Universidade Federal de Goiás
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

# DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO PARA BOVINOS DE CORTE CONFINADOS

Hélio Lourêdo da Silva
Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

Goiânia
2009

UFG

sistema de sibi ufg

**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:** ☐ **Dissertação** ☒ **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor: **Hélio Lourêdo da Silva** CPF: **162683181153** E-mail: **heliolou@yahoo.com.br**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vinculo Empregatício do autor: **Escola de Veterinária da UFG** Agência de fomento:

País: **Brasil** UF: **Go** CNPJ: **01567601000143** Sigla: **UFG**

Título: DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO PARA BOVINOS DE CORTE CONFINADOS Palavras-chave: **consumo, crescimento, fezes, ingestão**

Título em outra língua: **BEEF CATTLE IN FEEDLOT SYSTEM FED HIGH GRAIN DIETS**

Palavras-chave em outra língua: **feces, growth, ingestion, intake**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **27/03/2009**

Programa de Pós-Graduação: **Ciência Animal**

Orientador(a): **Aldi Fernandes de Souza França** CPF: E-mail: **aldi@vet.ufg.br**

Co-orientador(1): **Arcadio de los Reyes Borjas** CPF: E-mail: adreyesb@vet.ufg.br

Co-orientador(2): **Geisa Fleury Orsine** CPF: E-mail: **geisa@vet.ufg.br**

**3. Informações de acesso ao documento:**

Liberação para disponibilização?[1] ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique:

[ ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 13 de maio de 2009

Assinatura do(a) autor(a)

[1] Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

HÉLIO LOURÊDO DA SILVA

# DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO PARA BOVINOS DE CORTE CONFINADOS

Tese apresentada para obtenção
do grau de Doutorado em Ciência
Animal junto à Escola de Veterinária
da Universidade Federal de Goiás

**Área de concentração:**
Produção Animal

**Orientador:**
Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França – UFG
**Comitê de orientação**:
Prof. Dr. Arcadio de los Reyes Borjas - UFG
Profª. Drª Geisa Fleury Orsine - UFG

Goiânia
2009

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**(GPT/BC/UFG)**

Silva, Hélio Lourêdo da.
S586d Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados [manuscrito] / Hélio Lourêdo da Silva. – 2009.
xviii,157 f.: il., color., figs., tabs,

Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França; Co-Orientadores: Prof. Dr. Arcadio de los Reyes Borjas, Profa. Dra. Geisa Fleury Orsine.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2009.

Bibliografia.
Inclui lista de tabelas, figuras, anexos e de abreviaturas.
Anexos.

1. Bovino – Alimentação e rações 2. Bovino – Confinamento 3. Dietas – Alimentação animal – Avaliação 4.Confinamento(animais) 5. Nutrição animal. I. França, Aldi Fernandes de Souza II. Reyes Borjas, Arcadio de los. III. Orsine, Geisa Fleury IV. Universidade Federal de Goiás, **Escola de Veterinária.** V. Título.

CDU: 636.2.084.52

À minha esposa

Izis Fátima Lourêdo,

obrigado pela paciência, compreensão, apoio e verdadeiro exemplo de companheirismo.

Com muito carinho e amor, OFEREÇO...

**Dedico:**

Ao meu filho Hélio (“in memorian”),
que na sua curta
existência aqui
na terra, me
premiou com muita
alegria e orgulho.
Ao meu filho Alessandro
que pelo seu exemplo
de homem e dedicação,
me traz muita felicidade.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores **Drs. Aldi Fernandes de Souza França, Arcadio de los Reyes Borjas, Geisa Fleury Orsine** pelo incentivo, apoio e a disposição em me orientar.

Ao diretor da Escola de Veterinária, **Dr. Eugênio Gonçalves de Araújo** e a Chefe do Deptº de Produção Animal, **Maria Lúcia Gambarini Meirinhos** pelo apoio na realização deste trabalho,

Ao **Dr. Flávio Castro**, pelo auxílio e apoio durante a execução do experimento na fazenda Barreiro,

Aos **Drs. Ricardo Scartezini e Gilson Brígido Lemos** proprietários da empresa Agrocria que viabilizaram a consecução deste trabalho,

Ao proprietário da Fazenda Barreiro **Ernani de Paula** pelo apoio,

Aos diretores do Frigorífico Independência que tornaram exeqüível a realização da avaliação das características de carcaça dos animais,

Ao **Eder**, pelo grande auxílio nas realizações das análises laboratoriais,

Aos alunos estagiários da Escola de Agronomia, Escola de Veterinária da UFG e curso de veterinária da Unipe pela ajuda nas coletas de dados,

Ao **Makeno**, pela grande capacidade de trabalho e dedicação durante a condução do experimento,

À Camila e a Jule pela preciosa ajuda,

Ao **Chiquinho** e funcionários da Fazenda Barreiro pela valiosa colaboração e apoio durante a realização do experimento,

Aos funcionários do DPA, **Hélio e Benedito,**

Aos membros da banca de qualificação e defesa, muito obrigado pelas sugestões e correções,

A todos que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS ..... iii
LISTA DE TABELAS ..... vii
LISTA DE FIGURAS ..... ix
LISTA DE ANEXOS ..... x
LISTA DE ABREVIATURAS ..... xi
RESUMO GERAL ..... xiii
SUMMARY ..... xv
**CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS** ..... 1
1 INTRODUÇÃO ..... 1
2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 4
2.1 Consumo alimentar, tamanho de partículas e digestibilidade ..... 4
2.2 Fibra indigestível em detergente neutro (FDN) em dietas para bovinos ..... 11
2.3 Desempenho e eficiência alimentar ..... 15
2.4 Dieta de alta proporção de concentrado em confinamento ..... 20
2.5 Manejo alimentar e estabilidade ruminal ..... 24
2.6 Utilização de grãos e subprodutos para bovinos de corte ..... 29
2.7 Rendimento de carcaça e características físicas de qualidade da carne ..... 35
2.8 Comportamento ingestivo ..... 44
2.9 Indicadores fecais ..... 47
REFERÊNCIAS ..... 50
**CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA, DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO** ..... 66
RESUMO ..... 66
PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS ..... 68
SUMMARY ..... 68
1. INTRODUÇÃO ..... 70
2. MATERIAL E MÉTODOS ..... 73
2.1 Local ..... 73
2.2 Animais e delineamento experimental ..... 73
2.3 Tratamentos ..... 74

2.4 Procedimentos experimentais ..... 76
2.4.1 Avaliação de desempenho ..... 76
2.4.2 Avaliação na carcaça ..... 77
2.5 Procedimentos laboratóriais ..... 78
2.5.1 Análises bromatológicas das dietas ..... 78
2.5.2 Determinação da força de cisalhamento ..... 79
2.5.3 Avaliação do tamanho das partículas ..... 79
2.6 Análises estatísticas e modelo matemático ..... 79
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 80
3.1 Desempenho dos animais ..... 80
3.2 Consumo das dietas ..... 84
3.3 Características de carcaça ..... 89
4 CONCLUSÕES ..... 94
REFERÊNCIAS ..... 95
**CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO** ..... 102
RESUMO ..... 102
FEEDING BEHAVIOR OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS ..... 104
SUMMARY ..... 104
1. INTRODUÇÃO ..... 106
2. MATERIAL E MÉTODOS ..... 110
2.1 Local ..... 110
2.2 Animais e delineamento experimental ..... 110
2.3 Tratamentos ..... 111
2.4 Procedimentos experimentais ..... 113
2.4.1 Avaliação do consumo ..... 113
2.5 Avaliação de comportamento ..... 113
2.6 Avaliação do tamanho das partículas ..... 114
2.7 Procedimentos laboratóriais ..... 114
2.7.1 Análises bromatológicas das dietas ..... 114
2.8 Análises estatísticas e modelo matemático ..... 114
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 115
3.1 Tempos de alimentação, ruminação, mastigação, ócio e ingestão de água ..... 115
3.2 Eficiência de alimentação e ruminação ..... 118

3.3 Intervalo de tempo gasto nas atividades comportamentais.....120
3.4 Tamanho e distribuição das partículas.....125
4 CONCLUSÕES.....128
REFERÊNCIAS.....129
**CAPÍTULO 4 - INDICADORES FECAIS DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO**.133
RESUMO.....133
FECAL INDICATORS OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS .....135
SUMMARY.....135
1. INTRODUÇÃO.....136
2 MATERIAL E MÉTODOS.....138
2.1 Local.....138
2.2 Animais e delineamento experimental.....138
2.3 Tratamentos.....139
2.4 Procedimentos experimentais.....141
2.4.1 Avaliação do consumo.....141
2.4.2 Avaliação do tamanho das partículas.....141
2.4.3 Determinação do pH e escore fecal.....141
2.5. Procedimentos laboratóriais.....142
2.5.1 Análises bromatológicas das rações.....142
2.6. Análises estatísticas e modelo matemático.....142
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....144
3.1 Características fecais.....144
3.2 Escores Fecais.....147
3.3 Correlações.....150
4 CONCLUSÕES.....153
REFERÊNCIAS.....154
**5 ANEXOS**.....157

# LISTA DE TABELAS

## CAPÍTULO 2

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.....73

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais. .....74

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT) na matéria seca (% MS).....75

TABELA 4 - Níveis nutricionais das rações experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT + BIN), de milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS). .....75

TABELA 5 – Distribuição do tamanho das partículas no separador de partícula do Estado da Pensilvânia (PSPS) das dietas fornecidas aos animais. .....76

TABELA 6 - Estimativa de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) das dietas esperimentais.....76

TABELA 7 – Pesos médios de adaptação, inicial, final (kg), peso metabólico médio final (kg), ganho médio diário (kg/dia), conversão alimentar (kg/dia) e eficiência alimentar (kg/dia) de Nelore alimentado com dietas de alta proporção de concentrado.....80

TABELA 8 - Médias dos consumos de MS (CMS kg, CMS % $PV^4$, CMS g/kg $PV^{0,75\ (5)}$ ), FDN (CFDN % $PV^4$ CFDN kg, CFDN g/kg $PV^{0,75\ (5)}$), FDNfe (CFDNfe % PV, FDNfe kg, FDNfe $PV^{0,75\ (5)}$), em dietas de alta proporção de concentrado…84

TABELA 9 - Características de carcaça de Nelore alimentado com dieta de alta proporção de concentrado. .....89

## CAPÍTULO 3

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.....110

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais. .....111

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) na matéria seca (% MS).....112

TABELA 4 - Níveis nutricionais das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS).....112

TABELA 5 - Médias de tempos despendidos em alimentação, ruminação, mastigação, ócio e ingestão de água em dietas de alta proporção de concentrado.....115

TABELA 6 – Médias de eficiências de alimentação (EAL) (g MS/h, g FDN/h, g FDNfe/h) e eficiência de ruminação (ERU) (g MS/h, g FDN/h, g FDNfe/h) em dietas de alta proporção de concentrado. .....119

TABELA 7 - Intervalo de tempo (min) por período gasto pelos animais, diariamente nas atividades de alimentação (alim), ruminação (rum), mastigação (mast), ócio e ingestão de água (ing água) em dietas de alta proporção de concentrado.....120

TABELA 8 - Estimativa de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) das dietas esperimentais.....126

TABELA 9 – Distribuição do tamanho das partículas no separador de partícula do Estado da Pensilvânia (PSPS) das dietas fornecidas aos animais. .....126

CAPÍTULO 4

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.....138

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais. .....139

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT) na matéria seca (% MS).....140

TABELA 4 - Níveis nutricionais das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT + BIN), de milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS). .....140

TABELA 5 - Efeitos de dietas de alta proporção de concentrado nos conteúdos do amido, MS fecal, pH fecal, escore de consistência fecal, FDN fecal e consumo de amido. .....144

TABELA 6 – Correlações entre o teor de amido fecal e pH fecal, ganho médio diário, eficiência alimentar com seus respectivos coeficientes de correlação e níveis de probababilidade. .....150

TABELA 7 – Correlações simples de valores de ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS), consumo de amido (CAM), consumo de fibra detergente neutro (CFDN), consumo de fibra detergente ácido (CFDA) com indicadores de ocorrências de consistência em fezes com características firmes (OCFF) e duras (OCFD).....151

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Padrão de comportamento alimentar dos tempos diários de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento. ..... 116

FIGURA 2 - Duração horária do tempo de alimentação (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento. ..... 121

FIGURA 3 - Duração horária do tempo de ruminação (min/h) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento. ..... 123

FIGURA 4 - Duração horária do tempo de ócio (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento. ..... 124

FIGURA 5 - Duração horária do tempo de ingestão de água (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento. ..... 125

FIGURA 6 - Características de fezes de bovinos Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento ..... 149

FIGURA 7 - Dispersão da relação de consumo de amido com a ocorrência de fezes com consistência dura. ..... 151

FIGURA 8 - Dispersão da relação de consumo de FDA com a ocorrência de fezes com consistência firme ..... 152

# LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Relação dos níveis de garantia e composição química dos núcleos incluídos nas dietas experimentais ..... 157

## LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| A - | Angus |
| AD - | Amido da dieta |
| AF - | Amido fecal |
| AGV - | Ácido graxo volátil |
| AOL - | Área de olho de lombo |
| BIN - | Bagaço “in natura” |
| BR - | Brahman |
| CA - | Caroço de algodão |
| CAM - | Consumo de amido |
| CC - | Comprimento de carcaça |
| CMS - | Consumo de matéria seca |
| CNE - | Carboidrato não estrutural |
| CPA - | Centro de Pesquisa em Alimentos |
| CS - | Casca de soja |
| CSP - | Casca de soja peletizada |
| DAT - | Digestão do amido no trato digestivo total |
| DFD - | Dark firm and dry |
| DIVMS - | Digestibilidade “in vitro” da matéria seca |
| DPA - | Departamento de produção animal |
| DT - | Dieta total |
| EAL - | Eficiência alimentar |
| EE - | Extrato etéreo |
| ef - | Fração efetiva |
| EL - | Energia líquida |
| ELg - | Energia líquida de ganho |
| ELm - | Energia líquida de mantença |
| EGS - | Espessura de gordura subcutânea |
| EM - | Energia metabolizável |
| ERU - | Eficiência de ruminação |
| EGSO - | Espessura de gordura subcutânea objetiva |
| EGSS - | Espessura de gordura subcutânea subjetiva |
| FDN - | Fibra detergente neutro |
| FDNe - | Fibra detergente neutro efetiva |
| FDNfe - | Fibra detergente neutro fisicamente efetiva |
| FDA - | Fibra detergente ácido |
| FC - | Força de cisalhamento |
| Ffe - | Fibra fisicamente efetiva |
| FFNF - | Fonte de fibra de não forragem |
| FS - | Farelo de soja |
| GMD - | Ganho médio diário |
| GMDCAR - | Ganho médio diário carcaça |
| GMDPV - | Ganho médio diário peso vivo |
| GMDPVZ - | Ganho médio diário peso vazio |
| H - | Hereford |
| IMS - | Ingestão de matéria seca |
| IN - | Instrução normativa |
| LANA - | Laboratório de análise de alimentos |

| | |
|---|---|
| LD - | *Longíssimus dorsi* |
| MAU - | Milho de alta umidade |
| Mcal | Megacaloria |
| MFV - | Milho floculado a vapor |
| MGI - | Milho grão inteiro |
| MGT - | Milho grão triturado |
| MIS - | Milho inteiro seco |
| MIV - | Milho interio a vapor |
| MI - | Milho inteiro |
| MO - | Matéria orgânica |
| MS - | Matéria seca |
| NeC - | Nelore comercial |
| NDT - | Nutrientes digestíveis totais |
| NeS - | Nelore selecão |
| NF - | Nitrogênio fecal |
| NRC - | National Research Council |
| P - | Pinzgauer |
| PB - | Proteína bruta |
| pH - | Potencial hidrogeniônico |
| pK - | Potencial de ionização |
| PCQ - | Peso de carcaça quente |
| PCF - | Peso de carcaça fria |
| PSPS - | Separador de partícula do Estado da Pensilvânea |
| PV - | Peso vivo |
| $PV^{0,75}$ - | Peso metabólico |
| RC - | Rendimento de carcaça |
| SA - | Sahiwal |
| SM - | Sorgo moído |
| TAL - | Tempo de alimentação |
| TMR - | Ração mistura total |
| TMT - | Tempo de mastigação |
| USDA - | United States Dpartament of Agriculture |
| WB - | Warner Bratzler |

# DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO PARA BOVINOS DE CORTE CONFINADOS

## RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado, sobre os desempenhos e características de carcaça, comportamento ingestivo e indicadores fecais de 20 bovinos Nelore, com idade de 28 meses. As dietas DT+BIN (10% de bagaço de cana “in natura”, 54,52% de sorgo moído, 10,94% de caroço de algodão, 18% de casca de soja, 2,54% de farelo de soja e 4% de núcleo farelado), MGI (10% de casca de soja, 75% de milho grão e 15% de núcleo peletizado) e DT (44,44% de sorgo moído, 16,70% de caroço de algodão, 28,89% de casca de soja e 10% de núcleo farelado) foram distribuídas aos animais em delineamento inteiramente casualizado em baias individuais. O consumo das dietas e dos nutrientes, foi determinado mediante diferenças entre o oferecido e as sobras. As dietas, depois de pesadas, foram distribuídas aos animais na forma de mistura total em duas refeições diárias, sendo 60% do total às 8h e 40% do total às 17h, permitindo-se sobras de aproximadamente 5% do ofertado. As pesagens dos animais foram realizadas no início do período experimental e a cada 21 dias, sempre em jejum hídrico e alimentar de 14 horas. Foram mensurados o pH e os comprimentos das meias-carcaças no momento da saída das câmaras, após o processo de resfriamento. Da meia-carcaça esquerda foram medidas AOL, EGSO à altura da 12$^{a}$ costela. No registro do tempo gasto em alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água foram adotadas observações visuais dos animais a cada cinco minutos, por quatro períodos integrais de 24 horas. Para determinação do pH das fezes e do amido fecal, amostras de fezes foram coletadas do reto de cada bovino. Houve diferença significativa ($P<0,05$) para as características de ganho de peso final e peso metabólico, sendo que os animais do tratamento DT+BIN peso final (498,43 kg e peso metabólico de 93,27 kg) e os animais do tratamento MGI peso final (481,67 kg e peso metabólico de 90,32 kg) foram mais eficientes do que os animais do tratamento DT com peso final (456,43 kg e peso metabólico de 88,52 kg). No desempenho de características de consumo, os animais que ingeriram as dietas DT+BIN (9,24 kg/dia) e MGI (7,34 kg/dia) foram mais eficientes do que os que consumiram a dieta DT (6,92 kg/dia). O consumo em percentagem do peso vivo do

tratamento DT+BIN foi maior em 20,99% em analogia ao tratamento MGI e 26,59% ao DT. Na avaliação da carcaça houve diferença significativa (P<0,05) somente para os atributos, peso de carcaça quente (PCQ) e espessura de gordura subcutânea subjetiva (EGSS). O PCQ do tratamento DT+BIN (281,81 kg) foi superior ao tratamento DT (238,20 kg), e não diferiu do tratamento MGI (268,98 kg). A característica EGSS foi superior para o tratamento DT+BIN em 12,36% quando confrontado ao tratamento MGI e 50% mais elevado quando cotejado ao tratamento DT. Houve diferenças nos tempos usados em mastigação, ruminação, ócio e ingestão de água entre os tratamentos (P<0,05), exceto para o tempo gasto em alimentação. Os tempos empregados em ruminação e mastigação foram maiores para o tratamento DT+BIN (181,20 e 278,40 min/dia), porém, quanto aos tratamentos MGI (94,20 e 171 min/dia) e DT (60 e 148,20 min/dia) não ocorreram diferenças (P>0,05). Os tempos de ócios e ingestões de água diferiram entre si, com valores de 436,80 e 4,46 min/dia para o tratamento DT+BIN, 546,0 e 2,81 min/dia para o tratamento MGI e 568,80 e 4,02 min/dia para o tratamento DT. Os valores médios em percentagem do amido fecal, matéria seca fecal, medida de pH para o local de fermentação do amido e consumo de amido/kg não foram influenciados (P>0,05) pelos tratamentos. O escore de consistência fecal e FDN das fezes foram influênciados (P<0,05) pelos tratamentos com valores de escore e FDN fecal de 3,12 e 46,29% para o tratamento DT+BIN, 2,92 e 35,65% para o tratamento MGI e 3,20 e 48,97% para o tratamento DT. A adição de 10% de BIN em dieta totalmente concentrada, promove melhoria no consumo de MS, g/kg de PV, % de MS em relação ao PV, maior peso e acabamento de carcaça. A dieta de alto grão (MGI) foi superior a dieta de alta proporção de concentrado (DT) para a característica de ganho de peso final aos 84 dias e peso de carcaça quente. O tempo gasto com ruminação, mastigação e a eficiência de alimentação (g FDN/h) e (g de FDNfe/h) foi mais alto para a dieta com adição de BIN. A consistência de fezes avaliada nos bovinos do tratamento DT+BIN com 90% de concentrado e 10% de BIN classificada como firme evidencia que estes animais tiveram uma melhor fermentação ruminal.

Palavras-chave: consumo, crescimento, fezes, ingestão

**BEEF CATTLE IN FEEDLOT SYSTEM FED HIGH GRAIN DIETS**

## SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effects of high grain diets on performance, carcass characteristics, feeding behavior and fecal parameters of 20 Nelore bovines with 28 months of age. The diets DT + BIN (10% sugar cane bagasse, 54.52% cracked sorghum, 10.94% whole cotton seed hulls, 18% soybean hulls, 2.54% soybean meal and 4% powder vitamin/mineral supplement), MGI (10% soybean hulls, 75% whole corn grain and 15% pellet vitamin/mineral supplement) and DT (44.44% cracked sorghum, 16.7% whole cotton seed hulls, 28.89% soybean hulls and 10% powder vitamin/mineral supplement) were offered to the animals in tie stalls in a completely randomized experimental design. Intake was determined through subtraction of the feed minus orts. Diets were offered to the animals in two daily meals, at 8h (60%) and 17h (40%), aiming approximately 5% of orts. Animals were weighed in the beginning of the experiment and every 21 days, always in water fasting and 14 hours after the last meal. The pH and the lengths of the half-carcasses were measured in the cool store after the cooling process had been completely finished. The areas of AOL and EGSO were taken from the left half-carcass in the $12^{th}$ rib. Registrations of time spent with feeding, rumination, rest and water intake were done by visual observations of the animals every five minutes during 24 hours. For determination of feces pH and fecal starch, samples of feces were taken from the rectum of each bovine. There was difference for final weight and metabolic weight ($P<0.05$). Animals fed the diet DT + BIN (498.43 kg final weight and 93.27 kg metabolic weight) and the diet MGI (481.67 kg final weight and 90.32 kg metabolic weight) were more efficient than the ones fed the diet DT (456.43 kg final weight and 88.52 kg metabolic weight). Dry matter intake was greatest for the animals fed the diet DT+BIN (9.24 kg/day) and MGI (7.34 kg/day) than animals fed the diet DT (6.92 kg/day). When intake was expressed as percentage of bodyweight, the treatment DT + BIN was 20.99% higher than MGI and 26.59% than DT. There was difference ($P<0.05$) in the weight of fresh carcass (PCQ) and thickness of subcutaneous fat (EGSS). PCQ in the treatment DT + BIN (281.81 kg) was higher than DT (238.2 kg), but did not differ from MGI (268.98 kg). Likewise, EGSS in the diet DT+BIN was 12.36% higher than the diet MGI and 50% higher than the diet DT. There was

difference for time spent with mastication, rumination, rest and water intake among diets (P<0.05), except for the time spent with feeding. Times spent for rumination and mastication were higher in the treatment DT + BIN (181.2 and 278.4 min/day), however there was no difference (P>0.05) between the diets MGI (94.2 and 171 min/day) and DT (60 and 148.2 min/day). Times spent for rest and water intake differed among treatments, with means of 436.8 and 4.46 min/day in the diet DT+BIN, 546 and 2.81 min/day in the diet MGI and 568.8 and 4.02 in the diet DT. Means of percentage of fecal starch, fecal dry matter, pH in the site of starch fermentation and starch intake were not influenced by diets (P>0.05). Score of fecal consistency and feces' NDF were affected (P<0.05) by treatments, with means of 3.12 and 46.29% in the diet DT+BIN, 2.92 and 35.65% in the diet MGI and 3.2 and 48.97% in the diet DT. The addition of 10% of BIN in high grain diet improves dry matter intake, weight gain and carcass quality. The MGI diet was greater than the DT diet in terms of daily weight gain at 84 days and fresh carcass weight. Times spent for rumination, mastication and feed efficiency (g NDF/h) and (g peNDF/h) were greatest in the diet DT+BIN. The fecal consistency evaluated in the animals belonged to the diet DT+BIN, scored as firm, suggests that these animals presented better ruminal fermentation.

Keywords: feces, growth, ingestion, intake

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil suplantou a Austrália nas exportações de carne bovina tornando-se o maior exportador deste produto no mundo. No ano de 2008, de janeiro a novembro, as exportações brasileiras foram de 1.438.246 toneladas equivalente carcaça, correspondendo a 3.380 bilhões de dólares (ABIEC, 2008). No entanto, quanto aos quesitos qualidade sanitária e organoléptica, a carne bovina brasileira é depreciada em relação aos seus principais concorrentes. Para que o Brasil seja mais competitivo e atenda os mercados compradores mais exigentes como a Coréia do Sul, Japão, Estados Unidos, Canadá e México, há necessidade urgente de melhorias na qualidade dessa mercadoria. Na atualidade, os consumidores estão cada vez mais exigentes, e entre os atributos mais requeridos se destacam: a maciez, a suculência e o sabor da carne.

Com as grandes transformações em que vive a pecuária brasileira, principalmente com o crescimento dos grandes confinamentos, mais que nunca, há necessidade urgente de desenvolver estratégias nutricionais com altos níveis de concentrados. Pretende-se desta forma, a melhoria no desempenho produtivo, manipulação na deposição de gordura de acabamento e marmoreio com efeitos no crescimento da carcaça e na qualidade de carne de animais confinados. Propõem-se com isto, baixar os gastos com dietas elaboradas, bem como, diminuir os custos operacionais na sua confecção e distribuição aos animais. Da mesma forma, em conseqüência disto, a mão de obra, tempo de confinamento, desperdícios de alimentos, investimentos em máquinas e instalações serão racionalizados, com reflexo positivo na rentabilidade da atividade.

Ao se trabalhar com rações completas de altos níveis de concentrado na alimentação de ruminantes, são necessárias algumas operações no manejo alimentar para que a estabilidade ruminal não fique comprometida durante este processo. Algumas estratégias, como a utilização de aditivos, fibras e o não processamento de alimentos, podem ter importância para prevenir distúrbios metabólicos ruminais, e com isto, não venha comprometer o desempenho dos animais.

TURGEON et al. (1983) verificaram maior desempenho em animais confinados alimentados com misturas de milho grão inteiro (MGI) e processados, quando comparados somente com milho inteiro e ou triturado. No entanto, misturas de grão de milho inteiro (MGI) e grão moído fino foram superiores, quando comparados somente com milho inteiro.

Nesse contexto, GALYEN & DEFOOR (2003) afirmaram que a adição de baixa percentagem de forragem em dietas de alta proporção de concentrado ajuda a prevenir distúrbios digestivos, e também maximiza o consumo de energia pelos bovinos confinados. GALYEN & GLEGHORN (2001), em pesquisa realizada através de questionário respondido por 19 consultores atuantes nos maiores confinamentos dos Estados Unidos, verificaram que as dietas de acabamento em animais confinados continham de 4,5 a 13,5% de forragem na matéria seca total da ração, com uma média de 9%.

De acordo com MERTENS (1997), o ajuste da fibra na composição da ração para bovinos é de fundamental importância pela sua efetividade na manutenção da atividade da mastigação e do pH ruminal. Para manter um pH peculiar de 6,2 é necessário que o animal consuma 6,32 kg de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe)/dia. Da mesma forma, para manter um pH típico de 5,9 é necessário o consumo de 3,66 kg de FDNfe/dia. Assim, menos pronunciada, mas talvez cumulativamente mais importante é a acidose ruminal subclínica que ocorre de 1 a 3 horas após uma refeição de concentrados. Isto se deve em parte, à redução do pH intra-ruminal até valores abaixo do limite para a celulólise e de uma certa forma à aquisição preferencial de substratos metabólicos pelos microorganismos amilolíticos mais competitivos (LEEK, 1993).

Neste sentido, o mais valioso sonho de nutricionistas de ruminantes é o de manipular e melhorar a eficiência da fermentação ruminal. Particularmente, pretende-se aumentar o rendimento do ácido propiônico ruminal, redução da metanogênese e rápida diminuição da proteólise ruminal e desaminação de proteínas dietéticas, desse modo, as trocas de fermentação no rúmen, devem aumentar a eficiência produtiva global em ruminantes (BERGEN & BATES, 1984).

Conforme SOUZA (2006), dietas com níveis elevados de concentrado passaram a ser avaliada de forma diferente pelos nutricionistas de bovinos, devido ao aumento da produção agrícola de grãos nos últimos anos. Juntamente ao crescimento da produção de cereais, houve também aumento na disponibilidade de

resíduos oriundos desses grãos, como os farelos de soja e algodão. Com isso, conseguiu-se uma redução na diferença do custo por unidade de energia da dieta entre volumoso e concentrado acontecendo inclusive casos em que o custo por unidade de energia da dieta no concentrado é menor do que no volumoso. Por esses motivos, observou-se aumento na proporção de concentrado em dietas de bovinos de corte confinados.

Por outro lado, BULLE et al. (2002) enfatizaram que no Brasil, as dietas para confinamento têm sido tradicionalmente balanceadas com altas proporções de volumosos. Em anos de preços vantajosos de concentrados, dietas de alta proporção de concentrado viabilizaram-se economicamente, havendo redução nos custos da mão-de-obra, tornando a atividade mais rentável. Neste tipo de dieta, a fonte de volumoso entra apenas com a função de estimular a ruminação e salivação, bem como formar um "colchão" de fibras no rúmen, aumentando o tempo de permanência do alimento, portanto, este efeito é obtido pela chamada fibra efetiva.

Com isto, pode-se afirmar que o estudo de estratégias nutricionais com ração mistura total (TMR) de alta proporção de grão e de concentrado no Brasil, poderão ser úteis para a terminação de bovinos em confinamento.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de dietas completas de alta proporção de concentrado sobre os desempenhos e características da carcaça, comportamento ingestivo e indicadores fecais de bovinos machos da raça Nelore.

# 2 REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1 Consumo alimentar, tamanho de partículas e digestibilidade

Fatores que regulam a ingestão da matéria seca (IMS) pelos ruminantes são complexos e não estão completamente esclarecidos. Várias são as causas que afetam o consumo da matéria seca (CMS). Dentre elas destacam-se: composição corporal, especialmente percentagem da gordura corporal, sexo do animal, idade, estágio fisiológico, tamanho corporal, ambiental e por último, manejo e fatores dietéticos. A suplementação de forragem com concentrado baseado em grãos, muitas vezes diminui o consumo da forragem, tal efeito, caracteristicamente é maior em forragem de alta qualidade do que em forragem de baixa qualidade. Além do mais, a moagem dos alimentos pode afetar o consumo, no entanto, o efeito depende do tipo do alimento. Forragem finamente moída pode aumentar o consumo, presumivelmente, através do efeito da passagem da ingesta (NRC, 1996).

KETELAARS & TOLKAMP (1992) desenvolveram a hipótese que uma carga ácida metabólica mais alta é responsável pela diminuição parcial da eficiência da utilização da energia metabolizável (EM) quando o consumo de energia metabolizável é aumentado. O nível de consumo em que a eficiência máxima de utilização de oxigênio é alcançada está ligada à presença de uma elevada carga ácida, e dessa forma, à concentração ótima de ácido graxo volátil (AGV). A regulação do consumo objetiva a manter tal concentração em todo compartimento corporal. O fato de que a concentração ótima de AGV no sangue e intestino difere conforme a qualidade do alimento pode ser devido à diferença na condição da absorção e utilização de AGV entre os alimentos. Estas situações, provavelmente, variam de acordo com as diferenças nas funções da recirculação interna de eletrólitos, na proporção de nutrientes absorvidos através do intestino e diferenças nas produções endógenas de ácidos.

Os ruminantes, para atingirem produções máximas precisam consumir quantidades suficientes de energia, proteína, minerais e de algumas vitaminas. Além do mais, a estrutura física dos alimentos deve ser considerada quando se deseja otimizar uma ração. Para alcançar níveis produtivos mais elevados, torna-se necessário elevar substancialmente o fornecimento de concentrados, porque os

volumosos, geralmente, não apresentam níveis suficientes daqueles nutrientes necessários para maximizar a produção (SILVA et al., 2002).

O mérito do processamento de grãos tem sido debatido por muitos nutricionistas por anos, e contraditoriamente, dados relatados na literatura e princípios históricos estariam limitando o uso de milho inteiro em dietas de confinamento (GOROCICA-BUENFIL & LOERCH, 2005). No entanto, GAEBE et al. (2007) citaram que a maioria dos métodos de processamento de grãos tem como principal objetivo melhorar a disponibilidade do amido, que resulta em aumento da digestão e eficiência alimentar. Em dietas para gado confinado, o processamento de grão pode melhorar a eficiência alimentar de 3 a 5% para o grão de milho e 8 a 15% para o grão de sorgo. Conseqüentemente, maximizando a fermentação do amido ruminal, prevenindo situação que conduz ao distúrbio ruminal é desejável (TRICARICO et al., 2007).

No desempenho de bovinos terminados em confinamento, o local e a dimensão da digestão do amido no trato gastrintestinal podem ser influenciados pelo tamanho da partícula de milho (WALDO,1973; GALYEAN et al., 1979) e nível de forragem (VANCE et al., 1972; COLE et al., 1976a).

A digestão do amido no trato digestivo total (DAT), usualmente está acima de 95%, embora o grau do processamento altere este número consideravelmente. A digestão ruminal no DAT é alta para muitas espécies de grãos, exceto para grãos de milho e sorgo, muito utilizado para grandes ruminantes, especialmente bovinos. O coeficiente de digestibilidade classifica os métodos de processamentos, do menor para maior da seguinte forma: integral, laminado, moído, alta umidade e floculado a vapor. A digestão de amidos de milho e sorgo no DAT de bovinos ocorre em média 80% no rúmen (OWENS et al., 1986).

A digestão eficiente de grãos de cereais por microorganismos ruminais requer um grande preparo das enzimas fibrolíticas, proteolíticas e amilolíticas. O nível em que a proteína e carboidrato estrutural são escudos sustentando os grânulos de amido de ataque enzimático difere entre os grãos de cereais. Embora a produção de amilase microbiana seja aumentada quando grãos de cereais são fornecidos, o nível nas quais estas enzimas digerem o amido depende da resistência do carboidrato estrutural e barreiras protéicas à digestão microbiana. Conseqüentemente, a magnitude da atividade microbiana proteolítica e amilolítica,

talvez pode não ser indicativa da extensão em que o grão de cereal é digerido no rúmen (MCALLISTER et al., 1993).

Conforme HENRIQUE et al. (2007), o principal componente energético do grão de milho é o amido, que, nos ruminantes, pode ser fermentado no rúmen ou no intestino grosso ou digerido enzimaticamente no intestino delgado. Por outro lado, segundo ORSKOV (1986), a tentativa de definir o aumento da digestão pós-ruminal do amido provavelmente criaria mais dificuldades do que a intenção para resolver. Estes problemas são devidos às restrições de digestão do amido no intestino delgado, limitações da absorção da glicose, remoção quando quantidades consideráveis alcançam o intestino grosso e também a estimulação da produção de insulina, que pelo menos para a lactação, não traz qualquer benefício.

Três experimentos avaliaram os efeitos da idade e nível de forragem na dieta utilizando milho grão inteiro ou triturado para bovino confinado. Duas idades foram analisadas, animais desmamados com 254 kg e de um ano com 477 kg. A idade do gado e o processamento do milho (triturado) não afetaram as digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), amido, proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN) ou fibra detergente ácido (FDA). Para dieta de alta forragem, novilhos alimentados com milho triturado tiveram IMS 7% a mais do que aqueles alimentados com milho inteiro, enquanto para dietas de baixa forragem, o processamento do grão não afetou IMS. O processamento do milho não forneceu benefícios adicionais para o desempenho de bovino em confinamento nas condições experimentais (GOROCICA-BUENFIL & LOERCH, 2005).

Portanto, relatos conflitantes têm sido publicados em benefícios de processamento de milho. Além disso, a falta de resposta na digestibilidade da dieta e desempenho de bovino para consumo de milho processado, demonstra que o custo adicional de moagem do milho pode não ser justificado. Apesar de tudo, benefícios do processamento do milho podem depender do período de tempo da alimentação em confinamento (GOROCICA-BUENFIL & LOERCH, 2005).

Com dieta de alta proporção de forragem, a digestão do amido tende a mudar de local, porém, alto consumo de amido não tem consistentemente reduzido a digestão no rúmen ou no intestino delgado. De qualquer forma a digestibilidade do amido no DAT é usualmente muito alta, e o local da digestão pode indiretamente alterar o lugar e extensão da digestão dos componentes da parede celular. Estas interações podem explicar uma porção de efeitos associativos negativos entre grãos

e forragens. Logo, se o amido passa pelo rúmen a uma dimensão que excede 70% de sua digestibilidade, o amido que escapa melhora a eficiência energética de produção dos animais ruminantes (OWENS et al., 1986).

