com azul de metileno (Tab. 39) pode-se notar que em todos estes casos o coeficiente de correlação com a alantoína foi numericamente maior que com o ácido úrico, sugerindo que o primeiro refletiu melhor a quantidade de microrganismos ruminais produzidos e absorvidos. Além deste aspecto, deve-se levar em consideração o coeficiente de variação (CV) desses índices. A comparação dos CVs no decorrer do experimento indicou que a mediana do CV foi maior ($p < 0,02$) para o

índice de excreção urinária de ácido úrico (31%) que para o índice de excreção urinária de alantoína (16%), indicando que esta última variável produz resultados menos dispersos e mais concentrados em torno da média. Contudo, o gargalo da escolha do índice a ser indicado parece ser a praticidade da determinação laboratorial. Com a experiência adquirida na realização de ambos os métodos acredita-se que será muito difícil o convencimento de laboratoristas de apoio e dos profissionais solicitantes de exames diagnósticos, a realizarem e a colocarem numa rotina a determinação de alantoína. Assim sendo recomenda-se numa análise de perfil metabólico a realização do índice de excreção urinária de ácido úrico.

Em suma, os indicadores de perfil ruminal revelaram que o teste de redução do azul de metileno foi o de mais fácil execução, seguido do índice de excreção urinária de ácido úrico. Embora de não tão fácil determinação o índice de excreção urinária de alantoína refletiu fielmente o *status* fermentativo ruminal, abalizado pela produção de ácidos graxos voláteis totais e suas frações.

No tocante a cinética do conteúdo líquido ruminal verificou-se que não existiu diferença no volume ruminal entre os grupos nos tempos inicial e final do experimento e nas médias gerais (Tab. 31). Segundo GÓMEZ-PASTÉN [...] (1999) ruminantes subnutridos por um longo período apresentam maior volume ruminal, causado pelo maior consumo de água, para compensar a falta de ingestão dentro do órgão. De fato, observou-se grosseiramente quando da coleta de suco de rúmen para a realização das várias provas, que o conteúdo ruminal se apresentava muito mais líquido nos garrotes dos grupos 2 e 3, semelhante ao constatado por MICHALET-DOUREAU e DOREAU (2001). Existiu um contraste entre o estado de magreza dos animais e o aparente aumento de volume no abdômen dos mesmos, lembrando muitos quadros carenciais ou de verminose gastrointestinal. Infelizmente,

por motivos técnico-estruturais não foi possível estimar o consumo de água pelos animais deste experimento.

Foram observadas maiores taxas de passagem do líquido ruminal no grupo um em relação aos demais grupos a partir da 4^a quinzena até o final do período experimental, bem como na média geral (Tab. 33). Isto significa que o tempo de retenção do conteúdo ruminal era menor para os animais do grupo controle em relação aos demais. Portanto, de forma semelhante ao que foi encontrado por MICHALET-DOUREAU e DOREAU (2001), os animais submetidos a subnutrição apresentaram maior tempo de retenção do conteúdo ruminal, o que torna o ambiente ruminal menos eficiente no aproveitamento da energia, já que os microrganismos ruminais passam a consumir energia de manutenção ao invés de estarem sendo renovados (OWENS e ZINN, 1988).

De forma semelhante ao que ocorreu com a taxa de passagem de líquidos ruminais, foram constatadas maiores taxas de renovação ruminal no grupo 1 em relação aos demais grupos a partir da 4^a quinzena até o término do experimento. Por exemplo, enquanto que na 4^a quinzena os garrotes do grupo controle renovaram seus conteúdos ruminais em até 3,3 vezes por dia os demais grupos o faziam um pouco mais de uma vez. Este resultado pode servir como indicador da digestibilidade de cada dieta, já que quanto maior for esta, maior será a taxa de renovação de líquidos no rúmen e menor o tempo de retenção da dieta neste órgão (OWENS e GOETSCH, 1988, SNIFFEN e HERDT, 1991). Embora os animais dos grupos 2 e 3 provavelmente estivessem bebendo mais água, esta ficava mais tempo retida no conteúdo ruminal que, pelo fato de ser rico em fibra alimentar de baixa digestibilidade apresentava menor taxa de saída do rúmen (OWENS e HANSON, 1992; SUCUPIRA, 1998). Tem sido descrito que em ruminantes subnutridos a

