

FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE
VOLUMOSO:CONCENTRADO SOBRE A INGESTÃO, DIGESTIBILIDADE,
GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE BOVINOS
MISTIÇOS CONFINADOS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
JANEIRO - 1999

FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE
VOLUMOSO:CONCENTRADO SOBRE A INGESTÃO, DIGESTIBILIDADE,
GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE BOVINOS
MISTIÇOS CONFINADOS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

Aprovada: 10 de setembro de 1998.

Prof. José Carlos Pereira
(Conselheiro)

Prof. Antônio Bento Mâncio
(Conselheiro)

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Rogério de Paula Lana

Prof. Augusto César de Queiroz
(Orientador)

Aos meus pais Olímpio e Maura.

Aos meus irmãos Éder e Nilton.

Aos meus sobrinhos.

Aos meus amigos.

À minha esposa Ana.

Ao meu filho Higor.

AGRADECIMENTO

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida no período de agosto de 1993 a dezembro de 1994.

Ao professor Augusto César de Queiroz, pela orientação, pela amizade e pelas valiosas sugestões.

Aos professores José Carlos Pereira, Antônio Bento Mâncio, Sebastião de Campos Valadares Filho, Mário Fonseca Paulino e Rogério de Paula Lana, pela atenção, pela amizade e pelas sugestões de aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, especialmente aos do Laboratório de Nutrição Animal.

Aos funcionários da Estação Experimental de Zootecnia de Colina que participaram na condução deste trabalho, pelo apoio e pela colaboração.

Em especial à minha esposa Ana de Souza Resende, pelo carinho, pela atenção e pelo filho maravilhoso que me propiciou.

Ao meu filho Higor Luiz de Resende, pelas brincadeiras e pelo carinho, que propiciaram bons momentos durante a atribulada jornada no decorrer do curso.

Aos meus pais Olimpio Dutra de Resende e Maura de Souza Resende, aos meus irmãos Éder e Nilton e aos meus sobrinhos Niltinho, Izabela e Giovana, pela alegria.

Às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

FLÁVIO DUTRA DE RESENDE, filho de Olímpio Dutra de Resende e Maura de Souza Resende, nasceu em São João Del Rei, Estado de Minas Gerais, em 18 de junho de 1967.

Em novembro de 1984, formou-se em Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Barbacena - DIAULAS ABREU, em Barbacena - MG.

Em março de 1990, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG.

Em janeiro de 1994, obteve o título de *Magister Scientiae* pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, especializando-se na área de Nutrição de Ruminantes.

Em agosto de 1993, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Em julho de 1994, foi admitido para o cargo de Pesquisador Científico no Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo. Em janeiro de 1997, assumiu o cargo de chefia do Posto de Eqüideocultura de Colina e, em outubro desse ano, o de chefe da Estação Experimental de Zootecnia de Colina, unidade pertencente ao Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo.

Em setembro de 1998, submeteu-se à defesa de tese.

CONTEÚDO

LISTA DE QUADROS	VIII
LISTA DE FIGURAS	XII
EXTRATO	XIII
ABSTRACT	XV
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Efeito de diferentes proporções de volumoso:concentrado sobre a ingestão voluntária de nutrientes	4
2.2. Efeito de diferentes proporções de volumoso: concentrado na dieta sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes	8
2.3. Formas de expressar a ingestão de nutrientes.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Aspectos gerais	16
3.2. Experimento 1	16
3.3. Experimento 2	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta	23
4.2. Ingestão de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido	28
4.3. Ingestão de matéria seca digestível, matéria orgânica digestível, fibra em detergente neutro digestível, fibra em detergente ácido digestível, proteína digestível e energia digestível	32
4.4. Digestibilidade aparente dos nutrientes.....	38
4.5. Ganho de peso e conversão alimentar	44
5. RESUMO E CONCLUSÕES	51

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICE.....	62

LISTA DE QUADROS

1	Composição químico-bromatológica (% da MS) e energia bruta (Mcal/kg) do feno e dos concentrados utilizados nas diferentes rações formuladas	20
2	Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais	21
3	Ingestão média de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, e energia bruta (EB), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg ^{0,75} , das diferentes dietas experimentais	27
4	Equações de regressão ajustadas para ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), expressas em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, e energia bruta (EB), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg ^{0,75} , das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)	28
5	Ingestão média de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, das diferentes dietas experimentais	32
6	Equações de regressão ajustadas para ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)	33
7	Ingestão média de matéria seca digestível (MSD), matéria	

orgânica digestível (MOD) e proteína digestível (PD), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, e energia digestível (ED), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg ^{0,75} , das diferentes dietas experimentais ..	36
8 Equações de regressão ajustadas para Ingestão de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD) e proteína digestível (PD), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV e energia digestível (ED), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg ^{0,75} , das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c) e respectivos coeficientes de variação (CV)	37
9 Ingestão de fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV, das diferentes dietas experimentais	40
10 Equações de regressão ajustadas para ingestão de fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressa em kg/dia, g/kg ^{0,75} e %PV das diferentes dietas experimentais em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)	41
11 Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) das dietas nos diferentes tratamentos	42
12 Equações de regressão ajustadas para coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) em função dos níveis de concentrado na dieta (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)	42
13 Ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), em kg/dia, e conversão alimentar da matéria seca (CAMS), em kg de MS ingerida/ kg de ganho de peso vivo, da proteína bruta (CAPB), em kg de PB ingerida/ kg de ganho de peso vivo e da energia bruta (CAEB), em Mcal de EB ingerida/ kg de ganho de peso vivo, em função dos diferentes níveis de concentrados utilizados.....	47
14 Equações de regressão ajustadas para ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), em kg/dia, e conversão alimentar da	

matéria seca (CAMS) em kg de MS ingerida/ kg de ganho de peso, da proteína bruta (CAPB), em kg de PB ingerida/ kg de ganho de peso vivo e da energia bruta (CAEB), em Mcal de EB ingerida/ kg de ganho de peso vivo em função dos níveis de concentrado na dieta (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)	49
15 Ingestão diária e total de ingredientes das dietas experimentais durante a fase experimental	53
1A Ingestão média de matéria seca (IMS) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	66
2A Ingestão média de fibra em detergente ácido (IFDA) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	67
3A Ingestão média de matéria orgânica (IMO) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	68
4A Ingestão média de energia bruta (IEB) e energia digestível (IED) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em Mcal/dia e kcal/kg ^{0,75}	69
5A Ingestão média de fibra em detergente neutro (IFDN) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	70
6A Ingestão média de proteína bruta (IPB) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	71
7A Ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), expresso em kg/dia, conversão alimentar da matéria seca (CAMS), expressa em kg de MS ingerida/kg de ganho de peso vivo, proteína bruta (CAPB), expressa em kg de PB ingerida/kg de ganho de peso vivo e energia bruta (CAEB), expressa em Mcal de EB ingerida/kg de ganho de peso vivo dos animais nos diferentes tratamentos	72
8A Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca	

(CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), energia bruta (CDAEB), fibra em detergente neutro (CDAFDN); fibra em detergente ácido (CDAFDA) e proteína bruta (CDAPB) das rações nos diferentes tratamentos	73
9A Ingestão média de matéria seca digestível (IMSD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	74
10A Ingestão média de fibra em detergente ácido digestível (IFDAD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	75
11A Ingestão média de matéria orgânica digestível (IMOD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	76
12A Ingestão média de fibra em detergente neutro digestível (IFDND) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	77
13A Ingestão média de proteína digestível (IPD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV)	78

LISTA DE FIGURAS

1	Ingestão de matéria seca e fibra em detergente neutro, expressa em %PV, em função dos diferentes níveis de concentrado na dieta	35
2	Ingestão de energia bruta e energia digestível (Mcal/dia) em função dos diferentes níveis de concentrado na dieta	39
3	Estimativa dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), fibra em detergente neutro (CDAFDN) e fibra em detergente ácido (CDAFDA) obtida para os cinco níveis de concentrados na dieta	43
4	Estimativa do ganho médio diário do peso vivo (GMDPV), em kg/dia, da conversão alimentar da matéria seca (CAMS), em Kg MS ingerida/kg de ganho de peso vivo e da ingestão de matéria seca (IMS) em função dos níveis de concentrado na dieta.....	50
5	Estimativa do ganho de peso e da ingestão de energia digestível (Mcal/dia) obtida para os cinco níveis de concentrados na dieta	52

EXTRATO

RESENDE, Flávio Dutra de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 1999. **Avaliação de diferentes proporções volumoso:concentrado sobre a ingestão e digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar de novilhos mestiços confinados.** Orientador: Augusto César de Queiroz. Conselheiros: José Carlos Pereira e Antônio Bento Mâncio.

Foram desenvolvidos dois experimentos objetivando avaliar os efeitos da relação volumoso:concentrado sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes e o desempenho de, respectivamente, 25 e 20 novilhos mestiços, com peso vivo médio inicial de 310 kg e, aproximadamente, 24 meses de idade. Cinco rações foram fornecidas à vontade, à base de feno de capim tanzânia (*Panicum maximum*, cv tanzânia), fubá de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral, em diferentes proporções de volumoso:concentrado (85,0:15,0; 70,0:30; 55,0:45,0; 40,0:60,0; e 25,0:75,0), correspondendo aos tratamentos T15, T30, T45, T60 e T75, respectivamente. Observou-se efeito quadrático do nível de concentrado na dieta sobre a ingestão de matéria seca (MS), expressa em porcentagem do peso vivo (%PV); matéria orgânica (MO), expressa em gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e %PV; e proteína bruta (PB), expressa em kg/dia, $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV. A ingestão máxima estimada desses nutrientes foi, para MS, 2,87 %PV; MO, $118 \text{ g/kg}^{0,75}$ e 2,7 %PV; e PB, 1,52 kg/dia; $18,2 \text{ g/kg}^{0,75}$; e 0,42 %PV, correspondentes ao uso de 39,0; 44,0; 42,0; 43,0; 39,0, e 38,0% de concentrado na dieta, respectivamente. Observou-se, também, efeito quadrático do nível de concentrado na dieta sobre a ingestão de energia bruta (EB), expressa em $\text{kcal/kg}^{0,75}$, sendo a estimativa de ingestão máxima de $536 \text{ kcal/kg}^{0,75}$, correspondente ao uso de 46,0% de concentrado na dieta. O teor de concentrado na dieta não influenciou a ingestão de MS, expressa em kg/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$; MO, expressa em kg/dia; e EB, expressa em Mcal/dia, sendo os valores médios de 10,1; 120,1; 9,5; e 43,3, respectivamente. A ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV, reduziu linearmente com

o aumento do nível de concentrado na dieta. Observou-se efeito quadrático para ingestão de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), proteína digestível (PD) e energia digestível (ED), em função dos níveis de concentrado na dieta, sendo as ingestões máximas estimadas para MSD de 7,07; 83,8; e 1,91; MOD, 6,91; 81,4, e 1,86; e PD, 1,13; 13,4; e 0,31, expressos em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, respectivamente, correspondentes ao uso de 52, 49, 48, 54, 51, 50, 41, 28 e 37% de concentrado na dieta. Para ED, as ingestões máximas foram de 30,6 Mcal/dia e 356 kcal/kg^{0,75}, correspondentes ao uso de 62 e 57% de concentrado na dieta, respectivamente. Para fibra em detergente neutro digestível (FDND), expressa em g/kg^{0,75} e %PV, e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, observou-se redução linear na ingestão em função do aumento dos níveis de concentrado na dieta. O nível de concentrado na dieta não influenciou a ingestão FDND, expressa em kg/dia, sendo o valor médio de 2,30 kg/dia. A análise de regressão dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB), em função do teor de concentrado na dieta, apresentou efeito quadrático e os coeficientes máximos estimados foram de 67, 70, 51, 42, 74 e 69%, correspondentes ao uso de 54, 58, 28, 12, 34 e 77,0% de concentrado na dieta, respectivamente. O ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) aumentou linearmente com o incremento do nível de concentrado na dieta. Observaram-se incrementos de 0,00895 kg/dia no GMDPV para cada unidade percentual de aumento no nível de concentrado na dieta, entre 15 e 75%. Nesta mesma faixa, a conversão alimentar da MS (kg MS ingerida/kg GMDPV), PB (kg PB ingerida/kg GMDPV) e EB (Mcal EB ingerida/kg GMDPV) melhorou 0,08; 0,011468; e 0,50646, respectivamente, para cada unidade percentual de aumento no nível de concentrado na dieta. Observaram-se aumentos na quantidade ingerida de concentrado de 107,8; 214,9; 378,7; e 395,7% e no GMDPV de 20,2; 36,7; 65,8 e 59,5%, respectivamente, nos tratamentos T30, T45, T60 e T75, quando comparados a T15, respectivamente.

ABSTRACT

RESENDE, Flávio Dutra de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, January 1999. **Evaluation of Different Forage to Concentrate Ratio on the Intake and Apparent Digestibility of the nutrients, Weight Gain and Feed:gain ratio of Crossbred Feedlot Steers.** Adviser: August César de Queiroz. Committee members: José Carlos Pereira and Antonio Bento Mâncio

Two experiment were developed with the objective to evaluate the effects of forage to concentrate ratio on the performance and apparent nutrients digestibility with, respectively, 25 and 20 crossbred steers, with initial 310 kg of live weight and nearly 24 months of age. Five diets were full- fed, based of Tanzania grass hay (*Panicum maximum*, cv tanzânia), corn meal, soybean meal, urea and mineral premix, in different forage to concentrate ratio (85.0:15.0; 70.0:30.0; 55.0:45.0; 40.0:60,0 and 25.0:75.0) and corresponded to the T15, T30, T45, T60, T75 treatments, respectively. A quadratic effect was observed for the concentrate levels in the diet on dry matter (DM) intake, expressed in percentage of the live weight (%LW), organic matter (OM), expressed in grams by unit of metabolic size ($\text{g/kg}^{0.75}$) and %LW, and crude protein (CP), expressed in kg/day, $\text{g/kg}^{0.75}$ and %LW. The maximum estimated intake for these nutrients were, for DM (2.87), OM ($118 \text{ g/kg}^{0.75}$ and 2.7 %LW) and CP (1.52 kg/day; $18.2 \text{ g/kg}^{0.75}$ and 0.42 %LW), corresponding to the use of 39.0; 44.0; 42.0; 42.0; 39.0 and 38.0% of concentrated in the diet, respectively. It was also observed a quadratic effect of the concentrate levels in the diet on

the gross energy (GE) intake, expressed in $\text{Kcal/kg}^{0.75}$, and the maximum estimated intake was $536,04 \text{ Kcal/kg}^{0.75}$, corresponding to the use of 46.0% of concentrate in the diet. The concentrate levels in the diet did not affect the DM intake, expressed in kg/day and $\text{g/kg}^{0.75}$; OM, expressed in kg/day and GE, expressed in Mcal/day , and the average values were 10.1; 120.1; 9.5 and 43.3, respectively. The neutral detergent fiber intake (NDF) and acid detergent fiber (ADF) expressed in $\text{g/kg}^{0.75}$ and %PV reduced linearly with the increase of the concentrate levels in the diet. A quadratic effect was observed for intake of digestible dry matter (DDM), digestible organic matter (DOM), digestible protein (DP) and digestible gross energy (DE) in function of the concentrate levels in the diet, and maximum estimated intake were DDM, 7.07; 83.8 and 1.91; DOM, 6.91; 81.4 and 1.86 and DP 1.13; 13.4 and 0.31, expressed in kg/day ; $\text{g/kg}^{0.75}$ and %LW, respectively, corresponding to the use of 52; 49; 48; 54; 51; 50; 41; 28 and 37% of concentrate in the diet. For DE, the maximum intakes were 30.6 Mcal/day and $356 \text{ Kcal/kg}^{0.75}$, corresponding to the use of 62 and 57% of concentrate in the diet, respectively. For digestible neutral detergent fiber (DNDF), expressed in $\text{g/kg}^{0.75}$ and %LW, and digestible acid detergent fiber (DADF), expressed in kg/day , $\text{g/kg}^{0.75}$ and %PV, a linear reduction in the intake were observed in function of the increase of the concentrate level in the diet. The concentrate level in the diet did not affect the intake of DNDF expressed in kg/day , and the mean value was 2,30 kg/day . The coefficient regression analysis of the apparent digestibility of the matter (ADDM), organic matter (ADOM), neutral detergent fiber (ADNDF), acid detergent fiber (ADADF), crude protein (ADCP) and gross energy (ADGE) in function of the concentrate level in the diet, presented a quadratic effect, and the maximum estimated coefficients were 67; 70; 51; 42; 74 and 69%, corresponding to the use of 54; 58; 28; 12, 34 and 77% of concentrate in the diet, respectively. The average daily weight gain (ADWG) increased linearly with the increase of concentrate levels in the diet. Increments of 0.00895- kg/day in the ADWG were observed per each percent unit of increase, from 15 up to 75% in the concentrate levels in the diet. In this same range, the feed:gain ratio of DM ($\text{kg DM intake/kg ADWG}$), CP ($\text{Kg CP intake/kg ADWG}$) and GE ($\text{Mcal GE intake/kg ADWG}$), improved 0.08, 0.011468 and 0.50646, respectively per each percent unit of increase in the concentrate level in the diet. An increase in the amount of concentrate used

of 107.8; 214.9; 378.7 e 395.7% and increase in the ADWG of 20.2; 36.7; 65.8 e 59.5% in the treatments T30, T45, T60 e T75 were observed when compared with T15, respectively.

INTRODUÇÃO

Embora o Brasil possua um rebanho estimado em 148 milhões de cabeças, os dados da ANUÁRIO... - ANUALPEC (1997) mostram que, na década de 90, não houve aumento nestes números, porém, nesse período, o consumo per capita de carne aumentou significativamente, o que prognostica a falta de carne no mercado em futuro próximo, se os índices de produtividade não melhorarem. Verifica-se que a análise do mercado interno já aponta para falta de carne e, pela comunhão dos mercados do Cone Sul, é possível que o setor primário brasileiro seja penalizado pela concorrência do mesmo setor, bem mais especializado, da Argentina e do Uruguai, não conseguindo abastecer o mercado interno, nem tão pouco competir para abastecer os mercados potenciais, como Estados Unidos da América (EUA), e os pertencentes à Comunidade Econômica Européia.

Análises de sistemas de produção têm apontado para melhores índices de retorno econômico, quando se intensifica o sistema, embora o custo de produção seja elevado. Entre os fatores ligados ao custo total de produção, a alimentação é o mais oneroso, devendo-se, ao se formular a dieta, otimizar o uso de ingredientes de menor custo, como volumosos e subprodutos. Uma vez que este fator representa, aproximadamente, 60 a 70% do custo total de produção de bovinos confinados, tornam-se relevantes os levantamentos e as investigações a respeito deste assunto, para otimização da utilização de alimentos pelos ruminantes domésticos, redução dos custos de produção e

concomitante aumento da eficiência global do processo produtivo, tornando o sistema de produção de carne mais competitiva.