Entretanto, GALYEAN et al. (1979) estudaram o tamanho da partícula, extensão e local da digestão da matéria seca e amido em novilhos alimentados com dietas a base de milho. Assim, os autores verificaram que o milho inteiro tem menor digestibilidade ruminal (70,8%) do que o amido do milho triturado (91,7%). Além do mais, a digestão do amido no trato total é mais baixa (88,2%) para o milho integral do que para 3,18 mm (94,55), 4,76 mm (93,7%) e 7,94 mm (93,5%). Por outro lado, a digestão do amido no intestino é geralmente baixa, particularmente para grãos triturados. Assim, a alteração na semente integral, pela mastigação mostra-se necessária para maximizar a digestão total do amido.

Em dietas com predomínio de forragens o pH do fluído ruminal situa-se entre 6,2 e 7,0, enquanto dietas baseadas em concentrados resultam em valores de 5,5 a 6,5, sendo a digestão da celulose inibida quando o pH atinge valores inferiores a 6,0, o que pode prejudicar a digestibilidade da dieta (CAMPOS et al., 2007).

Em gado de corte, dietas baseadas em grãos são controladas principalmente por fatores metabólicos, e não são limitadas pela quantidade de volumoso. Apesar de tudo, pequeno aumento (5% de MS ou menos) na concentração de forragem volumosa e mudança de menos fonte de fibra para mais fonte de fibra de forragem eleva a IMS para bovino em confinamento. Assim, adicionando-se uma pequena percentagem de forragem à dieta de alto concentrado ajuda prevenir distúrbios digestivos e maximizar consumo de energia líquida para ganho. Portanto, dados analizados indicam que um caminho nesta direção descreve que o efeito da fonte de forragem e nível na IMS é para equalizar a percentagem de dieta de FDN suprida pela forragem (GALYEAN & DEFOOR, 2003).

Conforme GALYEAN & DEFOOR (2003), dados de literatura são claros que fontes e níveis de forragens podem ter um efeito substancial na IMS em gado alimentado com dieta de alta proporção de concentrado. Efeitos de maiores mudanças nos níveis de forragens (maior de 5% na MS) na IMS podem simplesmente refletir a diluição da energia, que o bovino aumenta, presumivelmente em uma tentativa para manter o consumo de energia. Porém, é duvidoso que pequena alteração no nível ou fonte de forragem possa afetar bastante a densidade de energia por explicar relativamente  o grande aumento ou diminuição freqüente

observada na IMS como resultado destas alterações. Ocasionalmente, compensação exagerada na IMS ocorre, com melhora associada no desempenho. Mudanças na fração de FDN da dieta fornecida pela forragem, conforme variações de níveis e fontes parecem associadas com os efeitos das fontes dos níveis da forragem e fontes na IMS.

Então, com um maior consumo de FDN por unidade de grão pode ser esperado um pH ruminal mais estável. A carga ácida metabólica resultante mais baixa, também pode ser diminuída simplesmente por causa da proporção do substrato fermentável por uma quantidade menor de mordida, porém, a maior proporção de FDN em cada mordida pode estimular mais a mastigação e secreção de saliva. Se o número total de mordidas aumenta até que a carga ácida se tornar limitante, o consumo de energia total pode exceder a suposta compensação esperada para a diluição só da energia. O nível de FDN da forragem demandado para obter maior compensação na IMS, provavelmente, difere entre e dentre fontes de forragens conforme a concentração de FDN e da mudança da fonte com respeito à maturidade (GALYEAN & DEFOOR, 2003).

Por conseguinte, mudanças na passagem dos componentes da dieta pelo rúmen podem estar relacionadas na alteração da IMS, como conseqüência nas diferenças dos níveis e fontes de forragens. Se a FDN da forragem aumenta a passagem da porção do grão da dieta, menos fermentação ocorrerá no rúmen, resultando em uma diminuição da carga ácida, e potencialmente maior IMS (GALYEAN & DEFOOR, 2003).

Efeitos da forma física da forragem no tempo de retenção e enchimento ruminal mostram-se pequenos quando baixo nível de fibra é usado na alimentação. Depressão na digestibilidade associada com moagem fina de volumoso de alta qualidade está relacionada à diminuição da taxa de digestão. Queda na digestibilidade em alto consumo está relacionada ao tempo mais curto de retenção ruminal. Portanto, o consumo de dietas com alta forragem pode ser uma função da quantidade e taxa de digestão da parede celular potencialmente digestível e a liberação de resíduos indigestíveis (potencialmente digestível e indigestível) através do rúmen. Resíduo alimentar pode escapar do rúmen pela digestão ou passagem, para ocorrer o consumo adicional quando o enchimento limita o consumo. Dessa forma, o consumo do alimento pode afetar a digestibilidade através de curto tempo de retenção no rúmen e baixa taxa de digestão (SHAVER et al.,1986).

A taxa e a extensão da digestão do amido no rúmen são determinadas pela intrincada ligação entre diversos fatores, incluindo fonte de amido da dieta, composição da dieta, quantidade do alimento consumido por unidade de tempo, alterações mecânicas (processamento do grão, mastigação), alterações químicas (grau de hidratação e gelatinização) e grau de adaptação da microbiota ruminal à dieta. Em geral, a taxa de digestão da partícula do alimento no rúmen está diretamente ligada à extensão da digestão e o aumento na taxa de passagem da partícula do alimento, que está diretamente ligada ao aumento do consumo do alimento (HUNTINGTON, 1997). Nesse contexto, CARTES & GROVUM (1990), afirmaram que o consumo do alimento e a salivação são aspectos importantes da função e produção ruminal. Portanto, as funções do rúmen envolvem: digestão fermentativa, absorção e a movimentação da ingesta através do retículo-rúmen para o intestino delgado. Em vista disso, a função ruminal inclui motilidade para mistura do conteúdo no rúmen, ruminação, eructação, microbiologia, bem como, fluxo sanguíneo epitelial, integridade e desenvolvimento.

Os efeitos nutricionais resultantes da presença ou ausência de forragem em dietas de ruminantes são presumivelmente influenciados pela natureza bioquímica associadas com mudanças na digestão e absorção. A mudança mostra-se grandemente incorporada com alterações na natureza e quantidades de vários produtos finais da digestão (BALCH, 1971).

LLAMAS-LAMAS & COMBS (1991) argumentaram que o efeito associativo negativo de combinação de forragem com alta quantidade de grãos de cereais, provavelmente podem afetar a digestibilidade da FDN do concentrado mais do que da FDN de forragem. Por ser o carboidrato a maior fonte de energia dos microorganismos do rúmen, uma redução na digestibilidade ruminal de carboidratos potencialmente degradáveis diminuiria o suprimento de proteína microbiana para o intestino delgado (CRAIG et al., 1984).

Ainda que a perda da FDN potencialmente digestível possa ocorrer, a IMS parece não diminuir muito até que a FDN da forragem esteja abaixo de 14 a 16% da MS da dieta. De modo oposto, a substituição do amido com FDN de não forragem parece aumentar a digestibilidade da fibra, principalmente, em dietas com alta concentração de carboidrato não fibroso, isto ocorre, aparentemente por causa do reduzido efeito associativo negativo. Aumentando a concentração de FDN total

acima de 35%, também pode diminuir a IMS com pequena melhoria na digestibilidade de FDN (FIRKINS, 1997).

O processo de digestão ruminal é uma seqüência dinâmica e sinérgica de eventos que influenciam a fermentação do produto final e distribuição de fontes de carboidratos pós-ruminal. O grau pelo qual este processo se manifesta no sistema é altamente dependente do tipo e quantidade da fonte de carboidrato consumida pelo animal. Taxa e extensão da digestão é componente crítico no processo. Outros fatores que influenciam a digestão são os processamentos de grão, a redução no tamanho da partícula e taxa de passagem da partícula (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

De acordo com HEINRICHS & KONONOFF (2002), o comprimento adequado das partículas de forragem é necessário para função apropriada do rúmen. Tamanho reduzido da partícula de forragem mostra diminuição no tempo de mastigação e causa uma tendência à diminuição do pH do rúmen. Paralelamente, quando partículas alimentares são longas demais, os animais selecionam mais a ração, e por último, a dieta consumida é muito diferente do que a originalmente formulada. Nesta circunstância, a distribuição do tamanho da partícula na ração total é mais importante do que a proporção de partículas maiores.

Conforme KONONOFF et al. (2003), o separador de partícula do Estado da Pensylvania (PSPS) é um método útil para estimar o tamanho de partícula de forragem e ração mistura total (TMR). Dessa maneira, os pesquisadores sugeriram o acréscimo de uma terceira peneira com 1,18 mm de abertura, e leve agitação na freqüência de 1,1 Hz ou maior batida de comprimento de 17 cm (66 ciclos/ minutos) para análise do tamanho de partícula.

Conseqüentemente, o principal objetivo de analisar o tamanho de partícula é avaliar a distribuição dos alimentos que o bovino vai consumir. Checar não somente as partículas maiores de um determinado tamanho, e também a distribuição geral das partículas de alimentos consumidos pela vaca. Avaliação de amostras de alimentos da TMR fresca no cocho é recomendada antes dos animais comerem ou selecionarem os alimentos. Misturas e distribuições de alimentos nos equipamentos podem reduzir o tamanho das partículas, portanto, necessitam de avaliações durante a suplementação (HEINRICHS & KONONOFF, 2002).

Por conseqüência, em condições ideais não mais do que 8% do material deverá ser retido na peneira superior. Assim, a orientação de avaliação para TMR

para bovinos de alta produção é de 2 a 8% das partículas na peneira superior, 30 a 50 % na peneira do meio e peneira inferior, e não mais do que 20% no fundo da peneira (HEINRICHS & KONONOFF, 2002).

De acordo NOCEK & TAMMINGA (1991), sob algumas condições pode ser benéfico o aumento da provisão de amido ao intestino delgado. Embora a alimentação de milho inteiro ou quebrado grosseiramente diminua a digestibilidade do amido do rúmen, quando comparada com o milho triturado finamente, a maior partícula do milho pode não ser enzimaticamente digerida no intestino delgado. Em acréscimo, a passagem de maiores e mais densas partículas de milho através do trato intestinal aceleram diminuindo a digestão no trato total.

COSTA et al. (2005) demonstraram que a digestibilidade da fração FDN diminuiu de forma linear com a adição de concentrados à ração. O acréscimo de concentrado às dietas de ruminantes pode provocar redução na digestibilidade ruminal da fibra, em decorrência do aumento nas proporções dos carboidratos prontamente fermentáveis e da conseqüente redução do pH do ambiente ruminal, que pode reduzir sensivelmente a atividade das bactérias fibrolíticas. Considerando esta premissa verdadeira, conclui-se que a queda na digestibilidade da fração FDN pode ser justificada pelo aumento de carboidratos prontamente fermentáveis.

## 2.2 Fibra indigestível em detergente neutro (FDN) em dietas para bovinos

A fibra tem sido reconhecida como um ingrediente necessário na dieta para muitas espécies animais herbívoras, sendo importante para a função ruminal normal de ruminantes. A qualidade da fibra varia de acordo com a fermentabilidade, tamanho da partícula e capacidade tampão. Portanto, fibra insolúvel grosseira é adequada para o estímulo da função ruminal. Isto corresponde a FDN da forragem, assim, a FDN é a medida preferida para alimentação de ruminantes em programa de formulação das dietas (VAN SOEST et al., 1991).

Análise química de FDN fornece uma útil descrição de forragens e de outros alimentos. Entretanto, o uso de FDN como única medida de contribuição de fibra de um alimento tem sido problemática para duas classes de alimentos: forragens processadas dentro de diferentes formas físicas e subprodutos de alta fibra. Subproduto e forragem fisicamente finos contribuem para o valor da fibra da ração para ruminantes, porém, contribuem menos do que forragem longa. Portanto,

alguns fatores de descontos devem ser determinados para estes alimentos se requerimentos de fibra são usados na formulação da amostra dos carboidratos das dietas. O fator efetividade aplicado a FDN destes alimentos fornece uma medida de melhora no valor da fibra. Medida de efetividade de um alimento de alta fibra difere quando estimado pela mastigação e pela proporção de acetato para propionato em gado de leite (ARMENTANO & PEREIRA, 1997).

As propriedades físicas das rações para ruminantes são afetadas pelas proporções de volumosos e rações concentradas, tipo de forragem e concentrado, proporções de fontes de fibra de não forragem (FFNF) trituradas, tamanho das partículas e processamento dos ingredientes das rações (MERTENS, 1997).

FFNF são subprodutos de plantas produzidos pela extração de amido, açúcar, ou outros constituintes de valores não fibrosos. As FFNF podem ter conteúdos de FDN semelhante às forragens grosseiras, porém, o tamanho das partículas é semelhante ao concentrado. Forragem moída finamente pode comportar-se semelhantemente a FFNF (PEREIRA et al., 1999).

A fibra fisicamente efetiva (Ffe) é a fração do alimento que estimula a atividade de mastigação. A mastigação, em troca, estimula a secreção de saliva. Tampões bicarbonato e fosfato na saliva neutralizam os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica no rúmen. O balanço entre a produção da fermentação ácida e secreção tampão é o maior determinante do pH ruminal. Baixo pH ruminal pode diminuir a IMS, digestibilidade da fibra e produção microbiana. Dessa forma, diminui a produção de carne e o aumento dos custos dos alimentos. Dietas devem ser formuladas para manter adequado pH ruminal e a variação no pH será minimizada pelo manejo da alimentação. Portanto, a fração da matéria orgânica que é fermentada no rúmen varia grandemente entre as dietas (MICHAEL, 1997).

Uma recomendação comum é o suprimento mínimo de 26 a 28% de FDN na MS total da dieta com 75% de FDN suprida pela forragem. Esta linha de trabalho satisfatória para rações tradicionais contém claramente definida forragem e concentrado; entretanto, energias elevadas distintas e altos alimentos alternativos em fibras são difíceis para categorizar concentrado ou forragem (CLARK & ARMENTAN0, 1993). Entretanto, a efetividade da fibra nos subprodutos e forragens é variável por causa de diferenças na distribuição do tamanho das partículas da fibra e tempo de retenção da fibra no rúmen (MICHAEL, 1997).

Diferenças nas quantidades e propriedades físicas da fibra podem afetar a utilização da dieta e desempenho do animal. Quando demasiada fibra é incluída na ração, a densidade da energia é baixa, o consumo é reduzido e a produtividade é diminuída. Quando pouca fibra é incluída na ração, uma variedade de sintomas pode ocorrer, abrangendo desde alteração na fermentação do rúmen, a acidose severa resultando em morte (MERTENS, 1997).

Ruminantes necessitam de forragens em suas dietas para maximizar a produção e manter a saúde sustentando um ambiente estável no rúmen. A habilidade da forragem para estimular a mastigação foi investigada extensivamente por causa da relação entre mastigação e o fluxo de tampão salivar no rúmen, o qual é necessário para neutralizar a fermentação ácida (BAILEY & BALCH, 1961; EMERY et al., 1960).

Formulação de ração baseada em FDN, embora permitindo um dos mais importantes objetivos do balanceamento da ração, o qual é definir o limite superior da proporção volumoso: concentrado, não considera a diferença sutil da fibra que está associada com a cinética da digestão e passagem e com as características físicas. A característica física da fibra se torna crítica quando a tentativa é definir o limite mais baixo aceitável para a proporção de volumoso: concentrado em rações. FDN mede as características químicas da fibra, mas não as características físicas tais como: tamanho da partícula e densidade. A FDN pode ser usada efetivamente para definir o limite mais baixo da proporção de volumoso: concentrado quando misturas simples de forragens longas ou picadas grosseiramente são misturadas com concentrados de baixa fibra para formular ração. Todavia, a FDN é menos efetiva na formulação de ração quando forragem finamente picada ou FFNF são usadas (MERTENS, 1997).

Fibra indigestível em detergente neutra fisicamente efetiva (FDNfe) é diferenciado da fibra indigestível em detergente neutra efetiva (FDNe) na base da seguinte definição. A FDNfe está relacionada às caracterísitcas físicas da fibra (primariamente ao tamanho da partícula) que influencia a atividade da mastigação e a natureza bifásica do conteúdo ruminal (esteira flutuante das grandes partículas em uma união de líquidos e pequenas partículas). A FDNe está relacionada à soma total da habilidade de um alimento para substituir a forragem ou volumoso na ração, assim que a percentagem de gordura no leite produzido pela vaca ingerindo a ração é efetivamente mantida. Portanto, a FDNfe relaciona somente às propriedades

físicas da fibra, dessa forma, a FDNfe é um termo e conceito mais restrito do que a FDNe (MERTENS, 1997).

De modo distinto a definição da FDNfe e FDNe ajuda a esclarecer a resposta animal que é usada para avaliar a efetividade da fibra. Assim, a resposta animal associada com a FDNfe é a atividade da mastigação. A FDNfe de um alimento é o produto da concentração da FDN e o fator da efetividade física (pef). Por definição, pef varia de 0, quando a FDN não é efetiva em estimular a atividade de mastigação, e 1, quando a FDN é completamente efetiva na promoção da mastigação. Portanto, a FDNfe está relacionada à concentração da fibra, tamanho da partícula e redução do tamanho da fibra, à formação de esteira ruminal, a qual pode ser um fator crítico para a seletividade da fibra retida no rúmen, determinando a dinâmica da fermentação ruminal, passagem e estimulação da ruminação. A FDNfe também, está relacionada à saúde ruminal e depressão de gordura, porque o pH ruminal e o padrão de fermentação podem ser a função de produção tampão da saliva, durante a ingestão e ruminação (MERTENS, 1997).

POPPI et al. (1985) concluíram que partículas retidas em uma peneira de 1,18 mm têm uma alta resistência à passagem através do rúmen de bovinos e carneiros. Portanto, de acordo com MERTENS (1997), um simples sistema para estimar a FDNfe através de medidas químicas e físicas no laboratório pode ser baseado na concentração de FDN e proporção da partícula retida na peneira de 1,18 mm. Assim, supondo-se que a pef é igual à proporção de partículas retidas na peneira de 1,18 mm, a FDNfe pode ser estimada pela multiplicação da concentração de FDN pela proporção de partículas retidas na peneira.

Nesse contexto, a efetividade física da fibra está relacionada a grande quantidade de fatores, incluindo a IMS, tamanho da partícula, aspecto da partícula, fragilidade, umidade, tipo de preservação e proporção do tempo de ingestão para o tempo de ruminação (MERTENS, 1997).

RESENDE et al. (2001) estudaram dietas experimentais com a proporção de volumoso: concentrado de 85:15; 70:30; 55:45; 40:60 e 25:75, com níveis decrescentes de FDN de 65,9; 56,4; 47,5; 38,9; e 30,1%, respectivamente, na base da MS. Os autores concluíram que os níveis de concentrado na dieta afetaram a ingestão dos nutrientes, observando-se resposta quadrática, em função do aumento dos níveis de concentrado na dieta. Este tipo de resposta indica a existência de níveis ótimos de inclusão de concentrado ou volumoso para a máxima eficiência de

utilização dos nutrientes. Assim, a maximização da ingestão de nutrientes digestíveis ocorre com níveis de ingestão de fibra em detergente neutro, variando de 1,25 a 1,02% do peso vivo, portanto, para bovinos de corte, a ingestão ótima de FDN para o máximo desempenho encontra-se na faixa recomendada pelo NRC para bovinos de leite, de 1,2% ± 0,1% do peso vivo (PV).

Para manter a digestão da fibra e produção microbiana máxima, um pH ruminal de 6,2 ou acima é necessário, o qual por sua vez requer no mínimo 20% de FDNe na dieta. Níveis de FDNe recomendados para bovinos confinados são: dieta de alto concentrado para maximizar a eficiência alimentar (bom manejo de cocho e inclusão de ionóforos), o nível mínimo necessário de FDNe é de 5 a 8% da MS da dieta. Dietas misturadas (manejo de cocho variável e sem ionóforos), o nível mínimo necessário de FDNe é de 20% da MS da dieta. Dieta de alto concentrado para maximizar a digestão da FDN e ou produção de proteína microbiana, o nível mínimo necessário de FDNe também é de 20% da MS da dieta. Portanto, tamanho de partícula, densidade e grau de hidratação, são os maiores fatores na determinação da efetividade da FDN em manter o pH acima de um nível acidótico. Então, cortar, triturar e peletizar forragem reduz a efetividade da FDN. Portanto, grãos processados (quebrado, laminado, triturado e floculado) têm mais baixos FDNe do que grãos secos e inteiros (PRESTON, 1998).

## 2.3 Desempenho e eficiência alimentar

Confinamentos requerem estimativas precisas de consumo de alimento, eficiência alimentar e ganho de carcaça, para efetivamente controlar custos e predizer lucros. Freqüentemente, o ganho médio diário (GMD) é um guia apropriado porque afeta os custos diretamente através de dias de alimentação e a relação com ganhos de carcaças, e indiretamente, por causa da alta correlação com a eficiência de conversão alimentar (MEISSNERL et al., 1995).

A habilidade de ganho de peso de bovinos é influenciada pelo nível nutricional ao qual são submetidos. Entretanto, a melhoria do nível nutricional proporciona aumento no custo da alimentação, o que às vezes, pode tornar a atividade de baixa rentabilidade, principalmente quando os animais não possuem potencial para altos ganhos de peso. Assim, o consumo, a conversão alimentar e o

ganho de peso são variáveis importantes na avaliação dos animais (SILVA et al., 2002).

LANNA (1996) afirmou que diversos fatores alteram a eficiência do crescimento de bovinos. Dentre eles destacam-se o peso, idade, nutrição, genótipo (raça e tamanho corporal), sexo, utilização de hormônios exógenos e manipulação do genoma. Destes componentes, LOPES & MAGALHÃES (2005) demonstraram que a nutrição exerce grande influência sobre o custo de produção, chegando a representar 30,25% na terminação de bovinos de corte em confinamento, quando se incluem os animais na composição desses custos.

BARTLE et al. (1994) verificaram que o aumento do conteúdo de forragem na dieta incrementou o consumo de matéria seca. O ganho de peso decresceu linearmente conforme aumentou o nível de forragem; houve somente uma pequena diferença entre 10 e 20% de equivalente forragem (0,01 kg/dia) e uma grande queda no ganho de peso entre 20 e 30% de equivalente forragem (0,07 kg/dia). A eficiência de ganho diminuiu linearmente à medida que o conteúdo de forragem aumentou.

Experimentos foram conduzidos para determinar o efeito da idade de bovinos e nível de forragem na dieta utilizando milho grão inteiro (MGI) ou triturado (MGT) em confinamento. Duas idades foram avaliadas, animais desmamados com 254 kg e de um ano com 477 kg. No experimento total, o ganho de peso diário, conversão alimentar, rendimento, classificação USDA “Choice” e classificação de produção da carcaça, não foram afetados pelo processamento do milho. Gado com menos tempo na alimentação cresceu mais rapidamente e eficientemente quando foi alimentado com milho triturado, enquanto que gado com mais tempo na alimentação teve maior ganho de peso diário e conversão alimentar, quando alimentado com milho integral. Para dietas de baixa forragem, bovinos alimentados com milho integral ganharam peso 6% mais rápido do que aqueles alimentados com milho triturado. Para dietas de alta forragem, alimentação de milho integral o ganho de peso diário foi 6,1% menor (GOROCICA-BUENFIL & LOERCH, 2005).

Alta eficiência alimentar em dietas de baixa forragem pode ser esperada devido ao aumento na concentração de energia, devido à diminuição do nível de forragem. A forragem é incluída em dietas de confinamento para melhorar a condição de saúde ruminal. A inclusão de 5,2% de silagem de milho na dieta (base MS) fornece adequada forragem para manter boa saúde ruminal (KOENIG et al.

2003); assim, novilhos são hábeis para tirar vantagem da mais alta concentração de energia na dieta.

Maior ênfase na alta produção por animal e melhora na eficiência da produção têm estimulado o uso de alta energia na ração para alimentação de ruminantes. Entretanto, a eficiência teórica esperada da conversão alimentar, freqüentemente, não tem sido obtida por causa de fatores desconhecidos que limitam a utilização dos nutrientes. Um dos muitos fatores que afetam a eficiência de conversão é a diminuição da utilização do amido em alto consumo de alimento (WHEELER & NOLLER, 1997).

Conforme THEURER (1986), a conversão alimentar e o ganho médio diário para milho integral e laminado seco foram semelhantes. Assim, o amido é o nutriente básico na dieta de ruminante usado para promover alto nível de produção. Então, a utilização ótima de amido é fundamental para a melhora da eficiência da produção de produto animal. A fonte principal de amido em dietas são grãos de cereais como cevada; milho e sorgo grão. A melhoria na utilização do amido parece ser a principal razão para aumentar a conversão alimentar de gado alimentado com dietas processadas de alto grão. O maior local de digestão de amido de cereal é usualmente o rúmen. O processamento aumenta a degradação do amido no rúmen e diminui a sua quantidade digerida pós-ruminalmente.

Em um ensaio de confinamento, novilhos Hereford foram alimentados com dietas contendo 15, 30 e 50% de feno em combinação com 74, 59 e 39% de milho integral e farelo de soja suplementar. Os novilhos consumiram 9,0, 9,0, e 7,6 kg de MS por dia; ganharam 1,19, 0,89, e 0,67 kg; e tiveram uma conversão alimentar de 7,6, 10,1 e 11,5, respectivamente. O baixo desempenho de novilhos alimentados com 30 e 50% de feno em relação aos da dieta com 15% de feno pode ser atribuído ao menor valor de energia metabolizável e redução do consumo de MS. O aumento do feno de 15 para 50% resultou em efeito quadrático para a FDA do feno (LEDOUX et al., 1985).

Três ensaios foram conduzidos para avaliar dietas de acabamento contendo 67% milho floculado a vapor (MFV), milho inteiro a vapor (MIV) e milho inteiro (MI). A eficiência alimentar foi melhor para novilhos alimentados com MFV (5,06 kg/MS/kg de ganho) do que para aqueles alimentados com MI (5,62) e MIV (5,79). Portanto, melhora na eficiência alimentar obtida para os novilhos alimentados com MFV comparado com aqueles alimentados com MIV e MI está

indubitavelmente, relacionada à melhoria na digestibilidade da matéria orgânica, amido e mais a taxa de retenção no trato gastrintestinal (RAMIREZ et al., 1985).

Para REINHARDT et al. (1998), o tamanho de partícula no regime de alimentação restrita, o MGI resulta no aumento da mastigação quando comparado ao regime de alimentação “ad libitum”. Por causa da diferença aparente na eficiência da mastigação entre os bezerros da alimentação restrita e “ad libitum”, métodos de processamento de grão durante o período de restrição alimentar e crescimento compensatório podem ser fatores importantes para o manejo de crescimento em sistemas que incluem alimentação restrita. Assim, novilhos suplementados com dietas de 12,5% de PB contendo 79,87% de MGI, durante 112 dias na fase de crescimento e 83 dias na fase de acabamento, num total 225 dias ganharam peso acumulado de 1,27 kg/dia com uma conversão alimentar de 0,125 kg de ganho /kg de MS consumida.

Desse modo, a restrição de milho integral durante a fase de crescimento em sistema de terminação resultaria em menor taxa de crescimento em comparação ao regime alimentar restrito com milho floculado a vapor. No entanto, dieta de regime alimentar “ad libitum” com alto grão, a alimentação de MI pode reduzir custos de processamento, lesão hepática e excesso de acúmulo ácido no rúmen (REINHARDT et al.,1998),

LEME et al. (2003) avaliaram o desempenho e características de carcaça de bovinos submetidos a dietas de alto concentrado contendo 15, 21 ou 27% da matéria seca em bagaço de cana-de-açúcar. Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, com pesos médios em jejum de 279 kg e 24 meses de idade, confinados por um período de 98 dias. Não foram encontrados efeitos significativos para as características de GMD 1,461 kg e eficiência alimentar. Os resultados confirmam a viabilidade do uso de 15 ou 21% de bagaço de cana-de-açúcar como única fonte de volumoso para novilho Nelore em confinamento, alimentados com dietas com elevada proporção de concentrado, contendo milho, polpa de *citrus* e farelo de soja.

Assumindo que valores de EM do National Research Council (NRC) para ingrediente comumente usado em dietas de terminação estão corretos, o limite superior calórico para maximizar GMD e conversão alimentar é de 3,16 e 3,45 Mcal/kg de MS, respectivamente. Portanto, para elevar o limite superior calórico para conversão alimentar requereria mais grãos para ser processado ou alimento em forma de alta umidade. Assim, maximizando a conversão alimentar resulta em um

máximo desejável na composição da carcaça e de retalhos. Por conseguinte, dietas modernas para gado de corte contêm de 2,7 a 3,45 Mcal de EM/kg de MS (KREHBIEL et al., 2006).

De acordo com LEE et al. (1982) é possível otimizar a proporção de amido digerido na ração ruminalmente e pós-ruminalmente, pela associação de milho integral e milho floculado a vapor na mesma dieta. Tal associação resulta na melhoria do desempenho animal quando comparado com dietas de um único método de processamento, além do mais, reduz o custo de processamento do alimento e preserva a energia reduzindo a necessidade de floculação a vapor.

Uma alimentação com 100% de dieta concentrada por mais de 112 dias resultou em diminuição no GMD (0,93 kg /dia) comparado com alimentação de 85% de concentrado e 15% de silagem de milho (1,0 kg /dia). Durante os primeiros 112 dias do ensaio, o GMD dos novilhos não diferiu devido ao nível de concentrado, sendo 1,56 kg /dia para 85% de concentrado e 1,53 kg /dia para 100% de concentrado. Dos 113 aos 152 dias, a taxa de crescimento foi substancialmente menor para novilhos alimentados por estas dietas do que durante os 112 dias iniciais. Durante os últimos 40 dias, 5 dos 11 novilhos alimentados com dietas de 100% de concentrado não alcançaram ganhos de 0,9 kg /dia (LOERCH, 1991).

Novilhos alimentados com uma mistura de milho de alta umidade (MAU), milho integral seco (MIS) e com milho grão triturado (MGT) ganharam mais rapidamente e mais eficientemente durante o período inicial, do que novilhos alimentados somente com MGT, embora a resposta possa diminuir à medida que os novilhos aproximam-se do abate. A melhora na eficiência alimentar durante o período inicial pode ser devido à diminuição na incidência de acidose. As melhores proporções de MAU e MIS mostraram ser de 50:50 a 75:25 (STOCK et al., 1987).

RABELO et al. (2008) avaliaram o efeito da utilização do bagaço de cana-de-açúcar “in natura”, obtido por dois métodos de extração do açúcar, moagem convencional ou difusão, como fonte de fibra em dietas que continham bagaço tratado sob pressão e vapor como principal fonte de volumoso. Os autores não verificaram diferenças entre os tratamentos no desempenho, GMD, conversão alimentar e peso vivo em bovinos confinados consumindo dietas com 50% de volumoso e 50% de concentrado.

VARGAS JÚNIOR et al. (2002) demonstraram que houve resposta positiva e linear ao aumento na proporção de concentrado na dieta, para as

variáveis GMD, IMS expressa em kg/animal/dia e em percentagem do peso vivo e em g por kg de peso metabólico. Houve também resposta linear negativa para conversão alimentar. O volumoso de baixa qualidade empregado, possivelmente limitou o consumo, e conseqüentemente, o aporte de nutrientes.

COSTA et al. (2005), ainda observaram que a conversão alimentar baixou linearmente com o aumento no teor de concentrado na ração. Maior densidade energética resulta em maior ingestão de energia e, portanto, menos alimento é requerido para o ganho de peso, resultando em melhor conversão alimentar. Os ganhos médios diários de peso vivo (GMDPV), ganhos médios diários de peso vazio (GMDPVZ) e ganhos médios diários de carcaça (GMDCAR) elevaram linearmente em função da adição de concentrado às dietas. Os pesos vivos médios de abate dos animais correspondentes aos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado foram de 340, 361 e 375, respectivamente.

## 2.4 Dieta de alta proporção de concentrado em confinamento

Nos últimos anos, nos grandes confinamentos instalados no Brasil, substanciais quantidades de grãos de cereais vêm sendo utilizados como principal fonte de energia. Dietas típicas de acabamento de alta proporção de volumoso 60% e de concentrado 40% (base MS), estão dando lugar às dietas de alta proporção de concentrado e ou alta proporção de grão. Diversos fatores, incluindo a maior densidade energética, facilidade de transporte, estocagem e misturas de grãos têm conduzido a adoção de dietas de alto concentrado em oposição às dietas de menor densidade energética advindas das forragens. Desse modo, o valor nutricional é mais previsível em grãos do que em forragens, o que permitem aos produtores terminar os bovinos de maneira consistente e uniforme com menor logística.

De acordo com BROWN et al. (2006), ainda nos dias de hoje, o custo por megacaloria de energia líquida de mantença (Elm) ou energia líquida de ganho (Elg) dos ingredientes das rações favorecem dietas altamente concentradas baseadas em grãos de cereais na alimentação de bovinos confinados. Características de manejo da maioria das forragens secas também favorecem a minimização da inclusão por causa da melhora da eficiência operacional nos confinamentos.

Apresentando o segundo maior rebanho bovino do mundo, a pecuária de corte brasileira exibe índice de produtividade considerado baixo em relação a outros

países produtores. O sistema de confinamento é uma alternativa que pode ser utilizada com sucesso para reduzir a idade de abate dos animais. O aumento na velocidade de ganho, obtido no confinamento é importante para acelerar o processo produtivo (RODRIGUES et al., 2007).

O modelo de produção intensiva de carne, nesse caso representado pela engorda de animais em confinamento, pode possibilitar em geral, resultados positivos, comprovando que a atividade pode ser lucrativa. Deve ser avaliado ainda o contexto do sistema de produção, pois essa estratégia de terminação de bovinos pode proporcionar benefícios indiretos, como aumento da produtividade da propriedade, diluição de custos fixos, liberação de áreas de pastagens para outras categorias e emprego de novas tecnologias (HENRIQUE et al., 2007).

Existem muitas barreiras que podem interferir na adequada alimentação nos grandes confinamentos. Naturalmente, nos maiores confinamentos são necessárias mais pessoas e máquinas para realizar os serviços de fornecimento da ração. Isto requer pessoas capacitadas com boa supervisão para operar o caminhão tratador no fornecimento de alimento para o gado. Normalmente, um tratador pode se responsabilizar pela alimentação de 8000 a 10000 mil cabeças de gado (ELAM, 1976).

Um dos nutrientes de maior importância para terminação de bovinos de corte é a energia. O milho consiste em um dos alimentos tradicionais mais empregados para suprir as demandas energéticas dos animais. Além do milho, vários subprodutos agroindustriais podem ser empregados como fontes alternativas de energia em dietas para ruminantes, como por exemplo, os farelos de gérmen de milho e de arroz integral (KAZAMA et al., 2008).

O processamento primário ou industrial de alimentos destinados à alimentação animal e humano, nos últimos anos foi responsável por uma elevada produção de resíduos, que, em sua maioria, possuem potencial nutricional principalmente, para a formulação de dietas para bovinos. Esses resíduos têm recebido, no entanto, maior atenção, quanto ao controle de qualidade, passando à categoria de co-produtos, que apresenta elevado potencial para redução dos custos com alimentação, sobretudo de bovinos confinados (EZEQUIEL et al., 2006).

BULLE et al. (2002) demonstraram em animais que receberam dieta com 15% de bagaço de cana-de açúcar “in natura” (BIN) consumiram 7,93 kg MS/dia, consumo maior em relação aos animais tratados com 9% de BIN na matéria seca

que consumiram 6,85 kg MS/dia, indicando que os animais recebendo níveis mais elevados de concentrado (9% da matéria seca total) reduziram seu consumo. Portanto, houve maior consumo para os animais recebendo dietas com maior teor de BIN. Os animais do tratamento com 9% de BIN foram os que apresentaram menores consumos em porcentagem do peso vivo, 1,99%. Entre os três níveis de fibra, a eficiência foi semelhante, de 0,176; 0,172 e 0,169 para os níveis 9, 15 e 21% de BIN. Estes resultados são interessantes, pois sugerem que dietas de alta proporção de concentrado, com bagaço “in natura” em níveis de até 9% podem ser utilizadas.

BARTLE & PRESTON (1991) concluíram que uma alimentação de 2% de equivalente forragem na dieta dos 22 aos 84 dias, em um período alimentar de 133 dias diminuíram IMS e o GMD, porém, numericamente a eficiência de ganho melhorou durante o período em que aumentou o nível de forragem de 2 para 10% após 84 dias o que estimulou o consumo e o desempenho dos novilhos. Neste experimento, o mais alto desempenho dos novilhos após aumento do conteúdo de forragem de 2/10% mais que compensou seus baixos desempenhos. O tratamento 2/10% reduziu a quantidade forragem e o custo/ novilho e melhorou a qualidade da carcaça.

LEDOUX et al. (1985) concluíram que aumentando o nível de feno em uma dieta baseada em milho integral resulta em uma diminuição no GMD e eficiência alimentar. Em consumo alimentar constante incrementando o nível de feno de 4 para 24% também resulta em um aumento curvilíneo na taxa de passagem em novilhos. Embora o consumo de alimento seja diferente em estudo de desempenho e metabolismo em novilhos, para dietas com 15 e 30% de feno no ensaio de desempenho, os efeitos de níveis de fenos em GMD podem ser atribuídos a um aumento na taxa de passagem e concomitantemente, na redução linear da digestibilidade da MS e amido.