digestibilidade da matéria orgânica no rúmen é menor possivelmente por uma menor atividade dos microorganismos ruminais, tanto por redução do seu número como de seus substratos básicos (HERDT 1988, CHILLARD [...] 1998). Contudo, num recente estudo foi verificado que a população de bactérias ruminais pouco se altera no decorrer de severa subnutrição, sugerindo que a atividade bacteriana estaria então diminuída (MICHALET-DOREAU e DOREAU, 2001). Outro fato, não descrito na literatura, que deve ser considerado na diminuição da atividade digestiva dos microorganismos ruminais de bovinos subnutridos é a alteração no meio ambiente do rúmen, fundamental para a plena atividade desses microorganismos. Segundo SNIFFEN e HERDT (1991) além do pH, temperatura e osmolaridade o potencial redox do meio deve ser mantido numa faixa restrita para o pleno crescimento e atividade dos micróbios ruminais, na sua maioria estritamente anaeróbicos. O potencial redox reflete a capacidade redutora do meio e a ausência de oxigênio neste. Neste presente experimento constatou-se aumento no tempo de redução do azul de metileno nos dois grupos carentes, em especial no grupo 3, indicando que existiu menor capacidade redutora no conteúdo ruminal e por conseguinte maior teor de oxigênio no seu conteúdo. Mesmo assim, maiores estudos são necessários para avaliar a importância da queda da capacidade redutora ruminal na digestibilidade ruminal de bovinos subnutridos.

Em suma, animais recebendo dieta pobre em energia e rica em fibra detergente neutro não diminuem o volume ruminal e apresentam uma menor taxa de saída do digesta dentro do rúmen, renovando assim seu conteúdo mais lentamente.

Outra abordagem importante deste trabalho foi o estudo da subnutrição energética sobre as funções vitais dos bovinos. Ficou patente que com o decorrer da subnutrição os animais reduziram drasticamente seu metabolismo basal, com o

intuito de diminuir o consumo de energia. Isto pode ser verificado principalmente por meio da redução do número de batimentos cardíacos e da frequência respiratória (Tabs. 7 e 8, respectivamente). Constatou-se que estas variáveis se comportaram de maneira homogênea, pois existiu uma alta correlação positiva entre elas (Graf. 42). Tanto as médias gerais dos batimentos cardíacos como a frequência respiratória detectada nos garrotes do grupo 1 estiveram dentro dos padrões de normalidade para bovinos em crescimento, ou seja, 70 a 90 bpm e 15 a 30 mpm, respectivamente (ROSENBERGER, 1983). Já os grupos 2 e 3 apresentaram bradicardia e tendência a oligopnéia.

Estranhamente, HERDT (1988), numa revisão sobre o assunto, não citou que a subnutrição prolongada provocava alterações nos batimentos cardíacos e na frequência respiratória, mas apenas no movimento ruminal e na temperatura retal.

Na subnutrição energética, várias são as causas que possam levar a diminuição na atividade cardíaca e respiratória. Com o menor oferecimento de energia o organismo animal altera seu perfil hormonal produzindo menos tiroxina, que estimula a oxidação e o metabolismo, aumentando assim frequência cardíaca (SWENSON e REECE, 1996). Outro hormônio que é produzido em menor quantidade é a noradrenalina, provavelmente por uma redução na atividade simpática, que também tem uma ação direta e positiva no estímulo aos batimentos cardíacos. Porém, contrabalançando a menor atuação da noradrenalina o organismo aumenta a secreção de adrenalina, a fim de aumentar a glicogenólise, gliconeogênese, proteólise e lipólise (CHILLIARD [...], 1998).

Além da ação hormonal, também é descrito que durante a subnutrição prolongada, devido ao menor gasto de energia, o organismo reage com uma diminuição no volume plasmático total acarretando assim um menor débito cardíaco,

correspondente ao seu peso vivo e tempo de duração da carência alimentar (ORTIGUES, 1991). Ficou bem nítido que alguns animais do grupo 3 ao término do experimento apresentaram frequência cardíaca tão baixa como 30 bpm, muito aquém dos valores de referência de 70 a 90 bpm. Era de se esperar que o menor grau de metabolismo basal e de débito cardíaco também influenciassem reflexamente a diminuição da frequência respiratória, como ocorreu neste experimento.