A formulação de dietas ótimas para bovinos visa fornecer-lhes a quantidade de nutrientes que resulte em melhor desempenho e, ou, produtividade do animal. A escolha do tipo de dieta depende de vários fatores, incluindo custos, disponibilidade, sistema de alimentação, manejo dos animais e outros. A melhor relação volumoso:concentrado utilizada em uma dieta seria a que proporcionasse o atendimento do requerimento nutricional do animal, em proporção máxima de volumoso na dieta e não restringisse a ingestão pelo enchimento do trato gastrointestinal. A proporção ideal de volumoso:concentrado depende, portanto, do requerimento energético do animal e, dessa forma, varia conforme o potencial genético para ganho de peso dos mesmos.

GROVUM (1988) relata que grande parte das rações utilizadas para gado de corte nos Estados Unidos é composta à base de concentrados, principalmente, na fase de terminação. Nesse país, em que o confinamento de bovinos na fase de acabamento é parte integrante do sistema de produção, os alimentos volumosos são pouco importantes como fonte de energia e proteína aos animais. Os volumosos, nesses sistemas de alimentação, são utilizados, na maioria das vezes, como fonte de fibra, para manter o funcionamento normal do rúmen. Já no Brasil, a dieta é basicamente composta de forragens, muitas vezes, de baixa qualidade, sendo a limitação da ingestão de energia o fator preponderante para o baixo desempenho da pecuária de corte nacional. Na maioria das vezes, em virtude de o uso de concentrados ser limitado pelo elevado custo, o produtor opta por manter os animais em condições subótimas de alimentação, proporcionando baixo desempenho dos mesmos. Para melhorar esses resultados, é indispensável o fornecimento de concentrados, procurando-se trabalhar com adequada relação volumoso:concentrado, objetivando, dessa forma, maximizar a ingestão de energia digestível pelo animal, garantindo, assim, performance máxima. Além disso, deve-se aproveitar os volumosos de maneira mais adequada, pois os grãos são de disponibilidade baixa e, em sua maior parte, usados na alimentação humana ou destinados à alimentação de aves e suínos.

Existem poucas informações disponíveis na literatura em relação à influência de diferentes proporções de volumoso e concentrado nas dietas de

bovino de corte, em relação à ingestão e cinética da digestão, principalmente referentes a volumosos de baixa qualidade. A ingestão de matéria seca, por ser a variável mais importante a influir no desempenho animal, pode determinar a quantidade de nutrientes ingeridos e fornecer estimativas da quantidade de produto animal elaborado. A ingestão de matéria seca (MS) é comumente empregada para designar o limite máximo do apetite (THIAGO e GILL, 1990), sob condições de alimentação *ad libitum*, e constitui-se em importante critério na formulação de dietas para bovinos de corte, para o cálculo da área necessária de pastagens em sistemas extensivos e semi-intensivos, para o estabelecimento da área necessária de culturas, como milho e sorgo, para a ensilagem, bem como para o controle de estoques de alimentos; portanto, o grau de exatidão da estimativa da ingestão de MS possui importância capital (FORBES, 1995). Definida sua importância, pode-se então justificar a existência e o contínuo surgimento de numerosos estudos que objetivam comprovar hipóteses a respeito dos mecanismos que controlam a ingestão voluntária.

Existem bastante controvérsias na literatura quanto ao efeito provocado pelo enchimento do trato gastrointestinal sobre a ingestão, ao se utilizarem dietas de baixa qualidade, com teor elevado de fibra em detergente neutro. O estabelecimento de parâmetros da composição da dieta, rotineiramente medido em laboratório, é fundamental no sentido de poder estimar, previamente, a capacidade de ingestão do animal. Em virtude de a fibra em detergente neutro ser o componente da dieta que mais se relaciona com a ocupação de espaço no trato gastrintestinal, muitos trabalhos conduzidos em condições brasileiras têm sido desenvolvidos para se relacionar a capacidade de ingestão de determinada dieta com o conteúdo de fibra em detergente neutro da mesma.

Em face do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos de diferentes proporções volumoso:concentrado, utilizando-se cinco níveis de fibra em detergente neutro, sobre a ingestão e a digestibilidade aparente dos nutrientes, bem como o desempenho e a conversão alimentar de bovinos mestiços alimentados em regime de confinamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito de diferentes proporções de volumoso:concentrado sobre a ingestão voluntária de nutrientes

O termo ingestão voluntária refere-se à quantidade máxima de matéria seca (MS) ingerida pelo animal espontaneamente. A capacidade de um alimento ser ingerido pelo animal depende da ação de vários fatores que interagem em diferentes situações de alimentação, comportamento animal e meio ambiente (THIAGO e GILL, 1990). A predição da ingestão em ruminantes é extremamente importante e difícil, devido às interações que ocorrem entre o animal e a dieta, existindo poucos dados disponíveis para subsidiar o uso de equações (FORBES, 1995); segundo WALDO e JORGENSEN (1981), a ingestão é o fator mais importante que influi no desempenho do animal.

CONRAD et al. (1964) indicaram que a ingestão alimentar é dependente das características do animal e da dieta; se for limitada pela capacidade física do animal, quando a dieta contém altas proporções de fibra em detergente neutro (FDN), a ingestão torna-se uma função das características da dieta. Dessa forma, o animal consome alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão de FDN, que passa a inibir a ingestão (MERTENS, 1987), havendo, assim, limite de distensão ruminal que determina a interrupção da ingestão voluntária (BAILE e FORBES, 1974). CONRAD et al.

(1964) relataram que, em razão de a ingestão voluntária ser dependente das características químicas e físicas da dieta, é importante incorporar, nas equações de predição, algumas medidas de qualidade do alimento para melhorar a acurácia das mesmas em prever a ingestão. Características como constituintes de parede celular, matéria orgânica indigestível, tamanho de partícula e densidade da dieta podem interferir na ingestão. Além disso, interações entre dieta/animal devem ser levadas em conta (FORBES, 1995). Segundo CONRAD et al. (1964), quando se trabalha com dietas de baixa qualidade, a ingestão é predita com mais acurácia por fatores que descrevem o limite físico da ingestão - digestibilidade da dieta, *output* fecal (índice de capacidade física) e peso vivo. Em dietas de melhor qualidade, a ingestão seria predita por fatores que descrevem fatores metabólicos como a demanda fisiológica do animal (MERTENS, 1983). A primeira característica que influencia esta relação é a digestibilidade. O animal consome alimento para manter ingestão constante de energia, e a ingestão de MS diminui com o aumento da digestibilidade. O fator que determina a saciedade, controlando a ingestão, nesse caso, é a densidade calórica da ração (VAN SOEST, 1982).

Pelo exposto, a ingestão e a digestibilidade podem estar positiva ou negativamente correlacionadas entre si, dependendo da qualidade da dieta (VAN SOEST, 1982; MERTENS, 1985). A correlação é positiva quando se utilizam dietas contendo alta proporção de volumoso de baixa qualidade, pois o volume ocupado pela fração de baixa digestibilidade reduz a ingestão. O esvaziamento do trato gastrointestinal é dado pelo aumento na taxa de passagem; assim, a ingestão é inversamente relacionada com o conteúdo de FDN da dieta. Quando o volume da dieta é limitante, os animais não são capazes de consumir quantidades suficientes de MS para atender suas necessidades energéticas, o que implica em queda na performance. Por outro lado, a ingestão e a digestibilidade são negativamente correlacionadas quando se utilizam dietas de alta qualidade, em que a fração fibrosa (FDN) é pequena e, provavelmente, não influi na ingestão, que será controlada pelo requerimento energético do animal.

Donefer et al. (1963) encontraram ingestão constante de energia digestível em carneiros alimentados com dietas contendo de 0 a 60% de cevada e cerca de 54 a 69% de MS digestível. Dinius e Baumgardt (1970), em

carneiros alimentados com peletes contendo várias proporções de cereais, mostraram que a ingestão foi controlada para atender o requerimento energético do animal a partir do ponto em que a limitação física (enchimento) passou a não ser o fator preponderante sobre o controle da ingestão; ambos citados por FORBES (1995). WALDO (1986), comentando os dados obtidos por Montgomery e Baumgardt (1965a), relatou ingestão constante de energia (250 kcal de ED/kg^{0,75}) para novilhas alimentadas com ração peletizada de alta qualidade, à base de alfafa-concentrado, evidenciando que os animais ingeriram alimento para atender seu requerimento energético. BULL et al. (1976) variaram a densidade energética da ração e observaram que a limitação física controlou a ingestão das dietas com menor densidade. A ingestão de energia digestível (ED), em kcal/kg^{0,75}, foi altamente correlacionada ($r= 0.99$) com a densidade calórica para as dietas com menor densidade energética e constante para as com alta energia. Esses autores verificaram que a FDN é o fator primário da limitação física da ingestão por ruminantes; depois que esses animais atingem a capacidade máxima de ingestão de parede celular, a ingestão cessa.

ANDRADE (1992) não encontrou diferenças na ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta, em bovinos, em resposta a diferentes níveis de concentrados na ração. Porém, OLIVEIRA (1991) observou maior consumo de MS, expresso em %PV e g/kg^{0,75}, em bovinos alimentados com ração que continha 50% de concentrado, em relação aos que receberam ração com 30% de concentrado. Também, KHALILI et al. (1992) observaram maior ingestão de matéria seca quando a quantidade de concentrado da ração foi elevada de 0 para 5,0 kg, em vacas cruzadas (*Bos taurus x Bos indicus*).

CONRAD et al. (1964) constataram que a ingestão (g/dia) foi positivamente correlacionada com a concentração de energia digestível da dieta (proporcional a MS digestível) para dietas com menos de 10,5 KJ ED/g MS. Acima desse valor, a ingestão de energia foi quase constante. A natureza quadrática entre ingestão de MS e concentração de energia na dieta pode ser vista como indicação de transição entre os mecanismos físicos e fisiológicos que controlam a ingestão; o mesmo foi observado por VAN SOEST (1965). Para ambos, a relação entre a ingestão e a densidade energética da ração, que

por sua vez dependerá da relação volumoso:concentrado, mostra que existe um ponto de transição entre o controle físico e fisiológico da ingestão, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a depender do requerimento animal.

O ponto de transição entre o controle físico e fisiológico, em que a ingestão de MS é máxima, tem sido estudado em vários trabalhos. CONRAD (1966), utilizando vacas leiteiras, verificou que o ponto de transição ocorreu quando a dieta apresentou 67% de digestibilidade, a qual era à base de concentrado e alfafa. Já MONTGOMERY e BAUMGARDT (1965) encontraram valores de 56% para a digestibilidade da MS da ração. Essa diferença entre os autores é atribuída à forma física da ração utilizada, pois CONRAD (1966) trabalhou com forragem não-processada, ao passo que MONTGOMERY e BAUMGARDT (1965) utilizaram rações peletizadas, que resultaram em menor enchimento do trato gastrintestinal.

Este ponto de transição não é fixo, ocorrendo na interseção entre o nível de FDN da ração e a curva de requerimento do animal. Assim, o ponto em que o nível de FDN da ração deixa de limitar fisicamente a ingestão é determinado, primariamente, pelo nível de produção do animal, que é função do seu potencial genético (NRC, 1988; NUTT et al., 1980). Estudos realizados nas Universidades da Pensilvânia, Georgia e Wisconsin, citados por SNIFFEN e ROBINSON (1987), indicam a importância da manutenção de níveis adequados de FDN na ração, para maximizar a ingestão de MS. MERTENS (1988) recomenda para vacas de alta produção valores que variam de 45 a mínimo de 27% de FDN na ração, para animais que produzam menos de 14 kg de leite/dia até mais de 30 kg de leite/dia, respectivamente; esses níveis devem ser mantidos para que a restrição da ingestão de MS não possa ser fator de limitação da produtividade. Para esse autor, o valor ideal de ingestão de FDN está em torno de 1,2% do peso vivo do animal, chegando a valores de 1,0% para animais em fase de crescimento, os quais, se ultrapassados, implicariam na restrição da ingestão pelo efeito do enchimento do trato gastrintestinal. Portanto, em função da capacidade de ingestão ótima de FDN, dever-se-ia balancear a dieta, estabelecendo, em função da qualidade do volumoso utilizado, a quantidade de concentrado a ser fornecido para atender o requerimento do animal.

Estudos que verificam a influência de diferentes relações volumoso:concentrado sobre a ingestão são escassos no Brasil. RESENDE (1994), trabalhando com diferentes combinações de volumoso:concentrado (87,5:12,5; 75,0:25,0; 62,5:37,5; e 50,0:50,0) em gado de corte, utilizando volumoso de baixa qualidade, verificou que houve efeito do nível de fibra da ração (FDN) sobre a ingestão de MS e MS digestível, EB e energia digestível da dieta, porém não houve diferenças quanto à ingestão de FDN da ração, o que mostra, segundo o autor, que, possivelmente, os animais não atingiram capacidade máxima de ingestão de energia, sendo a ingestão regulada pelo controle físico. ÁVILA (1989), trabalhando com rações contendo níveis decrescentes de FDN (77,6 a 49,5% FDN na MS da ração), observou efeito linear sobre a ingestão de MS da dieta, concluindo que o fator limitante na ingestão foi o nível de FDN da ração e aumentos na ingestão de MS só foram possíveis quando houve decréscimo na quantidade de FDN da ração.

DUTRA (1996), trabalhando com rações de alta e baixa fibra (57,2 vs 38,7), verificou maior ingestão de MS para rações com baixa fibra, encontrando valores de 1,78 e 2,3% PV, respectivamente. Quanto à ingestão de FDN, esse autor não encontrou diferenças entre as dietas, concluindo que, possivelmente, a ingestão tenha sido limitada pelo enchimento do trato gastrointestinal. Por outro lado, CARVALHO (1996), trabalhando com feno de capim-elefante + concentrado, em cinco proporções (20,0; 32,5; 45,0; 57,5; e 70,0%), não verificou diferenças quanto à ingestão de MS entre as rações. A ingestão de FDN diminuiu linearmente com o aumento do nível de concentrado nas rações, variando de 0,99 a 0,58% PV, ao passo que a ingestão de carboidratos não-estruturais (CNE) aumentou, correspondendo a acréscimo não-significativo na ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT). Esse autor concluiu que, nesse caso, a ingestão não foi regulada pelo enchimento ruminal, mas sim pela demanda de energia do animal.

2.2. Efeito de diferentes proporções de volumoso: concentrado na dieta sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes

Existem poucas informações disponíveis em relação aos níveis de volumoso e concentrado nas dietas de bovino de corte, principalmente referentes a volumoso de baixa qualidade. Estudos de como essa relação influi

na cinética da digestão, bem como na utilização dos alimentos, são fundamentais para formular e manipular as dietas utilizadas, visando a máxima eficiência da mesma.

Segundo VAN SOEST (1994), a digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples que podem ser absorvidos a partir do trato gastrintestinal. Para esse autor, medidas de digestibilidade dos nutrientes servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo. Estudos de digestão dos nutrientes são importantes para quantificar a utilização destes nos diferentes compartimentos do trato gastrintestinal, proporcionando condições mais adequadas de avaliação de dietas, bem como maior eficiência de uso da dieta pelo animal. Segundo COELHO DA SILVA e LEÃO (1979), a digestibilidade dos nutrientes depende das características do alimento, e não do animal. Para McDONALD et al. (1993), existem vários fatores que influenciam a digestibilidade: composição dos alimentos e da ração, preparo dos alimentos, fatores dependentes dos animais e do nível nutricional, entre outros. A estimativa da quantidade de matéria seca digerida nos diversos compartimentos do trato gastrintestinal é de grande importância, uma vez que, de posse desses valores, pode-se conhecer o local de absorção dos demais nutrientes.

Vários estudos têm sido conduzidos para discutir os efeitos na digestibilidade total e parcial dos nutrientes influenciados por diferentes níveis de concentrado na dieta. DUCKWORTH (1946) estudou a influência da fibra bruta sobre a digestibilidade de forragens, verificando que o conteúdo de fibra na dieta foi o maior depressor da digestibilidade. A cada aumento de 1% no conteúdo de fibra, ocorria queda de 0,9 e 0,5%, na digestibilidade, para taurinos e zebuínos, respectivamente.

CHURCH (1988) relata que há decréscimo de 4% na digestibilidade para cada aumento de 1% no nível de ingestão acima da manutenção. Dependendo das condições, a digestibilidade dos ingredientes das rações pode ser aditiva ou substitutiva, podendo ocorrer efeitos associativos negativos. Joanning et al., citados por CHURCH (1988), não notaram efeito associativo negativo na digestibilidade de rações com mistura de silagem de milho e grão, quando fornecidas em níveis menores que duas vezes a manutenção; porém observaram decréscimo de 11% na digestibilidade da matéria seca (MS),

quando esta ração foi fornecida de 2,4 a 3,1 vezes a manutenção. Em dietas compostas por grãos em alta proporção, 50% do amido e 30% da fibra podem ser digeridos pós-rúmen. Mudanças no local de digestão são, em grande parte, ditadas por trocas na taxa de passagem e possível taxa de digestão (CHURCH, 1988).

VALADARES FILHO (1985), trabalhando com rações que continham silagem de sorgo, nas proporções de 40 e 60% da MS, encontrou interação entre ração e grupo genético, para os coeficientes de digestibilidade da MS. Para animais Nelore, os coeficientes de digestibilidade da MS das rações que continham 40 e 60% de concentrado foram semelhantes, enquanto, para animais holandês e mestiços, foram observados maiores coeficientes para a ração com 60% de concentrado. OLIVEIRA (1991) observou, em bovinos Nelore e mestiços Europeu-Zebu, maiores coeficientes de digestibilidade da MS em ração com 50% de concentrado em relação à com 30% de concentrado; entretanto, não houve diferença na digestibilidade de MO e PB. LIMA (1986), trabalhando com animais da raça Nelore e mestiços, observou aumento na digestibilidade da energia e proteína, ao elevar o teor de concentrado da ração de 40 para 60%.

DUTRA (1996), trabalhando com dieta de alta e baixa fibra (57,2 e 38,7% de FDN), encontrou maiores coeficientes de digestibilidade aparente total para MS e MO para dietas com baixa fibra (52,2 vs 38,7 e 54,7 vs 42,0%), respectivamente, atribuindo essa diferença ao maior teor de carboidratos totais digestíveis em relação aos carboidratos estruturais. Esse autor concluiu que o fato de os carboidratos total digestíveis possuírem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e os carboidratos estruturais, próximo de 50%, explica a maior digestão da matéria seca de rações com menores teores de carboidratos estruturais. CARVALHO (1996), trabalhando com diferentes relações volumoso:concentrado (20,0; 32,5; 45,0; 57,5; e 70,0% de concentrado na dieta), verificou efeito quadrático para as digestibilidades aparentes de MS, MO e dos CHT. As digestibilidades máximas desses nutrientes foram estimadas com 42,0; 40,5; e 43,0% de concentrado nas rações totais, respectivamente. Por outro lado, os coeficientes de digestibilidade aparente de PB, EE, CNE e FDN não foram influenciadas pelos níveis de concentrado na dieta, tendo encontrado valores médios de 63,5; 79,9;

81,9; e 49,1%, respectivamente. RESENDE (1994), trabalhando com diferentes proporções de volumoso:concentrado, verificou aumento na digestibilidade da MS das rações, quando se aumentou o concentrado de 12,5 para 50% na dieta, encontrando valores de 53,7 e 61,4%, respectivamente. BERCHIELLI (1994), ao comparar níveis de 20 e 60% de concentrado na dieta, também encontrou maiores digestões aparentes totais da MS (50,5 e 61,3%) e MO (52,0 e 62,8%) para as rações com alto e baixo nível de fibra, respectivamente.