A densidade energética em dieta de acabamento varia devido a diferenças em níveis de grãos (66 a 87%) GALYEAN & GLEGHORN (2001), fonte e grau de processamento OWENS et al. (1997), níveis de forragens (4,5 a 13,5%) GALYEAN & GLEGHORN (2001) e suplementação de gordura (2,5 a 6,5%) GALYEAN & GLEGHORN (2001), entre outros fatores (os co-produtos, proteína e suplementos líquidos). Portanto, de acordo com OWENS et al. (1997), grãos de milho e sorgo são os principais constituintes de dietas de alto concentrado, e são freqüentemente processados, para aumentar a digestibilidade do amido no rúmen e

no trato total e a concentração da EM da dieta. Então, o desempenho e características de carcaças de animais de confinamento são também influenciados pelo nível e fonte de forragem, devido aos seus efeitos no consumo de MS de energia líquida (El) (GALYEAN & DEFOOR, 2003).

Ração totalmente concentrada baseada em vários grãos de cereais tem sido fornecida de forma acertada para bovinos. Respostas pelos novilhos aos nutrientes adicionados às dietas totalmente concentradas, podem diferir daquelas obtidos para as rações convencionais de forragens. Nesse sentido, GREATHOUS et al. (1974) testaram três rações totalmente concentradas de grão de sorgo (sorgo total, sorgo mais uréia e sorgo mais farelo de soja) em novilhos Hereford de 18 meses com três níveis de PB (8,40%, 10,7%, 10,91%) com 88% na base da MS. Não encontraram diferenças entre os tratamentos para GMD (1,6 kg/dia, 1,6 kg/dia e 1,6 kg/dia), CMS (11,2 kg/dia, 10,8 kg/dia e 10,2 kg/dia) e conversão alimentar que foi de 7 kg, 6,7 kg e 6,3 kg de alimento /kg de ganho.

Dietas baseadas em milho integral e milho floculado a vapor têm sido usadas em confinamentos por muitos anos. Milho inteiro tem produzido desempenho superior ou igual a milho floculado a vapor em dietas totalmente concentradas. Portanto, LEE et al. (1982) chegaram à conclusão que MFV é superior ao MGI. Entretanto, 25% de MGI foi substituído por MFV com nenhuma influência no desempenho do gado. Em adição, somente pequenas diferenças foram observadas na digestão e padrão de fermentação das dietas com 25% MGI e 75% MFV e 0% MGI e 100% de MFV. O MGI pode ser parcialmente substituído por MFV com o resultado de redução no custo de processamento e de energia no confinamento.

Bovinos alimentados com dietas totalmente concentradas por longos períodos, também podem sofrer de problemas tais como: rumenite, paraqueratose e abscesso hepático (HUNTINGTON, 1988). Conforme os resultados desses distúrbios e a ocorrência de acidose subaguda, gado alimentado com dieta totalmente concentrada, geralmente tem menor taxa de crescimento, em comparação àqueles alimentados com dietas contendo pequenas quantidades de forragens (THOMPSON et al., 1965).

A IMS diária aumentou linearmente com o acréscimo de forragem na dieta, enquanto o ganho diário, conversão alimentar e peso da carcaça responderam de forma quadrática. Novilhos alimentados com 5 ou 10% de forragem tenderam a ganhar peso mais rápido, e são mais eficientes e têm carcaças mais pesadas do que

os novilhos controles ou aqueles alimentados com 15% de forragem. Dietas contendo 5 ou 10% de forragem tenderam a ter maior Elm (quadrática) e Elg (quadrática) observadas do que dietas contendo 0 ou 15% de forragem. A proporção de Elm observada predita para mantença e ganho foi semelhante para as dietas contendo 5, 10 ou 15% de forragem, porém, tendeu ser mais baixo para 0% de forragem na dieta. Nenhuma diferença foi encontrada nas características de carcaças entre os tratamentos; uma alta percentagem de fígado foi condenada (55 a 71%) (KREIKEMEIES et al., 1990).

## 2.5 Manejo alimentar e estabilidade ruminal

Para que o desempenho produtivo de bovino de corte terminado em confinamento seja eficiente são necessárias estratégias de manejo alimentar, para que a estabilidade ruminal não fique comprometida durante este processo. Alguns cuidados são fundamentais para que não ocorram distúrbios metabólicos ruminais, e com isto comprometa o desempenho dos animais.

O aprimoramento nas práticas de manejo em confinamento e o uso de aditivos reduzem, porém, não eliminam a ocorrência de timpanismo em bovinos confinados. Conseqüentemente, o timpanismo reduz a lucratividade da produção por comprometer o desempenho animal e mais diretamente por induzir a morte. Em confinamento, o timpanismo está associado com a ingestão de grandes quantidades de grãos de cereais rapidamente fermentados e desestabilização da população microbiana do rúmen. Desse modo, carboidratos rapidamente fermentados permitem a proliferação de bactérias ácidos-tolerante (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp*) e produção de quantidades excessivas de fermentação ácida. Como resultado, o pH ruminal se torna excessivamente baixo, e isto prejudica a motilidade ruminal (CHENG et al., 1998).

Por conseguinte, o baixo pH do rúmen é o resultado da produção de grandes quantidades de ácidos graxos voláteis, bem como de outros ácidos tais como: lático, que tem um pK de 3,7 e o fraco poder tampão de concentrados (pH de 4 a 6 no rúmen) comparados com as forragens (SLYTER, 1976).

Nesse sentido, o consumo alimentar e salivação são aspectos importantes da função e produção ruminal. Desse modo, o papel do rúmen envolve digestão fermentativa, absorção e o movimento da digesta desde o retículo-rúmen

ao intestino delgado. Então, a função ruminal inclui motilidade ruminal para misturar o conteúdo do rúmen, ruminação, eructação, microbiologia, bem como fluxo sanguíneo epitelial, integridade e desenvolvimento (CARTES & GROVUM, 1990).

Portanto, dieta adequada e manejo de cocho são fatores chaves na prevenção de timpanismo. Enquanto vários aditivos podem ser utilizados para reduzir a possibilidade de timpanismo, eles são de pouca utilidade se o alimento não for oportunamente processado ou tempo suficiente para adaptação das populações microbianas não seja permitida. Com a pressão pública aumentando para reduzir o uso de antibióticos, associados também aos gastos com obtenção regulatória de aditivos de alimentos, se torna proibitivo, assim, os produtores devem contar de modo crescente com estratégias de alimentação inovadoras para prevenir o timpanismo em gado confinado (CHENG et al., 1998).

Acidose aguda ou crônica, condições que seguem a ingestão excessiva de carboidrato prontamente fermentado são importantes problemas para produção, em dietas ricas em concentrado para ruminantes. Ocorrem freqüentemente durante adaptação no confinamento. Por outro lado, a acidose crônica pode continuar durante todo o período de alimentação. Com a acidose aguda, a acidez ruminal e a osmolaridade aumentam acentuadamente e acumula glicose; isto, então, pode danificar a parede ruminal e intestinal, diminuir o pH do sangue e causar desidratação que pode levar a morte. Laminite, polioencefalomalácia e abscesso hepático, freqüentemente estão associados à acidose. Até mesmo, após os animais recuperarem de um episódio de acidose, a absorção dos nutrientes pode ser retardada (OWENS et al., 1998).

Entretanto, do mesmo modo ELAM (1976) afirmou que fatores que contribuem para a ingestão excessiva de dietas com alta energia predispõem à acidose. Assim, muitas das situações que prevalecem nos confinamentos contribuem para a variação do consumo alimentar e subseqüentemente à acidose. Vários fatores ligados ao manejo alimentar estão envolvidos sob condições típicas de confinamento. Entre eles se destacam: 1) quantidade inicial do alimento fornecido para o gado, 2) distribuição gradual da ração de alto concentrado, 3) mudança nas condições atmosféricas, 4) longos períodos no fornecimento de dieta de acabamento, 5) animais famintos em virtude de erros ou problemas alimentares e 6) individualidade animal e diferenças entre raças.

Em conseqüência, os principais sintomas de acidose são: anorexia, diarréia, muco nas fezes, desidratação, incoordenação, e algumas vezes, morte. As principais mudanças fisiológicas observadas em animais com acidose são: aumento do nível de ácido lático no sangue e rúmen, redução no pH do rúmen e do sangue, aumento da pressão osmótica no rúmen, destruição das bactérias gram negativa e proliferação das bactérias gram positiva no rúmen, redução na contagem de protozoário, ruminite e remoção do epitélio ruminal, estase ruminal, redução do pH da urina, desidratação e hemoconcentração (ELAM, 1976).

Medidas de controle de acidose incluem os aditivos que inibem os microorganismos produtores de ácido láctico, portanto, isto estimula a atividade de bactérias utilizadoras de lactato ou protozoários ruminal que consomem amido, reduzindo com isto, o tamanho da refeição de amido. Inoculação microbiana capaz de inibir a glicose ou acumulação de lactato a um menor pH ajuda prevenir a acidose. Quantidade mais alta de forragem na dieta, menor processamento de grão e restrição alimentar podem reduzir a incidência de acidose, porém, estas práticas freqüentemente diminuem o desempenho e a eficiência econômica (OWENS et al., 1998).

Alto nível de forragem promove uma fermentação ruminal mais estável e diminui a variação no consumo, através disso, diminuindo a ocorrência de acidose e ruminite. Entretanto, alguns estudos têm relatado nenhuma diferença na incidência de abscesso hepático com 0% ou 3 a 15% de forragem na dieta durante toda fase de terminação (KREIKEMEIER et al., 1990; STOCK et al., 1990).

Exceto a quantidade, as características físicas da forragem podem ter uma influência na ocorrência de abscesso hepático. Por outro lado, o aumento na seleção de dietas contendo forragem seca quando comparado com silagem, possivelmente contribuem para acidose ruminal e subseqüente abscesso hepático. Processamento de grão, particularmente a gelatinização do grânulo de amido, aumenta a taxa de fermentação ruminal do amido e, então, cresce a probabilidade de acidose e abscesso hepático. Por outro lado, evidências que ligam a incidência de abscesso hepático à taxa de fermentação ruminal do amido são inconsistentes. Além do mais, também é desconhecido porque bovinos em alguns currais de confinamento podem ter uma baixa incidência de abscesso hepático, enquanto nos currais adjacentes com os mesmos alimentos outros animais têm a ocorrência extremamente alta (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998).

De acordo com NAGARAJA & CHENGAPPA (1998) o fígado responsabiliza-se por aproximadamente 2% do peso da carcaça, sozinho, isto representa uma perda financeira significativa. Entretanto, o maior impacto econômico do abscesso hepático é a redução no desempenho influenciando na produção de carcaça. Assim, bovinos com abscesso hepático reduzem o consumo, o ganho de peso, diminuem a eficiência alimentar e reduzem o rendimento de carcaça. Além disso, a ruptura acidental de um abscesso e contaminação de uma carcaça com pus interrompem o fluxo de carcaça, prejudicando ao longo da cadeia de abate causando dessa forma, perdas de tempo e trabalho.

Desse modo, abscesso hepático é secundariamente o foco primário de infecção na parede ruminal. Ela é danificada pela acidificação ou penetração de objetos estranhos susceptíveis à invasão e colonização de *Fuseobacterium necrophorum.* Após ocorrer a colonização, as bactérias entram para o sangue ou podem causar abscesso na parede ruminal e subseqüentemente derramar êmbolos bacterianos para a circulação porta. As bactérias ao entrarem para o sangue circulante são filtradas pelo fígado, conduzindo à infecção e formação de abscesso (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998).

A representação gráfica da IMS e do pH ruminal de novilhas classificadas que lidam bem ou deficientemente com introdução de grãos, BEVANS et al. (2005), sugeriram que gado pode efetivamente regular consumo gradativamente durante a adaptação, consumindo mais MS durante a progressão da dieta. Estes dados também realçam um ciclo insidioso, repetindo o ciclo de sobreconsumo seguido por uma pronunciada redução do pH ruminal pelo gado que lida deficientemente com introdução de grão. As únicas descrições biológicas que diferenciam bovinos nestas duas categorias, não estão presentemente claras, porém, diferenças nas populações ou capacidade metabólica (taxa de crescimento e disposição de AGV) parecem possíveis, no entanto, outras variáveis têm sido propostas (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003).

Conforme BROWN et al. (2006), a adaptação de gado confinado com acréscimo de concentrado de 55 a 90% de MS na dieta em menos de 14 dias, permitindo acesso “ad libitum” ao alimento, geralmente resulta em diminuição do desempenho durante a adaptação, e conseqüentemente em todo período de alimentação. Considerável diversidade na habilidade de animais para lidar com grão de cereal ingerido é evidente, e a porção desta contradição pode relacionar-se a

manutenção da população de protozoários. Quantidades de protozoários alcançam um pico entre 60 e 70% de concentrado, enquanto o número de bactéria utilizando lactato, geralmente aumenta mais acentuadamente após 2 a 7 dias conforme a dieta contenha mais do que 70% de concentrado.

BEVANS et al. (2005) afirmaram que para minimizar os problemas de acidose, alimentadores de bovinos têm tradicionalmente elevado o concentrado dietético de uma maneira progressiva na alimentação aumentando seqüencialmente a concentração de grão, em um período de 3 a 4 semanas. Assim, a adaptação de gado mais rápida a grão é desejável, porque GMD e a eficiência de ganho, caracteristicamente são aumentadas quando dietas de alto grão são consumidas. Entretanto, alguma acidose sempre prevalece com adaptação gradual a grão BURRIN & BRITTON (1986), e velocidade mais rápida na adaptação a grão pode resultar em aumento da acidose.

A intenção de utilizar o processamento do grão, de acordo com KOENIG et al. (2003) é otimizar a disponibilidade da energia ou amido no rúmen, maximizando a extensão da digestão do carboidrato ruminal. A energia proveniente da digestão do carboidrato no rúmen conduz a síntese de proteína microbiana, que por sua vez é o suprimento de proteína para o crescimento animal. Entretanto, grão extensivamente processado na alimentação com rápida e completa digestão pode criar condições desfavoráveis dentro do rúmen que limita a síntese de proteína microbiana e digestão da fibra. A ótima extensão do processamento de grão, entretanto, seria influenciada por outros componentes da dieta, mais notavelmente a quantidade de forragem e forma física.

Grãos podem ser caracterizados pela taxa de fermentação ruminal. Alguns métodos de processamentos que reduzem o tamanho das partículas e ou causam a gelatinização dos grânulos de amido aumentam a taxa de desarranjo ruminal, com conseqüente possibilidade de acidose. Cortes precoces de milho de alta umidade combinam estes fatores, nos quais têm causado uma rápida fermentação ruminal e assim, aumentando o potencial da ocorrência de acidose (STOCK et al., 1987).

THOMPSON et al. (1965) observaram valores de pH ruminal mais baixo para novilhos alimentados com ração totalmente concentrada sem feno quando comparado aos novilhos alimentados com ração contendo feno longo e triturado. Os valores para pH foram 5,7, 6,3 e 5,9 para novilhos alimentados com nenhum feno, feno longo e moído, respectivamente.

WISE et al. (1968) assumiram que mantendo alimento em todo momento para o animal é um importante procedimento de manejo para ajudar a minimizar problemas metabólicos. Também é razoável assumir que lote de animais de menor tamanho ajuda na prevenção de doenças metabólicas. Isto assegura a proximidade do animal e fonte de alimento. Por outro lado, dependendo da natureza da forragem, 10 a 15% são necessárias para manter a saúde do epitélio ruminal. Por outro lado, mais atenção na alimentação e manejo são detalhes necessários em programas de alimentação totalmente concentrada, que deve ser tentado somente pelos produtores que são hábeis em lidar com o manejo correto.

Conforme relatado por HARVEY et al. (1968), o fluído de rúmen de novilhos alimentados com feno tem valor de pH mais alto do que novilhos alimentados sem feno. O pH ruminal de novilhos alimentados com ração totalmente concentrada (basal) ou casca de arroz foi semelhante. Severa paraqueratose no rúmen foi observada em novilhos alimentados sem forragem ou com forragem moída. A forragem grosseira em quantidades limitadas (5% de casca de arroz inteiro ou 1,36 kg de feno longo) melhorou significativamente a saúde do epitélio do rúmen. Novilhos alimentados com dieta basal, ou dieta basal mais casca de arroz moída exibiram severa degradação da papila, com considerável acumulação de pelo no epitélio do rúmen. Dos 128 novilhos envolvidos 23 tiveram abscessos hepáticos, dos quais 16 foram observados nos novilhos da ração da dieta basal e casca de arroz moída. Cinco dos abscessos hepáticos foram encontrados em novilhos alimentados com casca de arroz inteiro e dois em feno.

## 2.6 Utilização de grãos e subprodutos para bovinos de corte

Os ruminantes, durante sua evolução, adaptaram-se para uma eficiente utilização de alimentos fibrosos, desta forma, capacitando estes animais à não competir com outras espécies pela alimentação. No entanto, o melhoramento genético aplicado pelo homem permitiu a estes animais atingirem índices de produtividade extremamente elevados. Desta forma, por melhor que seja a qualidade do volumoso, este impõe certos limites de produtividade, tornando necessária a utilização de grãos (MILLEN et al., 2008).

Entretanto, a utilização de grão em quantidade excessiva na dieta, embora permita ao animal atingir sua capacidade produtiva, por apresentar teor de carboidrato de rápida fermentação (amido) relativamente alto, cria um ambiente

ruminal diferente daquele cujo animal adaptou-se. A presença de amido propicia o desenvolvimento de bactérias amilolíticas, as quais apresentam padrão de fermentação diferente daquelas que utilizam carboidratos fibrosos e, adicionalmente, a fermentação mais rápida do amido propicia o acúmulo de ácidos orgânicos, o que pode resultar em abaixamento do pH, que é uma condição considerada como sendo anormal e indesejável; por vários motivos, como por afetar negativamente a digestão da fibra, e comprometer a saúde do animal (MILLEN et al., 2008).

Com a crescente agroindustrialização brasileira, a produção de resíduos e subprodutos agroindustriais vem sendo cada vez maior, onde alguns destes são inaproveitáveis e poluentes, mas outros podem ser utilizados na alimentação animal como fontes alternativas de nutrientes, visando maximizar a produção animal com um baixo custo (PORCIONATO et al., 2004).

Conforme GESUALDI JÚNIOR et al. (2000), MAGALHÃES et al. (2005) e ASSOCOM (2008), no Brasil, as rações utilizadas para gado de corte, na maioria das vezes, são compostas basicamente de volumoso. Assim, a limitação da ingestão de energia é fator determinante para o baixo desempenho dos animais em confinamento. No entanto, GESUALDI JÚNIOR et al. (2000) concluíram que a partir de custos viáveis de volumosos e concentrados e havendo remuneração por uma carcaça de melhor qualidade, o sistema de alimentação que utiliza maior nível de concentrado tende a se tornar mais eficiente.

Nos países de pecuária de corte tecnificada os alimentos volumosos têm menor importância como ingredientes fornecedores de energia e proteína nas dietas dos animais. Portanto, a principal finalidade do volumoso nas rações dos animais terminados naquelas condições é a sua utilização como fonte de fibra para manter o funcionamento normal do rúmen, já que a dieta total é composta de 10 a 20% de volumosos.

A utilização de alimentos alternativos pode diminuir o custo da alimentação, pois estes correspondem com a maior parcela do custo de produção total, e os subprodutos, geralmente têm preços inferiores aos alimentos tradicionais (milho e soja). Esta é uma opção de melhoria da renda do produtor, já que os preços pagos a ele, em alguns casos, não cobrem os custos de produção.

Os resíduos originados da produção agrícola e na agroindústria necessitam estudos para serem melhores aproveitados na alimentação dos animais domésticos. Esta justificativa se fundamenta na necessidade de se fornecerem

alimentos alternativos e viáveis economicamente, aos animais, sem concorrer diretamente com a alimentação humana. Vários subprodutos advindos de processamentos das indústrias têm potencial de uso, principalmente para os animais ruminantes, e na maioria dos casos com reduções nos custos da produção (SILVA et al., 2002).

O caroço de algodão é uma excelente alternativa para uso em confinamentos. A associação de alto teor de proteína de elevado valor biológico, com alto teor de energia faz com que ele ajude a fechar dietas de custo mínimo (ou lucro máximo) e, nos últimos anos, têm sido interessante sua inclusão. O uso de caroço de algodão como 9,5% da MS da dieta não influenciam o sabor da carne e outras características de qualidade, mesmo quando ingerido por tempo prolongado (MEDEIROS et al., 2005). Além do mais, o caroço de algodão apresenta grande quantidade de óleo, e, portanto, alta densidade energética. Também, possui fibra de alta efetividade estimulando os processos de ruminação (SOUZA & BOIN, 2002).

A energia reflete o óleo na semente, e o óleo (gordura) tem um baixo incremento calórico em ruminantes. Portanto, a semente de algodão integral é um valioso alimento a ser consumido em tempo quente. Desse modo, o uso de semente de algodão integral adiciona óleo, e conseqüentemente aumenta a energia e a fibra na dieta (COPPOCK et al., 1985). WILKS et al. (1991) concluíram que devido ao seu teor de óleo, o caroço de algodão é considerado um ingrediente de alta energia, muito valioso quando animais são expostos às altas temperaturas e umidades. A substituição de grão por caroço de algodão reduz o conteúdo de amido da dieta. Portanto, o amido degradável no rúmen em dietas contendo gordura pode ser um caminho prático para aumentar a gliconeogênese.

De acordo com ANDERSON et al. (1982), a semente integral de algodão, alto em energia e proteína pode favorecer o crescimento e estimular o desenvolvimento funcional do rúmen. É relativamente alto em conteúdo de fibra e propriedades físicas podendo prevenir a rápida fermentação e aliviar problemas de saúde em ruminantes. MAGGIONI & MARQUES (2007) ainda enfatizaram que o caroço de algodão integral tem grande potencial de utilização em dietas de ruminantes, em função de seus teores elevados de energia, na forma de óleo, proteína e fibra (FDN). Suas fibras são similares às das forragens em termos de digestão no rúmen, mas é possível que a gordura do caroço cause problemas de absorção de nutrientes, pois os ácidos graxos reduzem o pH ruminal, assim como a

atividade microbiana ruminal, porém, sua fibra pode ser útil no arraçoamento de animais com altas proporções de concentrados na dieta.

HENRIQUE et al. (2007) observaram que o bagaço de cana “in natura” mostrou-se viável como fonte exclusiva de fibra, apesar de os resultados de ganho de peso, eficiência alimentar, peso e rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea terem sido inferiores aos obtidos com a silagem de milho. O ganho diário de peso nos animais alimentados com o bagaço foi em torno de 1,3 kg, enquanto, com a silagem, foi de 1,5 kg. O consumo de MS não foi influenciado pelo tipo de volumoso ou pelo processamento do milho.

LEME et al. (2003) igualmente demonstraram que o bagaço de cana-de-açúcar pode ser uma alternativa interessante, já que é um resíduo da agroindústria de grande excedente e baixo custo, produzido na época de confinamento e escassez de forragem.

Por outro lado, BERNDT et al. (2002), na comparação de volumosos, afirmaram que a silagem de planta de milho foi superior ao bagaço de cana “in natura” para ganho de peso vazio, taxa de deposição dos tecidos e de energia. Os resultados também sugerem que o bagaço de cana propicia um ambiente ruminal pior para o desempenho do animal, que aquele obtido com uso da silagem de planta inteira de milho.

Os animais que receberam dietas com 15% de bagaço “in natura” de cana (BIN) apresentaram ganhos maiores aos níveis de 9 e 21% de BIN. Entretanto, não houve diferença na eficiência alimentar, provavelmente em função da queda no consumo para dietas de maior teor de concentrado. Estes resultados são consistentes com benefícios observados na limitação do consumo de dietas de alto teor de concentrado (BULLE et al., 2002).

A casca de soja, obtida da industrialização do grão, tem grande destaque no cenário nacional, em virtude da alta produção brasileira de soja, sendo que a casca representa 7 a 8% do peso do grão. Assim, com níveis de concentrado moderados espera-se maior eficiência por parte dos animais alimentados com casca de soja, em função das melhores condições ruminal para a digestão da dieta em relação aos animais alimentados com sorgo (RESTLE et al., 2004).

Em virtude de apresentar mais de 70% de parede celular, porém, com alta degradabilidade, a casca do grão de soja pode ser considerada um alimento volumoso energético podendo substituir alimentos concentrados energéticos e/ou parcialmente volumosos. Alguns trabalhos demonstraram que a composição química

associada à taxa de degradação da casca de soja contribui para que não haja variações bruscas no pH e na produção de ácidos graxos voláteis ruminais, quando se deseja otimizar o desempenho de animais com alto potencial de produção (SILVA et al., 2002).

GRIGSBRY et al. (1992) trabalharam com novilhos com cânula no rúmen e no duodeno, com diferentes níveis de casca de soja e com feno de baixa qualidade, concluíram que a casca de soja pode substituir até 60% da dieta total, sem promover os efeitos negativos na digestão documentados em resposta à suplementação com grãos de cereais.

LUDDEN et al. (1995), entretanto, utilizando alto nível de concentrado, demonstraram relação linear negativa na eficiência alimentar e GMD com a inclusão de casca de soja na dieta (0, 20, 40 e 60%) com valores de 20, 30,5, 40,8 e 51,3% de FDN. Em decorrência da menor concentração energética das dietas com casca em relação às dietas com milho, os autores verificaram valor alimentício da casca de soja de 74 a 80% do valor do milho e eficiência alimentar também correspondente a 74% da do milho. Segundo esses autores, quando incluída em baixa percentagem da MS em dietas de concentrado, a casca de soja pode reduzir distúrbios metabólicos, e através disso, aumentar a disponibilidade de energia de outros componentes da dieta.

Quando se utilizam altos níveis de concentrado, onde a importância relativa da energia proveniente do volumoso é baixa, a melhora na condição ruminal para digestão da fibra proporcionada pela utilização da casca de soja, não deve superar o menor aporte energético proporcionado pela casca em relação aos grãos de cereais, reduzindo, assim, a eficiência alimentar (RESTLE et al., 2004).

HSU et al. (1987) ainda, observaram pior conversão alimentar para os novilhos alimentados com casca de soja em relação aos que receberam o milho, quando utilizaram em média 64,5% de concentrado. No entanto, não houve diferença no GMD entre os tratamentos, em função do maior consumo de matéria seca apresentada por estes animais para alcançar o mesmo ganho de peso dos alimentados com grão de milho.

A inclusão de casca de soja, em substituição ao grão de sorgo, na dieta de novilhos na fase de terminação em confinamento é indicada pela melhora no ganho de peso e na conversão alimentar. A proporção de casca a ser incluída na dieta deve ser uma função do fator econômico do momento e visar o melhor proveito do efeito associativo entre os alimentos (RESTLE et al., 2004).

Quando incluída em baixa percentagem na MS em dieta de concentrado, a casca de soja pode reduzir distúrbio metabólico, com isso eleva a disponibilidade de outros componentes da dieta. No caso de dietas baseadas em forragens, a casca de soja provavelmente não diminui a digestão da fibra, conforme fazem os alimentos contendo amido, tais como o milho. Conseqüentemente, o consumo da energia digestível pode ser aumentado pela alimentação da casca de soja comparada com concentrado de cereal (LUDDEN et al., 1995).

A unidade básica para alimentação de dieta de alto grão para ruminante é o preço de grão em relação à forragem. Além do mais, grão aumenta a densidade energética das dietas que otimizam as produções, nos sistemas intensivos bem geridos. Por ser o amido o principal componente de grão, o aprimoramento no sistema intensivo dependerá de melhoria na conversão alimentar do amido para a produção animal (HUNTINGTON, 1997).

Grãos de cereais é a base para a alimentação de muitos animais, e, porque o amido é o maior componente, a sua qualidade afeta a eficiência alimentar. O amido varia de acordo com a estrutura físico-química na semente. Formas lineares assim como a amilose são mais cristalinas e são digeridas mais lentamente. Há muitas variações genéticas em grãos de cereais, as quais podem responsabilizar-se pelas diferenças entre as fontes (VAN SOEST et al., 1991).

Por outro lado, com o aumento das despesas do processamento de grão e mesmo, devido ao aumento dos custos das fontes de energia, pode ser vantajoso o uso de milho integral em lugar de milho processado em ração para bovinos em confinamentos (COLE et al., 1976b).

Existe um grande déficit de grão de milho no mundo, por outro lado, a sua demanda para o consumo humano, aves e suínos e agora também para o etanol nos Estados Unidos, têm aumentado muito. Portanto, a utilização de ração de alto grão para ruminantes, principalmente, do milho é um grande paradoxo (LEDOUX et al.,1985).

Diferenças na estrutura, degradabilidade, local de utilização e efeito sobre a fermentação ruminal entre os diversos cereais, utilizados como fontes de amido têm influência direta no desempenho dos animais e despertam os interesses por parte dos pesquisadores em determinarem as relações ideais, entre teores de amido das diversas fontes e os demais nutrientes da dieta (CARVALHO et al., 2006). Portanto, o acréscimo na disponibilidade de energia da dieta sem aumento do teor

de concentrado pode ser obtido pelo processamento do grão, que eleva a disponibilidade do amido para digestão (SILVA et al., 2007).

Predição acurada do uso de grãos em dietas requer estimativa precisa de conteúdo de amido e fermentabilidade, porque os grãos variam em suas propriedades. Trigo tem o mais alto conteúdo de amido (77%) seguido do milho e sorgo (72%) e a cevada e aveia (57 a 58%). Por conseguinte, grãos contêm amilose e amilopectina, sendo a primeira mais fermentável do que a última. Então, grânulos no endosperma farinheiro são mais soltos ligados às proteínas e mais fermentáveis do que grânulos incrustados na matriz protéica do endosperma vítreo (HUNTINGTON, et al., 2006).

Processamento de grão (umidade, aquecimento e pressão mecânica) rompe a estrutura dos grânulos de amido para melhorar a fermentabilidade ruminal de grãos (THEURER et al., 1999). Assim, grãos variam em suas respostas aos processamentos, com sorgo, milho e aveia iguais à cevada e trigo. Em geral, variedades serosas de milho e sorgo contêm somente amilopectina (HUNTINGTON, 1997). Também, a forma física e nível de grão na dieta podem afetar as atividades de preensão e ruminação (OBA & ALLEN, 2003a).

O tamanho da partícula de milho (integral, triturada e moída) não afetou a percentagem ou quantidade de amido digerido ruminalmente ou pós-ruminalmente, porém, a digestão do amido no trato total foi maior para dieta de milho moído do que para milho inteiro. A digestibilidade do amido submetido à digestão pós-ruminal foi semelhante entre o tamanho das partículas de milho dos tratamentos. Os resultados do estudo indicam que mistura de alimento de milho inteiro e processado pode melhorar o desempenho animal, porém, a melhora não é suficientemente explicada para otimizar o local ou extensão da digestão (TURGEON et al.,1983).

Em geral, crescente suprimento de grão de amido fermentável está associado com o acréscimo da produção de ácidos orgânicos, aumento na produção de proteína microbiana, diminuição da digestão da fibra, queda na concentração de amônia e diminuição da proporção de acetato e propionato (POORE et al., 1993; MARTIN et al., 1999; PHILIPPEAU et al., 1999; OBA & ALLEN, 2003 a,b,c).

## 2.7 Rendimento de carcaça e características físicas de qualidade da carne

Nos últimos anos, pressões econômicas desafiaram os criadores de bovinos e as indústrias de carne a buscarem caminhos na produção e produtos de

carne que permitiriam aos consumidores receberem o máximo de benefícios de palatabilidade a menores custos. Fatores tais como cor da carne, sabor, aroma, maciez e métodos de cocção representam um papel coletivo na carne, sendo o paladar, o de maior importância na aceitação pelos consumidores (MORGAN et al., 1991).

SUGUISAWA (2003) assegurou que a enorme variação na maciez das carnes adquiridas nos supermercados, açougues ou até mesmo em “boutiques” especializadas, é o principal fator de insatisfação dos consumidores, no Brasil e no mundo. Assevera ainda, que os mercados mais especializados, como a Austrália e Estados Unidos, consideram a maciez da carne como critério classificatório de suas carcaças, e lançam mão das mais recentes tecnologias para que os produtores possam produzir carne com qualidade adequada.

O uso de estratégias nutricionais com os objetivos de acelerar o ciclo produtivo, produzir animais mais jovens e, conseqüentemente, obter produtos com características e qualidades de carcaças diferenciadas podem acarretar custos de produção mais elevados. Nesse sentido, o pagamento ao produtor com base apenas no peso de carcaça pode inviabilizar a adoção de novas técnicas de manejo e alimentação que poderiam contribuir para a melhoria da qualidade dos produtos cárneos (RIBEIRO et al., 2002).

De acordo com FELÍCIO (1997), há inúmeros fatores que afetam a qualidade da carne bovina, sendo estes divididos em duas categorias: os “ante mortem”, ou intrínsecos, e os “post mortem”, ou extrínsecos. Na primeira categoria, encontram-se os fatores vinculados ao genótipo dos animais e às condições ambientais em que se desenvolveram e, na segunda estão aqueles que se confundem com os procedimentos técnicos adotados pelos matadouros-frigoríficos e demais segmentos, até o consumidor final.

Períodos longos de confinamento, causados por baixo peso inicial dos animais; baixo ganho de peso, motivados por fatores genéticos e/ou baixa concentração energética da dieta; e pelo peso de abate elevado, resultam em baixa eficiência econômica do processo. Portanto, para determinação do peso de abate, além do desempenho no confinamento, deve considerar também as características da carcaça e da carne (ARBOITTE et al., 2004).

A qualidade da carne é um dos fatores mais importantes para sua comercialização. Entretanto, a carne bovina não possui o padrão de qualidade

desejado e concorre com as de outras espécies, como a de suíno e de frango, que apresentam constância em sua qualidade. Essa variação na qualidade resulta de vários fatores inerentes ao animal e a alimentação. Assim, a carne dos animais alimentados com maior nível de energia na dieta mostra-se mais macia quando avaliada pelo aparelho “Shear Force” (BRONDANI et al., 2006).

A terminação de tourinhos tem como fatores positivos a maior produtividade, por meio do aumento do ganho de peso, melhor eficiência nutricional e rendimentos de carcaça e carne, porém, sem dúvida, tem como limitação principal à dificuldade de se obter carcaças com acabamento adequado, o que é fundamental para o resfriamento, armazenamento e comercialização. A densidade energética das rações acima do nível de mantença modifica a composição do corpo animal (BREN et al., 2007).

Entre os componentes físicos da carcaça, o mais susceptível a variações na proporção entre as diferentes raças seria a gordura (sobretudo a subcutânea e intramuscular), seguida do componente músculo, enquanto os ossos apresentam variações bem mais discretas. O músculo é o tecido mais importante, porque é o mais desejado pelo consumidor, e uma carcaça superior para qualquer mercado deve ter a quantidade máxima de músculo, mínima de osso e quantidade ótima de gordura que varia de acordo com a preferência do consumidor (MAGGIONI, 2006).

HENRIQUE et al. (2007) observaram que o bagaço de cana-de-açúcar “in natura” pode ser utilizado como única fonte de volumoso em dietas com alto teor de concentrado para terminação de tourinhos mestiços em confinamento, pois não ocasionou problemas digestivos. Os autores verificaram também, que o uso de silagem de milho em dieta com alta proporção de concentrado para tourinhos mestiços confinado foi mais favorável que o bagaço de cana-de-açúcar “in natura”, uma vez que melhorou o desempenho e as características da carcaça. Já a utilização da silagem de grão de milho úmido para bovinos jovens em confinamento foi mais vantajosa que o uso de milho grão seco, pois melhorou em 9,7% a eficiência alimentar e não alterou as características de carcaça.

BARTLE et al. (1994) verificaram que o peso da carcaça quente diminuiu linearmente à medida que o nível de forragem aumentou, e a área do músculo *Longíssimus dorsi* decresceu.

As características de peso de carcaça quente, gordura renal e pélvica, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea não diferiram entre os

tratamentos com 15, 21 e 27% de bagaço de cana “in natura”. Entretanto, observou-se comportamento linear do rendimento de carcaça, em função dos níveis de bagaço, sendo maior nos tratamentos com maior proporção de concentrado, consistente com o nível energético da ração. Os resultados indicam a viabilidade do uso de 15 ou 21% de bagaço como único volumoso, em dietas com elevada proporção de concentrado contendo milho, polpa de *citrus* e farelo de soja para novilhos Nelore em confinamento. Os resultados observados demonstram ser possível abater animais zebuínos com até 8 mm de gordura subcutânea e com boa eficiência alimentar (LEME et al., 2003).

Dietas com 9 e 15 ou 21% de bagaço de cana-de-açúcar “in natura” e elevada proporção de concentrado não alteraram a composição física e as características qualitativas da carcaça de tourinhos cruzados. Apesar de baixa cobertura de gordura, obteve-se uma carne macia, após a maturação, e sem diferenças entre os tratamentos. A maturação teve grande impacto sobre a maciez em touros jovens produzindo carcaças de 230 kg, com tendência para maior espessura de gordura subcutânea com 4 mm nos tratamentos 9 e 15% de BIN (RIBEIRO, et al., 2002).

A indústria frigorífica adota como padrão desejável uma espessura de gordura da ordem de 3 a 6 mm de gordura, com uma espessura mínima de 2 mm. Por outro lado, o excesso de gordura acima de sete milímetros é inútil e praticamente sem valor comercial sendo aparado a um mínimo pelos varejistas no ato da comercialização. Entretanto, no Brasil, o principal aspecto negativo das carcaças de animais inteiros é a deficiência de gordura de cobertura, a qual, além dos aspectos mencionados anteriormente, pode resultar em maior perda de água durante o processo de resfriamento das carcaças (MACEDO et al., 2001).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu na Instrução Normativa (IN) nº 9, que o acabamento de carcaça é verificado mediante observação da distribuição e quantidade de gordura de cobertura, em locais diferentes da carcaça (a altura da 6ª, 9ª e 12ª costelas partes dorsal e ventral do músculo grande dorsal e músculo serrátil dorsal caudal, na região lombar e no coxão), estabelecendo-se as categorias: magra (1) gordura ausente; gordura escassa (2) 1 e até 3 mm de espessura; gordura mediana (3) acima de 3 e até 6 mm de espessura; gordura uniforme (4) acima de 6 e até 10 mm de espessura e gordura excessiva (5) acima de 10 mm de espessura (BRASIL, 2004).