Um sinal a mais indicando que o batimento cardíaco e a frequência respiratória eram reflexos do metabolismo basal foram suas médias correlações positivas ($r = 0,55$ e $r = 0,51$, respectivamente, com a glicemia (Grafs. 43 e 44, respectivamente).

A frequência de movimento ruminal também foi afetada pela subnutrição energética, tal qual o citado por OETZEL (1988). As médias gerais dos grupos 2 e 3 foram menores que as obtidas pelo grupo 1. A literatura cita que os valores de referência corrigidos para 3 min é de quatro a sete movimentos (ROSENBERG, 1983). Segundo esse padrão apenas o grupo 1 apresentava média geral de movimentos ruminais dentro da faixa de normalidade. De forma semelhante à frequência do movimento ruminal, a tonicidade da musculatura deste órgão também se reduziu no decorrer da carência no grupo 3. Enquanto que no grupo 1 os movimentos foram vigorosos e tônicos, no grupo 3 eles foram se tornando mais fracos no decorrer do experimento, apresentando valores intermediários no grupo 2. Estas alterações ruminais provavelmente estão ligadas com a perda de peso do órgão durante a subnutrição, em especial da camada muscular e epitelial, podendo diminuir em até mais de 40% tanto o tamanho como a quantidade destas células (CHILLIARD [...] 1998). É possível que além da menor quantidade de células

musculares, fundamentais para a tonicidade, tenha existido falta de substrato para a perfeita contração muscular das mesmas. Coincidentemente, ocorreu alta correlação positiva entre as concentrações sangüíneas de glicose ($r= 0,81$) e β -hidroxibutirato ($r=0,76$), e de ácido butírico ruminal ($r= 0,81$) com a tonicidade ruminal (Grafs. 45; 46; e 47, respectivamente). Além da glicose que pode ser parcialmente utilizada como substrato energético na musculatura lisa, o β -hidroxibutirato, grande parte dele originário do ácido butírico ruminal, também pode servir como combustível para este tecido (HERDT, 1988).

Finalmente, a temperatura retal foi ligeiramente inferior nos grupos carentes, embora os valores médios destes ($38, 2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) estivessem dentro dos padrões de normalidade (38 a $39,5^{\circ}\text{C}$) (ROSENBERG, 1983). Os presentes resultados foram diferentes dos descritos por OETZEL (1988) que citou que as temperaturas retais de ruminantes subnutridos sempre se apresentam diminuídas, mesmo se o animal estiver estabulado ou em ambiente com temperatura adequada. Apenas os animais mais magros e prestes a sucumbirem, neste presente experimento, tiveram as temperaturas retais ligeiramente abaixo dos valores normais ($37,7^{\circ}\text{C}$ - temperatura tomada 48h antes da morte), sem contudo se apresentarem tão baixas (32 a 36°C) como as citadas por OETZEL (1988). O motivo principal deste fato não é conhecido, mas indica que a manutenção da temperatura basal corpórea é fundamental para a sobrevivência, visto que o funcionamento de várias enzimas eritrocitárias, hepáticas e de outros órgãos vitais estão condicionados a uma estrita faixa de temperatura nos animais homeotérmicos (LENINGER, 1984). Os ruminantes domésticos, diferentes dos camelos, produzem suficientes quantidades de energia durante a subnutrição para manter sua temperatura basal. Em estágios avançados da subnutrição, embora certas vísceras (trato digestivo, fígado etc) e a musculatura estriada estejam

despendendo menos energia, o gasto geral desta será maior em relação ao peso metabólico do animal (CHILLIARD [...], 1998).

É digno de nota que os animais que sucumbiram e mais um animal respectivamente dos grupos 2 e 3 apresentaram nas últimas quinzenas estado de letargia e fraqueza progressiva, caminhando com dificuldade, se alimentando mais lentamente e reduzindo o tempo gasto com ruminação. Após o encerramento do experimento quando foi oferecida dieta mais equilibrada e com melhor palatabilidade aos animais carentes, estes passaram a ingeri-la com grande avidez, normalizando as funções vitais no decorrer de duas a três semanas.

Em suma, o déficit energético paulatinamente reduz o número de batimentos cardíacos e a frequência respiratória, causando ainda discreta diminuição no número de movimentos ruminais e na força de contração deste órgão. Apesar de ligeiramente menor que no grupo controle, a temperatura retal média dos grupos carentes sempre esteve dentro dos valores de referência, com exceção de breve período que antecedeu a morte, quando temperaturas mais baixas foram registradas.