DUTRA (1996), trabalhando com duas fontes protéicas de alta e baixa degradabilidade ruminal, verificou que a digestibilidade aparente da PB foi influenciada pela fonte protéica da ração, sendo maior quando se utilizou proteína com maior degradabilidade ruminal. A digestibilidade total foi de 52,3 e 41,8% para fontes de proteína para alta (farelo de soja) e baixa (farelo de gérmen de milho + farinha de sangue) degradabilidade ruminal. A fonte protéica, nesse caso, não influenciou na digestibilidade aparente parcial no intestino delgado e grosso. Esse autor não encontrou diferenças na digestibilidade total da PB em relação aos níveis de fibra da ração. Araújo (1993), citado por DUTRA (1996), também encontrou maior digestibilidade aparente total da PB em rações que continham proteínas prontamente degradáveis no rúmen, obtendo valores de 70,3 e 55,6% de digestibilidade aparente da PB para as rações que continham proteínas com 81 e 45% de degradabilidade ruminal, respectivamente. RODRIGUES (1994) não encontrou diferenças na digestibilidade aparente da proteína bruta entre os níveis de concentrados utilizados.

DUTRA (1996) não encontrou efeito dos níveis de fibra sobre a digestibilidade aparente total da FDN, observando valores médios de 21,7%, os quais são considerados baixos pelo autor, possivelmente, devido à péssima qualidade do volumoso utilizado. CARVALHO (1996) verificou que a digestão ruminal da FDN não foi influenciada pelos níveis de concentrado usados, encontrando-se valor médio de 99,9% do total digerido, sendo semelhante à média encontrada por BERCHIELLI (1994). Poore et al. (1990), citados por CARVALHO (1996), também não encontraram diferenças para a digestão ruminal da FDN, quando utilizaram níveis de 30 e 60% de concentrado na dieta, porém encontraram redução na digestão ruminal da FDN, quando trabalharam com 90% de concentrado na dieta. Contrariamente, RODRIGUES

(1994) encontrou efeito depressor dos níveis de concentrado sobre a digestibilidade aparente da FDN, tendo obtido valores de digestibilidade de 54,8 (12,5% de concentrado na dieta) a 52,0% (50% de concentrado na dieta). MILLER e MUNTIFERING (1985), avaliando o efeito dos níveis de concentrado (0, 20, 40, 60 e 80%) sobre as características cinéticas que influenciam a digestão da fibra do volumoso *in vivo*, verificaram que o potencial de degradação da fibra *in situ* foi o determinante primário da depressão de sua digestibilidade, quando o nível de concentrado na dieta aumentou. Observaram, ainda, que o potencial da digestão da fibra do volumoso foi mais baixo para o nível de 80% de grãos na dieta, comparado aos outros tratamentos, indicando que a fermentação de grãos não prejudica, significativamente, o potencial de digestão da fibra até 60% de inclusão desses na dieta. Para esses autores, a análise da cinética da digestão pode ser útil para explicar a depressão na digestibilidade, mostrando que esses fatores, no processo de digestão, são influenciados mais adversamente quando se utilizam grãos nas rações. Além do efeito do pH, a competição entre a digestão e a passagem para uma fibra potencialmente digestível pode variar a digestibilidade da fibra, quando concentrados são utilizados nas rações.

2.3. Formas de expressar a ingestão de nutrientes

Em geral, a ingestão de matéria seca (MS) eleva-se com o aumento do peso vivo do animal. Assim, algumas variações na ingestão podem ser removidas, expressando-se a ingestão como taxa do peso animal. Tradicionalmente, pesquisadores americanos têm expressado a ingestão de MS como porcentagem do peso vivo (% PV), o que equivale a PV^{-1} ; no entanto, pesquisadores europeus expressam a ingestão por unidade de tamanho metabólico (UTM), a qual equivale ao $PV^{0,73}$ (BRODY, 1945) ou $PV^{0,75}$ (KLEIBER, 1975). Dentro de uma mesma espécie, o nível de ingestão pode também ser relacionado ao peso metabólico, como observado por Blaxter et al.

(1961), citados por FORBES (1995), porém a expoente maior, em dietas de pior qualidade. WALDO (1970) enfatizou que o uso da UTM é mais eficaz para expressar a ingestão, pois é uma forma de expressar o metabolismo de energia como base de expressão do requerimento de manutenção. Assim, a expressão da ingestão na mesma base (UTM) provém de uma simples medida de ingestão como múltiplo da manutenção. Entretanto, revendo os mecanismos de controle da ingestão, mecanismos físicos e fisiológicos, verifica-se que a base do peso corporal (PV^{-1} ou $PV^{0,75}$) mais apropriada para expressar a ingestão pode não ser a mesma para cada mecanismo.

Em contraste a KLEIBER (1975), o qual postulou que animais consomem energia em proporção ao tamanho de corpo metabólico, VAN SOEST (1982) propôs que a ingestão é proporcional ao PV^{-1} . Esse autor desenvolveu esse conceito da relação entre o conteúdo estomacal e o PV, observado em espécies herbívoras. DEMMENT e VAN SOEST (1985) sumarizaram dados de conteúdo estomacal de herbívoros selvagens variando o peso de 10^{-2} a 10^4 kg e observaram que o conteúdo estomacal foi relacionado ao PV a expoente 1,032, o qual não era significativamente diferente de 1,0. VAN SOEST (1982) concluiu que a ingestão poderia ser relacionada à mesma função do PV, como é o conteúdo estomacal. Nessa conclusão está implícito que os animais limitam a ingestão em relação ao conteúdo *fill* estomacal. Esse fato difere dos achados de KLEIBER (1975), o qual assumiu que, em animais com acesso há dietas ricas em energia, a ingestão poderia ser relacionada ao peso metabólico, porque o requerimento de energia é relacionado ao mesmo.

A relação geral aceita entre a ingestão e o peso vivo pode não ser a mesma para um grupo de animais em crescimento e engorda. Segundo dados do NRC, 1986, citados por FORBES (1995), a predição da ingestão em função do conteúdo de energia líquida da dieta mostra que a ingestão por unidade de tamanho metabólico é estável até 350 kg de peso vivo, mas diminui acima desse peso. Quando a ingestão de bovinos em crescimento é plotada contra o seu peso metabólico ($PV^{0,73}$), há declínio com o aumento do peso. Forbes (1971 e 1982b), citado por FORBES (1995), mostram que o peso é relacionado a expoente menor (0,6) para animais em crescimento. Assim, o valor pode variar dentro da raça e das condições de manejo. FORBES (1995), citando

Rogerson et al. (1968), trabalhando com animais Hereford e dieta peletizada, encontraram valores de 0,50; Beranger e Mincol (1980), usando dieta à base de silagem e concentrado, encontraram valores de 0,6; e Karue et al. (1973), avaliando nove dietas com diferentes concentrações energéticas, usando zebu em crescimento, encontraram expoente médio de 0,79. Porém, em dietas individuais com 71, 61 e 54% de FDN, o expoente variou de 0,87 para 0,69 e deste para 0,56, respectivamente, sugerindo que a ingestão de dietas de baixa qualidade, que é limitada primariamente por mecanismos físicos, é relacionada diretamente ao peso vivo. Por outro lado, em dietas mais concentradas, a ingestão está relacionada ao requerimento metabólico. COLBURN e EVANS (1968) verificaram que a ingestão foi relacionada ao peso vivo (PV)^{0,54} para novilhas Jersey de 150 a 450 kg.

Hodgson e Wilkinson (1967) mediram a ingestão de forragem por bezerros, novilhas e vacas secas da raça Jersey e encontraram relação ao peso vivo de 0,61. Um expoente similar, 0,62, foi encontrado por Holmes et al. (1961) com bovinos jovens a pasto; ambos citados pelo NRC (1987). De posse dessa informação, parece inconveniente expressar a ingestão voluntária de animais em crescimento em termos de peso vivo metabólico (PV^{0,75}). THONNEY et al. (1976) têm sugerido que é mais apropriado incluir um W^b ou $\log W$ que $W^{0,75}$ no modelo estatístico de produção de calor e peso vivo, sendo que conclusão pode ser aplicada na análise da relação entre a ingestão e o peso vivo. Para isso, deve-se assumir que a ingestão de dietas completas não seria limitada pelo mecanismo físico e o requerimento para crescimento do animal é que determinaria a ingestão.

A relação entre a ingestão e o peso vivo animal é importante parâmetro para avaliar a qualidade da forragem. Algumas das controvérsias na literatura quanto à qualidade da forragem podem estar relacionadas ao uso de diferentes bases de peso vivo para expressar a ingestão. O modelo conceitual de regular a ingestão pode ser usado para ilustrar esse ponto. Assumindo-se dois carneiros, um pesando 40 kg e o outro 60 kg de peso vivo, a ingestão de MS para atender seu requerimento energético é proporcional ao tamanho de corpo metabólico, quando a qualidade da dieta é alta; mas o limite da ingestão, com base no enchimento do retículo-rumen, é proporcional ao PV, quando a qualidade da dieta é baixa. Quando a mesma predição de ingestão é expressa

em unidades do PV ou UTM, a relação entre FDN e a ingestão parece ser diferente. Usando-se UTM como base para expressar a ingestão, reduz-se a variação animal para dietas de alta qualidade, pois a demanda energética do animal é o principal fator de regulação da ingestão. Entretanto, o efeito oposto é verdadeiro, quando a ingestão é expressa na base do peso vivo (MERTENS, 1994).

Conforme MERTENS (1994), esta ilustração indica que não há base única de peso vivo que possa ser usada para ampla variação de qualidades da dieta, a fim de que se possam remover variações de peso animal, pois ambos os sistemas de controle físico e fisiológico da ingestão não são influenciados pela mesma relação com o peso vivo do animal. Para dietas ricas em energia, variações na ingestão entre animais podem ser minimizadas pela expressão da ingestão em termos de unidade de tamanho metabólico, pois a ingestão destas, provavelmente, é limitada pela demanda energética, que geralmente é relacionada ao tamanho de corpo metabólico. No caso contrário, em dietas de baixa energia, o potencial de ingestão intrínseco de uma dieta poderá refletir o seu efeito do enchimento do retículo-rúmen mais que a demanda energética do animal que se alimenta da mesma. Assim, para medir o potencial de ingestão de uma dieta de baixa qualidade, utilizando-se animais com alto requerimento energético, é mais apropriado que se use base expressa em termos de PV, para minimizar as variações associadas a diferenças de tamanho animal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos gerais

Foram realizados dois experimentos utilizando novilhos mestiços, sendo o primeiro para avaliação de ingestão, conversão alimentar e ganho de peso e o segundo para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes.

Os experimentos foram conduzidos no confinamento experimental e no laboratório animal, localizados na Estação Experimental de Zootecnia de Colina (EEZ-Colina), pertencente ao Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo.

A EEZ-Colina está situada no município de Colina, Estado de São Paulo, em altitude de 589 metros e latitude e longitude de 20° 43' 05" S e 48° 32' 38" W, respectivamente. O tipo de solo é Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa. A precipitação pluviométrica anual oscila em torno de 1.200 mm e a temperatura média, em 22 °C.

3.2. Experimento 1

Neste experimento foram utilizados 25 bovinos mestiços machos (5/8 europeu/zebu), castrados aos sete meses, com peso vivo médio inicial de 310 kg e, aproximadamente, 24 meses de idade, mantidos em regime de confinamento.

Antes do início do experimento, todos os animais foram vacinados contra febre aftosa, vermifugados e marcados a fogo conforme tratamento e receberam, também, dosagem de 1.500.000 UI de vitamina A injetável.

Os animais foram mantidos em baias individuais com piso cimentado, medindo 4 x 6 m, sendo 2/3 da área coberta e o restante descoberta (solário). As baias eram providas de comedouro e bebedouro individuais.

Cinco dietas experimentais, constituídas de feno de capim tanzânia (*Panicum maximum*, cv tanzânia) moído, fubá de milho, farelo de soja, uréia, fosfato bicálcico, calcário calcítico, sal comum e mistura mineral, foram formuladas segundo as normas do NRC (1996).

As dietas experimentais apresentaram proporção volumoso:concentrado de 85:15; 70:30; 55:45; 40:60; e 25:75, com níveis decrescentes de fibra em detergente neutro (FDN) de 65,9; 56,4; 47,5; 38,9; e 30,1, respectivamente, na base da matéria seca (MS).

Os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, energia bruta e matéria orgânica do feno e dos concentrados utilizados na formulação das diferentes rações encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição químico-bromatológica (% da MS) e energia bruta (Mcal/kg) do feno e dos concentrados utilizados nas diferentes rações formuladas¹

Componentes	Concentrados					
	Feno	15	30	45	60	75
Matéria seca	83,83	81,20	81,81	81,58	81,80	81,79
Proteína bruta	7,86	46,93	29,22	22,22	19,09	16,28
Fibra em detergente neutro	74,66	14,66	12,71	13,41	14,41	14,82
Fibra em detergente ácido	44,74	6,15	5,31	5,11	5,41	4,89
Energia bruta	3,99	4,18	4,23	4,30	4,30	4,32
Matéria orgânica	91,66	95,93	96,77	97,07	96,66	96,66

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

A composição percentual dos ingredientes na formulação das rações e a composição químico-bromatológica das rações experimentais são apresentadas no Quadro 2. As rações contendo 15, 30, 45, 60 e 75% de concentrado correspondem aos tratamentos T15, T30, T45, T60 e T75, respectivamente.

Quadro 2 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingredientes (Base da MN) (% na dieta)	Dietas				
	T15	T30	T45	T60	T75
Feno de capim Tanzânia	85,00	70,00	55,00	40,00	25,00
Fubá de milho	7,06	21,52	35,18	47,01	60,06
Farelo de soja	6,68	7,24	8,73	12,02	14,03
Uréia	1,17	0,99	0,74	0,36	0,07
Mistura mineral ¹	0,10	0,25	0,35	0,60	0,85
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição químico-bromatológica (% da MS)					
Matéria seca	83,45	83,23	82,83	82,49	82,15
Proteína bruta	13,72	14,27	14,30	14,59	14,17
Fibra em detergente neutro	65,90	56,39	47,51	38,87	30,06
Fibra em detergente ácido	43,40	36,75	30,18	23,75	16,72
Matéria orgânica	92,28	93,17	94,06	94,63	95,39
Energia bruta (Mcal/kg MS)	4,02	4,06	4,13	4,17	4,23
Energia digestível (Mcal/kg MS) ²	2,16	2,47	2,71	2,76	2,94

¹ À base de cloreto de sódio (nos níveis de 87,2; 35,7; 25,2; 17,4; e 12,4%), fosfato bicálcico (11,5; 38,0; 0,0; 0,0; e 0,0), calcário calcítico (0,0; 25,0; 73,5; 81,3; e 86,3), sulfato de zinco (1%), sulfato de cobre (0,25%), iodato de potássio (0,03%) e sulfato de cobalto (0,03%) para as rações T15, T30, T45, T60 e T75, respectivamente.

² Valor calculado em função da energia bruta e do coeficiente de digestibilidade da energia bruta obtido no presente estudo.

Os animais passaram por período de adaptação de 28 dias. Após a adaptação às dietas e às instalações experimentais, os animais foram pesados, após jejum prévio de 16 horas, no dia zero (início da fase experimental) e no dia 84 da fase experimental (término da fase experimental). No período experimental, mediram-se a ração fornecida e as sobras deixadas pelos animais diariamente.

As rações foram fornecidas à vontade, individualmente, conforme o tratamento, duas vezes/dia, às 8 e 16 h, controlando-se a ingestão durante todo o período de coleta, procurando-se manter as sobras entre 5 e 10% do total fornecido.

Diariamente, pela manhã, antes do fornecimento das rações, as sobras eram retiradas e pesadas e os dados eram anotados em planilhas apropriadas de controle diário de fornecido e sobras. As sobras eram então amostradas na proporção de 5% do total das mesmas, acondicionadas em sacolas plásticas devidamente etiquetadas e armazenadas em freezer. Semanalmente, amostrava-se o feno fornecido e os diferentes concentrados utilizados, acondicionando-se as amostras em sacolas plásticas e guardadas em freezer. Ao final do período experimental, as amostras de feno e concentrados fornecidos, bem como as amostras de sobras de cada animal, eram retiradas do freezer, descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas manualmente. Para cada animal fez-se uma amostra composta das sobras do período, que foi levada em estufa de ventilação forçada a $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$, por 48 horas, para determinação da amostra pré-seca (ASA). Da mesma forma, procedeu-se à amostragem de o feno e concentrados fornecidos. Posteriormente, estas amostras foram moídas em moinho tipo "Willey", com peneira de 30 mesh, e acondicionadas em vidro para posteriores análises químico-bromatológica.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e na Estação Experimental de Zootecnia de Colina.

Realizaram-se as determinações de matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta, energia bruta e matéria orgânica, conforme metodologias descritas por SILVA (1990).

Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas por intermédio de análise de variância e regressão, utilizando-se o programa SAS (Sistemas de Análises Estatísticas), e os coeficientes de regressão foram comparados pelo teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

3.3. Experimento 2

Neste experimento, foram utilizados 20 bovinos mestiços machos (5/8 europeu/zebu), castrados aos sete meses, com peso vivo médio de 310 kg e, aproximadamente, 24 meses de idade. Os animais foram submetidos ao mesmo tratamento inicial adotado para o experimento 1.

Durante o período de adaptação, os animais foram mantidos em baias individuais, iguais às do experimento 1. Na fase de coleta de dados, os animais foram colocados em gaiolas de metabolismo confeccionadas em madeira, dotadas de comedouro e bebedouro individuais e reguláveis em função do tamanho do animal. As fezes foram coletadas 48 horas após o “engaiolamento” dos animais em caixotes de madeira, revestidos internamente com borracha adaptados na parte posterior das gaiolas.

A composição percentual dos ingredientes nas rações experimentais e a composição químico-bromatológica do feno e dos concentrados utilizados nas diferentes rações formuladas são as mesmas do experimento 1.

A fase experimental teve duração de 35 dias – 28 dias de adaptação às dietas experimentais e 7 dias de coleta de fezes nas gaiolas de metabolismo.