Alguns frigoríficos brasileiros, atualmente, com o intuito de estimular a melhoria da qualidade da carne produzida no País, implantaram o programa de classificação de carcaça, conforme os indicadores estabelecidos pela IN nº 9. Utilizando este modelo, estão bonificando os produtores que apresentarem carcaças de bovinos com espessura de gordura variando de 3 mm até 10 mm, maturidade de 0 até 6 dentes incisivos permanentes e peso da carcaça de 16@ até 23@.

ABULARACH et al (1998) demonstraram que bovinos da raça Nelore com idade entre 690 e 780 dias, tiveram pH médio da carne 5,57. A maior parte das amostras (82,35%) teve pH entre 5,40 e 5,60; 13,72% tiveram pH levemente mais alto (5,60 >pH≤ 5,70), e só duas amostras (3,92%) tiveram pH "intermediário" (5,71 e 5,83), que pode resultar em maior retenção de água e vida de prateleira mais curta do que as carnes de pH "normal". O pH máximo observado foi de 5,83, no entanto, não ocorreu anomalia "dark firm and dry" (DFD) ou corte escuro, que se manifesta em carnes com pH ≥ 6,0, e que tem sido associada com estresse pré-abate. Já o valor médio da força Warner Bratzler (WB) da carne assada foi de 6,70kg, que equivale a uma carne rígida, o que está acima do limite máximo de 5 kg de força WB para que a carne seja considerada macia.

FERNANDES et al. (2007) também afirmaram que o pH 6,0 é considerado como um divisor entre o corte normal e o “dark-cutting”. No Brasil, os frigoríficos exportam apenas a carne que apresenta pH abaixo de 5,8 avaliado diretamente no músculo *longissimus*, 24 horas “post-mortem”.

COSTA et al. (2005) avaliaram animais anelorados alimentados com três diferentes níveis de concentrado nas dietas (5; 35 e 65%). Verificaram que o comprimento de carcaça não foi afetado pelo incremento de concentrado, entretanto, a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) elevaram linearmente. Já os animais alimentados com rações contendo maiores níveis energéticos depositaram maior quantidade de gordura, quando comparados a animais recebendo dietas com menores níveis de energia. Os rendimentos de carcaça, expressos em relação ao peso vivo e em relação ao peso corporal vazio, apresentaram valores médios respectivos de 56,3 e 62,8%.

GESUALDI JÚNIOR et al. (2000) analisaram rações com diferentes níveis volumosos e concentrados em novilhos (75:25; 62,5:37,5; 50:50; 37,5:62,5; e 25:75). No estudo, verificaram que o comprimento de carcaça não foi influenciado pelo acréscimo de concentrado nas rações. O rendimento de carcaça, em relação ao

peso vivo, cresceu linearmente, à medida que se elevou o nível de concentrado nas rações. A AOL não foi influenciada pelos diferentes níveis de concentrado na dieta.

LEME et al. (2000) avaliaram dietas com 80 e 20% de concentrado e dois ingredientes energéticos no concentrado, milho ou polpa de “citros” peletizada. No estudo verificaram que os animais que receberam ração com elevada proporção de concentrado à base de milho, apresentaram cerca de 40% a mais em ganho de peso em jejum e 50% a mais em ganho de peso de carcaça que os animais com baixo nível de concentrado na dieta. Os resultados demonstraram que o beneficio obtido com o aumento no ganho de peso vivo em jejum em dietas com alto teor de concentrado é também acompanhado de aumentos na proporção do ganho de peso, que é composto de tecido e, ou, carcaça. A inclusão de polpa de “citros” na dieta com elevada proporção de concentrado, entretanto, resultou em menores ganhos de peso e carcaça.

AFERRI et al. (2005) compararam três dietas com 19% de cana-de-açúcar como volumoso e 81% de concentrado, sendo uma ração com 5% de sais de cálcio de ácidos graxos, outra com 21% de caroço de algodão e a ração controle sem fonte adicional de lipídios, em bovinos mestiços com idade e peso vivo médio inicial de 14 meses e 320 kg, respectivamente. Concluíram que os valores de pH e temperatura tanto na primeira hora como 24 horas após o abate e as medidas de área de olho de lombo e de gordura subcutânea, rendimento de carcaça e peso final não apresentaram valores significativamente diferentes entre os tratamentos.

WISE et al. (1965) testaram rações com 11,2% de proteína e 1,5% de fibra em dieta basal (totalmente concentrada), dieta basal mais adição de carbonato de cálcio, dieta com quantidade limitada de feno longo (1,361 kg /cab dia) e dieta com adição “ad libitum” de feno. Entendimento dos resultados entre os tratamentos foi excepcionalmente bom e o desempenho animal foi considerado satisfatório. Ainda, o rendimento e a classificação de carcaça foram semelhantes para todos os tratamentos. Separações físicas das secções das 9-10-11ª costelas revelaram uma menor percentagem de gordura e uma maior percentagem de músculo magro, nos animais alimentados com a dieta basal com adição de carbonato de cálcio, em comparação com os outros três tratamentos. Isto não é surpreendente, visto que estes animais comeram e ganharam menos do que suas contrapartes na ração basal com ou sem feno. Uma situação semelhante existiu com respeito à gordura do

rim. Não houve diferenças entre os tratamentos com respeito à área do músculo *Longíssimus dorsi.*

Em um ensaio de confinamento com dietas de milho grão integral e milho amassado (88% MS) com níveis: 0,0; 2,3; 4,5; 6,8; 9,1 e 11,3 kg de silagem de milho por cabeça/dia, VANCE et al. (1972) não encontraram diferenças entre as médias dos tratamentos para algumas das características de carcaças. Novilhos alimentados com maiores quantidades de silagem de milho tenderam a produzir carcaças com um maior escore de conformação, mais gordura abdominal e maior área de olho de lombo. A espessura de gordura externa foi maior com 6,8 kg de silagem na ração diária. Por outro lado, houve uma excelente mudança no rendimento de carcaça devido à forma do milho, sendo que, novilhos alimentados com milho amassados o rendimento foi significativamente maior (62,4%) do que aqueles recebendo milho inteiro (61,8%).

Utilizando rações de alta concentração de energia com ração basal (totalmente concentrada), basal com adição de 1,36 kg de feno por cabeça diariamente, basal contendo 5% de casca de algodão, basal com 5% de espiga de milho triturado; basal com 2% de casca de ostra; basal com 4% de casca de ostra; basal com 2% de areia e basal com 5% de polietileno triturado, HASKINS et al. (1969) concluiram que novilhos consumindo ração basal, basal com adição de feno e basal com adição de milho produziram carcaças com maior área de olho de lombo (AOL), carne magra e melhorou o escore de qualidade dos cortes, enquanto, o escore de classificação de carcaça e marmorização, não foi significativamente diferente dos outros tratamentos.

Trabalhando com fontes de grãos (sorgo e milho) HALL et al. (1968) não notaram efeitos sob alguns constituintes da carcaça; entretanto, os níveis de energia de mantença, intermediário e alto afetaram as concentrações de água e gordura; a percentagem de gordura aumentou de acordo com o nível de energia da dieta e o nível de água variou inversamente com o nível de gordura.

A maciez final da carne é determinada pela taxa e extensão da proteólise “pos-mortem”. Via-de-regra, já é aceita que a chave da proteólise da proteína miofibrilar é responsável pela melhora na maciez da carne. Resultados de numerosos experimentos têm indicado que o sistema proteolítico das calpaínas tem um maior papel e talvez seja responsável pela tenderização da carne durante a estocagem “pós-mortem” (SHACKELFORD et al.,1994). O sistema proteolítico

conforme revisões de CROALL & DEMARTINO (1991) consiste de p-calpaína que requer micromoles de $Ca^{2+}$ para atividade; m-calpaína que requer milimoles de $Ca^{2+}$ para atividade e calpastatina que é o inibidor endógeno.

Por conseguinte, a diminuição da maciez associada com *Bos indicus* parece estar relacionada a mais alta atividade da calpastatina em 24 horas “pós-mortem” (WHIPPLE et al., 1990a; SHACKELFORD et al., 1991; WHEELER et al., 1990). Entretanto, não conhece se a calpastatina varia entre e dentro de raças *Bos taurus.* Além disso, parece que a calpastatina está mais ligada à idade da maciez da carne do que conteúdo de gordura intramuscular (WHIPPLE et al., 1990a; SHACKELFORD et al., 1991).

De acordo com KNAPP et al. (1989), *Bos índicus* cruzados e gados exóticos têm maiores percentagens de carne dura do que gados *Bos taurus.* Portanto, a menor maciez do músculo *Longíssimus dorsi* em *Bos indicus* comparado com *Bos taurus*, aparentemente, é devido à menor proteólise “pós-mortem” das proteínas miofibrilares em *Bos indicus.* Assim, conforme WHIPPLE et al. (1990), a proteólise reduzida está associada com maior atividade das proteases inibidoras cálcio dependente em *Bos indicus*.

KOCH et al. (1982) demonstraram que a percentagem de amostra de carne obtida de cruzamento entre raças *Bos taurus* (Angus, Hereford, e Pinzgauer) foi mais macia do que cruzamento de raças *Bos índicus* (Brahman e Sahiwal) com Bos taurus (Angus, Hereford, e Pinzgauer). Sendo os valores de WB de 3,44 para HA, 3,48 para PxHA, 3,98 para BrxHA e 4,27 para SaxHA, respectivamente. CROUSE et al. (1989), do mesmo modo, observaram que em raças *Bos índicus* puras e cruzadas a maciez da carne foi menor e mais variável do que nas raças Bos taurus puras e cruzadas, sendo os valores de cisalhamento para HxA de 4,40, Pinzgauer 4,95, Brahman 5,88, Sahiwal 6,90, BrxS 6,36 e meio sangue BrxA e BrxH 5,80.

Conforme IBRAHIM et al. (2008), o gado Waguli tem significativamente menor valor de força de cisalhamento do que novilhos Brahman após 7 e 10 dias de maturação “pós-mortem”; esta diferença é menor após 14 dias “pós-mortem”, quando a maciez mais lenta da maturação no gado Brahman aumenta para níveis aceitáveis. A dureza da carne do gado Brahman está associada com altos níveis da calpastatina no músculo, e a do músculo *Longíssimus dorsi* (LD) do Waguli tem

significativamente menos atividade de calpastatina em 0 h pós-morte do que o LD do Brahman.

Assim, a carne bovina pode ser classificada como macia até um valor máximo da força de cisalhamento, medida no aparelho de WB, aproximadamente igual a 4,2 kg (MACEDO et al., 2001). DOMINGUES (2006) avaliou níveis de milho grão (25, 40 e 55%) com alto e baixo teor de óleo e silagem de milho na proporção de volumoso: concentrado de 66:34, 51:49 e 36:64, considerou a carne de Nelore ligeiramente dura, com valores médios da força de cisalhamento de 4,5 e 5,6 kgf.

BONILHA et al. (2007) compararam carcaças de animais da raça Nelore seleção e comercial (NeS e Nc) com a Caracu e verificaram uma carne menos macia para a Nelore. O valor da força de cisalhamento encontrado foi de 4,25 kgf, o que está dentro dos padrões de maciez considerados satisfatórios (força de cisalhamento abaixo de 5 kgf). Já as características AOL e espessura de gordura subcutânea (EGS) não diferiram entre os grupos NeS e NeC, sendo 65,94 para NeS e 64,75 Nc e espessura de gordura de 5,8 mm para NeS e 6,60 mm. Quando a AOL foi transformada para 100 kg de carcaça, os animais NeS apresentaram menores médias.

BOWLING et al. (1977) demonstraram que carne de bovinos terminados com dietas de grãos foi mais macia, mais desejável em sabor, e em geral mais palatável, do que carne de animais terminados com forragens. O acabamento com grão, também promoveu uma maior espessura de gordura frente ao músculo *longíssimus* na 12ª e 13ª costela de 1,27 mm para 8,9 mm sendo então, associados com maior maciez. Assim, sugeriram que a gordura da carcaça sustenta menor encurtamento da fibra do músculo e aumento enzimático da proteólise durante o desenvolvimento do “rigor mortis”, e conseqüentemente, menor valor na força de cisalhamento.

VAZ et al. (2005) observaram em animais mestiços com predominância de Charolês ou de Nelore confinados com idade de 20 a 22 meses, que a maciez da carne melhorou à medida que aumentou o nível de concentrado (25, 35 e 45%) na dieta, com 5,40 ± 0,16; 5,71 ± 0,26 e 6,42 ± 0,23 pontos, respectivamente. Neste contexto, BRONDANI et al. (2006), também demonstraram em bovinos Aberdeen Angus e Hereford na fase de terminação, que dietas formuladas com dois níveis de energia digestível (ED), 3,07 Mcal/kg de ED e 3,18 Mcal/kg de ED, a carne foi mais macia para os animais alimentados com maior nível de energia na dieta.

Então, a maciez da carne bovina constitui fator estratégico para garantir a estabilidade ou expansão de mercado. Deve-se salientar, no entanto, que as gestões visando à maciez da carne que impliquem aumentos nos custos de produção podem ter efeitos adversos na rentabilidade do sistema produtivo e na conquista de mercados. Nesse sentido, considerando a importância do rebanho zebuíno para o agronegócio nacional, a seleção contra calpastatina, bem como um programa de melhoramento genético para maciez surge como alternativas promissoras para a produção de carne zebuína naturalmente macia. Considerando a oferta e a demanda como variáveis que regem o mercado, deve-se ter o bom senso de que mesmo não recebendo bonificação pela produção de carne mais macia, garante-se, no mínimo, a competitividade da carne bovina em relação à carne de outras espécies. A qualidade final da carne resulta do que aconteceu com o animal durante toda a cadeia produtiva. Devem-se assegurar procedimentos adequados de transporte, armazenamento, manipulação, exposição e preparo da carne (ALVES et al., 2005).

## 2.8 Comportamento ingestivo

A maior razão para estudar o padrão de ingestão e ruminação é para entender processos de comportamentos e fisiológicos que controlam a alimentação PANKSEPP (1978) e, como resulta o desempenho animal. Assim, a periodicidade de vinte quatro horas de tempo gasto ingerindo e ruminando parecem depender da dieta e de fatores animais (genéticos) (DESWYSEN et al., 1993).

BALCH (1971) sugeriu a utilização do tempo de mastigação por quilograma de MS como uma medida biológica para medir a característica física da forragem, a qual ele chamou de característica de fibrosidade. SUDWEEKS et al. (1981) mediram o tempo de mastigação de uma variedade de forragem e concentrado e desenvolveu o índice de valor forragem, sistema para encontrar o requerimento de mastigação.

Atividade de mastigação afeta o fluxo de saliva. A forma física da dieta pode ter um grande efeito na secreção da saliva e capacidade tampão. A importância é sempre mais significativa quando a composição total da saliva é considerada (SUDWEEKS et al., 1981).

Vários pesquisadores BALCH (1971), SUDWEEKS et al. (1981), WELCH & SMITH (1970) demonstraram que a atividade de mastigação é a característica que reflete as propriedades químicas e físicas dos alimentos (FDN, tamanho da partícula, fragilidade intrínseca e umidade). Atividade de mastigação (soma de ingestão e tempo de ruminação) é também uma função do tipo, tamanho, idade e IMS do animal e talvez técnicas de medidas. O que não está claro é como a atividade de mastigação pode ser usada para determinar valores de alimentos em um sistema quantitativo unificado. Eles sugeriram que a referência do alimento seria um feno de gramínea longo contendo 100% de FDN que é determinado uma pef de 1,0, resultando em uma FDNfe de 100 para um padrão hipotético. Então, por ser o tempo de mastigação um avaliador muito acurado do consumo da forragem efetiva, pode ser um indicador útil da fibra efetiva da dieta (WOODFORD & MURPHY, 1988).

Em uma base diária, o controle do consumo do alimento está associado diretamente ao comportamento alimentar. Variando os números de refeições por dia e a média do tamanho da refeição, o animal pode ajustar o consumo alimentar diariamente. Tais informações seriam valiosas em planejar e usar das facilidades para alimentação de grupos de animais. Estes relatos também indicam que o tipo e forma física da ração podem influenciar medidas tais como: período gasto mastigando por dia e taxa de consumo alimentar (CHASE et al., 1976). Assim, conforme o consumo aumenta a quantidade de mastigação por unidade de MS diminui, provavelmente porque há um tempo máximo que os animais podem mastigar em um dia (aproximadamente 1000/dia) (MERTENS, 1997).

BÜRGER et al. (2000) trabalharam com bezerros holandeses, inteiros, com idade e peso corporal médio inicial de 10,8 meses e 233,4 kg de peso vivo e verificaram que o tempo despendido em alimentação e ruminação diminuiu e o tempo de ócio aumentou, linearmente, com o aumento do nível de concentrado nas dietas. A eficiência de ruminação, em g MS/h, da dieta completa, aumentou linearmente e, quando expressa na fração de volumoso da dieta, diminuiu linearmente com o nível de concentrado. O aumento do nível de concentrado nas dietas não influenciou o número de refeições diárias, mas diminuiu linearmente o tempo despendido por refeição. Assim, a eficiência de alimentação em g MS/h registrou comportamento quadrático estimando-se o valor máximo em 826,81 g FDN/h, para o nível de 60,77% de concentrado.

Visto que o tempo de mastigação é reduzido à medida que o tamanho da partícula diminui, SUDWEEKS et al. (1975) concluíram que o tempo de mastigação é um confiável indicador de valor forragem. Resultados mostram que o tempo de mastigação reflete o modo físico de ser da ração e provam que os efeitos da porção do concentrado e forragem são aditivos no tempo de mastigação. Isto também indica que os valores derivados de forragem refletem o tamanho da partícula dos alimentos.

Uma ração com 10% de PB, com MGI e espiga de milho como os principais componentes, foi oferecida em comedouro com proporção de concentrado: volumoso de 75:25 para novilhos em ensaios de comportamentos, sendo dois no verão e um no inverno durante três anos. O tempo médio total dedicado à ingestão foi semelhante; 145,4, 143,7 e 142,1 minutos para os três ensaios, respectivamente. Já o período de ócio foi de 591,3 minutos por dia. (HOFFMAN & SELF, 1973).

SUDWEEKS (1977) estudaram os efeitos de três tipos de concentrados (polpa cítrica, milho e soja moída) em três níveis de concentrados (10, 40 e 70%) nos parâmetros tempo de mastigação e AGV em novilhos. Tempo de mastigação em minuto foi reduzido a cada aumento do nível do concentrado (713, 490 e 387 por dia), todavia, o tipo de concentrado não foi afetado. A equação de regressão linear sugere que a relação do tempo de mastigação para níveis de AGV é constante acima dos níveis de concentrados de 40 a 70%, porém, diferente para 10%. As características da forragem em rações para ruminantes representam um importante papel na manutenção desejável do padrão de AGV no rúmen, o qual por sua vez afeta o desempenho animal. Portanto, se a relação for muito bem definida, níveis de AGV podem, então, ser usados como indicação de requerimento para ruminantes.

Em bovinos de cortes alimentados para satisfazerem os requerimentos de energia, o milho inteiro é mais extensivamente danificado durante a mastigação ingestiva do que cevada ou trigo inteiro. Embora em gado alimentado com cevada e trigo integral, o tempo de ruminação seja maior do que aqueles alimentados com milho, o qual compensa parcialmente à falta de dano à semente durante a mastigação ingestiva, uma maior proporção de semente de trigo e cevada integral aparece nas fezes. Ao contrário da cevada e trigo, sementes de milho são extensivamente danificadas durante a mastigação, o qual é desnecessário fazer

processamento físico, resultando em um substancial decréscimo nos custos da ração (BEAUCHEMIN et al., 1994).

Atividade de mastigação diminuída e associada aos parâmetros do fluído ruminal é um indicativo de fibra efetiva inadequada para manutenção da ação ruminal e produção de saliva. Isto pode predispor o gado de corte a baixa produtividade e problemas de saúde dependendo dos aspectos qualitativos e quantitativos da estrutura usada na operação de gado, no funcionamento e conteúdo disponível de energia da dieta (CAMPBELL et al., 1992).

Novilhas alimentadas com dietas constituídas por alto nível de fibra despenderam mais tempo com consumo e ruminação, em min/dia, em função do maior teor de FDN dessas dietas. Da mesma forma, observou-se maior tempo gasto com ingestão expresso em min/kg de MS, min/kg de FDN, min/gMS/$PV^{0,75}$ e min/gFDN/$PV^{0,75}$. O tempo médio de ruminação em min/kg de MS e min/gMS/$PV^{0,75}$ foi maior para as dietas com alto teor de fibra. Entretanto, o tempo médio de ruminação expresso em min/kg de FDN e min/gFDN/$PV^{0,75}$ foi menor para essas dietas (QUEIROZ et al., 2001).

GRANT et al. (1990) observaram que a redução no tamanho da partícula de feno diminuiu significativamente o tempo gasto na ingestão e ruminação, bem como, o tempo total de mastigação. Vacas que consumiram TMR de milho ruminaram aproximadamente 2 h a mais por dia. Tempo de ruminação (min/kg de consumo de MS da forragem e FDN) cresceu com o aumento do tamanho da partícula da forragem.

## 2.9 Indicadores fecais

DEPENBUSCH et al (2008) verificaram valores médios de amido fecal de 23% em novilhos, com uma variação mínima de 1,2% até um máximo de 59,6%, com desvio padrão de 11% ou mais. ZINN et al. (2007) compilaram dados de concentração de amido de 32 estudos de metabolismo e mostrou valores médios de amido fecal de 5,9% com uma ampla variação de 0 a 44%.

CAETANO (2008) verificou que os teores de amido nas fezes de bovinos de corte confinados no Brasil são médios e consistentes com os níveis médios de inclusão de amido nas dietas. Em bovinos confinados o teor de amido fecal varia intensamente (até 100%) em função do período de coleta, sendo que os maiores

teores ocorrem pela manhã. Existe diferença quanto ao teor de amido nas fezes de animais de diferentes grupos genéticos, indicando que Nelore perde 28% mais amido que animais com algum sangue cruzado.

Quando grão é a fonte básica ou única de amido na dieta, a concentração de amido nas fezes (AF, % da MS) de novilhos confinados pode servir como um indicador da digestão do amido no trato total (DAT) % de consumo = 100,5 – 0,6489 AF; n = 64, $r^2$ = 0,91( ZINN et al., 2002). Portanto, a digestão do amido pode ser precisamente predita baseada no amido fecal. Entretanto, a incorporação do nitrogênio fecal no modelo matemático aumenta acentuadamente a estimativa da qualidade do grão e a eficiência do processamento, quando a digestão do amido no trato total excede 95% (ZINN et al., 2007).

Em conseqüência, incorporando nitrogênio fecal (NF) no modelo matemático, a digestão do amido é estimada conforme segue: digestão do amido, (%) do consumo = 100{1-[(0,938 -0,497NF + 0,0853$NF^2$) AF/AD]}, onde AF é a concentração de amido (% da MS) e AD é a concentração de amido da dieta (% da MS; $r^2$ = 0,94; Sy.x = 0,68;). A concentração de amido fecal somente explica 96% da variação (Sy.x = 0,45) na digestão do trato total; digestão do amido (%) = 99,9 – 0,413AF – 0,0104$AF^2$ (ZINN et al., 2002).

TURGEON et al. (1983) observaram uma relação negativa moderada de amido das fezes para o pH fecal e do amido fecal para a digestão de amido no trato total, porém, não houve relação consistente do amido das fezes ou pH fecal para o desempenho animal com o número limitado de amostra coletada dentro do período avaliado. Além disso, coeficiente de correlação simples que relacionam o pH fecal a digestibilidade do amido apresentado pós-ruminal foram inconsistentes. RUSSELL et al. (1980), WHEELER & NOLLER (1977) também enfatizaram que a concentração do pH fecal e  do amido fecal foi correlacionada negativamente.

GOROCICA-BUENFIL & LOERCH (2005) igualmente demonstraram que a alimentação com milho integral resultou em um aumento de 45% na concentração de amido fecal comparado com a alimentação de milho triturado, a despeito disso, diferença na digestibilidade do amido devido ao processamento do milho foi mínima (menos de 2%) e não significativa. Ainda com relação ao aumento da fibra na dieta ocorreu o incremento na produção de MS fecal, com isso, diminuiu a concentração de amido nas fezes sem afetar a digestibilidade do amido.

WHEELER & NOLLER (1977) concluíram que medidas de pH feitas em amostras de fezes são um excelente indicador do pH no intestino delgado. Baixo pH fecal está associado com grandes quantidades de amido nas fezes de gado alimentado com alta ração concentrada. O coeficiente de correlação relativo ao pH fecal para o amido nas fezes é de -82 e -94, respectivamente.

LEDOUX et al. (1985) encontraram uma correlação positiva baixa entre a percentagem de amido nas fezes e ganho médio diário, enquanto o pH fecal foi negativamente correlacionado com ganho médio diário. Posto que, o consumo foi constante em 1,7% do peso corporal no ensaio de metabolismo estes dados sugerem que o consumo de amido de milho não foi bastante alto para diminuir o pH das fezes.

RUSSEL et al. (1981) relataram uma alta correlação entre pH das fezes e consumo de amido de milho em novilhos alimentados com dietas de alto concentrado. Já Maruta & Ortolani (2002) concluíram que quanto maior a concentração de ácido láctico total nas fezes menores foram os valores de pH fecal (r = - 0,65). Devido à grande queda no pH fecal, sugere-se que esse pode ser utilizado para se firmar o diagnóstico de acidose lática ruminal.

IRELANPPERRY & STALLINGS (1993) evidenciaram que vacas consumindo dieta de baixa proporção de forragem têm MS fecal mais alta e escore fecal mais baixo considerando valores de escore fecal de 1 a 4. Em acréscimo ao escore fecal inferior, vacas alimentadas com dietas de pouca forragem têm pH fecal menor e amido fecal mais alto. O pH fecal e o conteúdo de amido têm uma interação na FDA e fonte de forragem.

Vaca que consome dieta de baixa forragem tem maior IMS, a qual, conseqüentemente, pode resultar em uma taxa de passagem mais rápida causando com isto, maior escape de amido no rúmen. O amido não digerido no intestino delgado ou fermentado no intestino grosso sai nas fezes. Assim, dieta de alta forragem tem consumo mais baixo de amido, e também potencialmente, taxa de passagem mais lenta no rúmen conduzindo à maior digestibilidade da dieta pela perda reduzida de amido e de outros materiais potencialmente digestíveis no intestino e fezes. Como conseqüência a fermentação no intestino pode ser reduzida, resultando em maior pH fecal em vacas que consomem dietas de alta forragem (IRELANPPERRY & STALLINGS, 1993).

## REFERÊNCIAS

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (M. *l. dorsi)* de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AFERRI; G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, 34, n. 5, p. 1651-1658 2005.

ALVES, D. D.; TONISSI, R. H.; GOES, B.; MANCIO, A. B. MACIEZ DA CARNE BOVINA. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ANDERSON, M. J.; KHOYLOO, M.; WALTERS, J. L. Effect of feeding whole cottonseed on intake, body weight, and reticulorumen development of young Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 65, n. 5, p. 764-772, 1982.

ARBOITTE, M Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; NÖRNBERG, J. L.; KUSS, F. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33 n. 4, p. 947-958, 2004.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1416–1425, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC, estatística: relatórios detalhados sobre as exportações de carne brasileiras – Brasil – jan a dez. de 2007 [online], 2008. Disponível em: http://www.abiec.com.br/tabela.asp?id_periodo=5. Acesso em: 10 de fev. 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONFINADORES – ASSOCON, Censo dos confinadores do Estado de Goiás. Pesquisa de intenção de confinamento – Goiás – Março de 2008, Goiânia. [CD-ROM], Goiânia: 2008.

BALCH, C. C. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 26, n. 03, p. 383-392, 1971.

BAILEY, C. B.; BALCH, C. C. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 15, n. 3, p. 383-402, 1961.

BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 8 p. 1943-1953, 1994.

BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L. Dietary roughage regimen for feedlot steers: reduced roughage level (2%) during the mid-finishing period. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 9, p. 3461-3466, 1991.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A.; DONG, Y.; FARR, B. I.; CHENG, K. J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 1, p. 236-246, 1994.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 58, n. 6, p. 1465 -1483,1984.

BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D. P. D.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. 2. composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2002.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 5, p. 1116-1132, 2005.

BONILHA, S. F. M.; PACKER, I. U.; FIGUEIREDO, L. A.; ALLEONI, G. F.; RESENDE, F. D.; RAZOOK, A. G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1275-1281, 2007.

BOWLING, R. A.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; DUTSON, T. R.; OLIVER, W. M. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 45, n. 2, p. 209-215, 1977.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de maio de 2004. **Diário Oficial da União** [online], publicado em 5 de maio de 2004, seção 1, p. 3. Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7277. Acesso em: 22 jul. 2008.

BREN, L.; JUNIOR, P. R.; MOLETTA, J. L.; SCH, A. L. B. Características qualitativas da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 1, p. 29-37, 2007.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, L. S.; AMARAL, G. A.; SILVEIRA, M. F.; CEZIMBRA, I. M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2034-2042, 2006.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 84, n. 13 (Electronic Supplement 1), p. 3032-3038, 2006.

BULLE, M. L.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açucar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, supl. 1, p. 444-450, n. 1, 2002.

BÜRGER, P. T.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

BURRIN, D. G.; BRITTON, R. A. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 63 n. 3, p. 888-893, 1986.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados.** 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-28072008-152702/. Acesso em: 07 fev. 2009.

CAMPBELL, C. P.; MARSHALL, S. A.; MANDELL, I. B.; WILTON, J. W. Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 3, p. 894-903, 1992.

CAMPOS, W.E.; BENEDETTI, E.; RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. S.; BORGES, A. L. C. C.; LACHICA LOPES, E. M. Cinética ruminal de vacas leiteiras a pasto consumindo diferentes gramíneas tropicais. **Archivos de Zootecnia** [online], v. 56, n. 216, p. 829-837, 2007. Disponível em: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/06_17_35_03CineticaCampos.pdf. Acesso em 17 de jul. 2008.

CARTES, R. R.; GROVUM, W. L. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 9. p. 2811-2832, 1990.

CARVALHO, P.; GIORDANO, G.; FERNANDES, P.; ÉDEN, F.; PIRES, V.; JOSÉ, A. Métodos de determinação dos teores de amido e pectina em alimentos para animais**.** **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET** [online], v. VII, n. 01, p. 1695-7504, 2006. Disponível em: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html. Acesso em: 12 jul. 2008.

CHASE, L. E.; WANGSNESS, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behavior of steers fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 59, n. 11, p. 1923-1928, 1976.

CHENG, K. J.; MCALLISTER, T. A.; POPP, J. D.; HRISTOV, A. N.; MIR, Z.; SHIN H. T. A review of bloat in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 299–308, 1998.

CLARK, P. W.; ARMENTAN0, L. E. Effectiveness of neutral detergent fiber in and dried distillers grains compared with whole cottonseed alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 9, p. 2644-2650, 1993.

COLE, N. A.; JOHNSON, R. R.; OWENS, F. N. Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 2, p. 490-496, 1976a.

COLE, N. A.; JOHNSON, R. R.; OWENS, F. N. Influence of roughage level on the site and extent of digestion of whole shelled corn by beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 2, p. 483-489, 1976b.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34 n. 1, p. 268-279, 2005.

COPPOCK, C. E.; MOYA, J. R.; WEST, J. W.; NAVE, D. H.; LABORE, J. M. Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet choice on intake of whole *cottonseed* by Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 68, n. 5, p. 1198—1206, 1985.

COPPOCK, E. Supplying the energy and fiber needs of dairy cows from alternate feed sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 70, n. 5, p.1110-1119, 1987.

CRAIG, W. M.; HONG, B. J.; BRODERICK, G. A.; BULA**,** R. J. In vitro inoculum enriched with particle-associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 67, n. 12, p. 2902-2909, 1984.

CROALL, D. E.; DEMARTINO, G. N. Calcium-activated neutral protease (calpain) system: structure, function, and regulation. **Physiological Reviews**, Stanford, v. 71, n. 3, p. 813-847, 1991.

CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 67, n. 10, p. 2661-2668. 1989.

DEPENBUSCH, B. E.; NAGARAJA, T. G.; SARGEANT, J. M.; DROUILLARD, J. S.; LOE, E. R.; CORRIGAN, M. E. Influence of processed grains on fecal pH, starch concentration, and shedding of Escherichia coli O157 in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, n. 3, p. 632–639, 2008.

DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P. D.; GODFRIN, J. P.; ELLIS, W. C. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, 1993.

DIAS, F. & LANNA, P. D. Confinamento brasileiro. Onde queremos chegar? CBNA Disponível em; www.assocon.com.br/pdf/pdf_assocon2.pdf. Acesso em: 10 de fev. 2008.

DOMINGUES, J. L. **Avaliação de desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne em bovinos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo na dieta de terminação** [online]. 2006. 101 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-29012007-142000/. Acesso em: 21 jul. 2008.

ELAM, C. J. Acidosis in feedlot cattle: Practical observations**. Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 4, p. 898-901, 1976.

EMERY, R. S.; SMITH, C. K.; GRIMES, R. M.; HUFFMAN, C. F.; DUNCAN, C. W. Physical and chemical changes in bovine saliva and rumen liquid with different hay-grain rations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 43, n. 1, p. 76-80, 1960.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 569-575, 2006.

FELÍCIO, P., E. de. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais…** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E. A.; TÚLLIO, R. R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol**. Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 855-864, 2007.

FIRKINS, L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p.1426–1437, 1997.

GAEBE, R. J.; SANSON, D. W.; RUSH, I. G.; RILEY, M.L.; HIXON, D. L.; PAISLEY, S.I. Effects of extruded corn or grain sorghum on intake, digestibility, weight gain, and carcasses of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n. 8, p. 2001-2007, 1998.

GALYEAN, M. L.; WAGNER, D. G.; OWENS, F. N. Corn particle size and site and extent of digestion by steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 49, n. 1, p. 204-210 1979.

GALYEAN, M. L.; GLEGHORN, J. F. Summary of the 2000 Texas Tech University consulting nutritionist survey. Burnett Center Internet Prog. Rep. n. 12, Texas Tech Univ. [online], n. 12, p. 1-9, 2001. Disponível em: http://www.asft.ttu.edu/burnett_center/progress_reports/bc12.pdf. Acesso em: 15 abr. 2006.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR. P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, suppl. 2, p. E8-E16, 2003.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 705–714, 2005.

GRANT, R. J.; COLENBRANDER, V. F.; MERTENS, D. R. Milk Fat Depression in Dairy Cows: Role of Particle Size of Alfalfa Hay. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, n. 7, p. 1823-1833, 1990.

GRANT, R. J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1438–1446, 1997.

GREATHOUSE, G. A.; SCHALLESA, R. R.; BRENTA, B. E .; DAYTON, A. D.; SMITHS, E. F. Effects of levels and sources of protein on performance and carcass characteristics of steers fed all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 39, n. 1, p. 102-107, 1974.

GRIGSBY, K. N.; KERLEY, M. S.; PATERSON, J. A.; WEIGEL, J. C. Site and extent of nutrient digestion by steers fed a low-quality bromegrass hay diet with incremental levels of soybean hull substitution. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 6, p. 1941-1949, 1992.

HALL, G. A. B.; ABSHER, C. W.; TOTUSEK, R.; TILLMAN, A. D. Net energy of sorghum grain and corn for fattening cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 1, p. 165-169, 1968.

HARVEY, R. W.; WISE, I. B.; T. N. BLUMER, T. N.; BARRICK, E. R. Influence of added roughage and chlortetracycline to all-concentrate rations for fattening steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 5, p. 1438-1444, 1968.

HASKINS, B. R.; WISE, M. B.; CRAIG, H. B.; BLUMER, T. N.; BARRICK, E. R. Effects of adding low levels of roughages or roughage substitutes to high energy rations for fattening steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 29, n. 2, p. 345-353, 1969.

HEINRICHS, A. J.; KONONOFF, P. J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, Departament of Dairy and Animal Science [online], 2002. Disponível em: http://www.das.psu.edu/dairy/dairy-nutrition/pdf-dairy-nutrition/manure.pdf/view?searchterm=Kononoff,%20P. Acesso em: 08 fev. 2009.

HENRIQUE, W.; FILHO, J. A. B.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; FILHO, J. L. V. C.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e

características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.1, p. 183-190, 2007.

HOFFMAN, M. P.; SELF, H. L. Behavioral traits of feedlot steers in Iowa. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, n. 6, p. 1438-1445, 1973.

HSU, J. T.; FAULKNER, D. B.; GARLEB, K. A.; BARCLAY, R. A.; FAHEY, G. C. JR.; BERGER, L. L. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, Oat hulls and soybean culls as roughage sources for ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, n. 1, p. 244-255, 1987.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, n. 3, p. 852-867, 1997.

HUNTINGTON. G. B. Nutritional problems related to the gastro-intestinat tract. In: Church, D. C. **The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition.** ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988. NJ. p. 476-478.

HUNTINGTON, G. B.; HARMON, D. L.; RICHARDS, J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84 (E. Suppl.), n. 13, p. E14-E24, 2006.