7 CONCLUSÕES

O quadro carencial no presente experimento permitiu as seguintes conclusões:

1. Os animais tiveram menor consumo de matéria seca, redução no escore corporal e, embora num período de crescimento, manutenção do peso vivo.
2. A glicemia e o β -hidroxibutirato plasmático foram os melhores os indicadores bioquímicos de *status* energético. Os teores de AGLs no plasma não se mostraram adequados, devido aos altos valores de coeficiente de variação. Os corpos cetônicos não foram detectados na urina.
3. O índice de excreção urinária de uréia demonstrou ter relativo valor diagnóstico entre os indicadores bioquímicos de *status* protéico. Teores de uréia, proteína total, albumina, globulinas, creatinina séricas e hematócrito não se mostraram úteis na detecção de déficit energético.
4. Aumento no tempo de redução do azul de metileno, queda nos teores de AGVs totais, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico ruminais e menores índices de excreção urinária de alantoína e de ácido úrico foram detectados nos grupos carentes. O tempo de redução do azul de metileno e o índice de excreção urinária de ácido úrico foram, entre os teste de avaliação ruminal, os mais práticos.

5. O déficit energético não alterou o volume ruminal, mas diminuiu a taxa de saída e de renovação de líquidos do conteúdo ruminal.
6. Os batimentos cardíacos e a frequência respiratória e, com menor intensidade, os movimentos e a tonicidade ruminal diminuíram no decorrer da carência. A temperatura retal sempre esteve dentro da faixa de normalidade, com exceção de ligeira queda precedendo a morte dos animais.

8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADAMS, R.S.; STOUT, W.L.; KRADEL, D.C.; GUSS, S.B.Jr; MOSER, B.L.; JUNG, G.A. Use and limitations of profiles in assessing health or nutritional status of dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.61, p.1671-1679, 1978.

A.O.A.C. **Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis**, 15 ed., Washington D.C., 1985.1012 p.

BARCELOS, A.F.; GARCIA, J.A.; CARDOSO, R.M.;TORRES, C.A.A.; FERREIRA-BARCELOS, A.; AMÉRICO-GARCIA, J.; MACIEL-CARDOSO, R.; ALVES-TORRES, C.A. Effects of climate and diet on the physiological reactions of buffaloes, zebu cattle, *Bos Taurus* and their crosses. 1- Rectal temperature and respiration rate. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.1, p.32-41, 1989.

BIDE, R.W. Metabolic profiles of beef cattle. **Canadian Veterinary Journal**, v.19, p.344-345, 1978.

BORCHERS, R. Allantoin determination. **Analytical Biochemistry**, v. 79, p.612-613, 1977.

BRITO, L.A.B. Avaliação do uso intensivo de cama de frango na alimentação de bovinos: alguns aspectos toxicológicos e do metabolismo do nitrogênio. 1998. 235p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARVALHO, S.; KIELING, R. **Fibra na alimentação de ruminantes**. Rio Grande do Sul: Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Feevale, RS. Disponível em: <http://www.feevale.br/triade/icet/096.doc>. Acesso em: novembro de 2002.

CHEN, X.B.; ORSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.D. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **The British Journal of Nutrition**, V.63, n.1, p.121-129, 1990.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) **Intenational Feed Research Unit**, Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 1992. 21p.

CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nutrition Development**, v. 38, p.131-152, 1998.

CHILLIARD, Y.; DOREAU, M.; BOCQUIER, F.; LOBLEY, G.E. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply, In: JOURNET, M.; GRENET, E.; FARCE, M.H.; THÉREZ, M.; DEMARQUILLY, C. **Recent developments in the nutrition of herbivores**, Paris: INRA editions, 1995, p.329-360.

CHURCH, T.L.; BRUNER, R.R.; JANZEN, E.D. A partial metabolic profile in a beef cow herd in which clinical hypocalcaemia occurred. **Canadian Veterinary Journal**, v.19, p.110-112, 1978.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

COGGINS, C.R.E.E; FIELD, A.C. Diurnal variation in the chemical composition of plasma from lactating beef cows on three dietary energy intakes. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.86, p. 595-602, 1976.

COLUCCI, P.E.; CHASE, L.E.; VAN SOEST, P.J. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n.8, p.1445-1456, 1982.