Do 21^o ao 28^o dia de adaptação, avaliou-se a ingestão voluntária de ração (base da MS). Após adaptados às dietas experimentais, os animais foram submetidos ao período de coleta de dados (sete dias) nas gaiolas de metabolismo (mediu-se a ração fornecida, bem como as sobras deixadas pelos animais e as respectivas fezes produzidas).

Durante o período de coleta, as amostras dos alimentos fornecidos (feno e concentrados) foram coletadas diariamente. As sobras das rações fornecidas (nas baias individuais e nas gaiolas de metabolismo) e as fezes

produzidas/animal/dia (gaiola de metabolismo) foram também pesadas e amostradas diariamente. Somente 5% do total das sobras e das fezes produzidas/animal/dia foram acondicionados em sacolas plásticas e congelados a -18 °C. Ao final do período de coleta, as amostras de alimento fornecido, sobras e fezes foram descongeladas à temperatura ambiente e processadas à semelhança do experimento 1.

Na fase de coleta (ensaio de digestibilidade) as rações foram fornecidas para atender 90% da ingestão voluntária obtida nos últimos sete dias da fase de adaptação, duas vezes/dia, às 8 e 16 h, controlando-se a ingestão diariamente.

Procederam-se às mesmas análises químico-bromatológicas realizadas no experimento 1.

Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de concentrado na dieta) e quatro repetições. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa SAS (Sistemas de Análises Estatísticas), e os coeficientes de regressão foram comparados pelo teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta

No Quadro 3, são apresentados os valores médios de ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), expressos em kg/dia, gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV) e da energia bruta (EB), expressa em Mcal/dia e $\text{kcal/kg}^{0,75}$.

Observa-se que o aumento do teor de concentrado no intervalo de 15 a 60% na dieta total não influenciou a ingestão de MS, expressa em $\text{g/kg}^{0,75}$, e MO, expressa em $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV. A elevação do teor de concentrado na dieta de 60 para 75% resultou em decréscimo ($P < 0,05$) na ingestão de MS e MO, quando expressa nestas mesmas unidades.

Ao se realizarem as análises de regressão da ingestão de MS e MO, em função do teor de concentrado na dieta, constatou-se que não houve efeito significativo do teor de concentrado sobre a ingestão de MS, expressa em kg/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, sendo os valores médios obtidos de 10,09 e 120,12, respectivamente, e MO, expressa em kg/dia, de 9,49. Observou-se, também, que para EB, expressa em Mcal/dia, não houve efeito significativo dos níveis de concentrado na dieta sobre a ingestão da mesma, sendo o valor médio obtido de 43,3 Mcal/dia. Já no caso da ingestão de MS, expressa em %PV; ingestão de MO; expressa em $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV; e ingestão de PB, expressa em kg/dia,

g/kg^{0,75} e %PV, as equações de regressão em função do teor de concentrado na ração revelaram efeito quadrático (P<0,01) do teor de concentrado sobre a ingestão de MS, MO e PB, o mesmo sendo observado para ingestão de EB, expressa em kcal/kg^{0,75}. As equações obtidas são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 3 - Ingestão média de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, e energia bruta (EB), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg^{0,75}, das diferentes dietas experimentais

Variável	Tratamentos				
	T15	T30	T45	T60	T75
MS (kg/dia)	9,64 a	9,94 a	10,02 a	11,36 a	9,38 a
MS (g/kg ^{0,75})	119,69 a	119,71 a	119,82 a	132,07 a	106,58 b
MS (%PV)	2,77 bc	2,76 bc	2,74 b	3,00 c	2,40 a
MO (kg/dia)	8,90 a	9,29 a	9,46 a	10,77 a	8,94 a
MO (g/kg ^{0,75})	110,51 a	111,89 a	113,11 a	125,25 a	101,70 b
MO (%PV)	2,56 a	2,58 a	2,59 a	2,84 a	2,29 b
PB (kg/dia)	1,35 a	1,43 bc	1,44 bc	1,60 c	1,16 a
PB (g/kg ^{0,75})	16,79 a	17,27 a	17,23 a	18,59 a	13,19 a
PB (%PV)	0,39 a	0,40 a	0,39 a	0,42 a	0,30 b
EB (Mcal/dia)	40,08 a	42,03 a	43,10 a	49,37 b	41,44 a
EB (Kcal/kg ^{0,75})	496,92 a	505,05 a	514,63 a	571,66 b	469,03 a

a, b, c = Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Ao derivar as equações, foram obtidos os pontos de máximo para ingestão de MS (expresso em %PV) de 2,87%, correspondentes ao teor de concentrado na dieta de 39%. Para ingestão da MO, a máxima ingestão obtida foi de 118 e 2,70, expressa em $g/kg^{0,75}$ e %PV, respectivamente, correspondentes a 44 e 42% de concentrado na dieta, respectivamente. Para PB, expressa em kg/dia, $g/kg^{0,75}$ e %PV, a ingestão máxima obtida foi de 1,52; 18,2; e 0,42, correspondente ao uso de 43, 39 e 38% de concentrado na dieta, respectivamente. No caso da EB, a ingestão máxima estimada foi de 536 Kcal/kg^{0,75}, correspondente ao uso de 46% de concentrado na dieta.

Quadro 4 - Equações de regressão ajustadas para ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), expressa em kg/dia, $g/kg^{0,75}$ e %PV, e energia bruta (EB), expressa em Mcal/dia e kcal/kg^{0,75}, das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

Variável	Equações	R ²	CV	Média Estimada
MS (kg/dia)	Y1: NS		12,17	10,09
MS ($g/kg^{0,75}$)	Y2: NS		8,97	120,12
MS (%PV)	Y3: $2,45529 + 0,02094^{**}c - 0,000266^{**}c^2$	21,83	8,35	***
MO (kg/dia)	Y4: NS		12,17	9,49
MO ($g/kg^{0,75}$)	Y5: $94,93775 + 1,03735^{**}c - 0,01168^{**}c^2$	17,36	8,96	***
MO (%PV)	Y6: $2,2239 + 0,02253^{**}c - 0,0002673^{**}c^2$	20,54	8,32	***
PB (kg/dia)	Y7: $1,025 + 0,02344^{**}c - 0,000274^{**}c^2$	24,56	13,75	***
PB ($g/kg^{0,75}$)	Y8: $13,3238 + 0,24793^{**}c - 0,003163^{**}c^2$	40,31	10,51	***
PB (%PV)	Y9: $0,313625 + 0,005324^{**}c - 0,0000698^{**}c^2$	45,61	9,61	***
EB (Mcal/dia)	Y10: NS		12,00	43,28
EB (Kcal/kg ^{0,75})	Y11 : $424,044 + 4,8360^{**}c - 0,0522^{**}c^2$	18,32	8,74	

NS - Não-significativo.

** Significativo a 1% de probabilidade.

ARAÚJO (1998), trabalhando com bezerros holandeses em crescimento, alimentados com feno de *coast-cross* mais concentrado, em cinco proporções (90:10; 55:45; 40:60; 25:75; e 10:90), também verificou efeito quadrático dos níveis de concentrado da dieta sobre a ingestão de MS e MO.

BURGER (1998), entretanto, também utilizando bezerros holandeses alimentados com feno de *coast-cross* e concentrado, nos níveis de 70:30; 55:45; 40:60; 25:75; e 10:90% na dieta, não verificou influência destes níveis na ingestão de MS e MO, quando expressa em kg/dia, sendo os valores médios obtidos de 4,11 e 3,87 kg/dia, respectivamente. Porém, quando a ingestão de MS e MO foi expressa em %PV e $g/kg^{0,75}$, observou-se diminuição linear na ingestão, em função do aumento dos níveis de concentrado na dieta. RODRIGUES (1994) também observou efeito quadrático na ingestão de MS e MO, à medida que se elevou o teor de concentrado na ração. Os pontos de máximo para ingestão de MS e MO, obtidos por esse autor, expressos em $g/kg^{0,75}$ e %PV, corresponderam aos teores de concentrados na dieta de 58, 55, 59 e 56%, respectivamente. DUTRA (1996), trabalhando com dieta de alta e baixa fibra, encontrou maior ingestão de MS e MO nas rações de baixa fibra, atribuindo a menor ingestão de MS e MO, para as rações com alta fibra, à limitação provocada pelo enchimento do rúmen-retículo e da baixa taxa de passagem, que normalmente ocorrem em rações com estas características. RESENDE (1994) verificou relação linear entre a ingestão de MS e o nível de FDN da ração, não sendo possível determinar o ponto de máxima ingestão de MS, o mesmo sendo observado por AVILA (1989), GONÇALVES (1988) e MORAN (1985), ao trabalharem com rações contendo diferentes proporções volumoso:concentrado.

Contrariamente, CARVALHO (1996), trabalhando com diferentes proporções volumoso:concentrado (20 a 70%), verificou não haver influência dos níveis de concentrados na dieta sobre a ingestão de MS e MO, expressa em kg/dia e %PV, tendo obtido os valores médios para MS de 3,56 e 1,80 e MO de 3,39 e 1,70, respectivamente. RIBEIRO (1997), trabalhando com bezerros holandeses alimentados com feno de *coast-cross* e quatro níveis de concentrado (45, 60, 75 e 90%) na dieta, verificou não haver influência dos níveis de concentrado na dieta sobre a ingestão de MS, expressa em kg/dia, $g/kg^{0,75}$ e %PV, sendo os valores médios obtidos de 3,97; 92,2; e 2,65, respectivamente.

Para proteína bruta, RODRIGUES (1994) verificou que a ingestão de PB e proteína digestível (PD), expressa em $g/kg^{0,75}$, aumentou ao se variar o nível de concentrado na dieta de 12,5 a 50%. Esse o autor atribui que o aumento na

ingestão de proteína ocorreu ao incremento na ingestão de MS, uma vez que não havia grandes variações nos teores de PB das rações. Esse autor encontrou ingestões variando de 7,07 a 13,56 g/kg^{0,75} de PB/dia e de 4,57 a 9,17 g/kg^{0,75} de PD/dia. No presente estudo, embora a ingestão de PB tivesse comportamento quadrático em função dos níveis de concentrado na dieta, obtendo-se ingestões máximas de 1,52 kg/dia, 18,2 g/kg^{0,75} e 0,42%PV, correspondentes ao uso de 43, 39 e 38% de concentrado na dieta, respectivamente, pode-se observar no Quadro 3 que não houve diferenças na ingestão, expressa em %PV, entre os tratamentos T15, T30, T45 e T60, diferindo estes do tratamento T75, que apresentou menor ingestão em %PV. Quando a ingestão de PB foi expressa em g/kg^{0,75}, não houve diferenças entre os tratamentos. CARVALHO (1996), trabalhando com diferentes proporções de volumoso:concentrado, não encontrou influência dos níveis de concentrado da dieta sobre a ingestão de PB, tendo obtido ingestão média de 0,46 e 0,23, expressa em kg/dia e %PV, respectivamente. CARVALHO (1996) e RODRIGUES (1994) trabalharam com rações isoprotéicas (12% de PB), o mesmo ocorrendo no presente estudo (14% de PB). A maior ingestão de PB obtida neste estudo, quando comparada à dos trabalhos de CARVALHO (1996) e RODRIGUES (1994), foi atribuída à maior concentração de PB na dieta e maior ingestão de MS obtida nos diversos tratamentos: CARVALHO (1996) obteve ingestão média de MS de 1,80% PV; RODRIGUES (1994), ingestão máxima de 2,44 %PV; e no presente estudo a ingestão máxima estimada foi de 2,87 %PV, o que acarretou ingestão diária de PB bem acima da requerida pelos animais. Pretendia-se trabalhar com rações isoproteicas, contendo em média 12 %PB, porém utilizou-se um feno de melhor qualidade, o que elevou o teor protéico na dieta total, promovendo assim maior ingestão de PB.

À semelhança deste trabalho, observou-se que outros autores também constataram diferenças na ingestão entre os tratamentos, quando esta foi expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV (Quadro 3). Na maioria das vezes, são encontradas diferenças significativas quando se expressa a ingestão em determinada base, e em outra não. Estas diferenças podem ser explicadas em função da forma na qual se expressa a ingestão, kg/dia, g/kg^{0,75} ou %PV. Observa-se que, em muitos dos casos, a expressão em kg/dia não permite comparação acurada entre os tratamentos, em razão de a ingestão aumentar,

em função do incremento do peso vivo do animal, e a comparação entre a ingestão, utilizando-se uma base comum, $\text{g/kg}^{0,75}$ ou %PV, necessitar de avaliação da qualidade da dieta; em dietas de melhor qualidade, a expressão da ingestão em $\text{g/kg}^{0,75}$ parece ser mais adequada, ao passo que, em dietas de pior qualidade, a expressão em %PV parece mais adequada.

No Quadro 3 verifica-se que a ingestão de MS reduziu sensivelmente, quando se utilizaram 75% de concentrado na dieta. A variação individual na ingestão diária de MS nos animais do tratamento T75 (75% de concentrado na dieta) foi elevada (Quadro 1A do apêndice), possivelmente devido a problemas como acidose sub-clínica. Segundo MERTENS (1983), para perfeito balanço microbiano no rúmen, é importante a manutenção de quantidades mínimas de fibra na ração, que é necessária para manter apropriada fermentação no rúmen e, também, estimular a adequada ruminação e salivação, indispensáveis à manutenção da fermentação e à prevenção de distúrbios ruminais. A dieta utilizada no tratamento T75 continha 30% de FDN e 17% FDA; estes valores, embora tenham sido superiores ao mínimo recomendado de FDN na dieta total, de 25% (SNIFFEN, 1987), não foram suficientes para evitar os transtornos digestivos ocorridos.

4.2. Ingestão de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido

No Quadro 5, são apresentados os valores médios de ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em kg/dia, gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV).

Observa-se que, com o aumento no teor de concentrado na dieta, houve decréscimo na ingestão de FDN e FDA, expressa em kg/dia, $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV.

Quadro 5 - Ingestão média de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, das diferentes dietas experimentais

Variável	Tratamentos				
	T15	T30	T45	T60	T75
FDN (kg/dia)	6,25 a	5,43 b	4,51 c	4,41 c	2,96 d
FDN (g/kg ^{0,75})	77,70 a	65,42 b	53,92 c	51,31 c	33,63 d
FDN (%PV)	1,80 a	1,51 b	1,23 c	1,16 c	0,76 d
FDA (kg/dia)	4,18 a	3,60 b	2,92 c	2,75 c	1,74 d
FDA (g/kg ^{0,75})	51,95 a	43,41 b	34,88 c	31,98 c	19,81 d
FDA (%PV)	1,20 a	1,00 b	0,80 c	0,73 d	0,44 e

^{a, b, c, d, e} Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

As análises de regressão da ingestão de FDN e FDA, expressa em g/kg^{0,75} e %PV, em função do teor de concentrado na dieta, revelaram decréscimo contínuo na ingestão de FDN e FDA, com o aumento do teor de concentrado na dieta (Quadro 6). Contudo, quando os dados de ingestão de FDN e FDA foram avaliados em kg/dia, não se constataram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo obtidos os valores médios de 4,78 e 3,09 kg/dia, respectivamente. CARVALHO (1996), trabalhando com dietas com diferentes proporções de volumoso:concentrado (20 a 70% de concentrado), em que os teores de FDN da ração expressos na base da MS total da ração variaram de 68,1 a 37,0%, verificou diminuição linear na ingestão de FDN com o aumento do nível de concentrado na dieta, tendo a ingestão variado de 0,99 a 0,58%PV. Vários autores (RIBEIRO, 1997; BURGER, 1998; e ARAÚJO, 1998), trabalhando com bezerros holandeses que receberam dietas com diferentes proporções de volumoso:concentrado, também verificaram efeito linear decrescente na ingestão de FDN e FDA, à medida que se elevaram os níveis de concentrado na dieta.

Quadro 6 - Equações de regressão ajustadas para ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

Variável	Equações	R ²	CV	Média Estimada
FDN (kg/dia)	Y12: NS		11,67	4,78
FDN (g/kg ^{0,75})	Y13: 86,4028 – 0,6483** c	89,99	8,69	---
FDN (%PV)	Y14: 2,0178 – 0,01605** c	91,66	8,18	---
FDA (kg/dia)	Y15: NS		10,96	3,09
FDA (g/kg ^{0,75})	Y16: 58,4811 – 0,4712** c	93,25	8,04	---
FDA (%PV)	Y17: 1,3607 – 0,01146** c	94,47	7,45	---

NS - Não-significativo.

** Significativo a 1% de probabilidade.

RODRIGUES (1994), porém, não constatou diferenças na ingestão de FDN, expressa em g/kg^{0,75} e %PV, à medida que se elevou o teor de concentrado na dieta de 12,5 para 50%, concluindo que o teor de fibra das rações teria sido o fator limitante na ingestão, uma vez que houve aumento na ingestão de MS e MO, à medida que se elevou a proporção de concentrado da ração (redução do teor de FDN). DUTRA (1996), também, encontrou ingestão semelhante de FDN, ao trabalhar com dietas de alta e baixa fibra, tendo encontrado a ingestão média de 38,8 g FDN/kg^{0,75} (0,91%PV). RESENDE (1994), trabalhando com diferentes proporções volumoso/concentrado (níveis decrescentes de FDN), observou que não houve diferenças na ingestão de FDN entre as rações, encontrando valor médio de 55,0 g/kg^{0,75} e 1,27 %PV, mostrando que os animais ingeriram até capacidade máxima de ingestão de FDN, a qual, provavelmente, regulou a ingestão voluntária. ÁVILA (1989), trabalhando com carneiros recebendo dietas com níveis crescentes de FDN (49,5 a 77,6% na MS), encontrou ingestão constante de FDN entre os tratamentos (35 g FDN/kg^{0,75}). Nesse trabalho, aumentos na ingestão de MS só foram possíveis quando houve decréscimo na quantidade de FDN da ração. GOMES (1990), trabalhando com forragens de baixa qualidade, capim elefante

(variedade napier e cameroon) e palha de arroz, verificou que a ingestão de FDN, expressa em $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV, foi semelhante para os três volumosos, sendo os valores médios obtidos de 69,4 e 1,62, respectivamente.

Segundo VAN SOEST (1982), se a parede celular é limitante da ingestão, ela terá máximo de ingestão constante. No presente estudo verificou-se que a ingestão de FDN variou linearmente de 1,80 a 0,76 %PV, concluindo-se que o nível de FDN na dieta não foi o fator limitante no controle da ingestão voluntária das diferentes dietas utilizadas. O NRC (1988) para gado leiteiro sugere ingestão ótima de FDN de $1,2 \pm 0,1$ %PV. Porém, para gado de corte, estes valores não estão definidos. Avaliando-se os dados dos Quadros 5 e 13, observa-se que a ingestão de FDN (%PV), que propiciou o maior ganho de peso, foi de 1,16 %PV, valor próximo ao relatado por MERTENS (1988).