IBRAHIM, R. M.; GOLL, D. E.; MARCHELLO, J. A.; DUFF, G. C.; THOMPSON, V. F.; MARES, S. W.; AHMAD, H. A. Effect of two dietary concentrate levels on tenderness, calpain and calpastatin activities, and carcass merit in Waguli and Brahman steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, n. 6, p. 1426-1433, 2008.

IRELAND-PERRY, R. L.; STALLINGS, C. C. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 4, p. 1074-1082, 1993.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p.350-357, 2008.

KETELAARS, J. J. M. H.; TOLKAMP, B. J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 3. Optimum feed intake: in search of a physiological background. **Livestock Production Science** [online], v. 31, n. 3-4, p. 235-258, 1992. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T9B-4CPF8PB5&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F1992&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=browse&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=713c1d4df4b1c94e5e8bcfdcb94d4ada. Acesso em: 20 jul. 2008.

KNAPP, R H.; TERRY, C. A.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; MIES, W. L.; E J. EDWARDS, J. W. Characterization of cattle types to meet specific beef targets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 67, n. 9, p. 2294-2308, 1989.

KOCH, R. M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSES, J. D. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 54, n. 1, p. 35-45, 1982.

KOENIG, K. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M. Effect of grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barley-based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 4, p. 1057–1067, 2003.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 5, p. 1858–1863, 2003.

KREHBIEL, C. R.; CRANSTON, J. J.; MCCURDY, M. P. An upper limit for caloric density of finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, E. Suppl. 13, p. E34–E49, 2006.

KREIKEMEIER, K. K; HARMON, D. L.; BRANDT, R. T.; JR., T. G. NAGARAJA, JR. T. G.; COCHRAN, R. C. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, v. 7, p. 2130-2141, 1990.

LLAMAS-LAMAS, G.; COMBS, D. K. Effect of forage to concentrate ratio and intake level on utilization of early vegetative alfalfa silage by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 2, p. 526-536, 1991.

LANNA, D. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 41-78.

LEDOUX , D. R.; WILLIAMS, J. E.; STROUD, T. E.; GARNER, G. B.; PATERSON, J. A. Influence of forage level on passage rate, digestibility and performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n. 6, p. 1567-1575, 1985.

LEE, R. W.; GALYEAN, M. L.; LOFGREEN, G. P. Effects of mixing whole shelled and steam flaked corn in finishing diets on feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 55, n. 3, p. 475-483, 1982.

LEEK, B. F. Digestão no estômago de ruminantes. In: Dukes, H. H**. Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Guanabara Koogan: Swenson&Reece, 1993. cap. 21, p. 353-411.

LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, W. H. G. F. BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29 n. 3, p. 834-839, 2000.

LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; PUTRINO, S. M.; LANNA, D. P. D.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com

elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32 n. 6, supl.1 p. 1786-1791, 2003.

LOERCH, S. C. Efficacy of plastic pot scrubbers as a replacement for roughage in high-concentrate cattle diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 6, p. 2321. 1991.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso em 2003, na região oeste de Minas Grais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1039-1044, 2005.

LUDDEN, P. A.; CECAVA, M. J.; HENDRIX, K. S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 9, p. 2706-2711, 1995.

MACEDO, M. P.; BASTOS, J. F. P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F. D.; FIGUEIREDO, L. A.; RODRIGUES NETO, A. J. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D. V.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; PORTO, M. O.; MARCONDES, M. I.; ANDREATTA, K. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, (supl.) p. 2466-2474, 2005.

MAGGIONI, D. **Desempenho e qualidade da carne de bovinos de diferentes composições raciais terminados em confinamento.** [online]. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/material/maggioni.pdf. Acesso em: 13 jun. 2008.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A. Resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes: uma revisão. **PUBVET** [online], v. 1, n. 6, p. 1982-1263, 2007. Disponível em:
http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=66. Acesso em: 22 jul. 2008.

MARTIN, C.; PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Effect of wheat and corn variety on fiber digestion in beef steers fed high-grain diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 8, p. 2269-2278, 1999.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I – variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.

MCALLISTER, T. A.; PHILLIPPE, R. C.; RODE, L. M.; CHENG, K. J. Effect of the Protein Matrix on the Digestion of Cereal Grains by Ruminal Microorganisms. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p.205-212, 1993.

MEDEIROS, S.R.; TORRES JÚNIOR, R.A.A.; BITENCOURT, L.P.; SILVA, M.M.; ROMERO, J.V.; ALBERTINI, T.Z.; CARPEJANI, G.C.; CÁCERES, C.A. Efeito do caroço de algodão na qualidade do "longissimus dorsi" de bovinos de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. Disponível em: http://br.geocities.com/grupoembrapa/publicacoes.htm. Acesso em: 14 jun. 2008.

MEISSNERL, H.H; SMUTSZ, M.; COERTZE, R. J. Characteristics and efficiency of fast-growing feedlot Steers fed different dietary energy concentrations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 4, p. 931-936, 1995.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MICHAEL, S. A. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

MILLEN, D.D.; ARRIGONI, M.B.; PACHECO, R.D.L. et al. Manipulação da fermentação ruminal: saúde animal e qualidade do produto final. **PUBVET** [online], v. 2, n. 34, 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=62>. Acesso em: 16 jul. 2008.

MORGAN, J. B; SAVELL, J. W.; HALE, D. S.; MILLER, R. K.; GRIFFIN, D. B.; CROSS, H. R.; SHACKELFORD, S. D. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 8, p. 3274-3283, 1991.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 287–298, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC... **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C., 1996. 232 p.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 359-3629, 1991.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 174-183, 2003a.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 184-194, 2003b.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of diet fermentability on efficiency of microbial nitrogen production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 195-207, 2003c.

ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, 1986.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, n. 3, p. 868-879, 1997.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 275–286. 1998.

PANKSEPP, J. Analysis of feeding patterns: Data reduction and theoretical implications. In: BOOTH, D. A. (Ed.) **Hunger Models, Computable Theory of Feeding Control**. Academic Press, New York, p.143. 1978.

PEREIRA, M. N.; GARRETT, E. F.; OETZEL, G. R.; ARMENTANTO, L. E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. i. performance and health. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 12, p. 2716–2730, 1999.

PHILIPPEAU, C.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 6, p. 1587-1596, 1999.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P.; THEURER**,** C. B. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 8, p. 2244-2253, 1993.

POPPI, D. P.; HENDRICKSEN, R. E.; MINSON, D. J. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 105, n. 1, p. 9-14, 1985.

PORCIONATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 258-266, 2004.

PRESTON, R. L. Management of high concentrate diets in the feedlot. Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte, 82., 1998, Campinas. **Anais…** São Paulo: CBNA, 1998. 232 P.

QUEIROZ, A. C.; NEVES, J. S.; MIRANDA, L. F.; PEREIRA, J. C.; PEREIRA, E. S.; DUTRA. A. R.; Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças Holandês-Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n.1, p. 89-93, 2001.

RABELO, M. M. A.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JR, R. C.; GENTIL, R. S.; FERREIRA, E. M. Avaliação do efeito do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* obtido por dois métodos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 3, p. 698-704, 2008.

RAMIREZ, R. G.; KIESLING, H. E.; GALYEAN, M. L.; LOFGREEN, G. P.; J. K. ELLIOTTS, J. K. Influence of steam-flaked, steamed-whole or whole shelled corn on performance and digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n. 1, p. 1-8, 1985.

REINHARDT, C. D.; BRANDT JR, R. T.; ECK, T. P.; TITGEMEYER, E. C. Performance, Digestion, and Mastication Efficiency of Holstein Steers Fed Whole or Processed Corn in Limit- or Full-Fed Growing-Finishing Systems. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. p. 1778–1788, 1998.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. V.; PEREIRA, J. C.; MÂNCIO, A. B. Bovinos Mestiços Alimentados com Diferentes Proporções de Volumoso:Concentrado. 2. Efeito sobre a Ingestão de Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 261-269, 2001.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; KUSS, F.; SANTOS, C. V. M.; FERREIRA**,** J. J. Substituição do Grão de Sorgo por Casca de Soja na Dieta de Novilhos Terminados em Confinamento**. Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

RIBEIRO, F. G.; ROBERTO LEME, P. R.; BULLE, M. L. M.; LIMA, C. G.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; LANNA, D. P. D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

RODRIGUES, K. K. N. L.; JÚNIOR, P. R.; MOLETTA, J. L.; MURARO, G. B. Avaliação do desempenho de bovinos mestiços purunã, alimentados com diferentes níveis de energia. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 3, p. 241-247, 2007.

RUSSELL, J. R.; YOUNG, A. W.; JORGENSEN, N. A. Effect of sodium bicarbonate and limestone additions to high grain diets on feedlot performance and ruminal and fecal parameters in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, n. 4, p. 996-1002, 1980.

RUSSELL, J. R.; YOUNG, A. W.; JORGENSEN, N. A. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 52, n. 5, p. 1177-1182, 1981.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS JR, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T. A. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 14, E. Suppl. 2, p. E149-158, 2003.

SHACKELFORDS, S. D.; KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE,G.; T. L. WHEELER, T. L.; M. F. MILLER, CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. Predictors of beef Tenderness: development and verification. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 5, p. 1130-1135, 1991.

SHACKELFORDTS, S. D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIP, L. V.; GREGORY, K. E.; ROHRER, G. A.; SAVELL, J. W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, warner- bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 4, p. 857-863, 1994.

SHAVER, R. D.; NYTES, A. J.; L. D. SATTER, L. D.; JORGENSEN, N. A. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 69, n. 6, p. 1545-1559, 1986.

SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S.; CATTELAN, J. W.; BARBOSA, J. C.; RESENDE, F. D.; CARMO, F. R. G.; Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1258-1268, 2002.

SILVA, B. A. N. A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime** [online], v. 1, n. 1, p. 59-68, 2004. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/008V1N1P59_68_JUL2004.pdf . Acesso em: 10 jun. 2008.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. N.; LANNA, D. P. D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

SLYTER, L. L. Influence of acidosis on rumen function. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 4, p. 910-929, 1976.

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoi, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A. A.; BOIN, C. Possíveis alterações causadas pela utilização de caroço de algodão na dieta de bovinos de corte confinados. [online], 2002. Disponível em: http://www.beefpoint.com.br/?actA=7&areaID=60&secaoID=175&noticiaID=4838. Acesso em: 12 jul. 2008.

SOUZA, A.A. Efeitos do processamento de grãos sobre a produção de bovinos de corte confinados. [online], 2006. Disponível em: http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo. Acesso em: 9 abr. 2006.

STOCK, R. A.; BRINK, D. R.; BRANDT, R. T.; MERRILL, J. K.; SMITH, K. K.;J. ANITA, J. Feeding combinations of high moisture corn and dry corn to finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, n. 1, p. 282-289, 1987.

STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; PARROTT, J. C.; GOEDEKEN, F. K. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 10, p. 3441-3455, 1990.

SUDWEEKS, E. M.; MCCULLOUGH, M. E.; SISK, L. R.; LAW, S. E. Effects of concentrate type and level and forage type on chewing time of steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 41, n. 1, p. 219-224, 1975.

SUDWEEKS, E. M. Chewing time, rumen fermentation and their relationship In steers as affected by diet composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, n. 4, p. 694-701, 1977.

SUDWEEKS, E. M.; ELY, L. O.; MERTENS, D. R.; SISK, L. R. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 53, n. 5, p. 1406-1411, 1981.

SUGUISAWA, L. Tecnologias promissoras para melhora da maciez e marmorização da carne bovina. [online], 2003. Disponível em: http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigos. Acesso em 9 abr. 2006.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. p. 1649-1662, 1986.

THEURER, C. B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; DELGADO-ELORDUY, A.; SADIK, M.; HUBER, J. T.; ZINN, R. A. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 10, p. 2824-2831, 1999.

THOMPSON, J. T.; BRADLEY, N. W.; LITTLE, C. O**.** Ruminal Volatile Fatty Acid Concentrations and Performance of Steers Fed Different Levels and Forms of Hay and Grain**. Journal of Animal Science**, Savoy, v. 24, n. 4, p. 1179-1183, 1965.

TRICARICO, J. M.; ABNEY, M. D.; GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. K.; HANSON, K. C.; K. R. MCLEOD, K. R; HARMON, D. L. Effects of a dietary *Aspergillus oryzae* extract containing *α*-amylase activity on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 85, n. 3, p. 802–811, 2007.

TURGEON, O. A.; BRINK, JR. D. R.; R. A. BRITTON, R. A. Corn particle size mixtures, roughage level and starch utilization in finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 57, n. 3, 1983.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy catlle methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VANCE, R. D.; PRESTON, R. L.; KLOSTERMAN, E. W.; CAHILL, V. R. Utilization of whole shelled and crimped corn grain with varying proportions of corn silage by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 35, n. 3, p. 598-605, 1972.

VARGAS JUNIOR, F. M.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L. M.; PASCOAL, L. L.; OLIVEIRA, M. V. M.; CARVALHO, P. A.; MONTAGNER, D.; WEBER, A.; BOLZAN, I. T. Desempenho de novilhos de corte alimentados com dietas contendo quantidades crescentes de concentrado associado à forragem de aveia (*Avena strigosa*) tratada com uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 4, p. 405-413, 2002.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; SILVA, N. L. Q.; ALVES FILHO, D. C.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; KUSS, F. Nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n.1, p. 239-248, 2005.

WALDO, D. R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, n. 4, p. 1062-1074, 1973.

WELCH, J. G.; SMITH**,** A. M. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 53, n. 6. p. 797-800, 1970.

WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, n. 1, p. 131-135, 1977.

WHEELER, T. L.; SAVED, J. W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D.; HUNT, M. C.; KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990a.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 12, p. 4193-4199, 1990b.

WILKS, D. L.; COPPOCK, D. L. C. E.; BROOKS, K. N. Effects of Differences in Starch Content of Diets with Whole Cottonseed or Rice Bran on Milk casein. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 4, p. 1314-1320, 1991.

WISE, M. B.; BLUMER, T. N.; CRAIG, H. B; BARRICK, E. R. Influence of rumen buffering agents and hay on performance and carcass characteristics of steers fed all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 24, n. 1, p. 83-88, 1965.

WISE, M. B.; HARVEY, R. W.; HASKINS, B. R.; BARRICK, E. R. Finishing beef cattle on all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 5, p. 1449-1461. 1968.

WOODFORD, S. T.; MURPHY, M. R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 71, n. 3, p. 674-686, 1988.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, n. 5, p. 1145–1156, 2002.

ZINN, R. A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Starch digestion by feedlot cattle: predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, Savoy, 2007. v. 85, n. 7, p. 1727–1730, 2007.

## CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA, DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO

### RESUMO

O objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado, sobre os desempenhos e características da carcaça de 20 bovinos Nelore machos, com idade de 28 meses em delineamento inteiramente casualizado. As dietas DT+BIN (10% de bagaço de cana “in natura”, 54,52% de sorgo moído, 10,94% de caroço de algodão, 18% de casca de soja, 2,54% de farelo de soja e 4% de núcleo farelado), MGI (10% de casca de soja, 75% de milho grão e 15% de núcleo peletizado) e DT (44,44% de sorgo moído, 16,70% de caroço de algodão, 28,89% de casca de soja e 10% de núcleo farelado) foram distribuídas aos animais em baias individuais. O consumo das dietas foi determinado mediante diferenças entre o oferecido e as sobras. Após a pesagem, as dietas foram distribuídas aos animais na forma de mistura total em duas refeições diárias, sendo 60% às 8h e 40% às 17h, permitindo-se sobras de 5% do ofertado. As pesagens dos animais foram realizadas no início do período experimental e a cada 21 dias, sempre em jejum hídrico e alimentar de 14 horas. Foram mensurados o pH e os comprimentos das meias-carcaças no momento da saída das câmaras, após o processo de resfriamento. Da meia-carcaça esquerda foram medidas as AOL, EGSO à altura da 12$^{a}$ costela. Houve diferença significativa (P<0,05) para as características de ganho de peso final e peso metabólico, sendo que os animais do tratamento DT+BIN com peso final (498,43 kg e peso metabólico de 93,27 kg) e os animais do tratamento MGI com peso final (481,67 kg e peso metabólico de 90,32 kg) foram mais eficientes do que os animais do tratamento DT com peso final (456,43 kg e peso metabólico de 88,52 kg). No desempenho de características de consumo, os animais que ingeriram as dietas DT+BIN (9,24 kg/dia) e MGI (7,34 kg/dia) foram mais eficientes do que os que consumiram a dieta DT (6,92 kg/dia). O consumo em percentagem do peso vivo do tratamento DT+BIN foi maior em 20,99% em analogia ao tratamento MGI e 26,59% ao DT. Na avaliação da carcaça houve diferença significativa (P<0,05) somente para os atributos, peso de carcaça quente (PCQ) e espessura de gordura subcutânea subjetiva (EGSS). O PCQ do tratamento DT+BIN (281,81 kg) foi superior ao tratamento DT (238,20 kg), e não diferiu do tratamento

MGI (268,98 kg). A característica EGSS foi superior para o tratamento DT+BIN em 12,36% quando confrontado ao tratamento MGI e 50% mais elevado quando cotejado ao tratamento DT. O bagaço de cana “in natura” é uma fonte de fibra eficiente em dietas de alta proporção de concentrado para terminação de Nelore em confinamento. A adição de 10% de BIN em dieta de alta proporção de concentrado, promove melhoria no consumo de MS, % de MS em relação ao PV, maior peso e acabamento de carcaça. Formulação de rações que considera apenas a concentração de FDN da dieta pode incorrer em anormalidade ao desconsiderar as características físicas dos alimentos, tamanho de partícula sobre a atividade mastigação, fluxo de saliva e fermentação ruminal. A dieta de alto grão (MGI) foi superior a dieta de alta proporção de concentrado (DT) para as características de ganho de peso final aos 84 dias e peso de carcaça quente.

Palavras-chave: confinamento, consumo, crescimento, ração

## PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS


### SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effects of high grain diets on performance and carcass characteristics of 20 Nelore bovines with 28 months of age in a completely randomized experimental design. The diets DT + BIN (10% sugar cane bagasse, 54.52% cracked sorghum, 10.94% whole cotton seed hulls, 18% soybean hulls, 2.54% soybean meal and 4% powder vitamin/mineral supplement), MGI (10% soybean hulls, 75% whole corn grain and 15% pellet vitamin/mineral supplement) and DT (44.44% cracked sorghum, 16.7% whole cotton seed hulls, 28.89% soybean hulls and 10% powder vitamin/mineral supplement) were offered to the animals in tie stalls. Intake was determined through subtraction of the feed minus orts. Diets were offered to the animals in two daily meals, at 8h (60%) and 17h (40%), aiming approximately 5% of orts. Animals were weighed in the beginning of the experiment and every 21 days, always in water fasting and 14 hours after the last meal. The pH and the lengths of the half-carcasses were measured in the cool store after the cooling process had been completely finished. The areas of AOL and EGSO were taken from the left half-carcass in the 12$^{th}$ rib. There was difference for final weight and metabolic weight ($P<0.05$). Animals fed the diet DT + BIN (498.43 kg final weight and 93.27 kg metabolic weight) and the diet MGI (481.67 kg final weight and 90.32 kg metabolic weight) were more efficient than the ones fed the diet DT (456.43 kg final weight and 88.52 kg metabolic weight). Dry matter intake was greatest for the animals fed the diet DT+BIN (9.24 kg/day) and MGI (7.34 kg/day) than animals fed the diet DT (6.92 kg/day). When intake was expressed as percentage of bodyweight, the treatment DT + BIN was 20.99% higher than MGI and 26.59% than DT. There was difference ($P<0.05$) in the weight of fresh carcass (PCQ) and thickness of subcutaneous fat (EGSS). PCQ in the treatment DT + BIN (281.81 kg) was higher than DT (238.2 kg), but did not differ from MGI (268.98 kg). Likewise, EGSS in the diet DT+BIN was 12.36% higher than the diet MGI and 50% higher than the diet DT. The addition of 10% of BIN in high grain diet improves dry matter intake, weight gain and carcass quality. The formulation of rations that take into account only the NDF content might result in mistakes through disregarding the physical characteristics of feeds and particle size on the activities of mastication, saliva flow and ruminal

fermentation. The MGI diet was greater than the DT diet in terms of daily weight gain at 84 days and fresh carcass weight.

Keywords: feedlot, growth, intake, ration

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo de diferentes proporções de concentrado nas dietas é fundamental, pois permite determinar seu nível ótimo, para que se obtenha o melhor desempenho animal aliado à melhor resposta econômica. A divergência de resultados entre os trabalhos permite inferir que o consumo de MS é uma variável complexa que pode ser afetada por diversos fatores relativos ao animal, ao alimento, à alimentação e às condições climáticas, que interagem e passam a ser determinante (COSTA et al., 2005).

Nesse contexto, resultados variáveis foram informados por ensaios comparando dieta totalmente concentrada com dietas contendo a adição de fibra ou volumoso. Os GMD e a eficiência alimentar foram melhorados nos grupos que receberam 0 e 0,91 kg de feno por cabeça dia comparado àqueles que receberam 2,72 kg de feno diariamente (WISE et al., 1968).

MACEDO et al (2001) trabalharam com Nelore (linhagem seleção e linhagem controle) em dois regimes de terminação, confinamento e a pasto com dieta consistindo de 60% de volumoso e 40% de concentrado, feita com milho triturado, farelo de algodão e minerais, observaram que o grau de acabamento das carcaças dos animais foi muito pequeno ratificando as dificuldades em se terminar animais não-castrados. Assim, os autores coligiram que caso a opção sejam manter os animais não-castrados, o pecuarista deve administrar uma dieta com teor energético mais elevado se desejar melhorar o grau de acabamento de seus animais.

De acordo com ARBOITTE et al. (2004) a conversão alimentar é a característica mais importante sob o ponto de vista prático, já que influencia diretamente a relação entre o que é gasto em forma de alimentos e o que é retornado na forma de ganho de peso. Melhorar a eficiência alimentar é fundamental no confinamento, pois está diretamente relacionada com o aspecto econômico.

VARGAS JÚNIOR et al. (2002) verificaram que a avaliação de dietas com diferentes níveis de concentrado com vistas a identificar o seu nível ótimo, considerando-se o desempenho animal e a eficiência econômica do sistema, apresentam respostas de GMD e CMS variáveis, que têm como aspectos determinantes: o sexo, a raça e a idade do animal, além de fatores nutricionais, como a qualidade do volumoso e do concentrado, entre outros. Observaram

também, que a conversão alimentar apresentou resposta linear negativa, ou seja, o aumento do nível de concentrado na dieta resultou em melhor capacidade de converter kg MS em kg de peso vivo. Além do mais, a conversão alimentar entre as variáveis analisadas é a única que apresenta consenso entre os estudos encontrados na literatura em que o aumento da inclusão de concentrado na dieta há melhora na conversão alimentar.

Músculos, ossos e gordura são os principais componentes da carcaça e as suas proporções, por ocasião do abate, são os fatores mais importantes na determinação do valor econômico. O maior objetivo quando se tenta mudar a composição da carcaça é a obtenção de maior proporção de músculos, nível adequado de gordura e um mínimo de ossos (LUCHIARI FILHO, 2000).

O estudo das características da carcaça tem importância quando o objetivo é avaliar a qualidade do produto final de um sistema. O rendimento de carcaça e o peso de carcaça quente são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto adquirido e nos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento. O peso de abate tem grande importância no confinamento, por alterar custos e qualidade do produto final (MAGGIONI, 2006).

A nutrição e, particularmente, o nível de ingestão de nutrientes digestíveis, pode afetar a composição da carcaça. O maior efeito observado será na proporção de gordura. Um plano nutritivo mais pobre durante a fase de engorda, resultará numa proporção mais baixa de gordura, enquanto num plano nutritivo mais elevado a proporção de gordura será maior. Um plano nutricional baixo, antes de iniciar a fase de acabamento, apresenta pouco ou nenhum efeito na composição da carcaça, desde que os animais sejam terminados com uma alimentação adequada (LUCHIARI FILHO, 2000).

Novilhos alimentados com dietas à base de concentrado total tiveram maiores pesos de carcaça do que aqueles alimentados com dietas com 40% de palha de arroz, 20% de casca de arroz e 20% de feno de alfafa. Quando a dieta apresentou 40% de palha de arroz, o rendimento de carcaça foi menor do que com 20% de palha de arroz e 40% de feno de alfafa (WHITE & REYNOLDS, 1969).

Existem dúvidas de que bovinos de corte possam ser acabados de forma bem sucedida com dietas a base de concentrado. Ganho de peso corporal comparável à dieta convencional pode ser obtido. Peso de acabamento é reduzido

em mais ou menos 20 kg por este sistema de alimentação. Em relação ao gado em sistema de alimentação convencional, a quantidade necessária de alimento por unidade de ganho é diminuída pelo uso de alimento de alta energia. Outros aspectos a serem considerados com dieta de alto concentrado é que o acompanhamento na mistura dos alimentos e o manejo alimentar são reduzidos (WISE et al. 1968).

BROWN et al. (2000) observaram que a IMS diária e peso de carcaça responderam quadraticamente, enquanto GMD e conversão alimentar aumentaram linearmente com o aumento do grau de processamento de grãos. Já características de carcaças, geralmente não foram afetadas pelo grau de processamento do milho.

Atualmente, a terminação em confinamento é uma técnica com baixa margem de lucro. Isto pode ser alterado com o uso de animais que, no início do confinamento, apresentem peso mais elevado e alto potencial genético para ganho de peso. Pode-se utilizar também dieta com concentração energética adequada, ressaltando que a qualidade do volumoso é muito importante para conferir aos animais elevados ganho de peso e adequada deposição de gordura na carcaça (ARBOITTE et al., 2004).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos de dietas completas de alta proporção de concentrado sobre os desempenhos e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura da Fazenda Barreiro, situada no Município de Silvânia – Goiás com 16º29'50,05" de latitude e 48º47'31,44" de longitude com altitude de 1000m. O município apresenta clima tropical com chuvas estacionais bem distribuídas de outubro a março. O trabalho foi realizado entre os dias 9 de dezembro de 2007 a 27 de março de 2008. A temperatura média mensal durante o período experimental foi de 24,23 ºC, com precipitação pluviométrica mensal média de 279,08 mm e umidade relativa média do ar de 74,25% (Tabela 1). As avaliações laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos do Departamento de Produção Anima (LANA) (DPA) e Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG.

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.

| Variáveis | Mês/Ano | | | |
|---|---|---|---|---|
| | dez. 2007 | jan. 2008 | fev. 2008 | mar. 2008 |
| Precipitação pluviométrica (mm) | 179,7 | 280,8 | 282,0 | 373,8 |
| Temperatura máxima (ºC) | 30,8 | 29,9 | 30,5 | 30,1 |
| Temperatura mínima (ºC) | 20,3 | 20,2 | 20,3 | 20,0 |
| Temperatura média (ºC) | 24,6 | 24,1 | 24,3 | 23,9 |
| Umidade relativa do ar (%) | 72,0 | 74,0 | 75,0 | 76,0 |

Fonte: INMET- 10º Distrito de Metereologia - Goiânia-Go.

### 2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 20 animais inteiros da raça Nelore com idade de 28 meses e peso vivo médio de 336,61 kg no inicio do período experimental. Os animais permaneceram em adaptação ao manejo e à dieta por 21 dias e passaram por quatro períodos de testes de 21 dias recebendo dietas completas de alta proporção de concentrado durante 105 dias em regime de confinamento. A adaptação dos animais às dietas experimentais foi por meio do regime alimentar restrito, com o fornecimento de 1,3% da dieta em relação ao peso vivo na matéria natural, no primeiro dia, e partir daí procedeu-se o aumento de 10% na dieta diariamente até o final da adaptação.

O delineamento aplicado foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos e seis repetições para o tratamento com milho grão inteiro (MGI) e sete repetições para cada um dos demais tratamentos, dieta total + bagaços de cana “in natura” (DT+BIN) e dieta total (DT). Os animais foram distribuídos aleatoriamente em baias individuais (12 m²), cimentadas (7 m²), parcialmente cobertas (7 m²) e providas de comedouro e bebedouro (torneira com bóia) de concreto. Antes do inicio do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vacinados e submetidos a controle de ecto e endo parasitas.

## 2.3 Tratamentos

As dietas foram compostas de milho grão inteiro (MGI), sorgo moído (SM), caroço de algodão (CA), farelo de soja (FS), casca de soja (CS), bagaço “in natura” de cana-de-açúcar (BIN) e núcleos específicos para cada dieta, a fim de atender às exigências minerais e protéicas dos animais. A composição químico-bromatológica dos alimentos está demonstrada na Tabela 2.

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais.

| Alimentos | MS | PB | FDA | FDN | MM | EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Milho | 88,64 | 7,86 | 4,31 | 7,30 | 1,86 | 3,09 |
| Sorgo | 89,34 | 7,21 | 4,03 | 8,41 | 1,34 | 1,54 |
| Caroço de algodão | 89,55 | 23,10 | 28,34 | 41,38 | 6,20 | 16,13 |
| Farelo de soja | 87,76 | 46,60 | 10,42 | 21,30 | 6,55 | 2,34 |
| Casca de soja | 92,35 | 10,91 | 40,52 | 64,34 | 4,38 | 0,92 |
| Bagaço de cana "in natura" | 74,8 | 1,71 | 56,1 | 74,53 | 1,25 | - |

Fonte: valores analisados LANA/DPA/EV/UFG. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo.

Os tratamentos foram constituídos por dietas completas e isoprotéicas, calculadas para atenderem as exigências de bovinos de corte para um ganho médio de 1,40 kg/dia, conforme NRC (1996) sendo calculadas pelo sistema (CNCPS de CORNEL, 2002) (Tabela 3).

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT) na matéria seca (% MS).

| Alimentos | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Caroço de algodão | | | 16,70 |
| Casca de soja | | 10,00 | 28,89 |
| Sorgo moído | | | 44,44 |
| Núcleo farelado* | | | 10,00 |
| Milho grão inteiro | | 75,00 | |
| Núcleo peletizado** | | 15,00 | |
| Bagaço de cana “in natura” | 10,00 | | |
| Sorgo moído | 54,52 | | |
| Caroço de algodão | 10,94 | | |
| Casca de soja | 18,00 | | |
| Farelo de soja | 2,54 | | |
| Núcleo farelado* | 4,00 | | |

* Fonte: anexo 1; **Fonte: anexo 1.

A composição nutricional das dietas experimentais está descrita detalhadamente na Tabela 4. Os núcleos e os seus níveis de garantia estão no Anexo 1. A virginamicina (10% da Phibro Animal Health®) foi misturada à parte na ração, na dosagem de 150 mg/ cab/ dia.

TABELA 4 - Níveis nutricionais das rações experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT + BIN), de milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS).

| NUTRIENTES | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Matéria seca[1] | 88,00 | 88,00 | 88,00 |
| Proteína bruta[1] | 12,03 | 12,30 | 12,33 |
| Nutrientes digestíveis totais[2] | 73,0 | 79,0 | 76,0 |
| Fibra detergente neutro[1] | 42,10 | 32,95 | 39,04 |
| Fibra detergente ácido[1] | 25,15 | 16,03 | 21,81 |
| Fibra detergente neutro fisicamente efetivo[3] | 33,5 | 8,17 | 28,77 |
| Extrato etéreo[1] | 3,34 | 2,88 | 4,81 |
| Carboidrato não fibroso[4] | 38,56 | 48,48 | 37,98 |
| Amido[1] | 39,78 | 54,62 | 48,70 |
| Minerais[1] | 4,57 | 3,39 | 5,28 |

[1]Valores analisados LANA/DPA/EV/UFG; [2]valores de tabela; [3]MERTENS (1997); [4]SNIFFEN et al. (1992).

A estimativa da distribuição do tamanho das partículas no separador de partícula do Estado da Pensilvânea (PSPS) HEINRICHS & KONONOFF (2002), está demonstrada na Tabela 6.

TABELA 5 – Distribuição do tamanho das partículas no separador de partícula do Estado da Pensilvânia (PSPS) das dietas fornecidas aos animais.

| Partículas retidas | Especificações da peneira (mm) | Tratamentos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DT + BIN[1] | | MGI[2] | | DT[3] | |
| | | % total | % abaixo | % total | % abaixo | % total | % abaixo |
| Peneira superior | 19,05 | 4,69 | 95,31 | 0,00 | 100 | 0,00 | 100 |
| Peneira média | 7,87 | 15,63 | 79,69 | 75,20 | 24,8 | 26,30 | 73,70 |
| Peneira baixa | 1,18 | 31,25 | 48,44 | 24,00 | 0,80 | 37,39 | 36,30 |
| Fundo da caixa | - | 48,44 | - | 0,80 | - | 36,30 | - |

[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total.

Os cálculos da FDNfe obtidos de acordo com MERTENS (1997), estão contidos na Tabela 6.

TABELA 6 - Estimativa de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) das dietas esperimentais.

| Tratamentos | FDN (%) | Fração retida na peneira de 1,18 mm | FDNfe (%) |
|---|---|---|---|
| DT + BIN[1] | 42,10 | 0,80 | 33,50 |
| MGI[2] | 32,95 | 0,25 | 8,17 |
| DT[3] | 39,04 | 0,74 | 28,77 |

[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total.

## 2.4 Procedimentos experimentais

### 2.4.1 Avaliação de desempenho

#### 2.4.1.1 Avaliação do consumo

O consumo voluntário, das dietas e dos nutrientes, foi determinado mediante diferenças entre o oferecido e as sobras. As dietas, depois de pesadas, foram distribuídas aos animais na forma de mistura total em duas refeições diárias, sendo 60% do total às 8h e 40% do total às 17h, permitindo-se sobras de aproximadamente 5% do ofertado. As amostras dos alimentos oferecidos e das sobras, após pesagem e anotação das informações em planilhas apropriadas de

controle diário, foram coletadas duas vezes por semana, para análise laboratorial. O teor de MS das dietas foi analisado semanalmente e as mesmas foram ajustadas em função dos resultados.

2.4.1.2 Avaliação do ganho de peso

As pesagens dos animais foram realizadas no início do período de adaptação, no início do período experimental e a cada 21 dias, sempre em jejum hídrico e alimentar de 14 horas.

2.4.2 Avaliação na carcaça

Os animais foram abatidos quando atingiram 108 dias de confinamento no Frigorífico Independência localizado em Goiânia, Goiás. Antes do embarque para o frigorífico, os animais foram pesados após jejum de 14h e, abatidos seguindo o procedimento e o fluxo normal do frigorífico. No final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente, sendo identificadas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24h a temperatura em torno de 0°C. Após o período de resfriamento, as meias-carcaças foram novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria. Com estas duas pesagens foram calculados os rendimentos de carcaça quente e fria, baseado no peso de abate. O rendimento de carcaça quente foi obtido a partir do peso vivo do animal em jejum antes do envio ao frigorífico e do peso da carcaça quente determinado ao abate.

2.4.2.1 pH e comprimentos das meias-carcaças

Foram mensurados o pH e os comprimentos das meias-carcaças no momento da saída das câmaras, após o processo de resfriamento (MÜLLER, 1987). O pH das carcaças foi medido com um “phametro” digital de penetração, modelo ESB2, previamente calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0, introduzindo a haste a uma profundidade de 5 cm entre a 12ª e 13ª costelas do longo dorsal (*Longíssimus dorsi*).

2.4.2.2 Área de olho de lombo e espessura da gordura

Da meia-carcaça esquerda foram medidas as áreas de olho do músculo *Longissimus dorsi* (AOL), espessura da gordura subcutânea objetiva (EGSO), à altura da 12ª costela (MÜLLER, 1987). Sobre a face exposta do músculo *Longissimus dorsi* foi traçado em papel vegetal o seu contorno. Posteriormente, a área foi determinada através do software Autocad e expressa como área total em cm² e relacionada ao peso de 100 kg de carcaça quente (AOL/100 kg). A medida da EGSO foi feita com paquímetro, com valores expressos em milímetros e relacionada ao peso de 100 kg de carcaça quente (EGSO/100 kg).

2.4.2.3 Acabamento da carcaça

O escore de gordura foi estimado visualmente na carcaça quente, de forma subjetiva, pelo funcionário da empresa treinado para a avaliação das carcaças. O acabamento da carcaça foi avaliado pela espessura da gordura subcutânea subjetiva (EGSS) mediante observação da distribuição e quantidade de gordura de cobertura, estabelecendo-se as categorias: magra (1) - gordura ausente; gordura escassa (2) - 1 a 3 mm de espessura; gordura mediana (3) - acima de 3 e até 6 mm de espessura; gordura uniforme (4) - acima de 6 e até 10 mm de espessura; gordura excessiva (5) - acima de 10 mm de espessura (BRASIL, 2004).

2.4.2.4 Abscesso hepático

A incidência de abscesso hepático foi registrada com escore 0 (sem abscesso), um ou dois pequenos abscessos (A-), 2 a 4 pequenos abscessos ativos (A), um ou mais, abscesso ativo grande (A+) (BRINK, 1990).

**2.5 Procedimentos laboratóriais**

2.5.1 Análises bromatológicas das dietas

Avaliação químico-bromatológica quanto aos teores de MS, MO, PB, amido, EE e minerais das dietas fornecidas, sobras e fezes foi realizada no laboratório de análises bromatológicas do Departamento de Produção Animal da

Escola de Veterinária da UFG. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65ºC e a MS determinada em estufa a 105ºC. As determinações da PB (método de Kjeldhal), EE e minerais das dietas (oferecidas e sobras) e fezes foram efetuadas de acordo com A.O.A.C. (1990). A FDN e FDA foram calculadas pelo método seqüencial de (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981).