CONTRERAS, P.A. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. IN: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (eds.) **Perfil Metabólico em Ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.23-30, 2000.

COTRUT, M.; COTRUT, M; IVAS, E.; SURUGIU, C. RADU, E. Metabolic profile of dairy cattle. **Seria Zootechnie-Medicina Veterinara**, v. 23, p.3-4, 1979.

DEWHURST, R.J.; WEBSTER, A.J.F. Effects of diet, level of intake, sodium bicarbonate and monensin on urinary allantoin excretion in sheep. **The British Journal of Nutrition**, v. 67, n.3, p.345-353, 1992.

DOWNIE, J.G. A study of some factors affecting blood components of beef cows. Phd, thesis, Aberdeen, 1975.

DRACKLEY, J.K.; VEENHUIZEN, J.J.; RICHARD, M.J.; YOUNG, J.W. Metabolic changes in blood and liver of dairy cows during either feed restriction or administration of 1,3-butanediol. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.4254-4254, 1991.

ENSMINGER, M.E. Feeding beef cattle. In: ENSMINGER, M.E. **Cattle Science**. Danville, Illinois: The Interstate. 1987, 6ed. cap.8, p.239-348.

ESIEVO, K.A.N.; MOORE, W.E. Effects of dietary protein and stage of lactation on the haematology and erythrocyte enzyme activities of high producing dairy cows. **Research Veterinary Science**, v.26, p.53-58, 1979.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.

FARIA, V.P. Produção de bovinos nos trópicos. IN: VILLARES, J.B. MOURA, J.C. Anais do Simpósio sobre Manejo de Bovinos no Trópico. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu – USP, SP, p.1-20, 1976.

FISHER, L.J.; DONNELLY, P.E.; HUTTON, J.B.; DUGANZICH, D.M. Relationships between levels of feeding and certain blood metabolites in dairy cows in mid lactation. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 84, p.29-37, 1975.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L.; BERTI, G. Use of 3,5-dicloro—hydroxybenzenesulfonicacid/4-aminophenazone chromogenic system in direct enzyme assay of uric acid in serum and urine. **Clinical Chemistry**, v.26, p.227-231, 1980.

GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. Effects of diet composition and level of feed intake on site and extent of digestion in ruminants, In: TSUDA, T.; SASAKI, T.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991, p.483-514.

GHERGARIU, S.; ROWLANDS, G.J.; POP, A.; DANIELESCU, N.; MOLDOVAN, N.A. A comparative study of metabolic profiles obtained from dairy herds in România. **British Veterinary Journal**, v. 140, p.600-608, 1984.

GÓMEZ-PASTÉN, M.; MORA, O.; PEDRAZA-CHAVERRI, J.; SIMADA, A. The effect of a long term feed restriction on metabolism and tissue composition of goats. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.132, p. 227-232, 1999.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. IN: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (eds.). **Perfil Metabólico em Ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.63-74, 2000.

HERDT, H.H. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v.4, n.2, 439p, 1988.

HERDT, H.H. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v.16, n.2. 408p, 2000.

HEWETT, C.D. On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. **Acta Veterinaria Scandinavica**, 50: suppl, p.1-152, 1974.

HOLMES, P.H.; MACLEAN, J.M. The pathophysiology of ovine ostertagiasis: a study of the changes in plasma protein metabolism following single infections. **Research in Veterinary Science**, v.12, p.256-271, 1971.

HÝDEN, S. A turbidimetric method for the determination of higher polyethyleneglycols in biologicals materials. **Annals Royal Agriculture College**, v.22, p.139-145, 1955.

INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C. Metabolic profile testing. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v.4, n.2, p.391-409, 1988.

JONES, G.M.; WILDMAN, E.E.; TROUTT, H.F.; LESCH, T.N.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; LANNING, N.M. Metabolic profiles in Virginia dairy herds of different milk yields. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 683-688, 1982.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.

KREBS, H.A. Bovine ketosis. **The Veterinary Record**, v.78, n.6, p.187-192, 1966.

KRONFELD, D.S.; DONOGHUE, S.; COPP, R.L.; STEARNS, F.M.; ENGLE, R.H. Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.1925-1933, 1982.

LAGO, E.P. Avaliação da incidência de cetose em vacas leiteiras. Piracicaba, 1997. 88p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LEE, A.J.; TWARDOCK, A.R.; BUBAR, R.H.; HALL, J.E.; DAVIS, C.L. Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.61, p.1652-1670, 1978.