Observa-se na Figura 1 relação quadrática entre a ingestão de MS, expressa em %PV, e os diferentes níveis de concentrado na dieta (diferentes níveis de FDN). Segundo VAN SOEST (1965), a natureza quadrática entre a ingestão de MS e a concentração de energia na dieta pode ser vista como indicativo de que há ponto transição entre os mecanismos físicos e fisiológicos

$$\hat{y}_3 = 2,45529 + 0,02094c - 0,000266c^2 \quad r^2 = 0,22$$

que controlam a ingestão. Neste ponto, observa-se a máxima ingestão de MS pelo animal. Esperar-se-ia, portanto, que a ingestão de FDN fosse constante até, aproximadamente, o ponto de máxima ingestão de MS, que neste estudo ocorreu com o valor estimado de concentrado na dieta de 39%. Porém, a

$$\hat{y}_{14} = 2,0178 - 0,01605c \quad r^2 = 0,92$$

ingestão de FDN decresceu linearmente com o aumento dos níveis de concentrado na dieta, podendo-se então presumir que a FDN não foi bom indicativo de controle da ingestão voluntária no presente estudo.

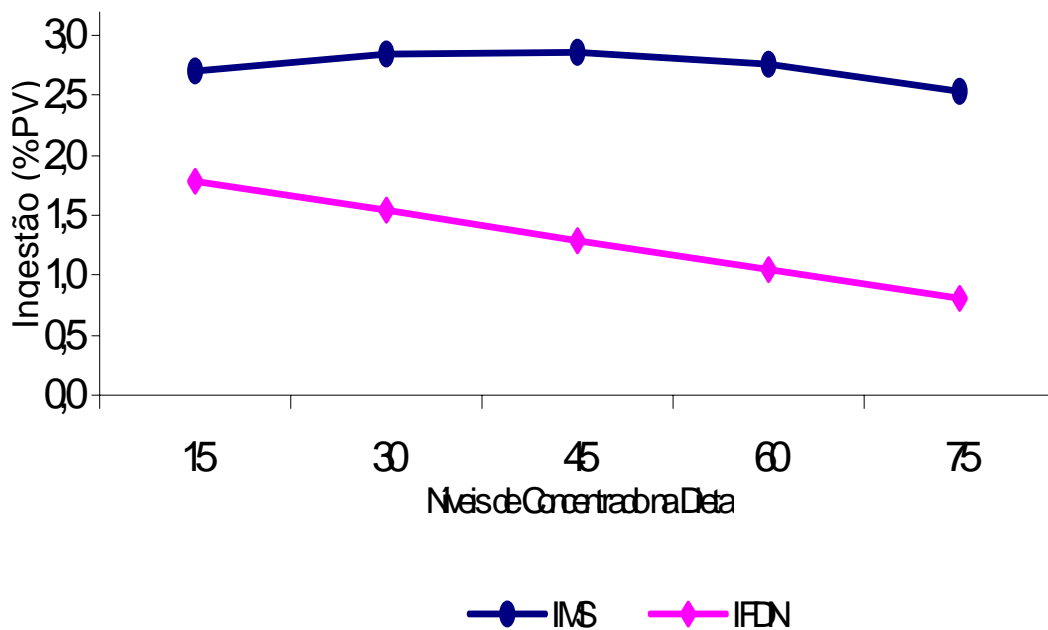


Figura 1 – Ingestão de matéria seca e fibra em detergente neutro, expressa em %PV, em função dos diferentes níveis de concentrado na dieta.

4.3. Ingestão de matéria seca digestível, matéria orgânica digestível, fibra em detergente neutro digestível, fibra em detergente ácido digestível, proteína digestível e energia digestível

No Quadro 7, são apresentados os valores médios de ingestão de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD) e proteína digestível (PD), expressos em kg/dia, gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g}/\text{kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV), e energia digestível (ED), expressa em Mcal/dia e $\text{Kcal}/\text{kg}^{0,75}$.

Quadro 7 - Ingestão média de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD) e proteína digestível (PD), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, e energia digestível (ED), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg^{0,75}, das diferentes dietas experimentais

Variável	Tratamentos				
	T15	T30	T45	T60	T75
MSD (kg/dia)	5,32 a	6,08 ab	6,73 bc	7,64 c	5,95 ab
MSD (Kcal/kg ^{0,75})	66,03 a	73,17 bc	80,53 c	88,87 d	67,66 ab
MSD (%PV)	1,53 a	1,69 b	1,84 c	2,02 d	1,52 a
MOD (kg/dia)	5,14 a	5,96 ab	6,63 bc	7,34 c	6,13 ab
MOD (Kcal/kg ^{0,75})	63,85 a	71,82 b	79,23 c	85,33 c	69,69 ab
MOD (%PV)	1,48 a	1,66 b	1,81 c	1,93 c	1,57 ab
PD (kg/dia)	0,99 a	1,05 a	1,07 a	1,15 a	0,80 b
PD (g/kg ^{0,75})	12,33 a	12,66 a	12,81 a	13,40 a	9,09 b
PD (%PV)	0,28 a	0,29 a	0,29 a	0,30 a	0,21 b
ED (Mcal/dia)	21,53 a	25,54 ab	28,31 b	32,70 c	28,78 b
ED (Kcal/kg ^{0,75})	266,99 a	306,82 b	338,01c	378,61d	325,74 bc

^{a, b, c, d} Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Observa-se que, à medida que o teor de concentrado na dieta foi elevado de 15 para 60%, ocorreram aumentos na ingestão de MSD, MOD e ED. Porém, quando se elevou o teor de concentrado na dieta para 75%, observou-se redução na ingestão de MSD, MOD e ED. Ao se realizarem as análises de regressão da ingestão de MSD, MOD e PD, expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, e ED, expressa em Mcal/dia e kcal/kg^{0,75}, em função do teor de concentrado na dieta, constatou-se efeito quadrático significativo do teor de concentrado sobre a ingestão de MSD, MOD, PD e ED (Quadro 8).

Ao derivar as equações, foram obtidos os pontos de máximo para ingestão de MSD, MOD e PD. A proporção estimada de concentrado na dieta que propiciou a máxima ingestão, expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, para MSD foi 52, 49 e 48%; MOD, 54, 51 e 50%; e PD, 41, 28 e 37%, respectivamente. Para ED, expressa em Mcal/dia e Kcal/kcal^{0,75}, a proporção estimada de concentrado foi de 62 e 57%, respectivamente. Para estes níveis

de concentrado na dieta, a ingestão máxima estimada, expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, foi, para MSD, 7,07; 83,8; e 1,91; MOD, 6,91; 81,4; e 1,86; e PD, 1,13; 13,4; e 0,31%, respectivamente. No caso da ED, expressa em Mcal/dia e Kcal/kg^{0,75}, a ingestão máxima estimada foi de 30,6 e 356, respectivamente.

Quadro 8 - Equações de regressão ajustadas para ingestão de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD) e proteína digestível (PD), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV e energia digestível (ED), expressa em Mcal/dia e Kcal/kg^{0,75}, das diferentes dietas em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

Variável	Equações	R ²	CV
MSD (kg/dia) (Y18)	Y18: $3,2097 + 0,14864^{**}c - 0,00143^{**}c^2$	46,01	12,72
MSD (g/kg ^{0,75}) (Y19)	Y19: $42,2075 + 1,68183^{**}c - 0,01716^{**}c^2$	53,21	9,54
MSD (%PV) (Y20)	Y20: $0,99296 + 0,03801^{**}c - 0,000396^{**}c^2$	54,47	8,99
MOD (kg/dia) (Y21)	Y21: $3,2539 + 0,13493^{**}c - 0,001243^{**}c^2$	49,90	11,85
MOD (g/kg ^{0,75}) (Y22)	Y22: $42,51558 + 1,528699^{**}c - 0,01503^{**}c^2$	58,24	8,43
MOD (%PV) (Y23)	Y23: $1,0005 + 0,03446^{**}c - 0,0003467^{**}c^2$	60,42	7,67
PD (kg/dia) (Y24)	Y24: $0,72179 + 0,019585^{**}c - 0,0002375^{**}c^2$	33,84	13,64
PD (g/kg ^{0,75}) (Y25)	Y25: $9,4442 + 0,20829^{**}c - 0,002719^{**}c^2$	51,51	10,37
PD (%PV) (Y26)	Y26: $0,22625 + 0,0043055^{**}c - 0,000058^{**}c^2$	56,56	9,37
ED (Mcal/dia) (Y27)	Y27: $13,8907 + 0,5414^{**}c - 0,0043788^{**}c^2$	58,28	11,82
ED (Kcal/kg ^{0,75}) (Y28)	Y28: $179,9466 + 6,1814^{**}c - 0,0543^{**}c^2$	65,98	8,27

** Significativo a 1% de probabilidade.

CONRAD et al. (1964) mostram que, quando o animal se encontra sob regulação física da ingestão, a ingestão de energia aumenta com o valor nutritivo da dieta e, dessa forma, a distensão ruminal é o principal mecanismo regulador da saciedade. Dietas à base de forragem enquadram-se, normalmente, neste caso, sendo a ingestão diretamente ligada ao valor nutritivo dessa dieta. Entretanto, quando a adição de concentrado melhora o valor nutritivo da dieta, a ingestão de energia aumenta até determinado ponto

(ponto de transição entre o controle físico e fisiológico) e, a partir daí, permanece constante. Neste caso, o animal consegue ingerir energia suficiente para atender sua demanda fisiológica. No presente estudo, esperava-se atingir um platô na ingestão de energia, à medida que se elevou o teor de concentrado na dieta, o que não ocorreu, provavelmente, em função da redução na ingestão de matéria seca dos animais que receberam a dieta contendo 75% de concentrado (Quadro 3). Observa-se que a ingestão máxima de energia digestível, expressa em Mcal/dia e kcal/kg^{0,75}, ocorreu ao se utilizarem 62 e 57% de concentrado na dieta, respectivamente, presumindo-se que nesta faixa estaria o ponto de transição entre o controle físico e fisiológico da ingestão. Pela análise do Quadro 3, pode-se inferir que a máxima ingestão de matéria seca, matéria orgânica e energia bruta foi obtida ao se utilizarem 60% de concentrado na dieta. WALDO (1986), comentando os dados obtidos por Montgomery e Baumgardt (1965a), verificou ingestão constante de energia (250 kcal/kg^{0,75}) para ração peletizada de alta qualidade à base de alfafa-concentrado, evidenciando que os animais ingeriram para atender seu requerimento energético. CARVALHO (1996) obteve conclusão semelhante, ao trabalhar com diferentes proporções de volumoso:concentrado, tendo obtido ingestão constante de nutrientes digestíveis totais (NDT) de 2,29 kg/dia, reforçando a hipótese de que a ingestão de MS havia sido regulada pela demanda energética dos animais. Já RODRIGUES (1994), trabalhando com diferentes proporções de volumoso:concentrado na dieta, verificou que, à medida que o teor de concentrado na ração foi elevado de 12,5 para 37,5%, ocorreram aumentos na ingestão de energia digestível e matéria orgânica digestível. Aumentos no teor de concentrado na dieta de 37,5 para 50% não resultaram em aumentos significativos na ingestão de MOD e ED. As análises de regressão realizadas por esse autor revelaram efeito quadrático do teor de concentrado da ração sobre a ingestão de MOD e ED. Os pontos de máximo obtidos por esse autor para ingestão de MOD, expressa em g/kg^{0,75} e %PV, corresponderam aos teores de concentrado na dieta de 61 e 58%, respectivamente, os quais são superiores aos do presente estudo. Para ED, expressa em kcal/kg^{0,75}, o ponto de máxima ingestão obtido por RODRIGUES (1994) correspondeu ao uso de 51% de concentrado na ração, sendo inferior ao do presente estudo.

As crescentes ingestões de MSD, MOD e ED observadas com o aumento do teor de concentrado na dieta, porém sem haver diferenças na ingestão de matéria seca, matéria orgânica e energia bruta, são atribuídas, provavelmente, à melhora na digestibilidade da MS, MO e EB estimulada pela suplementação de concentrado na dieta. Na Figura 2, pode-se observar que a ingestão de EB permaneceu constante, ao passo que a de ED sofreu influência quadrática dos níveis de concentrado da dieta. Isso ocorreu, provavelmente, em função do efeito associativo positivo do concentrado sobre a digestibilidade da energia bruta da dieta.

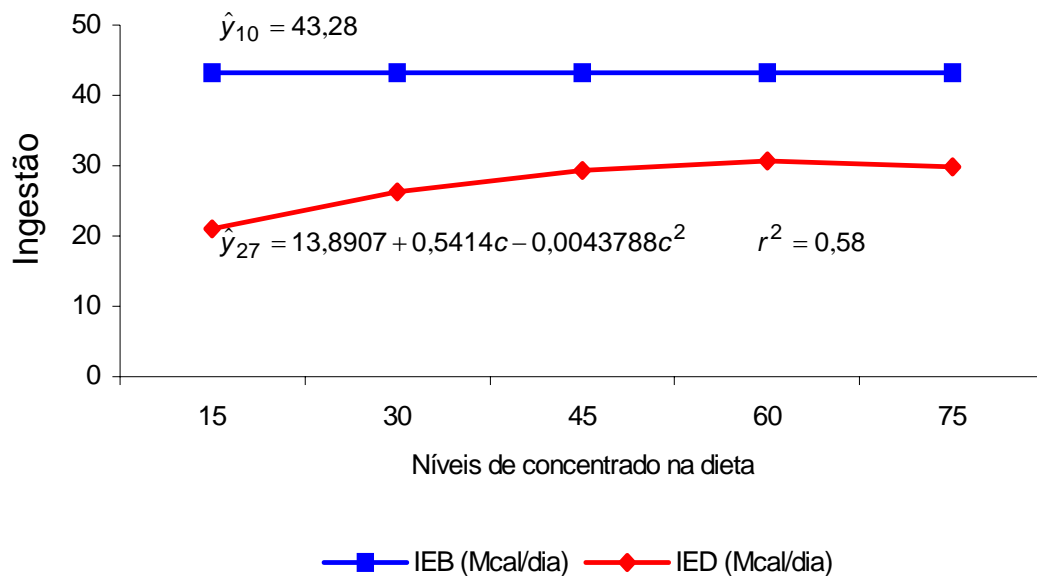


Figura 2 – Ingestão de energia bruta e energia digestível (Mcal/dia), em função dos diferentes níveis de concentrado na dieta.

No Quadro 9, são apresentados os valores médios de ingestão de fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressos em kg/dia, gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV).

Quadro 9 - Ingestão de fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, das diferentes dietas experimentais

Variável	Tratamentos				
	T15	T30	T45	T60	T75
FDND (kg/dia)	3,13 a	2,75 b	2,22 c	2,01 c	1,13 d
FDND (g/kg ^{0,75})	38,97 a	33,19 b	26,55 c	23,39 d	12,82 e
FDND (%PV)	0,90 a	0,77 b	0,61 c	0,53 d	0,29 e
FDAD (kg/dia)	1,75 a	1,46 b	1,16 c	0,98 d	0,55 e
FDAD (g/kg ^{0,75})	21,78 a	17,60 b	13,86 c	11,35 d	6,29 e
FDAD (%PV)	0,50 a	0,41 b	0,32 c	0,26 d	0,14 e

^{a, b, c, d, e} Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

As análises de regressão da ingestão de FDND, expressa em g/kg^{0,75} e %PV e FDAD, expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, em função do teor de concentrado nas dietas, revelaram efeito linear decrescente (Quadro 10). No caso da FDND, expressa em kg/dia, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos, em função dos níveis de concentrados utilizados, sendo o valor médio obtido de 2,30 kg/dia. RESENDE (1994) e ÁVILA (1989), trabalhando com níveis crescentes de FDN na dieta, verificaram não haver influência dos níveis de concentrado na dieta sobre a ingestão de FDND, sendo os valores médios obtidos de 28,9 e 16,0 g FDND/kg^{0,75}, respectivamente. No presente estudo, a redução na ingestão de FDND e FDAD ocorreu devido ao decréscimo na ingestão de FDN e FDA e seus respectivos coeficientes de digestibilidade, em função do aumento do teor de concentrado na dieta.

Quadro 10 - Equações de regressão ajustadas para ingestão de fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), expressa em kg/dia, g/kg^{0,75} e %PV, das diferentes dietas experimentais, em função dos níveis de concentrado (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

VARIÁVEL	EQUAÇÕES	R ²	CV	Média Estimada
FDND (kg/dia)	Y29: NS		11,55	2,30
FDND (g/kg ^{0,75})	Y30: 42,6727 – 0,24816** c	93,87	8,41	---
FDND (%PV)	Y31: 0,998167 – 0,00636** c	95,01	7,78	---
FDAD (kg/dia)	Y32: 1,9795 - 0,01548** c	91,88	10,43	---
FDAD (g/kg ^{0,75})	Y33: 25,1342 – 0,2369** c	96,31	7,38	---
FDAD (%PV)	Y34: 0,5875 – 0,005966** c	96,73	7,09	---

NS Não-significativo.

** Significativo a 1% de probabilidade.

4.4. Digestibilidade aparente dos nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) das diferentes dietas experimentais são mostrados no Quadro 11.

As análises de regressão dos CDAMS, CDAMO, CDAFDN, CDAFDA, CDAPB e CDAEB, em função do teor de concentrado da dieta, revelaram efeito quadrático ($P < 0,01$) do teor de concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade das variáveis estudadas (Quadro 12 e Figura 3).

Quadro 11 - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) das dietas nos diferentes tratamentos

Variável	Tratamento				
	T15	T30	T45	T60	T75
CDAMS	55,17a	61,12b	67,21c	67,29 c	63,48 b
CDAMO	57,78 a	64,19 b	70,05 c	68,13 c	68,53 c
CDAFDN	50,15 a	50,73 a	49,24 b	45,59 b	38,10 c
CDAFDA	41,93 a	40,55 a	39,75 a	35,50 b	31,78 c
CDAPB	73,41 a	73,33 a	74,33 a	72,10 ab	68,90 b
CDAEB	53,73 a	60,75 b	65,68 c	66,23 c	69,45 d

^{a, b, c, d} Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Quadro 12 - Equações de regressão ajustadas para coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB), em função dos níveis de concentrado na dieta (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

Variável	Equações	R ²	CV
CDAMS	Y35: $43,264 + 0,881^{**}c - 0,0081^{**}c^2$,	0,83	3,49
CDAMO	Y36: $48,1975 + 0,7357^{**}c - 0,0063^{**}c^2$	0,81	3,47
CDAFDN	Y37: $46,3790 + 0,3282^{**}c - 0,0058^{**}c^2$	0,77	5,84
CDAFDA	Y38: $41,4385 + 0,06331^{**}c - 0,002581^{**}c^2$;	0,81	5,15
CDAPB	Y39: $70,7435 + 0,2026^{**}c - 0,0030^{**}c^2$	0,48	2,89
CDAEB	Y40: $46,100 + 0,5884^{**}c - 0,0038^{**}c^2$	0,96	1,77

NS Não-significativo.