A determinação do amido das dietas (oferecidas e sobras) e fezes foi efetuada segundo metodologia descrita por (CAMPOS et ali., 2004).

### 2.5.2 Determinação da força de cisalhamento

Para determinação da força de cisalhamento foi utilizado o procedimento proposto por (WHEELER et al.,1995). Do músculo *Longissimus dorsi*, foi retirado uma fatia (2,5 cm de espessura) que após, descongelada e cozida a temperatura interna de 70°C por 15 minutos, foram retiradas três amostras no sentido perpendicular às fibras musculares, sendo que em cada uma foram realizadas duas leituras pelo aparelho Warner Bratzler Shear.

### 2.5.3 Avaliação do tamanho das partículas

A avaliação do tamanho das partículas das rações foi realizada pelo separador de partícula “PennState”, em amostras das rações experimentais oferecidas aos animais e das sobras coletadas uma vez em cada período experimental, conforme (KONONOFF, 2003).

## 2.6 Análises estatísticas e modelo matemático

O modelo estatístico adotado foi: $Y_{ijk} = m + T_i + E_{ijk}$, em que: $Y_{ijk}$ = valor observado para a característica analisada; m = média geral; $T_i$ = efeito da dieta completa de alta proporção de concentrado i; e $E_{ijk}$ = erro aleatório comum a todas as observações.

Os dados foram analisados usando o procedimento PROC GLM do SAS, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Desempenho dos animais

Houve diferença significativa (P<0,05) somente para as características de ganho de peso final e peso metabólico. Na medição dessas características de desempenho, os animais alimentados com DT+BIN e MGI foram mais eficientes do que os alimentados com DT.

TABELA 7 – Pesos médios de adaptação, inicial, final (kg), peso metabólico médio final (kg), ganho médio diário (kg/dia), conversão alimentar (kg/dia) e eficiência alimentar (kg/dia) de Nelore alimentado com dietas de alta proporção de concentrado.

| Características | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | CV * |
| Peso de adaptação, kg | 353,86 | 350,00 | 353,14 | - |
| Peso inicial, kg | 347,71a | 328,83a | 333,29a | 8,55 |
| Peso final 84 dias, kg | 498,43a | 481,67a | 456,43b | 10,48 |
| PV $^{0,75}$ [(4)] final kg | 93,27a | 90,32ab | 88,52b | 14,89 |
| Ganho médio diário, kg/dia | 1,79a | 1,82a | 1,47a | 18,82 |
| Conversão alimentar[5], kg/kg | 5,18a | 4,09a | 4,73a | 16,92 |
| Eficiência alimentar[6], kg/kg | 0,197a | 0,246a | 0,219a | 15,65 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. [1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; [(4)]PV $^{0,75}$ peso metabólico; [5]kg de MS ingerida/kg de ganho; [6]kg ganho/kg MS ingerida; *coeficiente de variação (%).

Os valores médios de peso vivo em jejum em quilos para os tratamentos no início da adaptação e peso inicial experimental, nos primeiros 21 dias de acomodação dos animais mostraram uma pequena perda de peso; sendo 1,77% para DT+BIN, 6,44% para MGI e 5,96% para DT (Tabela 7). Estes resultados demonstram que a adaptação às dietas de alta proporção de concentrado é considerada um período crítico, em que as práticas de manejo nutricional podem favorecer ou prejudicar o subsequente desempenho ou a saúde dos animais confinados. Evidências sugerem diferenças na capacidade dos animais em digerir grãos de cereais. Certos animais parecem efetivamente em regular o consumo alimentar voluntário durante a adaptação. Geralmente, mostram um aumento

considerável e constante na ingestão da matéria seca à medida que se eleva o nível de concentrado na dieta (BEVANS et al., 2005; BROWN et al., 2006).

BULLE et al. (2002) demonstraram que rações de alta proporção de concentrado com três níveis de fibra com 9, 15 e 21% de bagaço de cana “in natura” (BIN) na MS, a eficiência alimenar foi de 0,176, 0,172 e 0,169 kg. Os autores sugeriram que dietas com níveis de até 9% de BIN podem ser utilizadas para bovinos em confinamento. O valor de eficiência alimentar relatado por este autor em relação ao nível de 9% de BIN está um pouco abaixo do observado no presente trabalho (10% BIN na MS), com valor de 0,197 kg.

LEME et al. (2003) demonstraram que o BIN pode ser uma alternativa interessante, já que é um resíduo da agroindústria de grande excedente e baixo custo produzido na época de confinamento e escassez de forragem. Estes autores também não encontraram efeitos significativos para as características de GMD e eficiência alimentar em dietas de alta proporção de concentrado contendo 15, 21 e 27% da MS em BIN. Portanto, os seus resultados confirmam a viabilidade do uso de BIN de 15 ou 21% como única fonte de volumoso para novilhos Nelore em confinamento, alimentados com dietas de elevada proporção de concentrado.

Da mesma forma, HENRIQUE et al. (2007) observaram que a ração com 12% de BIN na MS mostrou-se viável como fonte exclusiva de fibra, apesar dos resultados de ganho de peso, eficiência alimentar ter sido inferiores aos obtidos com a silagem de milho com 20% de MS na ração. O GMD e eficiência alimentar dos animais alimentados com BIN foram de 1,31 kg e 0,170 kg, enquanto o da silagem foi de 1,5 kg e 0,190 kg. No entanto, o GMD e a eficiência alimentar no presente trabalho foram superiores para a dieta com 10% de BIN (DT+BIN) com os animais ganhando 1,79 kg dia e 0,197 kg, respectivamente. Para o tratamento MGI, o GMD e a eficiência alimentar também foram superiores com valores de 1,82 kg e 0,246 kg. Por outro lado o tratamento DT apresentou GMD próximo, com valor 1,47 kg e eficiência alimentar superior a 0,219 kg/dia.

GREATHOUS et al. (1974) testaram três rações totalmente concentradas a base de grão de sorgo (sorgo total, sorgo mais uréia e sorgo mais farelo de soja), e também não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para GMD (1,6 kg/dia, 1,6 kg/dia e 1,6 kg/dia) e conversão alimentar (7 kg, 6,7 kg e 6,3 kg).

THOMPSON et al. (1965) enfatizaram que bovino alimentado com dieta totalmente concentrada, geralmente tem menor taxa de crescimento, em comparação àqueles alimentados com dietas contendo pequenas quantidades de forragens. O que está em desacordo com os dados obtidos neste trabalho. Provavelmente, os desempenhos semelhantes dos animais entre os tratamentos

aqui estudados, para GMD, conversão alimentar e eficiência alimentar estejam relacionados ao uso de associação de promotores de crescimento (monensina sódica e virginamiciana) na dieta, o que não foi utilizado pelo referidos autores.

RABELO et al. (2008), não encontraram diferenças entre os tratamentos para GMD, conversão alimentar e peso vivo, quando utilizaram BIN por dois métodos de extração, moagem convencional ou difusão, associado com bagaço tratado sob pressão e vapor em dietas com 50% de volumoso e 50% de concentrado.

KOENIG et al. (2003) afirmaram que alta eficiência alimentar em dietas de baixa proporção de forragem pode ser esperada em função do aumento na concentração de energia, devido à diminuição do nível de forragem. Estes resultados são corroborados por COSTA et al. (2005), que verificaram que a conversão alimentar decresceu linearmente com o aumento no teor de concentrado na ração. Dessa forma, os autores demonstraram que maior densidade energética na dieta resulta em acréscimo na ingestão de energia e, desse modo, menos alimento é requerido para o ganho de peso. Para ganho de peso vivo médio de abate, COSTA et al. (2005) evidenciaram que os animais que consumiram ração com maior teor de concentrado (65%) foram os mais pesados.

A conversão e a eficiência alimentar entre os tratamentos no presente trabalho, não diferiram entre si (P>0,05). Neste experimento, na dieta totalmente concentrada DT, os animais apresentaram menores pesos vivo médio de abate e pesos metabólicos em relação à dieta DT+BIN com 90% de concentrado e 10% de BIN.

Possivelmente, o menor peso vivo médio de abate e menor peso metabólico final observado nos animais com a dieta totalmente concentrada do tratamento DT, ocorreram em função do mais baixo consumo de MS kg/dia e menor efetividade da fibra da dieta, pois dietas compostas com FFNF apresentam menor efetividade do que dietas com fonte de fibra de forragem (MERTENS 1997). THOMPSON et al. (1965) asseveraram que dependendo dos resultados de distúrbios gastrintestinais e a ocorrência de acidose clínica, gado alimentado com dieta totalmente concentrada, comumente tem menor taxa de crescimento, em comparação àqueles alimentados com dietas contendo pequenas quantidades de forragens. Em acréscimo, GALYEN & DEFOOR (2003) afirmaram que a adição de baixa proporção de forragem em dietas de alto concentrado ajuda a prevenir distúrbios digestivos, e também maximiza o consumo de energia pelos bovinos confinados.

NUNEZ (2008) observou, em novilho Nelore castrado com três anos de idade, que dietas de alta proporção de concentrado (73 e 91%), a eficiência alimentar apresentou tendência de aumento para o tratamento com mais concentrado (185,91 g/dia e 202,67 g/dia) e GMD de (1,43 kg e 1,79 kg). Estes valores estão próximos, aos encontrados neste trabalho.

De acordo com VARGAS JÚNIOR et al. (2008), o processamento do grão de milho não afeta a digestibilidade e o desempenho de bezerros com até 200 kg de peso vivo mantido em regime de confinamento. Portanto, o fornecimento do grão de milho inteiro ou tratado com uréia a bovinos jovens pode ser uma alternativa econômica e prática. Os autores encontraram GMD de 1,219 kg/dia e conversão alimentar de 5,13 kg em dietas com 60 % de volumoso e 40% de concentrado, cujos valores estão abaixos do presente estudo. Possivelmente, o maior ganho de peso para a dieta DT+BIN deste trabalho esteja relacionado com a maior densidade energética desta dieta.

THEURER (1999), também informaram que a conversão alimentar e o ganho médio diário para milho integral e laminado seco foram semelhantes. Os autores demonstraram que o amido é o nutriente básico na dieta de ruminante usado para promover alto nível de produção. Então, a utilização ótima de amido é fundamental para a melhora da eficiência da produção de produto animal.

Para GOROCICA-BUENFIL & LOERCH (2005), bovinos com menos tempo na alimentação cresceram mais rapidamente e eficientemente quando foram alimentados com milho triturado, no entanto, animais com mais tempo na alimentação apresentaram maiores ganhos de peso diário e conversão alimentar, quando alimentado com milho inteiro. Por outro lado, em dietas de baixa forragem, bovinos alimentados com milho integral ganharam peso 6% mais rápido do que aqueles alimentados com milho triturado. Logo, para dietas de alta forragem, o ganho de peso diário foi 6,1% menor com a alimentação de milho inteiro.

No curso do experimento quatro animais foram afastados. Três por motivo de rejeição às dietas no período de adaptação. A entrada de bovinos em confinamento leva a uma mudança no comportamento. Em primeiro momento, irão rejeitar todas as situações levando a um estresse. Consequentemente, em ocasiões de estresse, a primeira reação do bovino é parar de se alimentar e manter baixa a ingestão de água. As reações são distintas, variando entre os diferentes lotes, e até entre animais de um mesmo grupo, dependendo de situações prévias (sistemas de produção) vividas pelo animal. Bovinos que já passaram por situações de confinamento, igualmente, podem estranhar as novas instalações, pessoas do

manejo, máquinas, etc, porém, já aprenderam a se alimentar no cocho, se adaptando mais facilmente (SOUZA, 2007).

Um animal do tratamento MGI foi removido do ensaio devido à ocorrência de timpanismo e acidose clínica que prejudicou a sua saúde, e conseqüentemente, o seu desempenho. Foram observados em dois animais do tratamento DT+BIN e dois animais do tratamento DT, sintomas de acidose clínica durante o período de adaptação. Também seis animais do tratamento MGI tiveram distúrbios grastrintestinais na adaptação.

Em confinamento, o timpanismo e acidose estão associados com a ingestão de grande quantidade de grãos de cereais rapidamente fermentados que desestabilizam a população microbiana do rúmen, comprometendo o desempenho dos animais (ELAM, 1976; CHENG et al., 1998; OWENS et al., 1998).

### 3.2 Consumo das dietas

Os valores médios de consumo da MS, FDN e FDNfe são apresentados na Tabela 8.

Houve diferença significativa (P<0,5) para todas as características, exceto para consumo de MS (g por kg PV $^{0,75}$).

TABELA 8 - Médias dos consumos de MS (CMS kg, CMS % PV[4], CMS g/kg PV$^{0,75}$ [(5)]), FDN (CFDN % PV[4] CFDN kg, CFDN g/kg PV$^{0,75}$ [(5)]), FDNfe (CFDNfe % PV, FDNfe kg, FDNfe PV$^{0,75}$ [(5)]), em dietas de alta proporção de concentrado.

| Consumo | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | CV* |
| MS (kg/dia) | 9,24a | 7,34ab | 6,92b | 18,88 |
| MS (% do PV) | 2,19a | 1,81ab | 1,73b | 17,74 |
| MS (g/kg PV$^{0,75}$) | 99,25a | 81,00a | 77,10a | 30,29 |
| FDN (% PV) | 0,87a | 0,53b | 0,53b | 21,77 |
| FDN (kg/dia) | 3,67a | 2,15b | 2,16b | 25,54 |
| FDN (g/kg PV$^{0,75}$) | 39,44a | 23,69b | 23,86b | 14,46 |
| FDNfe (% PV) | 0,71a | 0,13c | 0,41b | 24,94 |
| FDNfe (kg/dia) | 2,99a | 0,53b | 1,64a | 25,22 |
| FDNfe (g/kg PV$^{0,75}$) | 32,12a | 5,87c | 18,18b | 8,09 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey. [1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; [4]peso vivo; [(5)]peso metabólico; *coeficiente de variação (%).

A ingestão de MS (kg/dia) foi superior 33,53% para o tratamento DT+BIN quando confrontado ao tratamento DT. O consumo em percentagem do peso vivo do tratamento DT+BIN foi maior 26,59% em analogia ao tratamento DT.

O consumo médio de MS das dietas no tratamento DT+BIN (9,24 kg/dia) e (2,19% do PV) está próximo ao recomendado pelo NRC (1996) que é de 10 kg MS/dia para novilhos com 400 kg de peso vivo médio e GMD de 1,690 kg. Porém, os consumos de MS dos tratamentos MGI (7,34 kg/dia e 1,81% do PV) e DT (6,92 kg e 1,73% do PV) para ganhos de 1,82 kg/dia e 1,47 kg/dia foram abaixos dos preditos pelo NRC (1996), indicando que em dietas sem volumoso, o consumo voluntário é controlado principalmente por fatores metabólicos (GALYEN & DEFOOR, 2003; KETELAARS & TOLKAMP, 1992; NRC, 1996).

A participação de 10% de BIN na ração totalmente concentrada tem o efeito de prevenir distúrbios digestivos, e ao mesmo tempo maximizar o consumo de energia pelos bovinos confinados. GALYEN & DEFOOR (2003) enfatizaram que pequeno aumento na concentração de forragem volumosa (5% MS ou menos) eleva a IMS para bovinos em confinamento. No entanto, efeitos de maiores mudanças nos níveis de forragens (acima de 5% na MS) na IMS podem simplesmente refletir a diluição da energia com o aumento do consumo pelo bovino, presumivelmente em uma tentativa de manter a ingestão de energia.

VARGAS JÚNIOR et al. (2002) confirmaram em bovinos mestiços com peso médio inicial de 312 kg, que houve resposta positiva e linear ao aumento na proporção de concentrado (40%, 55% e 70%) na dieta, para IMS expressa em kg/animal/dia (6,77 kg, 7,34 kg e 8,13 kg), em percentagem do peso vivo (2,05%, 2,14% e 2,41%) e em g por kg de peso metabólico (87,35 g, 92,28 g e 103,10 g). De acordo com o autor, o volumoso de baixa qualidade empregado, possivelmente limitou o consumo, e conseqüentemente, o aporte de nutrientes. Assim, as informações de IMS obtidas por estes autores, confrontadas aos resultados do presente trabalho, evidenciam o conceito de limitação física. Isto indica que os animais ingerem dietas com altos teores de fibra até a capacidade de “enchimento” constante e o conceito do controle fisiológico indica que os animais ingerem alimento até satisfazerem suas demandas energéticas, quando dietas ricas em energia (pobres em fibra) são oferecidas (MERTENS, 1992).

LEME et al. (2003) trabalharam com novilhos Nelore com 24 mêses de idade e peso vivo médio inicial de 279 kg com níveis crescentes de BIN como única fonte de volumoso. Observaram maior consumo kg de MS/dia nos animais alimentados com dietas com maior proporção de concentrado de 15% (8,3 kg/dia), 21% (7,9 kg/dia) e 27% (7,5 kg/dia) e consumo em percentagem do peso vivo de 2,4%, 2,3% e 2,25. As informações de consumos em kg e percentagem de peso vivo da MS do presente trabalho (Tabela 8) com 10% de BIN na MS, foram ligeiramente maiores para consumo em kg de MS e superficialmente menores para consumo em percentagem do peso vivo.

BULLE et al (2002) também estudaram dietas com três níveis de BIN na MS em tourinhos mestiço 3/4 europeu x 1/4 zebu com nove mêses de idade e peso médio inicial de 257 kg. Os autores observaram que houve maior consumo em kg de MS para os animais que receberam dietas com maior teor de BIN 9% (6,85 kg/dia), 15% (7,93 kg/dia) e 21% (7,34 kg/dia). Os animais do tratamento com 9% de BIN foram os que apresentaram menor consumo em porcentagem do peso vivo 1,99%. Os valores de consumos de MS em kg e em percentagem de pesos vivos, encontrados por estes autores estão abaixos dos verificados neste estudo.

BARTLE & PRESTON (1991) demonstraram que o fornecimento de 2% de equivalente forragem na dieta dos 22 aos 84 dias, por um período alimentar de 133 dias diminuíram IMS e o GMD. No entanto, a eficiência de ganho melhorou durante o período em que aumentou o nível de forragem de 2 para 10% após 84 dias o que estimulou o consumo e o desempenho dos novilhos.

Novilhos alimentados com milho triturado em dieta de alta forragem proporcionaram 7% de IMS a mais do que aqueles alimentados com milho inteiro. Por outro lado, em dietas de baixa forragem, o processamento do grão não afetou IMS. O milho processado não forneceu benefícios adicionais para o desempenho do gado em confinamento nas condições experimentais. Portanto, relatos conflitantes têm sido publicados em benefícios de processamento de milho. Além disso, a falta de resposta na digestibilidade da dieta e desempenho do gado para milho processado demonstra que o custo adicional de moagem do milho pode não ser justificado. Não obstante, benefícios do processamento do milho podem depender do período de tempo da alimentação em confinamento (GOROCICA-BUENFIL & LOERCH, 2005; VARGAS JÚNIOR et al., 2008).

Os resultados do CMS kg/dia e percentagem de peso vivo dos animais do tratamento DT+BIN deste trabalho estão próximos aos obtidos por NUNEZ (2008) que observou em novilho Nelore, consumo de MS em dieta com 91% de concentrado valores de 8,86 kg /dia e 2,07% do peso vivo.

Os consumos de FDN e FDNfe (% do PV), (kg/dia), (g/kg $PV^{0,75}$) foram superiores para o tratamento DT+BIN. Os valores de FDN representam 64,15% para (% do PV), 70,70% para (kg/dia), 66,48% para (g/kg $PV^{0,75}$), comparado aos tratamentos MGI e DT. Quanto a FDNfe, os resultados indicam valores percentuais excepcionalmente altos de 446,15% para (% do PV), 464,15% para (kg/dia) e 447,19% para (g/kg $PV^{0,75}$) comparado ao tratamento MGI. As características da FDNfe do tratamento DT faceada com o tratamento MGI também propiciaram valores percentuais elevados de 215,38% para (% de PV), 209,4% para (kg/dia) e 209,71% para (g/kg $PV^{0,75}$).

De acordo com VAN SOEST et al. (1991), a FDN é a medida preferida para alimentação de ruminantes em programa de formulação das dietas. No entanto, ARMENTANO & PEREIRA (1997) enfatizaram que o uso de FDN como única medida de contribuição de fibra de um alimento tem sido problemática para duas classes de alimentos: forragens processadas dentro de diferentes formas físicas e subprodutos de alta fibra. Subproduto e forragem fisicamente finos contribuem para o valor da fibra da ração para ruminantes, porém, contribuem menos do que forragem longa. Portanto, algumas adequações devem ser determinadas para estes alimentos se requerimentos de fibra são usados na formulação da amostra dos carboidratos das dietas.

MERTENS (1997) afirmou que a FDN pode ser usada efetivamente para definir o limite mais baixo da proporção de volumoso: concentrado quando misturas simples de forragens longas ou picadas grosseiramente são misturadas com concentrados de baixa fibra para formular ração. Todavia, a FDN é menos efetiva na formulação de ração quando forragem finamente picada ou FFNF são usadas.

Em dietas experimentais com a proporção de volumoso: concentrado de 85:15; 70:30; 55:45; 40:60 e 25:75, com níveis decrescentes de FDN de 65,9; 56,4; 47,5; 38,9; e 30,1%, respectivamente, na base da MS, RESENDE et al. (2001) asseguraram que a maximização no consumo de nutrientes digestíveis ocorre com níveis de ingestão de fibra em detergente neutro, variando de 1,25 a 1,02% do peso vivo, portanto, para bovinos de corte, a ingestão ótima de FDN para o máximo desempenho encontra-se na faixa recomendada pelo NRC para bovinos de leite, de 1,2% ± 0,1%PV. Os valores de FDN em percentagem deste trabalho para as dietas DT+BIN de 0,87%, MGI e DT com 0,53%, respectivamente, estão abaixos dos relatados por estes autores e os recomendados pelo NRC de bovinos de leite.

MERTENS (1997) asseverou que o ajuste da fibra na composição da ração para bovinos é de fundamental importância pela sua efetividade na manutenção da atividade da mastigação e do pH ruminal. Então, para manter um pH

peculiar de 6,2 é necessário que o animal consuma 6,32 kg de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe)/dia. Todavia, para manter um pH típico de 5,9 é necessário o consumo de 3,66 kg de FDNfe/dia. Considerando o consumo de 3,66 kg de FDNfe/dia proposto pelo autor, os dados obtidos de FDNfe no presente trabalho mostram valores inferiores de 22,41%, 590,57% e 123,17% para os tratamentos DT+BIN, MGI e DT.

Para manter a digestão da fibra e produção microbiana máxima é necessário um pH ruminal de 6,2 ou acima, que por sua vez requer no mínimo 20% de FDNe na ração. Portanto, tamanho de partícula, densidade e grau de hidratação, são os maiores fatores na determinação da efetividade da FDN em manter o pH acima de um nível acidótico. Consequentemente, grãos processados (quebrado, laminado, triturado e floculado) têm mais baixos FDNe do que grãos secos e inteiros (PRESTON, 1995).

As dietas estabelecidas neste estudo apresentaram valores de FDN e FDNfe na MS da ração consumida (Tabela 8) de 39,72% e 32,36%; 29,29% e 7, 22%; 31,21% e 23,70% para os tratamentos DT+BIN, MGI e DT. Baseado no exposto por PRESTON (1995) pode-se assegurar que dependendo do manejo de cocho, a inclusão ou não de ionóforos em confinamentos de bovinos de corte irão determinar os níveis de fibras na dieta. Além do mais, os valores da FDN das dietas deste trabalho comparados com os valores de FDNfe confirmam as precupações de ARMENTANO & SILVA (1997) e MERTENS (1997) que manifestaram que a formulação de rações que considera apenas a concentração de FDN da dieta pode incorrer em anormalidade por desconsiderar a importância de características físicas dos alimentos, tamanho de partícula sobre a atividade mastigação, fluxo de saliva e fermentação ruminal.

Uma recomendação comum é o suprimento mínimo de 26 a 28% de FDN na MS total da dieta com 75% de FDN suprida pela forragem. Esta linha de trabalho satisfatória para rações tradicionais contém claramente definida forragem e concentrado (CLARK & ARMENTAN0, 1993). Contudo, a efetividade da fibra nos subprodutos e forragens é variável por causa de diferenças na distribuição do tamanho das partículas da fibra e tempo de retenção da fibra no rúmen (MICHAEL, 1997).

Portanto, diferenças nas quantidades e propriedades físicas da fibra podem afetar a utilização da dieta e desempenho do animal. Quando excesso de fibra é introduzido na ração, a densidade da energia é baixa, o consumo é reduzido e a produtividade é atenuada. Não obstante, quando insuficiente fibra é adicionada na ração, uma multiplicidade de sintomas pode ocorrer, abrangendo desde alteração

na fermentação do rúmen, a acidose severa que pode resultar em morte. Nesse contexto, a efetividade física da fibra está relacionada a alguns fatores, que incluem a IMS, tamanho da partícula, aspecto da partícula, fragilidade, umidade, tipo de preservação e proporção do tempo de ingestão para o tempo de ruminação (MERTENS, 1997).

### 3.3 Características de carcaça

Os valores médios para as características de carcaças nos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 9. Houve diferença significativa (P<0,05) especificamente para dois atributos; peso de carcaça quente (PCQ) e espessura de gordura subcutânea subjetiva (EGSS). O PCQ do tratamento DT+BIN foi superior ao tratamento DT, e não diferiu do tratamento MGI.

TABELA 9 - Características de carcaça de Nelore alimentado com dieta de alta proporção de concentrado.

| Variáveis | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | CV* |
| PCQ[4], kg | 281,81a | 268,98a | 238,20b | 6,62 |
| PCQ trazeira, kg | 144,24a | 136,92a | 126,16a | 10,66 |
| PCQ dianteira, kg | 137,56a | 132,07a | 120,73a | 10,59 |
| PCF[5] direita trazeira, kg | 57,71a | 56,87a | 52,51a | 11,00 |
| PCF direita dianteira, kg | 58,66a | 56,58a | 53,06a | 12,11 |
| RC[6], % | 55,20a | 54,58a | 53,99a | 3,06 |
| AOL[7], cm² | 68,83a | 65,72a | 64,77a | 14,29 |
| AOL/100 kg de carcaça, cm² | 24,40a | 24,42a | 26,42a | 11,56 |
| EGS[8] objetiva mm | 4,36a | 3,92a | 2,86a | 33,26 |
| EGSO/100 kg de carcaça, mm | 1,56a | 1,44a | 1,14a | 31,32 |
| EGS subjetiva, mm | 3,00a | 2,67b | 2,00b | 21,30 |
| CC[9], m | 1,40a | 1,40a | 1,37a | 2,74 |
| FC[10], kgf | 5,81a | 6,05a | 6,80a | 19,98 |
| pH | 5,69a | 5,69a | 5,74a | 1,21 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; [4]peso carcaça quente; [5]peso carcaça fria; [6]rendimento de carcaça; [7]área de olho de lombo; [8]espessura de gordura subcutânea, avaliação objetiva; [9]comprimento de carcaça; [10]força de cisalhamento; *coeficiente de variação (%).

LEME et al. (2000) avaliaram dietas com 80 e 20% de concentrado. Os autores verificaram que os animais que receberam ração com elevada proporção de concentrado à base de milho, apresentaram 50% a mais em ganho de peso de carcaça. Os resultados demonstraram que o beneficio obtido com o aumento no ganho de peso vivo em jejum em dietas com alto teor de concentrado é também acompanhado de aumento na proporção do ganho de peso, que é composto de tecido e, ou, carcaça. No presente trabalho o ganho em peso de carcaça foi 18% a mais para o tratamento DT+BIN em relação ao tratamento DT.

Ao contrário da presente pesquisa, LEME et al. (2003), não observaram diferença no PCQ em bovinos alimentados com dietas de alto concentrado com 15% de BIN. No entanto, observou-se comportamento linear no rendimento de carcaça, em função dos níveis de BIN, sendo maior nos tratamentos com maior proporção de concentrado, consistente com o nível energético da ração.

WHITE & REYNOLDS (1969) evidenciaram que novilhos alimentados com ração totalmente concentrada tiveram maiores pesos de carcaça do que aqueles alimentados com rações com 40% de palha de arroz, 20% de casca de arroz e 20% de feno de alfafa. Quando a ração apresentou 40% de palha de arroz, o rendimento de carcaça foi menor do que com 20% de palha de arroz e 40% de feno de alfafa. Ao contrário destes autores, os animais do tratamento DT (dieta totalmente concentrada) do presente trabalho exibiram carcaça de menor peso.

De forma semelhante a esta pesquisa, RIBEIRO et al. (2002) registraram que dietas com elevada proporção de concentrado não alteraram as características de carcaça de tourinhos cruzados. Entretanto, os autores verificaram espessura de gordura de 4 mm nos tratamentos com 9 e 15% de fibra. No presente estudo, a dieta DT+BIN com 10 % de BIN e 90% de concentrado na MS alcançou 4,46 mm de EGSO, valor muito próximo aos citados por esses pesquisadores. No entanto, bem menor que a referência de 8 mm EGS encontrado por (LEME et al., 2003).

AFERRI et al. (2005), de forma análoga a esta pesquisa, trabalharam com dietas de alto concentrado, entretanto, não encontraram diferenças para os valores de pH, medidas AOL, EGS e rendimento de carcaça (RC). GESUALDI JÚNIOR et al (2000), por outro lado, observaram que elevados níveis de concentrado na dieta aumentaram o RC, no entanto, a AOL não foi influenciada, como foi observado no

presente trabalho. COSTA et al. (2005) trabalharam com dieta de alta energia, contudo, o incremento de concentrado não afetou o comprimento de carcaça, todavia, afetou significativamente a AOL.

BONILHA et al. (2007) demonstraram que a AOL e EGS não diferiram entre os grupos NeS e NeC, sendo 65,94 cm² para NeS e 64,75 cm² para NeC e espessura de gordura de 5,8 mm para NeS e 6,60 mm para NeC. Os valores de AOL apresentados pelos autores são semelhantes aos tratamentos MGI e DT, porém, a AOL dos dois grupos proporciona menor magnitude do que o tratament DT+BIN. Com relação EGS, os valores encontrados pelos autores são superiores.

A característica EGSO não diferiu (P>0,05) entre os tratamentos, porém, quanto à observação da distribuição e quantidade de gordura de cobertura nas carcaças, as medidas de EGSO dos tratamentos DT+BIN e MGI foram classificadas na categoria gordura mediana (3 a 6 mm) conforme IN nº 9 do MAPA, BRASIL (2004). Por outro lado, o tratamento DT obteve a classificação na categoria mediana (2 a 3 mm). Neste contexto, observa-se que a dieta do tratamento DT, não atende o padrão desejável da indústria frigorífica de espessura mínima de gordura da ordem de 3 a 6 mm (MACEDO et al., 2001).

O atributo EGSS foi superior para o tratamento DT+BIN em 12,36% quando confrontado ao tratamento MGI e 50% mais elevado quando cotejado ao tratamento DT. Neste estudo, maior concentração de energia na dieta MGI, não apresentou efeito positivo significativo na EGSS. COSTA et al. (2005) ao contrário dessa pesquisa, demonstraram que EGS elevou-se com o incremento dos níveis energéticos da dieta. Possivelmente, a menor EGSS no tratamento DT em relação ao tratamento DT+BIN foi por causa do menor peso final dos animais no tratamento DT.

O pH da carne dos três tratamentos variou de 5,69 a 5,74. Estes valores se encontram dentro da faixa desejável de 5,6 e 5,8 para carne fresca que está de acordo com o recomendado por LUCHIARI FILHO (2000). ABULARACH et al. (1998) encontraram em Nelore pH médio da carne de 5,57. Este autor determinou para força de cisalhamento valor de 6,7 kgf, o que está próximo ao valor do tratamento DT e um pouco acima dos valores dos tratamentos DT+BIN e MGI (Tabela 9).

De acordo com MACEDO et al. (2001) a carne bovina pode ser classificada como macia até um valor máximo da força de cisalhamento, medida no aparelho de WB, aproximadamente igual a 4,2 kg. DOMINGUES (2006) avaliou níveis de milho grão (25, 40 e 55%) na proporção de volumoso: concentrado de 66:34, 51:49 e 36:64, considerou a carne de Nelore ligeiramente dura, com valores médios da força de cisalhamento de 4,5 e 5,6 kgf. BONILHA et al. (2007) compararam carcaças de animais Nelore seleção e comercial (NeS e NeC) com a Caracu e verificaram uma carne menos macia para a Nelore. O valor da força de cisalhamento encontrado foi de 4,25 kgf, o que está dentro dos padrões de maciez considerados satisfatórios (força de cisalhamento abaixo de 5 kgf).

Baseado nas informações destes autores pode-se inferir que a força de cisalhamento da carne dos animais Nelore dos tratamentos aqui avaliados está acima dos padões recomendados. Possivelmente, os valores mais altos nesta pesquisa estejam relacionados com o sexo, a idade, tempo de maturação, e a raça dos animais do experimento. Vários pesquisadores demonstraram que carnes de animais de raças zebuinas e seus mestiços são mais duras (KOCH et al., 1982; CROUSE et al., 1989; KNAPP et al., 1989 WHIPPLE et al., 1990a; WHEELER et al., 1990; WHIPPLE et al., 1990; SHACKELFORD et al., 1991b; BONILHA et al. 2007; IBRAHIM et al., 2008).

Durante a inspeção de carcaça dos animais abatidos no frigorífico, não observou a ocorrência de abscesso hepático, o que pode ser considerado um fato incomum, uma vez que, os animais receberam dietas rapidamente fermentáveis no rúmen com 100% de concentrado. Da mesma forma, NUNEZ (2008), também não observou em Nelore confinados alimentados durante 76 dias com rações de alta proporção de concentrado (73 e 91%) combinado com ionóforo e virginamicina nenhum abscesso hepático. Este autor achou o resultado supreendente, já que os animais receberam dieta desafiadora com 91% de concentrado com carboidrato rapidamente fermentável.

Estudos demonstraram que não há diferença na incidência de abscesso hepático com 0% ou 3 a 15% de forragem na dieta durante toda fase de terminação de bovinos (KREIKEMEIER et al., 1990; STOCK et al., 1990).

A ocorrência de abscesso hepático é o resultado direto de práticas alimentares; então, a dieta é provavelmente, o principal fator a influenciar a incidência (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998). Portanto, os autores enfatizaram que características físicas da forragem podem ter influência na ocorrência de abscesso hepático. Ainda, o processamento de grão, particularmente a gelatinização do grânulo de amido, aumenta a taxa de fermentação ruminal do amido e, por isso, cresce a expectativa de ocorrência de acidose e abscesso hepático.

No entanto, evidências que ligam  caso de abscesso hepático à taxa de fermentação ruminal do amido são inconsistentes. Em acréscimo, também é desconhecido porque bovinos em alguns currais de confinamento podem ter uma baixa incidência de abscesso hepático, enquanto nos currais adjacentes com os mesmos alimentos outros animais têm a ocorrência extremamente alta (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998).

Conforme NUNEZ (2008), no Brasil os animais entram no confinamento mais velhos (3 anos), assim, apresentam sistema imunológico mais desenvolvido, bem como um epitélio ruminal aparentemente com maior capacidade de evitar a entrada de patógenos na circulação. Além do mais, o uso de ionóforos e bom manejo de cocho, ao mesmo tempo podem ser eficientes na prevenção destes distúrbios (PRESTON, 1995).

BRINK et al. (1990) demonstraram em estudos nos EUA, quando avaliaram 566 bovinos confinados com dieta de alto concentrado com tempo de confinamento variando de 127 a 133 dias e constataram que 161 (28%) dos animais apresentaram abscesso hepático. No Brasil não existem estudos sobre a incidência de abscesso hepático em bovinos confinados consumindo dietas de alta proporção de concentrado, e nem a ocorrência de prevalência de abscesso hepático em animais abatidos mais jovens ou adultos em confinamento. Provavelmente, a não incidência de abscesso hepático nos animais avaliados neste trabalho seja em função do menor tempo de confinamento. Nesse sentido, a principal ocorrência de abscesso hepático, aparentemente, é afetada pela quantidade e possivelmente pelo tipo de forragem incluída na dieta de acabamento (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998).

## 4 CONCLUSÕES

O bagaço de cana-de-açúcar “in natura” é uma fonte de fibra eficiente em dietas de alta proporção de concentrado para terminação de Nelore em confinamento.

A adição de 10% de BIN em dieta de alta proporção de concentrado, promove melhoria no consumo de MS, % de MS em relação ao PV, maior peso e acabamento de carcaça.

A dieta de alto grão (MGI) foi superior a dieta de alta proporção de concentrado (DT) para a característica de ganho de peso final aos 84 dias e peso de carcaça quente.

## REFERÊNCIAS

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (M. *l. dorsi)* de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AFERRI; G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 34, n. 5, p. 1651-1658 2005.

ASSOCATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of anlysis.** 15th ed. Washington D. C., 1990. 1141 p.

ARBOITTE, M Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; NÖRNBERG, J. L.; KUSS, F. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 947-958, 2004.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1416–1425, 1997.

BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L. Dietary roughage regimen for feedlot steers: reduced roughage level (2%) during the mid-finishing period. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 9, p. 3461-3466, 1991.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 5, p. 1116-1132, 2005.

BONILHA, S. F. M.; PACKER, I. U.; FIGUEIREDO, L. A.; ALLEONI, G. F.; RESENDE, F. D.; RAZOOK, A. G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1275-1281, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de maio de 2004. **Diário Oficial da União** [online], publicado em 5 de maio de 2004, seção 1, p. 3. Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7277. Acesso em: 22 jul. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia – 10º Distrito de Meteorologia. Goiânia, Go, 2008.