LEHNINGER, A.L. Aminoácidos e peptídeos. In: LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier. 1984, 725p.

LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. **Agricultural Experimentation – Design and Analysis**, New York: John Wiley & Sons, 1978. 350 p.

LOMAX, M.A.; BAIRD, G.D. Blood flow and nutrient exchange across the liver and gut of the dairy cow: effects of lactation and fasting. **British Journal of Nutrition**, v.49, p.481-496, 1983.

LUTSGARTEN, J.A.; WENK, R.E. Simple, rapid, kinetic method for serum creatinine measurement. **Clinical Chemistry**, v.18, n.11, p.1419-1422, 1972.

MANSTON, R.; ROWLANDS, G.J.; LITTLE, W.; COLLIS, K.A. Variability of the blood composition of dairy cows in relation to time of day. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 96, p.593-598, 1981.

MATTOS, W.R.S. Utilização de bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. p.53. IN: Utilização de resíduos agroindustriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. FEALQ, 1985.

MCALLAN, A.B.; SMITH, R.H. Degradation of nucleic acid derivatives by rumen bacteria in vivo. **British Journal of Nutrition**, v.29, p.467-474, 1973.

MCCLURE, T.J. Effects of food intake and composition on the concentration of glucose in the blood of lactating cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 28, p.341-344, 1977.

MICHALET-DOREAU, B.; DOREAU, M. Influence of drastic underfeeding on ruminal digestion in sheep. **Animal Research**, v.50, p.451-462, 2001.

MIYAKOSHI, Y.; IMAI, A.; FUJITANI, Y.; IRIE, M. TOKUMITSU, S.; MUNEKADO, K.; HIRASHIMA, Y.; KAJIKAWA, H.; MASAKI, S.; ABE, A. Effect of different dietary energy levels in early and middle fattening periods on fattening performance of Holstein steer. **Animal Science Journal**, v.70, n. 6, p.460-470, 1999.

MOORE, J.E. Forage Crops. IN: HOVELAND, C.S. (ed.). **Crop Quality, Storage and Utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, p. 61-91, 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6 ed. Washington: National Academy of Science, 1984.

OETZEL, G.R. Protein energy malnutrition in ruminants. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v. 4, n.2, p.317-329, 1988.

ORTIGUES, I. Adaptation du métabolisme énergétique des ruminants à la sous-alimentation: quantification au niveau de l'animal entier et de tissus corporels. **Reproduction Nutrition Development**, v.31, p.593-616, 1991.

ORTIGUES, I.; DOREAU, M. Responses of the splanchnic tissues of ruminants to changes in intake: absorption of digestion end-products, tissue mass, metabolic activity and implications to whole animal energy metabolism. **Annales Zootechnie**, v, 44, p.321-346, 1995.

ORTOLANI, E.L. Determinação dos valores do pH do suco de rúmen dos bovinos: efeito da espécie, cruzamento e dieta. Belo Horizonte, 1980. 53 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

OTTO, F.; IBANEZ, A.; CABALLERO, B.; BOGIN, E. Blood profile of paraguayen cattle in relation to nutrition, metabolic state, management and race. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v.47, n.3, p.91-99, 1992.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Portland: Prentice Hall, 1988. cap.8, p.145-171.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2405-2417, 1992.

OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Portland: Prentice Hall, 1988. cap.12, p.227-249.

PAKINS, J.J.; HOLMES, P.H. Effects of gastrointestinal helminths parasites on ruminant nutrition. **Nutrition Research Review**, v.2, p.227-246, 1989.

PAYNE, J.M.; PAYNE, S. **The Metabolic Profile**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press, 1987. 179 p.

PEDREIRA, J.V.S. Crescimento estacional dos capins colônia, gordura, jaraguá e pangola. **Boletim da Indústria Animal**, v. 30, p.59-146, 1973.

RADLOFF, H.D.; SCHULTZ, L.H.; HOEKSTRA, W.G. Relationship of plasma free fatty acids to other blood components in ruminants under various physiological conditions. **Journal of Dairy Science**, v.49, p.179-182, 1966.

REID, R.L.; HINKS, N.T. Studies on the carbohydrate metabolism in sheep. 18. The metabolism of glucose, free fatty acids, ketones, and amino acids in late pregnancy and lactation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.13, p.1112-1115, 1962.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; DIAS, H.L.C.; COSTA, M.A.L.; OLIVEIRA, R.V. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.