** Significativo a 1% de probabilidade.

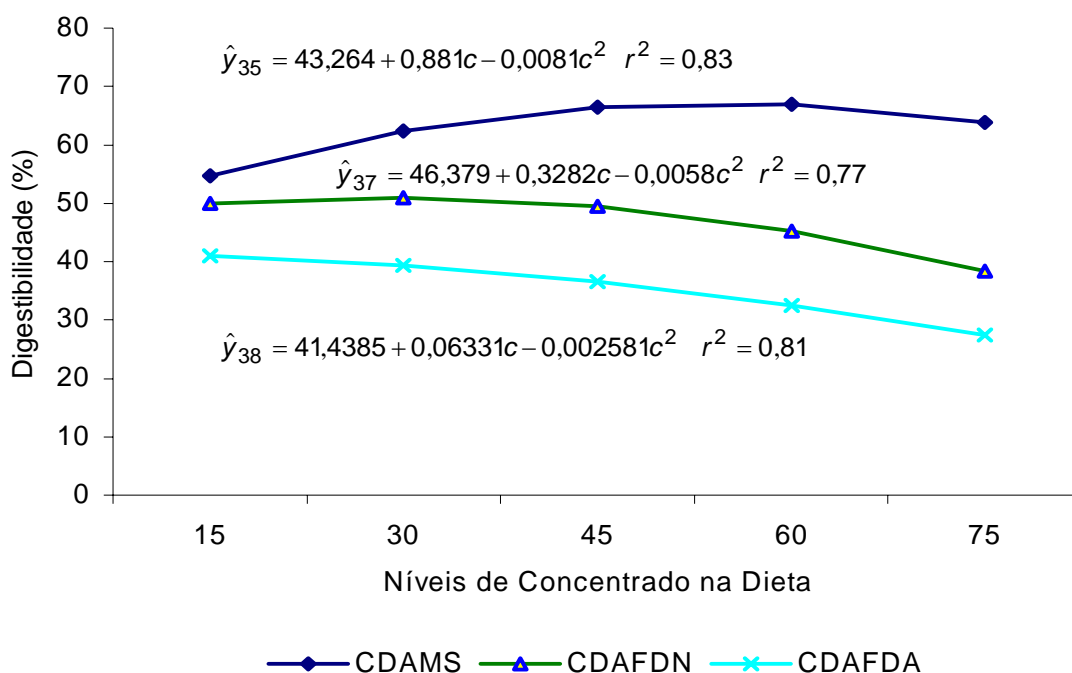


Figura 3 - Estimativa dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), fibra em detergente neutro (CDAFDN) e fibra em detergente ácido (CDAFDA) obtida para os cinco níveis de concentrados na dieta.

Derivando-se as equações de regressão obtidas, obteve-se o ponto máximo para os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, FDN, FDA, PB e EB de 67, 70, 51, 42, 74 e 69%, respectivamente, correspondente à utilização de 54, 58, 28, 12, 34 e 77% de concentrado na dieta, respectivamente.

Os valores obtidos para CDAMS e CDAMO concordam com os obtidos por VALADARES FILHO (1985) e OLIVEIRA (1991). Segundo VALADARES FILHO (1985), carboidratos não-estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na maior digestão da MS nas rações com menores teores de carboidratos estruturais (maior teor de concentrado). RODE et al. (1985) obtiveram conclusão semelhante, ao utilizarem diferentes níveis de concentrado na dieta, observando que os CDAMS e CDAMO aumentou, à medida que se elevou o concentrado na dieta, provavelmente em virtude da

redução de carboidratos estruturais e do incremento no teor de carboidratos não-estruturais na dieta.

CARVALHO (1996) verificou que houve efeito quadrático para as digestibilidades aparentes de MS, MO e carboidratos totais (CHT), estimando as digestibilidades máximas desses nutrientes em níveis de 42, 40 e 43% de concentrado nas rações totais, respectivamente. RODRIGUES (1994) também verificou maior digestibilidade da MS com o aumento do nível de concentrado na dieta. DUTRA (1996) encontrou, para CDAMS e CDMO, maiores valores para a ração com baixa fibra em relação à de alta fibra (52,2 vs 38,7 e 54,7 vs 42,0%, respectivamente), atribuindo esse resultado à maior presença de carboidratos totais digestíveis em relação aos carboidratos estruturais contidos na ração de baixa fibra. Comparando níveis de 20 e 60% de concentrado na dieta, BERCHIELLI (1994) encontrou maiores CDAMS (50,5 e 61,3%) e CDAMO (52,0 e 62,8%) para a dieta com 60% de concentrado.

ARAÚJO (1998), trabalhando com níveis de concentrado de 10 a 90% na dieta, também verificou influência destes na digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e FDA. Esse autor constatou que o CDAMS e o CDAMO aumentaram linearmente, à medida que se variaram os níveis de concentrado na dieta de 10 para 90%, tendo os valores médios obtidos variado de 53,5 a 73,0 e 55,0 a 74,1, respectivamente. BURGER (1998) também verificou efeito linear crescente nos CDAMS e CDAMO, ao variar os níveis de concentrado na dieta de 30 a 90%. Outros autores verificaram efeito linear positivo do CDAMS e CDAMO, com o aumento dos níveis de concentrado na dieta (ATWELL et al., 1991; HATENDI et al., 1996)

Os aumentos verificados no coeficiente de digestibilidade aparente da EB, com a elevação do teor concentrado na dieta, no presente estudo, estão de acordo com os resultados obtidos por LIMA (1986), que observou incrementos no coeficiente de digestibilidade da EB, ao aumentar o nível de concentrado na dieta. Também, GOMES (1990), LORENZONI (1984), RESENDE (1984), MORAN (1985) e RODRIGUES (1994) reportaram aumentos similares na digestibilidade da EB, ao utilizarem rações mais concentradas.

A correlação entre a ingestão voluntária de MS e a digestibilidade da dieta feita por CONRAD et al. (1964) mostrou que, à medida que a

digestibilidade se elevava de 52 a 67%, havia aumento na ingestão. O aumento da digestibilidade acima desse limite resultava em decréscimo da ingestão e, a partir daí, a ingestão de energia digestível mantinha-se constante, passando a ingestão a ser regulada por mecanismos quimiotásticos. Dessa forma, CONRAD et al. (1964) concluíram que a ingestão e a digestibilidade podem estar positiva ou negativamente correlacionadas entre si, dependendo da qualidade da dieta. A correlação é positiva quando se utilizam dietas de baixa qualidade, pois o volume ocupado pela fração de baixa digestibilidade reduz a ingestão. Por outro lado, a ingestão e a digestibilidade são negativamente correlacionadas quando se trata de dietas de alta qualidade, em que a fração fibrosa é pequena e, provavelmente, não influi na ingestão, sendo, portanto, controlada pelo requerimento energético do animal. Neste estudo, os CDAMS e CDAMO máximos foram obtidos ao se utilizarem 54 e 58% de concentrado na dieta, respectivamente; estes níveis são próximos aos de concentrado na dieta que otimizou a ingestão de energia digestível, em kcal/kg^{0,75} (57% de concentrado) e Mcal/dia (62% de concentrado). Para MS e MO, os coeficientes de digestibilidade máximos obtidos foram 67 e 70%, respectivamente, os quais são próximos ao obtido por CONRAD ET AL. (1964), de 67%. Porém, MONTGOMERY e BAUMGARDT (1965) observaram que a máxima ingestão de energia foi obtida com CDAMS de 56%, constatando que, provavelmente, não há ponto fixo de digestibilidade que regula o limite de transição entre o controle físico e fisiológico da ingestão voluntária. Além das diferenças entre as dietas, o ponto de transição dependerá da demanda energética do animal.

No caso da FDN e da FDA, observou-se que, após derivações das equações de regressão obtidas, a digestibilidade máxima ocorreu quando se usaram 28 e 12% de concentrado na dieta; a partir daí, aumentos no teor de concentrado na dieta resultaram em decréscimo na sua digestibilidade, o que era de se esperar, pois, com a elevação do concentrado na dieta, há efeito depressor deste sobre a digestibilidade da fibra (Figura 3). ARAÚJO (1998) verificou decréscimo linear no CDAFDN, ao variar os níveis de concentrado na dieta de 10 a 90%, tendo os valores médios de CDAFDN variado de 50,8 a 29,4%, respectivamente. Já BURGER (1998) não verificou influência dos níveis de concentrado na dieta sobre o CDAFDN, tendo obtido o valor médio de 49,3%. DUTRA (1996) verificou que o CDAFDN não foi influenciado pelos

níveis de fibra da dieta, encontrando valores médios de 21,7%; o mesmo foi observado por BERCHIELLI (1994), que encontrou valores médios de 44,1%.

Para a FDA, ARAÚJO (1998) observou efeito quadrático dos níveis de concentrado sobre o CDAFDA, sendo obtido o valor máximo quando se utilizaram 29% de concentrado na dieta total.

RODRIGUES (1994) encontrou maior CDAFDN para a dieta que continha 12,5% de concentrado, não havendo diferenças entre as dietas com 25,0; 37,5; e 50,0% de concentrado. No caso da FDA, esse autor não encontrou diferenças no coeficiente de digestibilidade aparente, sendo o valor médio obtido de 49,5%.

Verificou-se efeito quadrático dos níveis de concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) (Quadro 12). A maior digestibilidade aparente da PB, à medida que se elevou o teor de concentrado na dieta, é, provavelmente, reflexo da maior ingestão de proteína, que reduz a importância relativa das perdas endógenas, elevando os valores de digestibilidade aparente. RODRIGUES (1994) não encontrou diferenças no CDAPB, ao variar os níveis de concentrado na dieta de 12,5 a 50,0%, encontrando valor médio de 66%; o mesmo foi observado por ANDRADE (1992) e OLIVEIRA (1991), que também não encontraram diferenças no CDAPB, em resposta à elevação dos teores de concentrado nas dietas utilizadas. Já LIMA (1986) encontrou maiores CDAPB para a ração com maior proporção de concentrado. CARVALHO (1996) verificou que os níveis de concentrado na dieta não influenciaram a digestibilidade da PB, encontrando valores médios de 63,5%.

4.5. Ganho de peso e conversão alimentar

O ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) e a conversão alimentar da matéria seca (CAMS), proteína bruta (CAPB) e energia bruta (CAEB) dos animais nos diversos tratamentos encontram-se no Quadro 13.

Quadro 13 - Ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), em kg/dia, e conversão alimentar da matéria seca (CAMS), em kg de MS ingerida/kg de ganho de peso vivo, da proteína bruta (CAPB), em kg de PB ingerida/ kg de ganho de peso vivo, e da energia bruta (CAEB), em Mcal de EB ingerida/ kg de ganho de peso vivo, em função dos diferentes níveis de concentrados utilizados

Variável	Tratamentos				
	T15	T30	T45	T60	T75
GMDPV	0,79 a	0,95 ab	1,08 bc	1,31 d	1,26 cd
CAMS	12,52 a	10,65 b	9,42 bc	8,67 cd	7,54 d
CAPB	1,72 a	1,48 ab	1,32 bc	1,18 c	0,90 c
CAEB	52,04 a	45,00 ab	40,44 bc	37,66 c	33,27 c

^{a, b, c, d} Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Verificou-se efeito linear positivo ($P<0,05$) do nível de concentrado na dieta sobre o ganho médio diário de peso vivo (kg/dia) e negativo sobre a melhoria da conversão alimentar da matéria seca (kg de MS ingerida/Kg de ganho de peso vivo), da proteína bruta (kg de PB ingerida/kg de ganho de peso vivo) e da energia bruta (Mcal de EB ingerida/kg de ganho de peso vivo) (Quadro 14).

Segundo ROHR e DAENICKE (1984), o GMDPV é uma medida indispensável para se estimar o desenvolvimento do animal nos processos alimentares e sistemas de produção.

Diversos trabalhos têm demonstrado melhorias no desempenho animal com a inclusão de concentrado na dieta. Segundo PRESTON e WILLIS (1974) e Levy et al. (1975) e Bartle et al. (1994), citados por FEIJÓ et al. (1996),

encontram-se, na literatura, resultados mostrando que o ganho de peso foi maior em animais alimentados com dietas ricas em concentrado. No trabalho de BOND et al. (1972), a velocidade de crescimento também foi consequência da maior quantidade de energia ingerida pelos animais que se alimentaram de dietas constituídas basicamente de concentrado, quando comparadas aos que ingeriram dietas mistas (feno + concentrado) ou dietas com apenas feno.

WOODY et al. (1983), trabalhando com novilhos alimentados com dieta à base de silagem de milho contendo 50% de grãos, verificaram que esses animais ganharam mais (1,02 vs 0,83 kg/dia) e foram mais eficientes (8,33 vs 9,74 kg MS/kg ganho) que os alimentados com silagem contendo 29% de grãos. Quando o total de grãos na dieta aumentou de 55 para 96%, os animais tiveram altas taxas de ganho diário (1,22 vs 1,06 kg) e melhoraram a conversão alimentar (6,10 vs 8,50 kg MS/kg ganho). RIBEIRO (1997), trabalhando com bezerros holandeses alimentados com feno de *coast-cross* picado mais concentrado em quatro proporções (45, 60, 75 e 90%), verificou que o ganho médio diário de peso vivo aumentou linearmente com a elevação dos níveis de concentrado na dieta. HIRONAKA et al. (1994), trabalhando com novilhos Hereford, com peso inicial de 218 kg, observaram aumento no ganho médio diário com o incremento do concentrado na dieta até um limite de 65%. Acima desse nível, não houve incremento no ganho de peso. No presente experimento, animais alimentados com 75% de concentrado ganharam 37,3% mais peso (kg/dia) que os alimentados com 15% de concentrado (1,26 vs 0,79 kg/dia) e requiseram 39,8% menos alimentos por unidade de ganho (7,54 vs 12,52) nesta mesma faixa.

Quadro 14 - Equações de regressão ajustadas para ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), em kg/dia, e conversão alimentar da matéria seca (CAMS), em kg de MS ingerida/kg de ganho de peso, da proteína bruta (CAPB), em kg de PB ingerida/kg de ganho de peso vivo e da energia bruta (CAEB), em Mcal de EB ingerida/ kg de ganho de peso vivo, em função dos níveis de concentrado na dieta (c), e respectivos coeficientes de variação (CV)

Variável	Equações	R ²	CV
GMDPV	Y41: 0,6765 + 0,00895c**	0,56	15,91
CAMS	Y42: 13,3548 - 0,08c**	0,66	12,67
CAPB	Y43: 1,8754 - 0,011468c**	0,73	13,01
CAEB	Y44: 58,754 - 0,50646c**	0,62	12,61

** Significativo a 1% de probabilidade.

A análise de regressão dos dados indicaram que o ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) aumentou 0,00895 kg para cada unidade percentual de aumento de concentrado na dieta, entre 15 e 75%. A conversão alimentar da matéria seca reduziu 0,08 kg de MS/kg de ganho para cada unidade de aumento no concentrado, nesta mesma faixa de variação, o mesmo sendo observado para CAPB e CAEB, que reduziram 0,011468 kg de PB ingerida/kg de ganho e 0,50646 Mcal de EB ingerida/ kg de ganho, respectivamente. WOODY et al. (1983) encontraram valor de 0,009 kg de acréscimo no ganho de peso para cada unidade percentual de aumento no nível de grãos da dieta, entre 30 e 70%; resultado semelhante ao do presente estudo. Foi constatada também redução na conversão da ordem de 0,058 kg de MS ingerida/kg de ganho, dentro desta faixa de variação. Outros trabalhos também verificaram o impacto da adição de grãos na performance de animais confinados. Peterson et al. (1973) encontraram 0,006 e -0,052; Gill et al. (1976), 0,005 e -0,052; Newland (1976), 0,005 e -0,039; Danner et al. (1980), 0,007 e -0,050; e Goodrich et al. (1974), 0,007 e -0,047, para ganho de peso médio diário e conversão alimentar, respectivamente, para cada unidade percentual de aumento de concentrado na dieta; todos citados por WOODY et al. (1983). Já RIBEIRO (1997) não verificou influência dos níveis de concentrado na dieta sobre a conversão alimentar da MS, embora tenha havido tendência na

melhoria da conversão, à medida que se aumentou o nível de concentrado na dieta.

Observa-se na Figura 4 que a ingestão de MS, em kg/dia, permaneceu constante quando a porcentagem de concentrado na dieta aumentou de 15 para 75%. Neste intervalo, o GMDPV aumentou linearmente, 0,00895 kg/dia para cada unidade percentual de acréscimo, nos níveis de concentrado na dieta, o que demonstra a melhor eficiência de conversão em dietas de melhor qualidade. No presente estudo requiseram-se $-0,08$ kg de MS ingerida para cada kg de ganho de peso, em função do aumento de uma unidade percentual de concentrado na dieta, entre 15 e 75%.

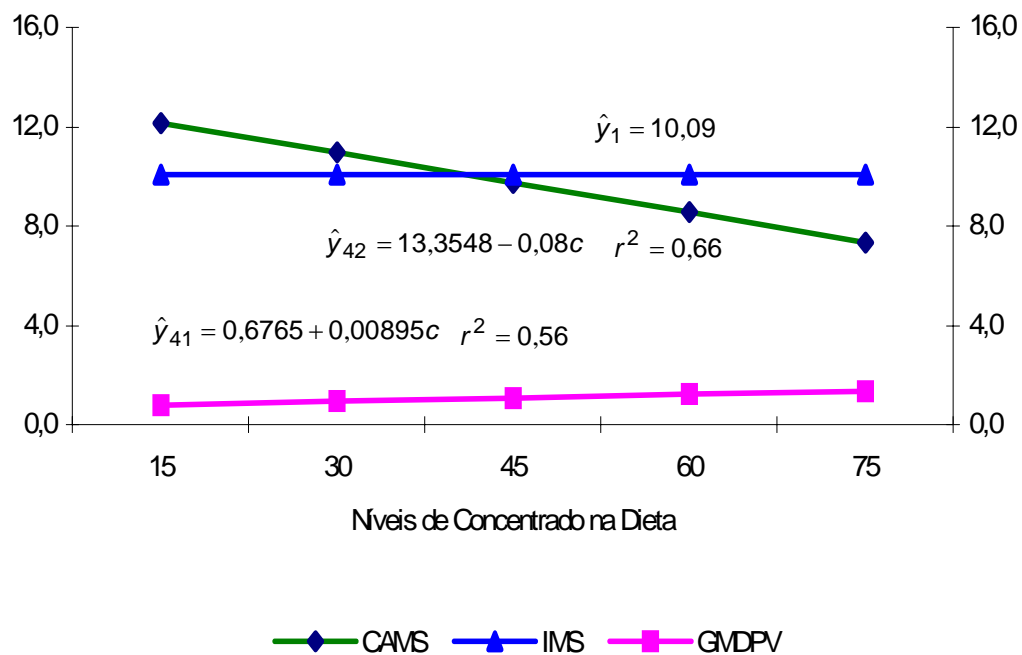


Figura 4 - Estimativa do ganho médio diário do peso vivo (GMDPV), em kg/dia, da conversão alimentar da matéria seca (CAMS), em Kg MS ingerida/kg de ganho de peso vivo, e da ingestão de matéria seca (IMS), em função dos níveis de concentrado na dieta.