BRINK, D. R.; LOWRY, S. R.; STOCK, R. A.; PARROT, J. C. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 68, n. 5, p. 1201-1207, 1990.

BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; DUFF, G. C.; GALYEAN, M. L.; HALLFORD, D. M.; WALKER, D. A. Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition, serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 9, p. 2464-2474, 2000.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 84, n. 13 (Electronic Supplement 1), p. 3032-3038, 2006.

BULLE, M. L.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açucar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, supl. 1, p. 444-450, n. 1, 2002.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHENG, K. J.; MCALLISTER, T. A.; POPP, J. D.; HRISTOV, A. N.; MIR, Z.; SHIN H. T. A review of bloat in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 299–308, 1998.

CLARK, P. W.; ARMENTAN0, L. E. Effectiveness of neutral detergent fiber in and dried distillers grains compared with whole cottonseed alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 9, p. 2644-2650, 1993.

CNCPS. Cornell net carbohydrate and protein system Ithaca Cornell University, 2002. software. Version 5.0.18.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34 n. 1, p. 268-279, 2005.

CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 67, n. 10, p. 2661-2668. 1989.

DOMINGUES, J. L. **Avaliação de desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne em bovinos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo na dieta de terminação** [online]. 2006. 101 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-29012007-142000/. Acesso em: 21 jul. 2008.

ELAM, C. J. Acidosis in feedlot cattle: Practical observations**. Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 4, p. 898-901, 1976.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR. P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, suppl. 2, p. E8-E16, 2003.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 705–714, 2005.

GREATHOUSE, G. A.; SCHALLESA, R. R.; BRENTA, B. E .; DAYTON, A. D.; SMITHS, E. F. Effects of levels and sources of protein on performance and carcass characteristics of steers fed all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 39, n. 1, p. 102-107, 1974.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**.** Pennsylvania: The Pennsylvania State University, Departament of Dairy and Animal Science [online], 2002. Disponível em: http://www.das.psu.edu/das/pdf/separadordeparticulas.pdf/view?searchterm=Jud%20Heinrichs%20and%20Paul%20Kononoff. Acesso em: 20 jun. 2008.

HENRIQUE, W.; FILHO, J. A. B.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; FILHO, J. L. V. C.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.1, p. 183-190, 2007.

IBRAHIM, R. M.; GOLL, D. E.; MARCHELLO, J. A.; DUFF, G. C.; THOMPSON, V. F.; MARES, S. W.; AHMAD, H. A. Effect of two dietary concentrate levels on tenderness, calpain and calpastatin activities, and carcass merit in Waguli and Brahman steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, n. 6, p. 1426-1433, 2008.

KETELAARS, J. J. M. H.; TOLKAMP, B. J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 3. Optimum feed intake: in search of a physiological background. **Livestock Production Science** [online], v. 31, n. 3-4, p. 235-258, 1992. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T9B-4CPF8PB-5&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F1992&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=browse&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=713c1d4df4b1c94e5e8bcfdcb94d4ada. Acesso em: 20 jul. 2008.

KNAPP, R H.; TERRY, C. A.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; MIES, W. L.; E J. EDWARDS, J. W. Characterization of cattle types to meet specific beef targets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 67, n. 9, p. 2294-2308, 1989.

KOCH, R. M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSES, J. D. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 54, n. 1, p. 35-45, 1982.

KOENIG, K. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M. Effect of grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barley-based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 4, p. 1057–1067, 2003.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 5, p. 1858–1863, 2003.

KREIKEMEIER, K.K; HARMON, D. L.; BRANDT, R. T.; JR., T. G. NAGARAJA, JR. T. G.; COCHRAN, R. C. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, v. 7, p. 2130-2141, 1990.

LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, W. H. G. F. BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29 n. 3, p. 834-839, 2000.

LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; PUTRINO, S. M.; LANNA, D. P. D.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32 n. 6, supl.1 p. 1786-1791, 2003.

LUCHIARI, F. A. **Pecuária da carne bovina.** 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MACEDO, M. P.; BASTOS, J. F. P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F. D.; FIGUEIREDO, L. A.; RODRIGUES NETO, A. J. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MAGGIONI, D. **Desempenho e qualidade da carne de bovinos de diferentes composições raciais terminados em confinamento.** [online]. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/material/maggioni.pdf. Acesso em: 13 jun. 2008.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: TEIXEIRA, J. C.; NEIVA, R. S. (Eds). **Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes**. SBZ, Lavras, MG. Brasil, 1992. p. 01-32.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savay, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MICHAEL, S. A. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 287–298, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC... **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C., 1996. 232 p.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 359-3629, 1991.

NUNES, A. J. C. **Uso combinado de ionóforo e virginamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado.** 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 275–286. 1998.

PRESTON, R. L. Management of high concentrate diets in the feedlot. Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte, 82., 1998, Campinas. **Anais…** São Paulo: CBNA, 1995. 232 P.

RABELO, M. M. A.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JR, R. C.; GENTIL, R. S.; FERREIRA, E. M. Avaliação do efeito do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* obtido por dois métodos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 3, p. 698-704, 2008.

RIBEIRO, F. G.; ROBERTO LEME, P. R.; BULLE, M. L. M.; LIMA, C. G.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; LANNA, D. P. D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. V.; PEREIRA, J. C.; MÂNCIO, A. B. Bovinos Mestiços Alimentados com Diferentes Proporções de Volumoso:Concentrado. 2. Efeito sobre a Ingestão de Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 261-269, 2001.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. **The analysis of dietary fibre in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. Chap.9, p.123-158.

SAS. User`s guide: Statistics. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2000.1686p.

SHACKELFORDS, S. D.; KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE,G.; T. **L.** WHEELER, T. L.; M. F. MILLER, CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. Predictors of beef Tenderness: development and verification. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 5, p. 1130-1135, 1991.

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and

protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A. A. Adaptação de bovinos ao sistema de alimentação em confinamento. [online], 2007. Disponível em: http://www.beefpoint.com.br/?noticiaID=37696&actA=7&areaID=60&secaoID=175. Acesso em: 27 jan. 2009.

STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; PARROTT, J. C.; GOEDEKEN, F. K. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 10, p. 3441-3455, 1990.

THEURER, C. B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; DELGADO-ELORDUY, A.; SADIK, M.; HUBER, J. T.; ZINN, R. A. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 10, p. 2824-2831, 1999.

THOMPSON, J. T.; BRADLEY, N. W.; LITTLE, C. O**.** Ruminal Volatile Fatty Acid Concentrations and Performance of Steers Fed Different Levels and Forms of Hay and Grain**. Journal of Animal Science**, Savoy, v. 24, n. 4, p. 1179-1183, 1965.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy catlle methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VARGAS JUNIOR, F. M.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L. M.; PASCOAL, L. L.; OLIVEIRA, M. V. M.; CARVALHO, P. A.; MONTAGNER, D.; WEBER, A.; BOLZAN, I. T. Desempenho de novilhos de corte alimentados com dietas contendo quantidades crescentes de concentrado associado à forragem de aveia (*Avena strigosa*) tratada com uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54 n. 4, p. 405-413, 2002.

VARGAS JUNIOR, F. M.; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S.; BIANCHINI, W.; OLIVEIRA, M. V. M. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 2056-2062, 2008.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, n. 5, p. 1145–1156, 2002.

WHEELER, T. L.; SAVED, J. W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.

WHEELER, T.L. [Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. Roman L. Hruska U. S. Marc. USDA, Clay Center, NE. 1995.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D.; HUNT, M. C.; KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in

*Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Savay, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 12, p. 4193-4199, 1990.

WHITE, T. W.; REYNOLDS, W. L. Various sources and levels of roughage in steer rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 5, 28, n. 5, p. 705-710, 1969.

WISE, M. B.; HARVEY, R. W.; HASKINS, B. R.; BARRICK, E. R. Finishing beef cattle on all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 5, p. 1449-1461. 1968.

## CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado sobre comportamento ingestivo de bovino Nelore inteiro com idade de 28 meses em confinamento, em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram compostos de dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT). No registro do tempo despendido com alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água, foram adotadas observações visuais dos animais a cada cinco minutos por quatro períodos integrais de 24 horas. Houve diferenças nos tempos empregados em mastigação, ruminação, ócio e ingestão de água entre os tratamentos (P<0,05), exceto para o tempo gasto em alimentação. Os tempos utilizados com ruminação e mastigação foram maiores para o tratamento DT+BIN (181,20 e 278,40 min/dia), porém, quanto aos tratamentos MGI (94,20 e 171 min/dia) e DT (60 e 148,20 min/dia) não ocorreram diferenças (P>0,05). Os tempos de ócios e ingestões de água dos tratamentos diferiram entre si, com valores de 436,80 e 4,46 min/dia para o tratamento DT+BIN, 546,0 e 2,81 min/dia para o tratamento MGI e 568,80 e 4,02 min/dia para o tratamento DT. A EAL, quando expressa em g FDN/h registrou aumento de 58,39% para o tratamento DT+BIN (P<0,05) quando comparado ao tratamento DT. Para o tratamento MGI confrontado ao tratamento DT a diferença foi de 20,13%. A EAL como estabelecida em g FDNfe/h do tratamento DT+BIN (P<0,05) foi superior aos demais tratamentos, sendo 334,09% em analogia ao MGI e 69,03% ao DT. Não houve diferença (P>0,05) para a EAL quando expressa em g de MS/h. A ERU expressa em g de MS/h do tratamento DT+BIN (P<0,05) foi menor (127,12%) do que o tratamento DT. No entanto, este tratamento, por sua vez, não diferiu do tratamento MGI. A ERU expressa em g de FDNfe/h do tratamento DT+BIN (P<0,5) foi mais alto (188,57%) que o tratamento MGI e este menor (440%) do que o tratamento DT. Para a expressão ERU g de FDN/h não houve diferença para os tratamentos. O período gasto para a atividade de alimentação foi maior nos dois intervalos de tempos das 8 às 11 horas e das 17 às 20 horas (P<0,05), ocasiões em que os animais eram alimentados. Esta tendência foi maior para o conjunto dos tratamentos, portanto, os animais passaram menos tempo alimentando no período

noturno. Os tempos gastos com ruminação e mastigação e a eficiência de alimentação (g FDN/h) e (g de FDNfe/h) foram mais elevados para a dieta com maior percentagem de volumoso (90% concentrado: 10% de BIN). A eficiência de ruminação (g MS/h) foi mais alta para a dieta totalmente concentrada (DT) e a eficiência de ruminação (g FDNfe) foi menor para a dieta com milho grão inteiro (MGI).

Palavras-chave: bovino, confinamento, consumo, ingestão

## FEEDING BEHAVIOR OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS


## SUMMARY

The present work had the objective to evaluate the effects of high grain diets on the feeding behavior of Nelore bovines with 28 months of age in a completely randomized experimental design. Treatments were constituted by a total mixed ration plus sugar cane bagasse (DT+BIN), whole corn grain (MGI) and total mixed ration (DT). Registrations of times spent for feeding, rumination, rest and water intake were done by visual observations of the animals every five minutes during four periods of 24 hours. There was difference in the time spent for mastication, rumination, rest and water intake among diets ($P<0.05$), except for the time spent for feeding. Times spent for rumination and mastication were higher in the treatment DT+BIN (181.2 and 278.4 min/day), however there was no difference between diets MGI (94.2 and 171 min/day) and DT (60 and 148.2 min/day). Times spent for rest and water intake differed among treatments, with means of 436.8 and 4.46 min/day in the diet DT+BIN, 546 and 2.81 min/day in the diet MGI and 568.8 and 4.02 min/day in the diet DT. When EAL was expressed as g NDF/h, there was increase of 58.39% in the treatment DT+BIN ($P<0.05$) compared to the treatment DT. When treatment MGI was compared to DT, the difference was 20.13%. When EAL was expressed as g peNDF/h, the treatment DT + BIN ($P<0.05$) was higher than the other ones, being 334.09% compared to MGI and 69.03% compared to DT. There was no difference for EAL when expressed as g DM/h ($P>0.05$). When ERU was expressed as g DM/h, it was lower in the diet DT+BIN (127.12%) than the diet DT ($P<0.05$). However, there was no difference between this diet and MGI. When ERU was expressed as g peNDF/h, it was higher in the diet DT+BIN (188.57%) than the diet MGI and lower (440%) than the diet DT ($P<0.05$). When ERU was expressed as g NDF/h, there was no difference among diets. Time spent for feeding activity was higher from 8h to 11h and from 17h to 20 h ($P<0.05$), occasion when the animals were fed. This tendency happened in all treatments, therefore, the animals spent less time feeding at night. Times spent for rumination and mastication and feeding efficiency (g NDF/h and g of peNDF/h) were highest in the diet with more forage (90% concentrate:10% BIN). The rumination efficiency (expressed as g DM/h) was greatest in the diet DT and lowest in the diet MGI (expressed as g peNDF/h).

Keywords: beef cattle, feedlot, intake, ingestion

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de matéria seca é um dos principais fatores que afeta o desempenho dos bovinos. O gado de corte pode modificar o seu comportamento de acordo com o padrão, quantidade e disponibilidade do alimento e práticas de manejo. O conhecimento do comportamento ingestivo do gado de corte pode ser utilizado pelos produtores, de modo a aumentar a eficiência produtiva e assegurar a saúde e longevidade.

Assim, informações relacionadas ao comportamento animal podem ser úteis porque: 1) ele representa um dos mais efetivos meios pelos quais os animais adaptam aos vários fatores ambientais e 2) ele pode indicar métodos potenciais de avanços na produtividade animal através do uso de vários procedimentos de manejo (RAY & ROUBICEK,1971).

O consumo é definido como massa ingerida por unidade de tempo. O período é comumente medido em dias. Unidades mais curtas de tempo, entretanto, podem ser apropriadas se elas descrevem as relações que não podem ser detectadas por medida somente uma vez diária. Um completo entendimento do consumo diário demanda que componentes individuais sejam estudados. Consumo alimentar diário pode ser descrito em termos de números de refeições ingeridas por dia, duração das refeições e taxa de alimentação que ocorrem durante as refeições. Para aumentar o consumo diário, uma ou mais destas três variáveis devem aumentar. Portanto, a alimentação começa quando os animais estão famintos e param quando estão saciados. Durante o dia, medidas de alimentação, ruminação e consumo de água, proporcionam um mecanismo para analisar estes elementos que contribuem para a ingestão diária (DAW & ALLEN, 1994).

A mastigação dos alimentos provoca a redução do tamanho de partícula abaixo do limite para que estas possam atravessar o orifício retículo-omasal, aumentando a densidade funcional também crítica no escape de partículas do retículo-rúmen (FISCHER et al., 2002).

SUDWEEKS et al. (1975) demonstraram que o tempo de mastigação reduziu com o aumento do nível de concentrado na dieta. Feno longo preparado grosseiramente e silagem de trigo resultaram em maior tempo de mastigação do que sorgo ou silagem de milho preparado finamente. Portanto, o tempo de mastigação reflete a composição da dieta, especialmente níveis de concentrado.

De acordo com BEAUCHEMIN et al. (1994), dependendo do grão de cereal, a mastigação de grão inteiro causa um grau variável de rompimento físico. Dano mecânico ao núcleo do grão integral durante a refeição e ruminação altera a cinética da digestão ruminal, que combinados com as digestibilidades inerentes às proteínas e amidos dos grãos, influenciam o tipo e a extensão do processamento necessário para otimizar a utilização destes alimentos pelo gado.

Então, alto consumo de alimento gasta considerável tempo de ruminação, quando a dieta alimentar contêm acima de 90% de grão inteiro, fator que pode influenciar a extensão do dano à semente integral. Por outro lado, quando o consumo de grão inteiro é restrito, o tempo de ruminação por dia declina. Além do mais, o tamanho do grão pode ser um fator determinante na quantidade de tempo que o gado gasta mastigando grãos de cereais inteiros durante a ingestão e ruminação (BEAUCHEMIN et al.,1994).

CAMPBELL et al. (1992) verificaram que a mastigação durante a ingestão não diferiu entre dietas contendo forragem suplementar, porém, o número de mastigação por dia durante a ingestão corrigida para consumo de FDN/$PV^{0,75}$ diminuiu na dieta com semente de milho. A Duração do período de ruminação aumentou e a latência antes da ruminação diminuiu em dietas de feno. Novilhos que alimentaram com sementes de milho tenderam a ter mais consistência no tempo de ingestão através de intervalos de 4 h do que novilhos alimentados com dietas tradicionais.

Conforme GRANT (1997), a FDN fisicamente efetiva (FDNfe) pode ser definida como a fração do alimento que estimula a atividade de mastigação e expressa como um produto da concentração de FDN e fator de efetividade física determinado pela resposta de mastigação.

Nesse contexto, ARMENTANO & PEREIRA (1997) afirmaram que a efetividade física é um componente importante do valor da fibra, porém, não é o único. Em um esforço para definir uma medida mais completa da fração de FDNe, resposta animal que integra as características físicas e não físicas dos carboidratos das dietas podem ser medidas como respostas variáveis. Padrões de pH do rúmen ou AGV também têm sido sugeridos como resposta animal que integra componentes múltiplos de conteúdo de fibra efetiva da ração. Em gado de leite a concentração de gordura do leite é definida geralmente em efetividade física (ef) e FDN (onde FDNe + ef x FDN).

Portanto, o tempo gasto com mastigação por quilograma de IMS aumenta de acordo com o acréscimo da FDN da forragem em virtude do incremento do tempo de mastigação e diminuição IMS. Então, dentre a adição de outras pequenas expressões à predição de FDN da forragem na dieta; as duas melhores para o modelo incluem pH do rúmen e tempo de mastigação por quilograma de IMS (ARMENTANO & PEREIRA,1997)

Fontes da fibra de origem de forragem ou não, diferem consideravelmente em suas efetividades na estimulação da dinâmica de mastigação motivadas pelas diferenças nas distribuições, nos tamanhos das partículas e retenção da fibra no rúmen. Para dietas que contém fontes de fibra de não forragem (FFNF) e mínimo de forragem, a concentração de FDN na dieta, e particularmente o tamanho das partículas do restante da dieta da forragem é crucial para estimular a ruminação. Com isso, quando a percentagem da FDN da dieta declina para menos de 60%, a forragem dietética residual deve ter tamanho de partícula suficiente, porque a maioria da FFNF não estimula a mastigação tão efetivamente quanto a forragem longa (GRANT, 1997).

MICHAEL (1997) informou que a FDN é a componente nutricional que está relacionada à atividade de mastigação, agora comumente divulgado na literatura como minutos por quilograma de consumo de FDN. Entretanto, medidas químicas de fibra sozinha são inadequadas para balancear dietas de alta produção para ruminantes, porque a fibra varia em efetividade na estimulação da mastigação, primariamente, por causa da diferença no comprimento das partículas.

GRANT et al. (1990) concluíram que o consumo diário de FDN e MS não foram influenciados pelo tamanho da partícula do feno. Animais alimentados com rações finamente moídas ruminaram menos e gastaram menos tempo de ruminação por quilograma de consumo de FDN.

Conforme BALCH (1971), dentre as observações disponíveis parece que o tempo gasto na mastigação total (ingestão mais ruminação) revela-se provavelmente a evidência mais adequada de que o tempo gasto na ingestão ou ruminação como um índice de propriedade de fibrosidade física da fibra. Se o total de tempo gasto na mastigação é expresso conforme minutos por kg de dieta da MS, a influência da variação do consumo do alimento é largamente evitada.

COPPOCK (1987) afirmou que o valor forragem é a propriedade para estimular o início da mastigação, com subseqüente regurgitação e ruminação e

refletem o tamanho da partícula, natureza da fibra e o conteúdo do alimento. Assim, dietas misturadas com 0 a 67% de feno elevaram o tempo total de mastigação de 10 a 66 minutos à medida que o feno aumentou.

O maior consumo de MS pode ter resultado no maior efeito líquido do nível de forragem e taxa de passagem para novilhos no estudo de desempenho do que aqueles observados no estudo da digestão. Igualmente, em alto consumo, o aumento no nível de forragem em dietas de confinamento pode promover mais ruminação e maximizar o efeito associativo entre forragens e grãos o qual, em troca, pode responsabilizar pelo aumento na taxa de passagem no rúmen (LEDOUX et al., 1985)

O objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado sobre aspectos do comportamento ingestivo em Nelore macho inteiro confinado.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura da Fazenda Barreiro, situada no Município de Silvânia – Goiás com 16º29'50,05" de latitude e 48º47'31,44" de longitude com altitude de 1000m. O município apresenta clima tropical com chuvas estacionais bem distribuídas de outubro a março. O trabalho foi realizado entre os dias 9 de dezembro de 2007 a 27 de março de 2008. A temperatura média mensal durante o período experimental foi de 24,23 ºC, com precipitação pluviométrica mensal média de 279,08 mm e umidade relativa média do ar de 74,25% (Tabela 1). As avaliações laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos (LANA) do Departamento de Produção Animal (DPA) e Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG.

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.

| Variáveis | Mês/Ano | | | |
|---|---|---|---|---|
| | dez. 2007 | jan. 2008 | fev. 2008 | mar. 2008 |
| Precipitação pluviométrica (mm) | 179,7 | 280,8 | 282,0 | 373,8 |
| Temperatura máxima (ºC) | 30,8 | 29,9 | 30,5 | 30,1 |
| Temperatura mínima (ºC) | 20,3 | 20,2 | 20,3 | 20,0 |
| Temperatura média (ºC) | 24,6 | 24,1 | 24,3 | 23,9 |
| Umidade relativa do ar (%) | 72,0 | 74,0 | 75,0 | 76,0 |

Fonte: INMET- 10º Distrito de Metereologia - Goiânia-Go.

### 2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 20 animais inteiros da raça Nelore com idade de 28 meses e peso vivo médio de 336,61 kg no inicio do período experimental. Os animais permaneceram em adaptação ao manejo e à dieta por 21 dias e passaram por quatro períodos de testes de 21 dias recebendo dietas completas de alta proporção de concentrado durante 105 dias em regime de confinamento. A adaptação dos animais às dietas experimentais foi por meio do regime alimentar restrito, com o fornecimento de 1,3% da dieta em relação ao peso vivo na matéria natural, no primeiro dia, e partir daí procedeu-se o aumento de 10% na dieta diariamente até o final da adaptação.

O delineamento aplicado foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos e seis repetições para o tratamento de milho grão inteiro (MGI) e sete repetições para cada um dos demais tratamentos, bagaços de cana “in natura” + dieta total (BIN+DT) e dieta total (DT). Os animais foram distribuídos aleatoriamente em baias individuais (12 m²), cimentadas (7 m²), parcialmente cobertas (7 m²) e providas de comedouro e bebedouro (torneira com bóia) de concreto. Antes do inicio do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vacinados e submetidos a controle de ecto e endo parasitas.

**2.3 Tratamentos**

As dietas foram compostas de milho grão inteiro (MGI), sorgo moído (SM), caroço de algodão (CA), farelo de soja (FS), casca de soja (CS), bagaço “in natura” de cana-de-açúcar (BIN) e núcleos específicos para cada dieta, a fim de atender às exigências minerais e protéicas dos animais. A composição químico-bromatológica dos alimentos está demonstrada na Tabela 2.

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais.

| Alimentos | MS | PB | FDA | FDN | MM | EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Milho | 88,64 | 7,86 | 4,31 | 7,30 | 1,86 | 3,09 |
| Sorgo | 89,34 | 7,21 | 4,03 | 8,41 | 1,34 | 1,54 |
| Caroço de algodão | 89,55 | 23,10 | 28,34 | 41,38 | 6,20 | 16,13 |
| Farelo de soja | 87,76 | 46,60 | 10,42 | 21,30 | 6,55 | 2,34 |
| Casca de soja | 92,35 | 10,91 | 40,52 | 64,34 | 4,38 | 0,92 |
| Bagaço de cana "in natura" | 74,8 | 1,71 | 56,1 | 74,53 | 1,25 | - |

Fonte: valores analisados LANA/DPA/EV/UFG. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo.

Os tratamentos foram constituídos por dietas completas e isoprotéicas, calculadas para atenderem as exigências de bovinos de corte para um ganho médio de 1,40 kg/dia, conforme NRC (1996) sendo calculadas pelo sistema (CNCPS de CORNEL, 2002) (Tabela 3).

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) na matéria seca (% MS).

| Alimentos | Tratamento | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Caroço de algodão | | | 16,70 |
| Casca de soja | | 10,00 | 28,89 |
| Sorgo moído | | | 44,44 |
| Núcleo farelado | | | 10,00 |
| Milho grão inteiro | | 75,00 | |
| Núcleo peletizado | | 15,00 | |
| Bagaço de cana “in natura” | 10,00 | | |
| Sorgo moído | 54,52 | | |
| Caroço de algodão | 10,94 | | |
| Casca de soja | 18,00 | | |
| Farelo de soja | 2,54 | | |
| Núcleo farelado | 4,00 | | |

A composição nutricional das dietas experimentais está descrita detalhadamente na Tabela 4. Os núcleos e os seus níveis de garantia estão no Anexo 1. A virginamicina (10% da Phibro Animal Health®) foi misturada à parte na ração, na dosagem de 150 mg/ cab/ dia.

TABELA 4 - Níveis nutricionais das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS).

| NUTRIENTES | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Matéria seca[1] | 88,00 | 88,00 | 88,00 |
| Proteína bruta[1] | 12,03 | 12,30 | 12,33 |
| Nutrientes digestíveis totais[2] | 73,0 | 79,0 | 76,0 |
| Fibra detergente neutro[1] | 42,10 | 32,95 | 39,04 |
| Fibra detergente ácido[1] | 25,15 | 16,03 | 21,81 |
| Fibra detergente neutro fisicamente efetivo[3] | 33,5 | 8,17 | 28,77 |
| Extrato etéreo[1] | 3,34 | 2,88 | 4,81 |
| Carboidrato não fibroso[4] | 38,56 | 48,48 | 37,98 |
| Amido[1] | 39,78 | 54,62 | 48,70 |
| Minerais[1] | 4,57 | 3,39 | 5,28 |

[1]Valores analisados LANA/DPA/EV/UFG; [2]Valores de tabela; [3]MERTENS (1997); [4]SNIFFEN et al. (1992).

## 2.4 Procedimentos experimentais

### 2.4.1 Avaliação do consumo

O consumo voluntário, das dietas e dos nutrientes, foi determinado mediante diferenças entre o oferecido e as sobras. As dietas, depois de pesadas, foram distribuídas aos animais na forma de mistura total em duas refeições diárias, sendo 60% do total às 8h e 40% do total às 17h, permitindo-se sobras de aproximadamente 5% do ofertado. As amostras dos alimentos oferecidos e das sobras, após pesagem e anotação das informações em planilhas apropriadas de controle diário, foram coletadas duas vezes por semana, para análise laboratorial. O teor de MS das dietas foi analisado semanalmente e as mesmas foram ajustadas em função dos resultados.

## 2.5 Avaliação de comportamento

No registro do tempo despendido em alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água, as observações visuais dos animais foram feitas a cada cinco minutos, por quatro períodos integrais de 24 horas durante o período experimental (JOHNSON & COMBS, 1991).

A atividade de mastigação foi calculada por meio do somatório dos eventos de alimentação e ruminação, conforme (ARMENTANO & PEREIRA, 1997).

Na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações:

EAL = CMS/TAL

EAL = CFDN/TAL

EAL = CFDNfe/TAL

ERU = CMS/TRU

ERU = CFDN/TRU

ERU = CFDNfe/TRU

TMT = TAL+TRU

em que EAL (g de MS/h, g de FDN/h, g de FDNfe/h) é eficiência de alimentação; CMS (g MS/dia), consumo de MS; TAL (min/dia), tempo de alimentação; ERU (g MS/h; g FDN/h, g FDNfe), eficiência de ruminação; TRU (min/dia), tempo de ruminação; TMT (min/dia), tempo de mastigação total (POLLI et al., 1996).

## 2.6 Avaliação do tamanho das partículas

A avaliação do tamanho das partículas dos alimentos foi realizada pelo separador de partícula modelo do Estado da Pensilvânia (PSPS) em amostras das dietas experimentais oferecidas aos animais e das sobras coletadas uma vez em cada período experimental, conforme (KONONOFF, 2003).

## 2.7 Procedimentos laboratóriais

### 2.7.1 Análises bromatológicas das dietas

Avaliação químico-bromatológica quanto aos teores de MS, MO, PB, amido, EE e minerais das dietas fornecidas, sobras e fezes foi realizada no laboratório de análises bromatológicas do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65ºC e a MS determinada em estufa a 105ºC. As determinações da PB (método de Kjeldhal), extrato etéreo (EE) e minerais das rações (oferecidas e sobras) e fezes foram efetuadas de acordo com A.O.A.C. (1990). A FDN e FDA foram calculadas pelo método seqüencial de (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981).

A determinação do amido das rações (oferecidas e sobras) e fezes foi efetuada segundo metodologia descrita por (CAMPOS et ali., 2004).

## 2.8 Análises estatísticas e modelo matemático

O modelo estatístico adotado foi: $Y_{ijk} = m + T_i + E_{ijk}$, em que: $Y_{ijk}$ = valor observado para a característica analisada; m = média geral; $T_i$ = efeito da dieta completa de alta proporção de concentrado i; e $E_{ijk}$ = erro aleatório comum a todas as observações.

Os dados foram analisados usando o procedimento PROC GLM do SAS, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Tempos de alimentação, ruminação, mastigação, ócio e ingestão de água

Houve diferenças nos tempos utilizados em mastigação, ruminação, ócio e ingestão de água entre os tratamentos (P<0,05), exceto para o tempo gasto em alimentação, conforme demonstrado na Tabela 5 e Figura 1. O tempo empregado em ruminação foi mais elevado para o tratamento DT+BIN, porém, quanto aos tratamentos MGI e DT não apresentou diferenças Figura 1.

TABELA 5 - Médias de tempos despendidos em alimentação, ruminação, mastigação, ócio e ingestão de água em dietas de alta proporção de concentrado.

| Variáveis | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | CV* |
| Alimentação (min/dia) | 97,20a | 76,80a | 88,20a | 19,59 |
| Ruminação (min/dia) | 181,20a | 94,20b | 60,0b | 18,39 |
| Mastigação (min/dia) | 278,40a | 171,0b | 148,20b | 12,84 |
| Ócio(min/dia) | 436,80a | 546,0b | 568,80c | 9,80 |
| Ingestão de água (min/dia) | 4,46a | 2,81c | 4,02b | 20,08 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; *coeficiente de variação (%).

Os resultados relativos aos tempos médios despendidos em alimentação, ruminação, mastigação, ócio e ingestão de água, em minutos por dia (min/dia), constam da Tabela 5 e, em percentagem na Figura 1.

Os tempos de ruminação e de mastigação do tratamento DT+BIN foram superiores em (92,36% e 202%) e (62,81% e 87,85%) em relação aos tratamentos MGI e DT. Os tempos de ócio foram maiores 30,22% para o tratamento DT e 25% para o tratamento MGI quando confrontados com o tratamento DT+BIN. A ingestão de água do tratamento MGI foi menor 58,72% e 43,06% comparado aos tratamentos DT+BIN e DT.

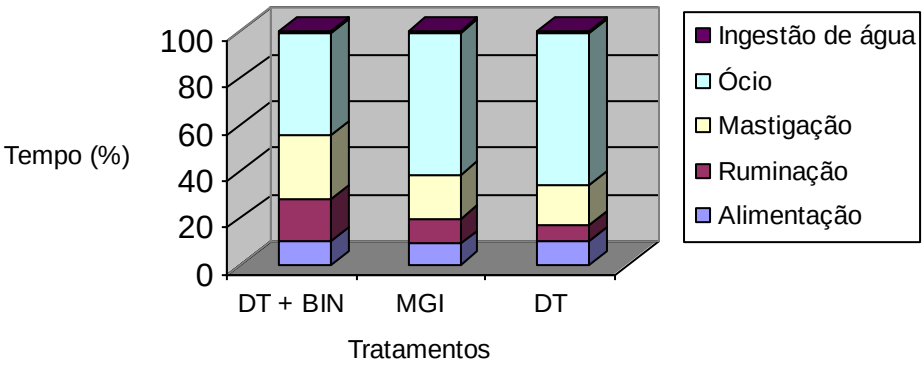


FIGURA 1 - Padrão de comportamento alimentar dos tempos diários de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento.

BÜRGER et al. (2000) trabalharam com bezerros holandeses, inteiros, com idade e peso corporal médio inicial de 10,8 meses e 233,4 kg de peso vivo e verificaram que o tempo despendido em alimentação e ruminação diminuiu e o tempo de ócio aumentou, linearmente, com o aumento do nível de concentrado nas dietas. A dieta DT+BIN acompanhou esta mesma tendência, no entanto, os valores de comportamento obtidos por estes autores para a dieta com 90% de concentrado foram acima dos encontrados neste trabalho; sendo 18,52% para alimentação, 40% para ruminação e 130,63% para ócio.

Possivelmente, estas disparidades tenham ocorrido porque a atividade de mastigação (soma de ingestão e tempo de ruminação) é também uma função do tipo, tamanho, idade e IMS do animal e talvez técnicas de medidas (BALCH, 1971; SUDWEEKS et al.,1981; WELCH & SMITH,1970).

De acordo com HOFFMAN & SELF (1973), ração com 10% de PB, com MGI e espiga de milho como os principais componentes, foi oferecida em comedouro com proporção de concentrado: volumoso de 75: 25 para novilhos em ensaios de comportamento, sendo dois no verão e um no inverno durante três anos. O tempo médio total dedicado à ingestão foi semelhante; consistindo em 145,20; 144,0; e 142,20; minutos por dia para os três ensaios, respectivamente. Logo, o período de ócio foi de 591,60 minutos por dia. Estes valores de alimentação estão acima dos deparados na presente pesquisa. Contudo, o tempo de ócio foi próximo dos valores dos tratamentos MGI e DT.

SUDWEEKS et al. (1975) demonstraram que o tempo de mastigação reduziu com o aumento do nível de concentrado na dieta. O que confirma os resultados do presente estudo.

SUDWEEKS (1977) estudaram os efeitos de três tipos de concentrados (polpa cítrica, milho e soja moída) em três níveis de concentrados (10, 40 e 70%) nos parâmetros tempo de mastigação e AGV em novilhos. O tempo de mastigação em minuto foi reduzido a cada aumento do nível do concentrado (713, 490 e 387 por dia), todavia, o tipo de concentrado não foi afetado. O nível de concentrado de 70% correspondente a 387 minutos de mastigação por dia, como esperado, foi superior aos tratamentos do presente trabalho. O autor enfatiza ainda, que as características da forragem em rações para ruminantes representam um importante papel na manutenção desejável do padrão de AGV no rúmen, o qual por sua vez afeta o desempenho animal. Portanto, se a relação for muito bem definida, níveis de AGV podem, então, ser usados como indicação de requerimento para ruminantes.

De acordo com DULPHY et al. (1980), quando diminuem os constituintes da parede celular da dieta com aumento do teor de amido, decresce o tempo total de mastigação, o que pode ser constatado com a redução verificada no tratamento MGI em relação ao tratamento DT+BIN (Tabela 5).

Em tal caso, alto consumo de alimento gasta considerável tempo de ruminação, quando a dieta alimentar contêm acima de 90% de grão inteiro, fator que pode influenciar a extensão do dano à semente integral. Além do mais, o tamanho do grão pode ser um fator determinante na quantidade de tempo que o bovino gasta mastigando grãos de cereais inteiros durante a ingestão e ruminação (BEAUCHEMIN et al.,1994).

TRAXLER et al. (1995) alimentaram bezerros holandeses com peso corporal médio de 137 kg, com 85% de grãos de milho inteiro mais volumoso peletizado e 90% de grãos de milho inteiro ou moído mais silagem constituída de gramínea e leguminosa, durante a fase de crescimento. Os autores descreveram intervalos para o tempo de alimentação de 165,60 a 132,60 min/dia e de ruminação, 339,60 a 261,60 min/dia, comparativamente distantes dos valores encontrados neste trabalho em dietas com 90% e 100% de concentrado. Possivelmente, isto aconteceu em função do tipo e quantidade de alimento DEGASPERI et al (2003) e da diferença de raça e idade dos animais.

Nota-se que a ingestão de água foi menor para o tratamento MGI. Portanto, a principal razão para esse fato é que alimentos de alta densidade de energia produzem mais água metabólica do que alimentos de menor densidade de energia, como conseqüência disso, o animal ingere menos água (NRC, 1996). Além do mais, pode-se explicar o maior consumo de água para o tratamento DT+BIN em relação ao tratamento MGI e DT por causa do maior tempo de ruminação e mastigação (Tabela 5) e (Figura 1).

O tempo gasto em 24 horas na ingestão de água pelos animais nos tratamentos correspondeu a 0,42% para DT+BIN, 0,34% para MGI e 0,49% para DT (Figura 1). Estes valores estão abaixos daqueles citados por SOUZA et al. (2007) de 1,25% em bovinos confinados em ração com 65% de concentrado. Possivelmente, esta diferença seja decorrente da densidade energética das dietas, e, além disso, conforme o NRC (1996) pode ser devido às condições ambientes do confinamento relacionadas principalmente às variáveis de temperatura, precipitação pluviométrica e também da ingestão diária em kg de MS e % de sais minerais na dieta

### 3.2 Eficiência de alimentação e ruminação

Os resultados referentes às médias de eficiência de alimentação (EAL), em kg MS/h, kg FDN/h e kg de FDNfe, à eficiência de ruminação (ERU), em kg MS/h, kg FDN/h e kg FDNfe são apresentados na Tabela 6.