ROBERTS, C.J.; REID, I.M.; DEW, S.M.; STARK, A.J.; BAIRD, G.D.; COLLINS, R.; MATHER, D. The effects of undernutrition for 6 months during pregnancy and lactation on blood constituents, milk yield and body weight of dairy cows. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 90, p.383-394, 1978.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. IN: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; de FARIA, V.P. Anais do 6º Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Fealq: Piracicaba, p.243-270, 1980.

ROSEMBERGER, G. **Exame clínico dos bovinos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1983. 429 p.

ROUSSEL, J.D.; ARANAS, T.J.; SEYBT, S.H. Metabolic profile testing in Holstein cattle in Louisiana: reference values. **American Journal Veterinary Research**, v.43, p. 1658-1660, 1982

ROWLANDS, G.J. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. **World Rev. Nutr. Diet.**, v.35, p.172-235, 1980.

RUSSEL, A.J.F.; WRIGHT, I.A. The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. **Animal Production**, v.37, p.335-343, 1983.

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

SANTOS, F.A.P. O bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. p.1. SBZ, Campinas, SP, Pastagens, 203 p., 1990.

SCHMIDT-NIELSEN, B.; O'DELL, R. Effect of diet on distribution of urea and electrolytes in kidneys of sheep. **American Journal of Physiology**, v.197, n.4, p.856-860, 1959.

SCHMIDT-NIELSEN, B.; OSAKI, H.; MURDOUGH, H.V.; O'DELL, R. Renal regulation of urea excretion in sheep. **American Journal of Physiology**, v.194, n.2, p.221-228, 1958.

SHARMA, I.J.; KUMAR, R. Correlation of some blood biochemicals with ketone bodies in normal and sub-clinical ketotic bovines. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.71, p.1029-1031, 2001.

SNIFFEN, C.J.; HERDT, T.H. Rumen digestive physiology and microbial ecology. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v.7, n. 2, p.311-325, 1991.

SOUZA, P.M.; BIRGEL, E.H.; ARAUJO, W.P.; TAVORA, J.P.F. Valores de referência da glicose plasmática de bovinos da raça Gir, Holandesa e Girolanda criados no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66 (supl.), p.138, 1999.

SUCUPIRA, M.C.A. Efeito de níveis crescentes de uréia no consumo, volume ruminal e taxa de passagem em vacas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar. Piracicaba, 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SUTTLE, N.F. Problems in the diagnosis and anticipation of trace element deficiencies in grazing livestock. **Veterinary Records**, p.148-152, 1986.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11,ed. Rio de Janeiro: Ed.Guanabara Koogan S.A., 1996. 856p.

SYKES, A.R.; FIELD, A.C. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewe. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 80, p.29-36, 1973.

SYKES, A.R.; THOMPSON, R. The relationship between serum albumin concentration and body protein loss in pregnant sheep. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 91, p.173-179, 1978.

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

TOPPS, J.H.; ELLIOTT, R.C. Relationships between concentration of ruminal nucleic acid and excretion of purine derivatives by sheep. **Nature**, v. 205, p.498-499, 1965.

TRINDER, P. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. **Journal of Clinical Pathology**, v.22, n.2, p.158-161, 1969.

VAN SAUN, R.J.; SNIFFEN, C.J. Nutrition management of the pregnant dairy cow to optimize health, lactation and reproductive performance. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, p.13-26, 1996.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, 24, p.834-843, 1965.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2,ed. Ithaca: Comstock Publ., 1994. cap.21, p.337-353: Intake.

WENZEL. H. Vergleichende prüfung der methylenblauprobe, der resazurinprobe, des nitrittests und der glukosegärprobe in der klinischen pansensaftuntersuchung bei rind und schaf. Monique, 1977. 94p. Tese (Doutorado) – Faculdade Tiermedizin der Ludwig-Maximilians, Universidade de Monique.

WILLIAMSON, D.H.; MELLANBY, J.; KREBS, H.A. Enzymatic determination of D (-)- β -hydroxybutyric acid and acetoacetic acid in blood. **Biochemistry Journal**, v. 82, p.90-96, 1962.

WRIGHT, J. A.; RUSSEL, A. J.F. Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. **Animal Production**, v.38, p.23-32, 1984.