Segundo o NRC (1984), a eficiência de utilização dos nutrientes da dieta para ganho de peso depende da concentração energética da ração, ou seja, da relação volumoso:concentrado, aumentando a eficiência, à medida que se eleva a proporção de concentrado na dieta. Dados do NRC (1984) mostram que rações com baixa concentração energética (elevada proporção de volumoso), contendo em média 16% de concentrado, são utilizadas com eficiência de 30% para ganho de peso, ao contrário de rações com elevada concentração energética, contendo em média 83% de concentrado, que são utilizadas com eficiência de 45,8% para o ganho de peso. Isso explica, em parte, a melhoria no desempenho dos animais, à medida que se aumenta a quantidade de concentrado na dieta.

Embora tenha se obtido relação linear entre o GMDPV e os níveis de concentrado na dieta, observa-se no Quadro 13 que houve tendência de redução no ganho, ao se utilizarem 75% de concentrado, quando comparado ao nível de 60% de concentrado na dieta. Segundo Bernadon e Vieira (1994), citados por FEIJÓ et al. (1996) e HIRONAKA et al. (1994), a resposta animal à adição de concentrado à dieta é curvilínea e não-linear. Analisando a Figura 5, constata-se que, embora o GMDPV seja linear em função do aumento nos níveis de concentrado na dieta, a otimização da ingestão de energia digestível, expressa em Mcal/dia, foi obtida ao se utilizarem 62% de concentrado na dieta, sugerindo-se que a melhor relação volumoso:concentrado utilizada no presente estudo foi de 40:60. Níveis de concentrado na dieta, acima de 60%, acarretaram depressão na digestibilidade aparente da MS.

No Quadro 13, verifica-se que o maior GMDPV foi obtido ao se utilizarem 60% de concentrado na dieta. Com 75% de concentrado na dieta, verificou-se tendência de redução no ganho, o que concorda com as observações de FOX e BLACK (1984), os quais relataram que, na utilização de altos níveis de concentrado na dieta, o GMDPV poderá ser influenciado em função da rápida queda na ingestão diária de MS, o que ocorreu neste estudo ao se utilizarem 75% de concentrado na dieta. Assim, segundo PRESTON e WILLIS (1974), o nível ótimo de concentrado na dieta é variável e tem como fatores determinantes o sexo, a raça e idade do animal, a qualidade do volumoso e concentrado, entre outros.

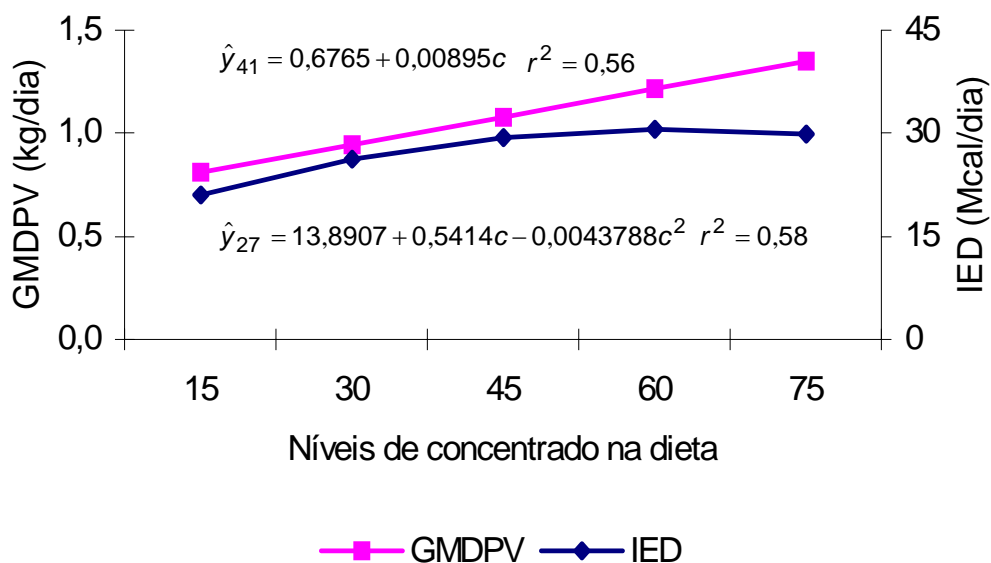


Figura 5 - Estimativa do ganho de peso e da ingestão de energia digestível (Mcal/dia) obtida para os cinco níveis de concentrados na dieta.

Outro ponto importante a ser considerado é a relação custo/benefício entre custo da dieta e desempenho animal. Segundo o ANUALPEC (1997), o fator alimentação responde por cerca de 70% do custo total de produção e, neste caso, o concentrado é o componente de maior custo.

Observa-se, no Quadro 15, a ingestão diária e total (84 dias) de feno e concentrado (base da MS) das dietas experimentais, bem como o GMDPV para cada nível de concentrado utilizado na dieta.

Quadro 15 - Ingestão diária e total de ingredientes das dietas experimentais durante a fase experimental*

Ingredientes	Gastos de Ingredientes (Base da MS)									
	T15		T30		T45		T60		T75	
	Diário	Total	Diário	Total	Diário	Total	Diário	Total	Diário	Total
Feno	8,2	691,3	7,0	588,8	5,6	468,7	4,6	387,2	2,4	200,8
Índice	100		85,18		67,80		56,01		29,04	
Concentrado	1,4	118,4	2,9	246,1	4,4	373,0	6,7	567,0	7,0	587,2
Índice	100		207,8		314,9		478,7		495,7	
GMDPV	0,79		0,95		1,08		1,31		1,26	
Índice	100		120,2		136,7		165,8		159,5	

** Duração de 84 dias.

Pode-se verificar que, com a utilização de 60% de concentrado na dieta, aumentou o GMDPV em 65,8%, quando comparado ao nível de 15% de concentrado na dieta. Neste caso, verificou-se incremento no gasto total de concentrado de 378,7%. Portanto, não só o desempenho animal obtido, mas também o custo do concentrado são fatores preponderantes ao se escolher qual relação volumoso:concentrado deverá ser utilizada na dieta, quando for analisar um sistema de produção de bovinos confinados. Este trabalho demonstrou que, mesmo com elevada proporção de volumoso:concentrado (85:15), é possível obter boas taxas de GMDPV (0,79 kg/dia), embora com pior eficiência de utilização da dieta, quando comparado a dietas contendo maiores proporções de concentrado.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia de Colina, unidade do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo, em duas etapas. Na primeira, foram utilizados 25 bovinos mestiços machos (5/8 europeu/zebu), castrados aos sete meses, com peso vivo médio inicial de 310 kg e, aproximadamente, 24 meses de idade, mantidos confinados em baias individuais. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes proporções volumoso:concentrado na dieta sobre a ingestão dos nutrientes, o ganho de peso e a conversão alimentar. Foram utilizadas cinco rações fornecidas à vontade, à base de feno de capim tanzânia (*Panicum maximum*, cv tanzânia) moído, fubá de milho, farelo de soja, uréia e “premix” mineral, em diferentes proporções de volumoso/concentrado (85:15, 70:30, 55:45, 40:60 e 25:75), constituindo os tratamentos T15, T30, T45, T60 e T75, respectivamente.

Na segunda etapa, foram utilizados 20 bovinos mestiços machos (5/8 europeu/zebu), castrados aos sete meses, semelhante aos da primeira etapa, mantidos em gaiolas de metabolismo durante o período de coleta de dados (sete dias) e em baias individuais semelhantes às da primeira etapa, durante a fase de adaptação. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes proporções volumoso:concentrado

na dieta sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. Foram utilizadas as mesmas dietas experimentais da primeira etapa.

As rações foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 8 e 16 h, controlando-se a ingestão durante todo o período de coleta, procurando-se manter as sobras entre 5 e 10% do total fornecido (primeira etapa). Na segunda etapa (ensaio de digestibilidade), as rações foram fornecidas para atender 90% da ingestão voluntária obtida nos últimos sete dias da fase de adaptação, duas vezes ao dia, às 8 e 16 h, controlando-se a ingestão diariamente. Durante o período de coleta (primeira e segunda etapas), as amostras dos alimentos fornecidos (feno e concentrados) foram coletadas diariamente. As sobras das rações fornecidas (nas baias individuais e nas gaiolas de metabolismo) e as fezes produzidas/animal/dia (gaiola de metabolismo) foram também pesadas e amostradas diariamente. Somente 5% do total das sobras e das fezes produzidas/animal/dia foram acondicionados em sacolas plásticas e congelados a -18 °C. Ao final do período de coleta, as amostras de alimento fornecido, as sobras e as fezes foram descongeladas à temperatura ambiente e processadas para realização das análises químico-bromatológicas. Determinaram-se a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e energia Bruta (EB).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAS (Sistema de Análises Estatísticas), e os coeficientes de regressão foram comparados pelo teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Sob as condições em que o presente trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- ◆ De forma geral, a ingestão de nutrientes foi influenciada pelos níveis de concentrado utilizados na dieta. A ingestão de matéria seca (MS), expressa em porcentagem do peso vivo (%PV); matéria orgânica (MO), expressa em gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e %PV; e proteína bruta (PB), expressa em kg/dia, $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV foi influenciada quadraticamente pelo teor de concentrado na dieta. A ingestão máxima

estimada desses nutrientes foram MS=2,87, MO=118 e 2,70 e PB=1,52; 18,2; e 0,42, correspondentes ao uso de 39, 44, 42, 43, 39 e 38% de concentrado na dieta, respectivamente. Observou-se também efeito quadrático do nível de concentrado da dieta sobre a ingestão de energia bruta (EB), expressa em kcal/kg^{0,75}, obtendo-se a estimativa de ingestão máxima de 536 kcal/kg^{0,75}, correspondente ao uso de 46% de concentrado na dieta. Quanto à ingestão de MS, expressa em kg/dia e g/kg^{0,75}, MO, expressa em kg/dia e EB, expressa em Mcal/dia, não se observou influência dos teores de concentrado, sendo os valores médios obtidos de 10,1; 120; 9,49; e 43,3, respectivamente.

- ◆ Houve efeito associativo positivo sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, FDN, FDA, PB e EB até o limite de inclusão de 54, 58, 28, 12, 37 e 77% de concentrado na dieta, respectivamente. A partir daí, verificou-se efeito depressor dos níveis de concentrado sobre a digestibilidade aparente destes nutrientes.
- ◆ O teor de FDN na dieta não mostrou ser bom indicativo de controle da ingestão voluntária, uma vez que a ingestão reduziu linearmente com o aumento dos níveis de concentrado na dieta.
- ◆ O ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) aumentou com a elevação dos níveis de concentrado na dieta, o mesmo sendo observado na melhoria da conversão alimentar da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. A inclusão de elevada proporção de volumoso na dieta proporcionou boas taxas de GMDPV, embora, neste caso, a eficiência de utilização da MS, PB e EB tenha piorado.
- ◆ Os animais alimentados com maior proporção de concentrado na dieta obtiveram melhor desempenho, podendo, em função disto, atingir o peso de abate mais rapidamente que os alimentados com dietas contendo níveis de concentrado mais baixos. De modo geral, todos os animais apresentaram ótimas taxas de ganho, indicando que as condições econômicas são determinantes na melhor relação volumoso:concentrado a ser utilizada. Nas condições do presente experimento, o uso de dietas com maior proporção de volumoso mostrou-se viável, principalmente quando o custo do concentrado for elevado.

- ◆ Como um dos principais objetivos na formulação de rações para ruminantes é fornecer-lhes a quantidade de nutrientes que resulte no melhor desempenho, pode-se concluir que a melhor relação volumoso:concentrado obtido no presente estudo, neste caso, foi 40:60. Neste ponto, maximizou-se o GMDPV com o máximo de volumoso na dieta. Uso de níveis de concentrado na dieta, acima de 60%, não é recomendável, devido ao aumento no custo de produção, aliado ao maior gasto de concentrado na dieta e a incidência de transtornos metabólicos que podem ocorrer, como acidoses clínica e sub-clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.T. **Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PRODUÇÃO ANIMAL – ANUALPEC 97. FNP-Consultoria. São Paulo: FNP, 1997.329p.
- ARAÚJO, G.G.L., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C. CAMPOS, O.R., CASTRO, A.G.G., SIGNORETTI, R.D., TURCO, S.H.N., HENRIQUE, L.T. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p. 345-354, 1998.
- ATWELL, D.G., MERCHEN, N.R., JASTER, E.H., FAYEY JUNIOR, G.C., BERGER, L.L., TITGEMEYER, E.C., BOURQUIN, L.D. Intake, digestibility and in situ kinetics of treated wheat straw and alfafa mixtures fed to Holstein heifers. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.74, n.10, p. 3524-3534, 1991.
- ÁVILA, S.C. **Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio para ruminantes.** Belo Horizonte, MG: UFMG, 1989. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1989.
- BAILE, CA., FORBES, J.M. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. **Physiol. Rev.**, Bethesda, v.54, n.1, p. 160-213, 1974.

- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento.** Belo Horizonte, MG: UFMG, 1994. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- BOND, J., HOOVEN JUNIOR., N.W., WARICK, E., HINER, R.L., RICHARDSON, G.V. Influence of breed and plane of nutrition on performance of dairy, dual-purpose and beef steers. II. From 180 days of age to slaughter. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.34, n.6, p.1046-1053, 1972.
- BRODY, S.. **Bioenergetics and growth.** New York: Hartner Publishing. 1945. 1023p.
- BULL, L.S., BAUMGARDT, B.R., CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.59, n.6, p. 1078-1086, 1976.
- BURGER, P.J. **Consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, cinética da digestão e comportamento ingestivo em bezerros holandeses.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- CARVALHO, A.U. **Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs, O & Books Inc., 1988. 564p.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- COLBURN, M.W., EVANS, J.L. Reference base, W^b , of growing steers determined by relating forage intake to body weight. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.51, n.7, p. 1073-1076, 1968.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I- Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.47, n.1, p. 54-62, 1964.
- CONRAD, H.R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Physiological and physical factors limiting feed intake. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.25, n.1, p. 227-235. 1966.
- DEMMENT, M.W., VAN SOEST, P.J. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. **Am. Naturalist**, Lancaster, Lancaster, v.125, p.641-672, 1985.

- DUCKWORTH, J. A statistical comparison on the influence of crude fibre on the digestibility of roughage by *Bos indicus* (Zebu) and *Bos taurus* cattle. **Trop. Agric.**, Trinidad, v.23, n.1, p.4-8, 1946.
- DUTRA, A.R. **Efeito dos níveis de fibra e fontes de proteínas sobre a digestão dos nutrientes e síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 118p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FEIJÓ, G.L.D., SILVA, J.M., THIAGO, L.R.L., ARRUDA, E.F. Efeito dos níveis de concentrado na engorda de bovinos confinados. Desempenho de novilhas nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, p.70.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection by farm animals.** Madison: CAB International, 1995. 532p.
- FOX, D.G., BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- GOMES, S.Z. **Influência das Características Químicas e Físicas das Forragens sobre o Consumo, Degradação e Cinética da Digestão Ruminal.** Viçosa, MG: UFV. 1990. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características de carcaça de zebuínos, taurinos e bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- GROVUM, W.L. Appetite, palatability and control of feed intake. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal - Digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. 434p.
- HATENDI, P.R., MULENGA, F.M., SIBANDA, S., NDLOVU, P. The effect of diet and frequency of watering on the performance of growing cattle given food at maintenance. **Anim. Sci.**, East Lothian, v.63, n.1, p. 33-38, 1996.
- HIRONAKA, R., FREEZE, B., KOZUB, G.C., BAUCHEMIN, K.A. Influence of barley silage:concentrate ratio on rate and efficiency of live weight gain, diet digestibility and carcass characteristics of beef steers. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.74, n.3, P. 495-501, 1994.
- KHALILI, H., VARVIKTO, T., CROSSE, S. The effects of forage type and level of concentrate supplementation on food intake, diet digestibility and milk production of crossbred cows (*Bos taurus* x *Bos indicus*). **Anim. Prod.**, East Lothian, v.54, p.183-189, 1992.

- KLEIBER, M. **The fire of life, an introduction to animal energetics.** Huntington: Krieger Publ. Co. 1975. 453p.
- LIMA, F.C. **Digestão total e parcial da energia e proteína em taurinos, zebuínos, seus mestiços e em bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1986. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- LORENZONI, W.R. **Estudos sobre a eficiência nutritiva e qualidade de carcaça de diversos grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1984. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- McDONALD, P., EDWARDS, R., GREENHALGH, J.F.D. **Nutricion animal.** 4ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 571p.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1983, University of Cornell: **Proceedings...**, USA, 1983. P.60-68.
- MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1985, p. 1-18.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.64, n.7, p.1548-58, 1987.
- MERTENS, D.R. Balancing carbohydrate in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MGMT CONFERENCE, 1988, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1988. P. 150-161.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: Wisconsin, 1994. P. 448-478.
- MILLER, B.G., MUNTIFERING, R.B. Production research papers. Effect of forage:concentrate on kinetics of forage fiber digestion in vivo. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 68,n.1, p.40-44, 1985.
- MONTGOMERY, M.J., BAUMGARDT. Regulation of feed intake in ruminants, II. Rations varying in energy concentration and physical form. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.48, n.12, p.1623-1628, 1965.
- MORAN, J.B. Comparative performance of five genotypes of Indonesian large ruminants. I. Effect of dietary quality on live weight and feed utilization. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v.36, n.5, p.743-752, 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 90p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Predicting feed intake by food-producing animals.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1987. 82p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1988. 92p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle.** 7 ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NUTT, B.G., HOLLOWAY, J.W., BUTTS JUNIOR, W.T. Relationship of rumen capacity of mature angus cow to body measurements animal performance and forage consumption on pasture. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.51, n.5, p.1168-1176, 1980.
- OLIVEIRA, M.A.T. **Estimativa da digestibilidade através de indicadores de coleta total de fezes, consumo alimentar e biometria do trato gastrintestinal, em bovinos de cinco grupos genéticos.** Viçosa, MG: UFV, 1991. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- PRESTON, T.R., WILLIS, M.B. **Intensive beef production.** 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 546p.
- RESENDE, K.T. **Digestão total e parcial da energia em bubalinos, taurinos, zebuínos e cruzamento (1/2; 3/4 e 5/8) taurinos por zebuínos.** Viçosa, MG: UFV, 1984. 36p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- RESENDE, F.D. **Efeito do nível de fibra em detergente neutro da ração sobre a ingestão alimentar de bovídeos de diferentes grupos raciais, em regime de confinamento.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- RIBEIRO, T.R. **Desempenho e qualidade da carcaça de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado.** Viçosa, MG: UFV, 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RODE, L.M., WEAKLEY, D.C., SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.65, n.1, p.101-111, 1985.
- RODRIGUES, L.R.R. **Consumo alimentar, digestibilidade, balanço de nitrogênio e excreção de minerais, em bovinos (taurinos e zebuínos) e bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

- ROHR, K., DAENICKE, R. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.58, n.3, p.753-795, 1984.
- SAS User's Guide. **Statistical analysis systems**. Cary.1992.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV, Impr. Univ. 1990, 165p.
- SNIFFEN,C.J., ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 70, n.1, p.425-441, 1987.
- THIAGO, L.R.L., GILL, M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: Mecanismo físico ou fisiológico? In: __. **Bovinocultura de Corte**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, FEALQ, 1990. P 1-9.
- THONNEY, M.L., TOUCHBERRY, R.W., GOODRICH, R.D., MEISKE, J.C. Intraspecies relationship between fasting heat production and body weight: a re-evaluation of $w^{0.75}$. **J. Anim Sci.**, Champaign, v.43, n.3, p.692-704. 1976.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.24, n.2, p. 834-43, 1965.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvalis: O & B Books, 1982. 374 p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. London: Comstock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.
- WALDO, D.R. Factors influencing the voluntary intake of forages. In: BARNES, R.F., CLANTON, D.C., GORDON, C.H., KLOSFENSTEIN, T.J., WALDO, D.R. (Eds.) NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION. 1970. Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: Nebraska Center for Continuing Education, 1970. P. 25-32.
- WALDO, D.R. Symposium: Forage utilization by lactating cow – Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.69, n.2, p. 617-631, 1986.
- WALDO, D.R., JORGENSEN, N.A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.64, n.6, p.1207-1228, 1981.

WOODY, H.D., FOX, D.G., BLACK, J.R. Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.57, n.3, p.719-728, 1983.

APÊNDICE

Quadro 1A - Ingestão média de matéria seca (IMS) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IMS (kg/dia)	9,32	9,27	10,19	10,84	7,24
	8,75	8,33	10,16	10,36	9,86
	10,22	10,88	8,71	10,4	10,52
	10,58	11,17	10,88	13,75	9,89
Média	9,3	10,03	10,18	11,46	
	9,64	9,94	10,02	11,36	9,38
	T15	T30	T45	T60	T75
IMS ($\text{g/kg}^{0,75}$)	118,59	120,95	127,49	129,64	89,51
	110,11	106,35	119,6	123,5	108,95
	122,79	124,87	109,72	124,41	110,84
	130,57	124,96	125,66	147,08	117,03
	116,38	121,43	116,64	135,73	
Média	119,69	119,71	119,82	132,07	106,58
	T15	T30	T45	T60	T75
IMS (%PV)	2,77	2,85	2,96	2,97	2,07
	2,56	2,49	2,72	2,82	2,43
	2,81	2,82	2,55	2,85	2,43
	3,02	2,8	2,84	3,24	2,67
	2,7	2,83	2,63	3,10	
Média	2,77	2,76	2,74	3,00	2,40

Quadro 2A - Ingestão média de fibra em detergente ácido (IFDA) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IFDA	4,05	3,39	2,93	2,59	1,44
(kg/dia)	3,81	3,01	2,97	2,54	1,83
	4,43	3,93	2,52	2,59	1,87
	4,57	4,09	3,21	3,28	1,83
	4,04	3,59	2,96	2,75	
Média	4,18	3,60	2,92	2,75	1,74
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDA	51,58	44,24	36,70	30,99	17,78
($\text{g/kg}^{0,75}$)	47,94	38,47	34,92	30,22	20,17
	53,26	45,14	31,75	30,92	19,68
	56,43	45,75	37,09	35,15	21,62
	50,53	43,44	33,94	32,61	
Média	51,95	43,41	34,88	31,98	19,81
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDA	1,20	1,04	0,85	0,71	0,41
(%PV)	1,12	0,90	0,79	0,69	0,45
	1,22	1,02	0,74	0,71	0,43
	1,30	1,02	0,84	0,78	0,49
	1,17	1,01	0,77	0,74	
Média	1,20	1,00	0,80	0,73	0,45

Quadro 3A - Ingestão média de matéria orgânica (IMO) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IMO (kg/dia)	8,60	8,69	9,62	10,28	6,91
	8,08	7,78	9,59	9,82	9,39
	9,44	10,14	8,24	9,88	10,04
	9,77	10,47	10,26	13,02	9,44
	8,59	9,35	9,60	10,87	
Média	8,90	9,29	9,46	10,77	8,95
	T15	T30	T45	T60	T75
IMO ($\text{g/kg}^{0,75}$)	109,50	113,40	120,42	122,94	85,41
	101,70	99,34	112,90	117,04	103,80
	113,34	116,41	103,74	118,19	105,87
	120,55	117,07	118,49	139,34	111,74
	107,44	113,23	109,97	128,75	
Média	110,51	111,89	113,11	125,25	101,71
	T15	T30	T45	T60	T75
IMO (%PV)	2,56	2,67	2,80	2,81	1,98
	2,37	2,32	2,57	2,68	2,31
	2,60	2,63	2,42	2,70	2,32
	2,79	2,62	2,68	3,07	2,55
	2,49	2,63	2,48	2,94	
Média	2,56	2,58	2,59	2,84	2,29

Quadro 4A - Ingestão média de energia bruta (IEB) e energia digestível (IED) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em Mcal/dia e kcal/kg^{0,75}

	T15	T30	T45	T60	T75
IEB (Mcal/dia)	38,70	39,22	43,77	47,10	32,44
	36,46	35,37	43,53	44,96	43,30
	42,58	45,89	37,90	45,34	46,19
	44,00	47,35	46,68	59,64	43,67
	38,64	42,34	43,61	49,81	
Média	40,07	42,03	43,10	49,37	41,44
	T15	T30	T45	T60	T75
IEB (Kcal/kg ^{0,75})	491,49	510,43	545,49	559,88	399,27
	458,44	450,31	510,54	533,17	474,43
	510,28	525,00	480,40	540,15	487,09
	541,70	527,72	537,36	635,88	515,33
	482,68	511,81	499,38	589,22	
Média	496,92	505,05	514,63	571,66	469,03
	T15	T30	T45	T60	T75
IED (Mcal/dia)	20,79	23,83	28,75	31,20	22,53
	19,59	21,49	28,59	29,78	30,07
	22,88	27,88	24,89	30,03	35,32
	23,64	28,77	30,66	39,50	30,33
	20,76	25,72	28,64	32,99	
Média	21,53	25,54	28,31	32,70	28,78
	T15	T30	T45	T60	T75
IED (Kcal/kg ^{0,75})	264,08	310,09	358,28	370,81	277,29
	246,32	273,56	335,32	353,12	329,49
	274,17	318,94	315,53	357,74	338,28
	291,06	320,59	352,94	421,14	357,90
	259,34	310,93	327,99	390,24	
Média	266,99	306,82	338,01	378,61	325,74

Quadro 5A - Ingestão média de fibra em detergente neutro (IFDN) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IFDN (kg/dia)	6,01	5,09	4,52	4,17	2,29
	5,69	4,50	4,60	4,06	3,13
	6,63	5,93	3,90	4,12	3,25
	6,90	6,21	4,97	5,32	3,16
	6,05	5,42	4,56	4,40	
Média	6,25	5,43	4,51	4,41	2,96
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDN ($\text{g/kg}^{0,75}$)	76,49	66,41	56,69	49,89	28,27
	71,62	57,44	54,12	48,33	34,61
	79,65	68,11	49,06	49,22	34,28
	85,09	69,50	57,44	56,98	37,37
	75,62	65,66	52,30	52,13	
Média	77,70	65,42	53,92	51,31	33,63
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDN (%PV)	1,79	1,56	1,32	1,14	0,65
	1,67	1,34	1,23	1,10	0,77
	1,82	1,54	1,14	1,13	0,75
	1,97	1,56	1,30	1,26	0,85
	1,76	1,53	1,18	1,19	
Média	1,80	1,51	1,23	1,16	0,76

Quadro 6A - Ingestão média de proteína bruta (IPB) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IPB (kg/dia)	1,32	1,32	1,49	1,54	0,82
	1,23	1,19	1,47	1,43	1,24
	1,43	1,59	1,23	1,42	1,37
	1,48	1,60	1,56	1,96	1,22
	1,30	1,47	1,48	1,64	
Média	1,35	1,43	1,44	1,60	1,16
	T15	T30	T45	T60	T75
IPB ($\text{g/kg}^{0,75}$)	16,82	17,28	18,60	18,39	10,22
	15,50	15,18	17,25	17,11	13,80
	17,16	18,20	15,40	17,04	14,39
	18,21	17,89	17,98	21,00	14,37
	16,28	17,82	16,89	19,42	
Média	16,79	17,27	17,23	18,59	13,20
	T15	T30	T45	T60	T75
IPB (%PV)	0,39	0,41	0,43	0,42	0,24
	0,36	0,35	0,39	0,39	0,31
	0,39	0,41	0,36	0,39	0,32
	0,42	0,40	0,41	0,46	0,33
	0,38	0,41	0,38	0,44	
Média	0,39	0,40	0,39	0,42	0,30

Quadro 7A - Ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), expresso em kg/dia, conversão alimentar da matéria seca (CAMS), expressa em kg de MS ingerida/kg de ganho de peso vivo, proteína bruta (CAPB), expressa em kg de PB ingerida/kg de ganho de peso vivo e energia bruta (CAEB), expressa em Mcal de EB ingerida/kg de ganho de peso vivo dos animais nos diferentes tratamentos

	T15	T30	T45	T60	T75
GMDPV	0,82	0,96	1,15	1,33	0,89
(kg/dia)	0,70	0,67	0,95	1,3	1,51
	0,83	1,08	1,02	1,1	1,29
	1,02	1,06	1,01	1,48	1,35
Média	0,79	0,94	1,07	1,31	1,26
	T15	T30	T45	T60	T75
CAMS	11,37	9,66	8,86	8,15	8,13
(Kg Ms ing/Kg de ganho)	12,5	12,43	10,69	7,97	6,53
	12,31	10,07	8,54	9,45	8,16
	10,37	10,54	10,77	9,29	7,33
Média	16,03	10,56	8,21	8,49	
	12,52	10,65	9,41	8,67	7,54
	T15	T30	T45	T60	T75
CAPB	1,91	1,37	1,28	1,16	0,92
(Kg PB ing/Kg de ganho)	1,76	1,77	1,54	1,10	0,82
	1,72	1,47	1,19	1,29	1,06
	1,45	1,51	1,53	1,32	0,90
Média	2,24	1,55	1,18	1,21	
	1,72	1,48	1,32	1,18	0,90
	T15	T30	T45	T60	T75
CAEB	47,19	40,85	38,06	35,41	36,45
(Mcal EB ing/Kg de ganho)	52,08	52,79	45,82	34,58	28,67
	51,30	42,49	37,16	41,22	35,80
	43,14	44,67	46,22	40,30	32,35
Média	66,62	44,57	35,17	36,90	
	52,04	45,00	40,44	37,66	33,27

Quadro 8A - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), energia bruta (CDAEB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA) e proteína bruta (CDAPB) das rações nos diferentes tratamentos

CDAMS	T15	T30	T45	T60	T75
	54,68	61,32	66,59	67,96	64,88
	54,44	58,70	65,78	64,71	67,95
	55,83	61,75	66,70	68,51	61,92
	55,75	62,71	69,77	67,97	59,18
Média	55,17	61,12	67,21	67,29	63,48
<hr/>					
CDAMO	T15	T30	T45	T60	T75
	57,20	64,14	69,15	68,91	69,17
	56,11	61,41	67,98	66,15	69,49
	59,02	64,91	70,13	66,44	64,77
	58,78	66,31	72,95	71,03	70,70
Média	57,78	64,19	70,05	68,13	68,53
<hr/>					
CDAEB	T15	T30	T45	T60	T75
	53,34	61,85	65,28	67,13	70,70
	53,53	60,36	66,15	65,41	68,30
	54,21	60,07	65,36	66,05	69,25
	53,83	60,72	65,93	66,31	69,55
Média	53,73	60,75	65,68	66,23	69,45
<hr/>					
CDAFDN	T15	T30	T45	T60	T75
	49,54	49,98	47,90	45,73	37,81
	48,84	47,28	48,37	38,61	37,20
	51,21	51,89	51,68	47,18	40,85
	51,01	53,77	49,02	50,86	36,54
Média	50,15	50,73	49,24	45,59	38,10
<hr/>					
CDAFDA	T15	T30	T45	T60	T75
	41,12	39,49	38,87	35,23	32,03
	40,06	39,91	38,50	33,40	31,53
	45,74	39,57	39,24	37,98	34,14
	40,79	43,21	42,40	35,37	29,42
Média	41,93	40,55	39,75	35,50	31,78
<hr/>					
CDAPB	T15	T30	T45	T60	T75
	73,10	73,54	73,80	72,51	68,90
	73,25	68,93	72,59	71,32	68,41
	74,73	75,08	75,12	69,68	66,09
	72,54	75,75	75,81	74,89	72,19
Média	73,41	73,33	74,33	72,10	68,90

Quadro 9A - Ingestão média de matéria seca digestível (IMSD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IMSD (kg/dia)	5,14	5,67	6,85	7,29	4,60
	4,83	5,09	6,83	6,97	6,26
	5,64	6,65	5,85	7,00	6,68
	5,84	6,83	7,31	9,25	6,28
	5,13	6,13	6,84	7,71	
Média	5,32	6,07	6,74	7,65	5,95
	T15	T30	T45	T60	T75
IMSD ($\text{g/kg}^{0,75}$)	65,43	73,92	85,69	87,23	56,82
	60,75	65,00	80,38	83,10	69,16
	67,74	76,32	73,74	83,72	70,36
	72,04	76,38	84,46	98,97	74,29
	64,21	74,22	78,39	91,33	
Média	66,03	73,17	80,53	88,87	67,66
	T15	T30	T45	T60	T75
IMSD (%PV)	1,53	1,74	1,99	2,00	1,31
	1,41	1,52	1,83	1,90	1,54
	1,55	1,72	1,71	1,92	1,54
	1,67	1,71	1,91	2,18	1,69
	1,49	1,73	1,77	2,09	
Média	1,53	1,69	1,84	2,02	1,52

Quadro 10A - Ingestão média de fibra em detergente ácido digestível (IFDAD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

IFDAD (kg/dia)	T15	T30	T45	T60	T75
	1,70	1,37	1,16	0,92	0,46
	1,60	1,22	1,18	0,90	0,58
	1,86	1,59	1,00	0,92	0,59
	1,92	1,66	1,28	1,16	0,58
	1,69	1,46	1,18	0,98	
Média	1,75	1,46	1,16	0,98	0,55
IFDAD ($\text{g/kg}^{0,75}$)	T15	T30	T45	T60	T75
	21,63	17,94	14,59	11,00	5,65
	20,10	15,60	13,88	10,73	6,41
	22,33	18,30	12,62	10,98	6,25
	23,66	18,55	14,74	12,48	6,87
	21,19	17,61	13,49	11,58	
Média	21,78	17,60	13,86	11,35	6,30
IFDAD (%PV)	T15	T30	T45	T60	T75
	0,50	0,42	0,34	0,25	0,13
	0,47	0,36	0,31	0,24	0,14
	0,51	0,41	0,29	0,25	0,14
	0,55	0,41	0,33	0,28	0,16
	0,49	0,41	0,31	0,26	
Média	0,50	0,40	0,32	0,26	0,14

Quadro 11A - Ingestão média de matéria orgânica digestível (IMOD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IMOD (kg/dia)	4,97	5,58	6,74	7,00	4,74
	4,67	4,99	6,72	6,69	6,43
	5,45	6,51	5,77	6,73	6,88
	5,65	6,72	7,19	8,87	6,47
	4,96	6,00	6,72	7,41	
Média	5,14	5,96	6,63	7,34	6,13
	T15	T30	T45	T60	T75
IMOD ($\text{g/kg}^{0,75}$)	63,27	72,79	84,35	83,76	58,53
	58,76	63,77	79,09	79,74	71,13
	65,49	74,72	72,67	80,52	72,55
	69,65	75,15	83,00	94,93	76,58
	62,08	72,68	77,03	87,72	
Média	63,85	71,82	79,23	85,33	69,70
	T15	T30	T45	T60	T75
IMOD (%PV)	1,48	1,71	1,96	1,91	1,36
	1,37	1,49	1,80	1,83	1,58
	1,50	1,69	1,70	1,84	1,59
	1,61	1,68	1,88	2,09	1,75
	1,44	1,69	1,74	2,00	
Média	1,48	1,65	1,81	1,93	1,57

Quadro 12A - Ingestão média de fibra em detergente neutro digestível (IFDND) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IFDND (kg/dia)	3,01	2,58	2,23	1,90	0,87
	2,85	2,28	2,27	1,85	1,19
	3,32	3,01	1,92	1,88	1,24
	3,46	3,15	2,45	2,43	1,20
	3,03	2,75	2,25	2,01	
Média	3,14	2,75	2,22	2,01	1,13
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDND ($\text{g/kg}^{0,75}$)	38,36	33,69	27,91	22,74	10,77
	35,92	29,14	26,65	22,03	13,19
	39,94	34,55	24,16	22,44	13,06
	42,67	35,26	28,28	25,98	14,24
	37,92	33,31	25,75	23,77	
Média	38,96	33,19	26,55	23,39	12,81
	T15	T30	T45	T60	T75
IFDND (%PV)	0,90	0,79	0,65	0,52	0,25
	0,84	0,68	0,61	0,50	0,29
	0,91	0,78	0,56	0,52	0,29
	0,99	0,79	0,64	0,57	0,32
	0,88	0,78	0,58	0,54	
Média	0,90	0,76	0,61	0,53	0,29

Quadro 13A - Ingestão média de proteína digestível (IPD) dos animais nos diferentes tratamentos, expressa em quilogramas/dia (kg/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e porcentagem do peso vivo (%PV)

	T15	T30	T45	T60	T75
IPD (kg/dia)	0,97	0,97	1,11	1,11	0,56
	0,90	0,87	1,09	1,03	0,85
	1,05	1,17	0,91	1,02	0,94
	1,09	1,17	1,16	1,41	0,84
	0,95	1,08	1,10	1,18	
Média	0,99	1,05	1,07	1,15	0,80
	T15	T30	T45	T60	T75
IPD ($\text{g/kg}^{0,75}$)	12,35	12,67	13,83	13,26	7,04
	11,38	11,13	12,82	12,34	9,51
	12,60	13,35	11,45	12,29	9,91
	13,37	13,12	13,36	15,14	9,90
	11,95	13,07	12,55	14,00	
Média	12,33	12,67	12,80	13,40	9,09
	T15	T30	T45	T60	T75
IPD (%PV)	0,29	0,30	0,32	0,30	0,17
	0,26	0,26	0,29	0,28	0,21
	0,29	0,30	0,27	0,28	0,22
	0,31	0,29	0,30	0,33	0,23
	0,28	0,30	0,28	0,32	
Média	0,28	0,29	0,29	0,30	0,21