A EAL, quando expressa em g FDN/h registrou aumento de 58,39% para o tratamento DT+BIN ($P<0,05$) quando comparado ao tratamento DT. Para o tratamento MGI confrontado ao tratamento DT a diferença foi de 20,13%. A EAL como estabelecida em g FDNfe/h do tratamento DT+BIN ($P<0,05$) foi superior aos demais tratamentos, sendo 334,09% em analogia ao MGI e 69,03% ao DT. Não houve diferença para a EAL quando expressa em g de MS/h ($P>0,05$).

A ERU expressa em g de MS/h do tratamento DT+BIN ($P<0,05$) foi menor (127,12%) do que o tratamento DT. No entanto, este tratamento, por sua vez, não diferiu do tratamento MGI. A ERU expressa em g de FDNfe/h do tratamento DT+BIN ($P<0,5$) foi mais alto (188,57%) que o tratamento MGI e este menor (440%) do que o tratamento DT. Para a expressão ERU g de FDN/h não houve diferença para os tratamentos. De acordo com DEGASPERI et al (2003) a ruminação é um ato reflexo resultante de estímulos mecânicos que está diretamente relacionado com o tipo e a quantidade da dieta. Quanto melhor for o processo de ruminação do alimento,

melhor será a digestibilidade e conseqüentemente, a sua eliminação, dando espaço para mais alimentos. Assim, a ruminação determina a quantidade da ingestão futura.

De acordo com BÜRGER et al. (2000), a eficiência de alimentação em g MS/h registrou comportamento quadrático estimando-se o valor máximo em 826,81 g FDN/h para o nível de 60,77% de concentrado. A elevação do nível de concentrado nas dietas aumentou a eficiência de ruminação em g MS/h, entretanto, em g FDN/h decresceu. O resultado dessa pesquisa, concernente a ERU (g de MS/h) está de acordo com estes autores, porém, a ERU (g de FDN/h) foi discrepante.

Novilhas alimentadas com dietas constituídas por alto nível de fibra despenderam mais tempo com consumo e ruminação, em min/dia, em função do maior teor de FDN dessas dietas. Da mesma forma, observou-se maior tempo gasto com ingestão expressa em min/kg de MS, min/kg de FDN. O tempo médio de ruminação em min/kg de MS foi maior para as dietas com alto teor de fibra. Entretanto, o tempo médio de ruminação expresso em min/kg de FDN foi menor para essas dietas (QUEIROZ et al., 2001). As informações destes autores corroboram com os dados da presente pesquisa.

TABELA 6 – Médias de eficiências de alimentação (EAL) (g MS/h, g FDN/h, g FDNfe/h) e eficiência de ruminação (ERU) (g MS/h, g FDN/h, g FDNfe/h) em dietas de alta proporção de concentrado.

| Variáveis | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DT + BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | CV* |
| EAL (g MS/h) | 5.790 | 5.720 | 4.700 | 26,24 |
| EAL (g FDN/h) | 2.360a | 1.790ab | 1.490c | 32,40 |
| EAL (g FDNfe/h) | 1.910a | 440b | 1.130c | 17,49 |
| ERU (g MS/h) | 3.060a | 4.690ab | 6.950b | 51,80 |
| ERU (g FDN/h) | 1.220 | 1.370 | 2.170 | 60,23 |
| ERU (g FDNfe/h) | 1.010ac | 350b | 1.890c | 26,73 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey. [1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; *coeficiente de variação (%).

De acordo com DULPHY et al. (1980), elevando-se o nível de concentrado na ração, aumenta a eficiência de ruminação, no entanto, considerando o cálculo da fração do volumoso, decresce com o aumento do concentrado, sendo

provavelmente ainda menor que a estimada, devido ao declínio progressivo da atividade celulolítica dos microrganismos ruminais e ao fato de que parte do concentrado é regurgitada no bolo durante a ruminação.

### 3.3 Intervalo de tempo gasto nas atividades comportamentais

As médias do período gasto nas atividades comportamentais dos animais por tempo em minutos são apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7 - Intervalo de tempo (min) por período gasto pelos animais, diariamente nas atividades de alimentação (alim), ruminação (rum), mastigação (mast), ócio e ingestão de água (ing água) em dietas de alta proporção de concentrado.

| | Trat | | | | Trat | | | | Trat | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | | | | MGI[2] | | | | DT[3] | | | |
| Período | Alim | Rum | Ócio | Ing água | Alim | Rum | Ócio | Ing água | Alim | Rum | Ócio | Ing |
| 08:11 | 33,0a | 10,2a | 46,2c | 1,2ab | 23,4a | 4,8a | 61,2bc | 0,73a | 22,8a | 2,4a | 64,2bc | 0,6ab |
| 11:14 | 10,8b | 21,6b | 57,0ab | 0,78abc | 7,8dc | 10,2b | 71,4ab | 0,41a | 7,8bc | 4,2b | 76,8a | 1,2a |
| 14:17 | 12,6b | 23,4b | 53,4abc | 0,90abc | 9,6c | 11,4b | 68,4abc | 0,54a | 13,8ab | 6,0b | 69,6ab | 0,6ab |
| 17:20 | 25,8a | 12,6a | 49,8bc | 1,5a | 19,2ab | 10,8bd | 60,0bc | 0,42a | 22,2a | 6,6b | 60,0c | 1,2a |
| 20:23 | 1,80d | 25,8d | 62,4a | 0,0c | 3,6de | 13,2de | 73,2ad | 0,18a | 4,8c | 9,0c | 76,2a | 0,18ab |
| 23:02 | 3,00d | 27,0d | 60,0ab | 0,0c | 1,8e | 15,6e | 72,6a | 0,18a | 4,2c | 11,4c | 73,8a | 0,24ab |
| 02:05 | 3,60cd | 28,8cd | 57,6ab | 0,06c | 1,2e | 16,8e | 72,6a | 0,0a | 1,2d | 12,6d | 76,2a | 0,18ab |
| 05:08 | 7,20bc | 31,8bc | 50,4bc | 0,18bc | 12,0bc | 17,4e | 76,2ad | 0,36a | 12,0b | 7,8b | 70,2ab | 0,06b |
| CV % | 20,93 | 20,93 | 11,38 | 16,56 | 22,59 | 22,6 | 8,17 | 18,9 | 23,34 | 23,34 | 6,51ab | 17,74 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; *coeficiente de variação (%).

O período gasto para a atividade de alimentação foi mais elevado nos dois intervalos de tempos das 8 às 11 horas e das 17 às 20 horas (P<0,05), ocasiões em que os animais eram alimentados (Figura 2). Esta tendência foi para o conjunto de todos os tratamentos, portanto, os animais passaram menos tempo alimentando no período noturno.

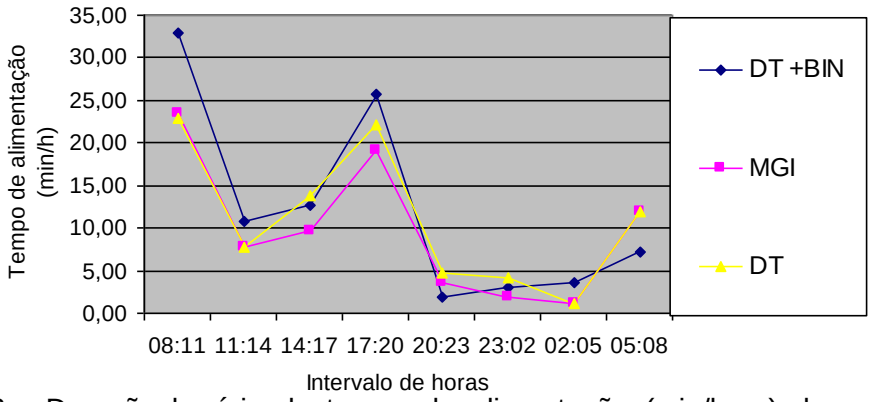


FIGURA 2 - Duração horária do tempo de alimentação (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento.

MIOTTO (2008) trabalhou com ração constituída de 75% de concentrado em bovinos cruzados com duas freqüências de fornecimento. Observou maior tempo gasto em consumo de ração durante o período diurno (8 às 17 horas), com 62,43% do tempo despendido em alimentação dentro de 24 horas. A atividade de alimentação ocorreu, sobretudo após o fornecimento da ração, nos períodos das 8 às 11 horas e das 14 às 17 horas, quando os animais sentiram mais estimulados a ingerir o alimento fresco. O tempo gasto na atividade de alimentação no período das 8 às 17 h deste estudo é menor em 6,03% para o tratamento DT+BIN, 15,82% para o tratamento MGI e 17,43% para o tratamento DT, em analogia ao encontrado pela referida autora.

Para os tratamentos DT+BIN e MGI no período das 8 às 11 horas os animais despenderam mais tempo em ingestão de alimento que no período de 14 às 17 horas ($p<0,05$), certamente porque o trato gastrointestinal dos animais encontrava-se mais vazio instigando o consumo de alimento, enquanto no período das 14 às 17 horas os animais já estavam de uma certa forma saciados.

Outra causa que induz o comportamento ingestivo em bovinos confinado é o caso da dieta ser oferecida em horário estipulado. Habitualmente os animais aproximam-se do cocho um pouco antes ou no momento do fornecimento da ração. O que está de acordo MARQUES et al (2007), que afirmaram que por ter os animais em confinamento disponibilidade de alimento em horário determinado, a atividade de ingestaõ é maior durante o dia. Para o tratamento DT, estes intervalos de tempo não

diferiram (P>0,05) (Tabela 7), possivelmente, por causa do menor consumo de MS da dieta pelos animais.

Os tempos gastos com alimentação para os tratamentos DT+BIN e MGI das 11 às 14 horas e das 14 às 17 horas foram inferiores quando cotejado aos tempos das 8 às 11 horas e 17 às 20 horas (p<0,05). Não obstante, por serem momentos que ocorrem logo após o fornecimento da ração, foram superiores aos períodos noturnos (p<0,05) das 20 às 05 horas.

FISCHER et al. (2000) afirmaram que ruminantes em confinamento arraçoados duas vezes ao dia apresentam duas refeições principais após o fornecimento da ração, de uma a três horas, além de um número variável de refeições entre elas.

Nos tempos das 20 às 5 horas, e no início da manhã das 5 às 8 horas; a alimentação teve menor participação nas atividades dos animais, pois nestes períodos os animais optam por ruminar e ficar em ócio (Tabela 7).

O período das 20 às 23 horas mostrou tempo de consumo menor (p<0,05) comparativamente ao período das 11 às 14 horas para os animais dos tratamentos DT+BIN, e semelhantes para os tratamentos MGI e DT (P>0,05). Isto, possivelmente ocorreu porque os animais dos tratamentos MGI e DT consumiram menos alimento neste período de alimentação (11 às 14 h).

MIOTTO (2008) observou que novilhos cruzados alimentados com ração com 75% de concentrado também se alimentaram basicamente durante o dia, com 46,73%% do tempo gasto com alimentação diária nos horário das 8 às 17 horas. Este valor está bastante próximo aos tempos gastos com a alimentação diária do tratamento DT (45%) e MGI (48,61%) e um pouco abaixo do tempo gasto com alimentação diária do tratamento DT+BIN (56,4%). MIRANDA et al. (1999) descreveram que o comportamento de tempo gasto com consumo de alimento durante o dia representou 84,96% do tempo total diário, fornecendo alimento apenas uma vez ao dia.

Para todos os tratamentos, o tempo gasto com a atividade de ruminação foi menor nos dois períodos em que os animais receberam a dieta. O tempo de ruminação foi mais elevado no período noturno do que no período diurno para todos os tratamentos (Figura 3). O que está em desacordo com MARQUES et al (2007), que observaram tempo gasto com ruminação maior pela manhã, pois esta atividade começou aproximadamente sempre às 02 horas após a ingestão de alimento, assim,

como os animais eram alimentados a partir das 08 horas, estes tinham mais tempo a disposição para ruminar no período que terminava às 14 horas. Possivelmente, isto ocorreu porque este autor trabalhou com menores níveis de concentrado do que os relatados neste trabalho.

As informações do período de tempo de ruminação estão de acordo com SOUZA et al. (2007), que afirmaram que o tempo gasto com ruminação é mais prolongado a noite, todavia, ao mesmo tempo, são influenciados pelo alimento. Por outro lado, existem diferenças entre os indivíduos quanto à duração e à repartição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas ao apetite dos animais, diferenças anatômicas e ao suprimento das exigências energéticas ou enchimento.

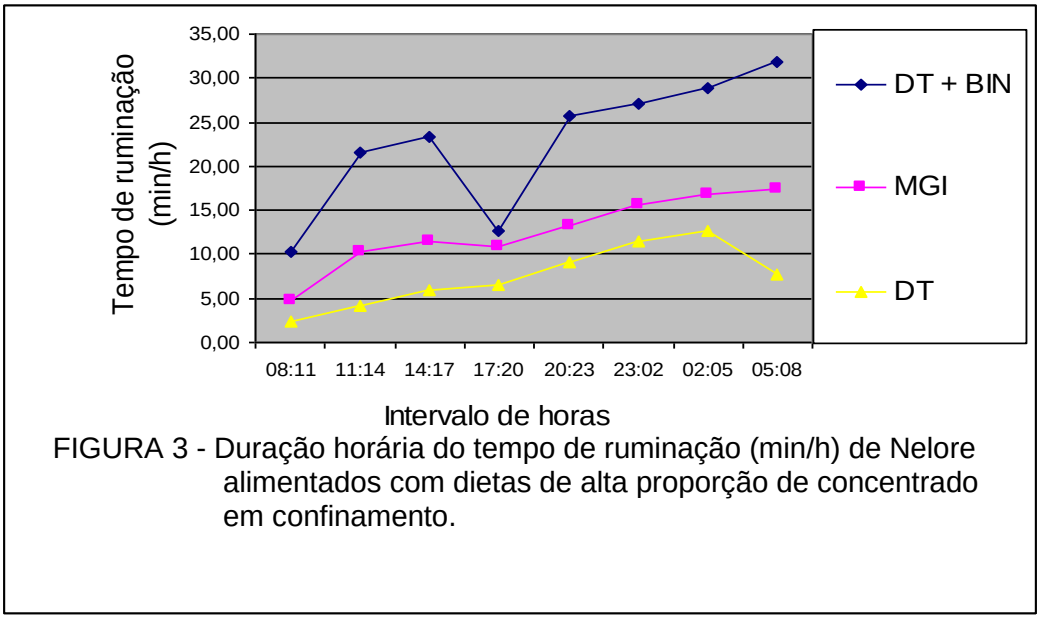


FIGURA 3 - Duração horária do tempo de ruminação (min/h) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento.

O tempo gasto em ócio no tratamento DT+BIN foi menor nos períodos das 8 às 11 horas, 17 às 20 horas e 05 às 8 horas. Para o tratamento MGI os períodos gastos em ócio foram menores para os tempos das 8 às 11 horas e 17 às 20 horas. O tratamento DT apresentou períodos menores das 8 às 11 horas e 17 às 20 horas. Em geral, os intervalos de tempos em ócio nos tratamentos foram maiores à noite (Tabela 7) e Figura 4. MARQUES et al (2007) não observaram diferença para o tempo de ócio no período da manhã e da tarde, porém, durante o período da noite e da madruga foi superior. Quanto a este trabalho, alguns períodos da manhã, para os

tratamentos estudados houve diferenças, porém, o tempo de ócio ocorreu mais à noite. MIOTTO (2008) também observou maior tempo de ócio no período da noite.

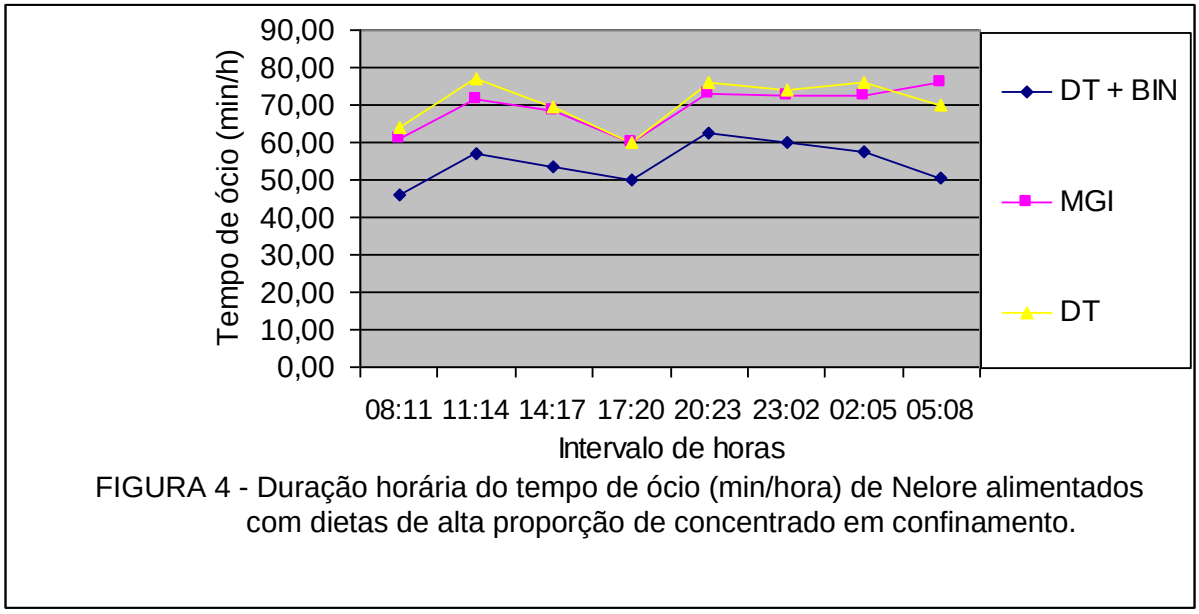


FIGURA 4 - Duração horária do tempo de ócio (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento.

O tempo de ingestão de água foi menor no período noturno para o tratamento DT+BIN, e não diferiu entre os períodos de tempos para o tratamento MGI (P>0,05). No tratamento DT, o tempo de ingestão de água teve dois picos de consumos, um no intervalo das 11 às 14 h (1,2 min) e outro no intervalo das 17 às 20 h (1,2 min) e o consumo de água foi menor à noite (Figura 5). O menor consumo de água à noite, evidenciados nos animais dos tratamentos DT+BIN, MGI e DT são por causas das temperaturas mais amenas no período noturno (Tabela 1).

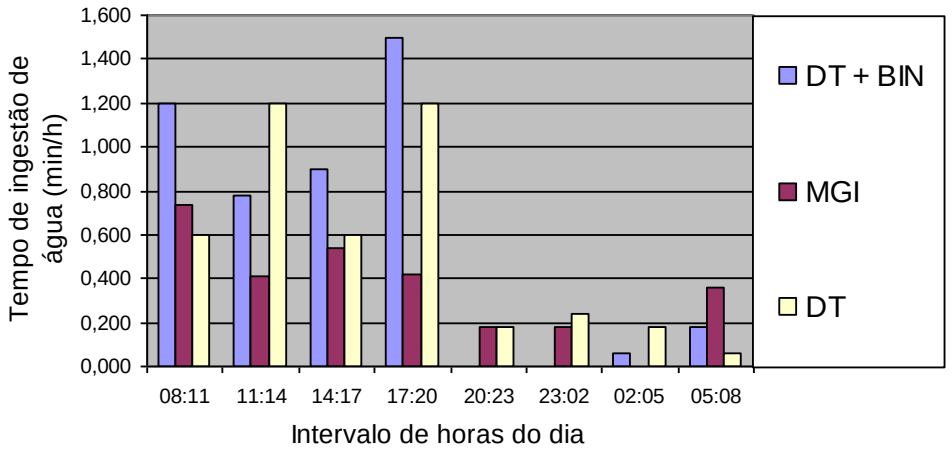


FIGURA 5 - Duração horária do tempo de ingestão de água (min/hora) de Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento.

O padrão de ingestão de água nos períodos deste trabalho se assemelha aos relatados de RAGSDALE et al. (1950; 1951) citado por WINCHESTER & MORRIS (1956), que observaram que quando a temperatura ambiente ultrapassa os 26,67°C, o bovino tende a ingerir água de manhã e à tarde, porém, muito pouca água é consumida à noite, no início da manhã e início da tarde. Em 32,22°C o gado tende a encurtar a ingestão, assim, parece que os animais mostram tendência de beber água de 2 em 2 horas ou mais freqüentemente. Portanto, WINCHESTER & MORRIS (1956) afirmaram que este comportamento sugere que sistema destinado a fornecer água suficiente para ambientes quentes, demanda uma base ampla de fluxo contínuo adequado de água para atender em temperatura de 26,67°C ou abaixo.

O consumo igual de água para os dois períodos (dia e noite) para o tratamento MGI, possivelmente, está em função do menor consumo de água ocorrida neste tratamento por causa da maior densidade energética da ração (NRC, 1995).

### 3.4 Tamanho e distribuição das partículas

Os valores de estimativa da FDNfe e a distribuição e tamanho das partículas na PSPS das dietas oferecidas aos animais encontram-se nas Tabelas 8 e 9. O valor de FDNfe do tratamento MGI (8,17%) está abaixo dos valores

recomendados a bovinos para manter a digestão da fibra e produção microbiana máxima para um pH ruminal de 6,2 ou mais. Para que isto ocorra há necessidade de um nível mínimo de FDNfe de 20% na dieta (PRESTON, 1995).

TABELA 8 - Estimativa de fibra detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) das dietas esperimentais.

| Tratamentos | FDN (%) | Fração retida na peneira de 1,18 mm | FDNfe* (%) |
|---|---|---|---|
| DT + BIN[1] | 42,10 | 0,80 | 33,50 |
| MGI[2] | 32,95 | 0,25 | 8,17 |
| DT[3] | 39,04 | 0,74 | 28,77 |

[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total. *FDNfe calculada pela multiplicação de FDN pela fração retida na peneira de 1,18 mm (MERTENS, 1997).

A distribuição do tamanho das partículas em percentagem do total na PSPS, conforme valores sugeridos por HEINRICHS & KONONOFF (2002), para bovinos é de 2 a 8% das partículas na peneira superior, 30 a 50% na peneira do meio e inferior e menos de 20% no fundo da peneira. Deste modo, os resultados obtidos na distribuição das partículas (Tabela 9), com valores para o tratamento DT+BIN para as peneiras: superior 4,69%, do meio 15,63%, inferior 31,25% e no fundo 48,44%, tratamento MGI para as peneiras: superior 0%, meio 75,2% e inferior 24% e no fundo 0,8% e tratamento DT para as peneiras: superior 0%, meio 26,30%, inferior 37,39%, e fundo 36,30%, não estão de acordo com as recomendações destes autores.

TABELA 9 – Distribuição do tamanho das partículas no separador de partícula do Estado da Pensilvânia (PSPS) das dietas fornecidas aos animais.

| Partículas retidas | Especificações da peneira (mm) | Tratamentos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DT + BIN[1] | | MGI[2] | | DT[3] | |
| | | % total | % abaixo | % total | % abaixo | % total | % abaixo |
| Peneira superior | 19,05 | 4,69 | 95,31 | 0,00 | 100 | 0,00 | 100 |
| Peneira média | 7,87 | 15,63 | 79,69 | 75,20 | 24,8 | 26,30 | 73,70 |
| Peneira baixa | 1,18 | 31,25 | 48,44 | 24,00 | 0,80 | 37,39 | 36,30 |
| Fundo da caixa | - | 48,44 | - | 0,80 | - | 36,30 | - |

[1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total.

Neste trabalho, a proporção mínima de concentrado utilizado nas três dietas foi de 90%. Portanto, os valores de distribuição das partículas das dietas nos

tratamentos estudados em percentagem do total na PSPS, não atingiram os valores propostos por HEINRICHS & KONONOFF (2002). Provavelmente, este fato ocorreu em função desse instrumento (PSPS) de avaliação de distribuição e tamanho de partículas em TMR não seja um método adequado de avaliação para os tipos de dietas aqui estudadas. Neste contexto, a PSPS para ser um meio eficaz de avaliação de distribuição e tamanho de partícula, a TMR deve ter valores de concentrado entre 40 a 60% na dieta. (KONONOFF et al. 2003).

No entanto, ao distribuir dieta para bovinos em confinamento com TMR com concentrado abaixo de 60% é relevante estimar o tamanho e a distribuição geral das partículas dos alimentos. Assim, é recomendado avaliar amostras de ingredientes da mistura total no cocho antes dos animais comerem ou selecionarem os alimentos. Além do mais, este sistema de avaliação de dieta, pondera o processamento de misturas e distribuições de alimentos nos misturadores de rações, que pode inclusive reduzir o tamanho das partículas no procedimento de mistura.

Como enfatizados por NOCEK & TAMMINGA (1991) e HEINRICHS & KONONOFF (2002), o tamanho adequado das partículas das forragens é importante para função adequada do rúmen, pois a redução na sua dimensão mostra diminuição no tempo de mastigação e causa uma tendência na queda do pH ruminal. Por outro lado, quando as partículas alimentares são longas demais, os animais selecionam mais a ração, sendo a dieta consumida, muito diferente da originalmente balanceada (HEINRICHS & KONONOFF, 2002).

## 4 CONCLUSÕES

O tempo gasto com ruminação, mastigação e a eficiência de alimentação (g FDN/h) e (g de FDNfe/h) foi mais elevado para a dieta com adição de BIN.

O tempo gasto com ócio aumentou e o dispendido com a ingestão de água diminuiu para a ração com alta proporção de milho grão inteiro.

A eficiência de ruminação (g MS/h) foi maior para a dieta com ração totalmente concentrada (DT) e a eficiência de ruminação (g FDNfe) foi menor para a dieta totalmente concentrada com milho grão inteiro (MGI).

Para todos os tratamentos, o tempo gasto com a atividade de ruminação foi menor nos dois períodos em que os animais receberam a dieta. O tempo de ruminação foi maior no período noturno do que no diurno para todos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1416–1425, 1997.

ASSOCATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of anlysis.** 15th ed. Washington D. C., 1990. 1141 p.

BALCH, C. C. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v, 26, n. 03, p. 383-392, 1971.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A.; DONG, Y.; FARR, B. I.; CHENG, K. J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 1, p. 236-246, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia – 10º Distrito de Meteorologia. Goiânia, Go, 2008.

BÜRGER, P. T.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAMPBELL, C. P.; MARSHALL, S. A.; MANDELL, I. B.; WILTON, J. W. Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 3, p. 894-903, 1992.

CNCPS. Cornell net carbohydrate and protein system Ithaca Cornell University, 2002. software. Version 5.0.18.

DAW, R. O.; ALLEN, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, n. 1, p. 132-144, 1994.

DEGASPERI, S. A. R.; COIMBRA, C. H.; PIMPÃO, C. T.; SOUZA, F. P.; DARH CHI, K. D.; JUNIOR, P. G. Estudo do comportamento do gado holandês em sistema de semi-confinamento. **Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 41-47, 2003.

DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. 1980. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH**,** Y., THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP. p.103-122.

FISCHER, V.; DUTILLEL, P.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L..; LOBATO, J. F. P. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1811-1820, 2000.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; BOEVER, J. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com Ddeta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2129-2138, 2002.

GRANT, R. J.; COLENBRANDER, V. F.; MERTENS, D. R. Milk Fat Depression in Dairy Cows: Role of Particle Size of Alfalfa Hay. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, n. 7, p. 1823-1833, 1990.

GRANT, R. J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1438–1446, 1997.

HOFFMAN, M. P.; SELF, H. L. Behavioral traits of feedlot steers in Iowa. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, n. 6, p. 1438-1445, 1973.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 5, p. 1858–1863, 2003.

LEDOUX , D. R.; WILLIAMS, J. E.; STROUD, T. E.; GARNER, G. B.; PATERSON, J. A. Influence of forage level on passage rate, digestibility and performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n. 6, p. 1567-1575, 1985.

MARQUES, J. A.; HARUYOSHI ITO, R.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G. A.; PEDROSO, P. H. B.; PRADO, I. N. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. v. 2, n. 1, p. 43-49, 2007. Disponível em: http://74.125.47.132/search?q=cache:WbNm5_IcfJsJ:www.revista.grupointegrado.br/campodigital/include/getdoc.php%3Fid%3D140%26article%3D44%26mode%3Dpdf+comportamento+em+%C3%B3cio+de+bovinos+em+confinamento&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=7&gl=br. Acesso em: 3 fev. 2009.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MICHAEL, S. A. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

MIOTTO, F. R. C. **Consumo alimentar, desempenho produtivo e aspectos comportamentais de tourinhos Nelore X Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral**. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado em

Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2008. 113f.

MIRANDA, L.F.; QEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.V.; CECON, P.R; PEREIRA, E.S.; PAULINO, M.F.; LANA, R.P e MIRANDA, J.R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açucar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3 p. 614-620, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC... **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C., 1996. 232 p.

PEREIRA, M. N.; GARRETT, E. F.; OETZEL, G. R.; ARMENTANTO, L. E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. i. performance and health. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 12, p. 2716–2730, 1999.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ROSA, C. E.; AGUIRRE, L. F.; DA SILVA, J. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 25, n. 5, Santa Maria, p. 987-993, 1996.

QUEIROZ, A. C.; NEVES, J. S.; MIRANDA, L. F.; PEREIRA, J. C.; PEREIRA, E. S.; DUTRA. A. R.; Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças Holandês-Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n.1, p. 89-93, 2001.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. **The analysis of dietary fibre in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. Chap.9, p.123-158.

RAY, D. E.; ROUBICEK, D. B. Behavior of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 33, n. 1, p. 72-73, 1971.

SAS. User`s guide: Statistics. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2000.1686p.

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, S. R. M. B. O.; ÍTAVO, L. C. V.; RÍMOLE, J.; ÍTAVO C. C. B. F.; DIAS, A M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e pastagens. **Archivos de Zootecnia** [online], v. 56, n. 213, p. 67-70, 2007. Disponível em: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49556009.pdf. Acesso em: 3 fev. 2009.

SUDWEEKS, E. M.; MCCULLOUGH, M. E.; SISK, L. R.; LAW, S. E. Effects of concentrate type and level and forage type on chewing time of steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 41, n. 1, p. 219-224, 1975.

SUDWEEKS, E. M. Chewing time, rumen fermentation and their relationship In steers as affected by diet composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, n. 4, p. 694-701, 1977.

SUDWEEKS, E. M.; ELY, L. O.; MERTENS, D. R.; SISK, L. R. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 53, n. 5, p. 1406-1411, 1981.

TRAXLER, M. J.; FOX, D. G.; PERRY, T. C.; DICKERSON, R. L.; WILLIAMS, D. L. Influence of roughage and grain processing in high-concentrate diets on the performance of long-fed steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 7, p. 1888-1900, 1995.

WINCHESTER C. F. & MORRIS, M. J. Water Intake Rates of Cattle. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 15, n. p. 722-740, 1956.

SUDWEEKS, E. M.; ELY, L. O.; MERTENS, D. R.; SISK, L. R. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 53, n. 5, p. 1406-1411, 1981.

WELCH, J. G.; SMITH**,** A. M. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 53, n. 6. p. 797-800, 1970.

## CAPÍTULO 4 - INDICADORES FECAIS DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO


### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado sobre características fecais em 20 bovinos Nelore machos com idade de 28 meses, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram constituídos de dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT). Para determinação do pH das fezes e do amido fecal, amostras de fezes foram coletadas do reto de cada bovino nos dias 54, 55, 56 e 57 de experimento no período da manhã. O pH fecal foi determinado após adição de 100 ml de água destilada deionizada em 15 g de fezes frescas úmidas com a introdução da ponta do eletrodo de um peagâmetro microprocessado. O restante da amostra foi colocado em gelo, para depois ser congelado. Com o intuito de avaliar ocorrências de distúrbios gastrintestinais, as fezes frescas dos animais nas baias experimentais individuais, foram avaliadas diariamente durante todo o experimento em três períodos. Os valores médios em percentagem do amido fecal, matéria seca fecal, medida de pH para o local de fermentação do amido e consumo de amido/kg não foram influenciados (P>0,05) pelos tratamentos. A FDN das fezes e o escore de consistência fecal foram influênciados (P<0,05) pelos tratamentos. A dieta MGI com menor teor de FDNfe apresentou menor escore de fezes e menor percentagem de FDN fecal. Porém, a percentagem de amido e pH fecal, MS fecal e o consumo do amido não foram afetados pelo teor de FDNfe nas rações. A concentração de FDN fecal foi igual para os tratamentos DT+BIN e DT. O menor teor de FDN fecal no tratamento MGI é por causa do menor consumo de FDN pelos animais e possivelmente, em função da maior digestibilidade dessa dieta. Os Animais do tratamento MGI apresentaram fezes com consistência mais mole, com o valor de escore de 2,92. As fezes dos bovinos do tratamento DT+BIN foram de consistência mais firme com valor de escore de 3,12, considerada normal, e a dos animais do tratamento DT foram de consistência mais dura com valor de escore de 3,20. Houve uma relação consistente positiva entre amido fecal e eficiência alimentar e uma tendência de relação positiva entre amido fecal e GMD. A concentração elevada de amido e o alto pH encontrado nas fezes dos animais no presente estudo e a falta de relação entre estas duas variáveis, possivelmente,

ocorreram em função do horário da coleta das fezes dos animais. A consistência de fezes avaliada nos bovinos do tratamento DT+BIN com 90% de concentrado e 10% de BIN classificada como firme evidencia que estes animais tiveram uma melhor fermentação ruminal.

Palavras-chave: amido, confinamento, fezes, ração

## FECAL INDICATORS OF NELORE BOVINES FED HIGH GRAIN DIETS


## SUMMARY

The present work had the objective to evaluate the effects of high grain diets over fecal parameters in 20 Nelore bovines with 28 months of age. Diets were constituted by whole corn (MGI), cracked sorghum (SM), whole cotton seed (CA), soybean mean (FS), soybean hull (CS), sugarcane “bagaço” (BIN) and specific premix for each diet. For determination of feces pH and fecal starch, samples of feces were taken from the rectum of each animal on the $54^{th}$, $55^{th}$, $56^{th}$ and $57^{th}$ days of the experiment. Fecal pH was determined after addition of 100 ml of distilled water in 15 g of fresh feces through the introduction of the tip of the electrode. The remaining of the sample was stored in ice for later freezing. With the intention of evaluating occurrences of gut disturbances, fresh feces of the animals were evaluated daily during the whole experimental length in three periods. Means of percentage of fecal starch, fecal dry matter, pH in the site of starch fermentation and starch intake were not influenced ($P>0.05$) by treatments. Feces” NDF and score of fecal consistency were influenced ($P<0.05$) by treatments. The diet MGI (lowest content of peNDF) presented lowest score of feces and percentage of fecal NDF. However, the percentage of starch and fecal pH, fecal dry matter and starch intake were not affected by peNDF contents in the diets. Animals fed MGI had lower fecal NDF. The concentration of fecal NDF was similar for the treatments DT + BIN and DT. The lower content of fecal NDF in the treatment MGI is due to lower intake of NDF and possibly because of better digestibility of this diet. Animals of the treatment MGI presented feces with softer consistence. Feces of the animals belonged to the treatment DT + BIN were more pasty, and the ones from the animals of the treatment DT were harder. There was positive correlation between fecal starch and feeding efficiency and a tendency of positive correlation between fecal starch and GMD. The evaluation of the consistence of feces through fecal score is a good indicator of rumen stability, health and digestive function of Nelore bovines in feedlot.


Keywords: feces, feedlot, ration, starch

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no Brasil, como resultado da queda dos preços de grãos, motivado pelo aumento da produção, muitos nutricionistas têm utilizado na alimentação de ruminantes rações com altos níveis de concentrado. Além do mais, com a expansão na produção de cereais, houve também aumento na disponibilidade de resíduos oriundos desses produtos, como os farelos de soja e algodão, casquinha de soja, semente de algodão etc. Com isto, o diferencial de preço por unidade de energia da dieta entre volumoso e concentrado diminuiu intensamente, ocorrendo inclusive situações onde o custo por unidade de energia da dieta no concentrado é menor do que no volumoso.

Em consequência, a utilização de rações de alto grão e ou alto concentrado vem sendo adotada por grandes confinadores brasileiros. Sendo assim, de suma importância à formulação de dietas com distribuição adequada do tamanho da partícula, e bem equilibrada em seus nutrientes para o melhor desempenho dos animais. O aumento do nível de concentrado nas dietas vem possibilitando a obtenção de taxas de ganho mais elevadas com acabamento mais rápido. Além do mais, o consumo alimentar dessas dietas base MS é inferior às tradicionais, o que contribui para melhor conversão e eficiência alimentar.

Dos nutrientes existentes na dieta de gado intensivamente alimentado, o amido é o maior componente e o que fornece a maior quantidade de energia digestível consumida pelo animal. A avaliação da perda de amido como resultado de problemas de manejo e digestibilidade causada pelas diversas formas de processamento de grão, seria uma medida de bom impacto para melhoria no desempenho de bovinos confinados.

Métodos de processamento para reduzir o tamanho da partícula ou alterar a matriz protéica que cimenta grânulos de amido, incrementariam a extensão da digestão no rúmen e no intestino delgado. Dados de desempenho de gado em crescimento alimentado com grão de milho e sorgo processado indicaram que o amido usado foi 42% mais eficientemente, se digerido de preferência no intestino delgado do que no rúmen (OWENS et al., 1986).

Por conseguinte, é necessário predizer o fluxo e desaparecimento do amido no intestino delgado no momento de formular uma dieta. Baseados em métodos atuais, adequados meios de avaliações confiáveis da digestão no intestino delgado não estão disponíveis. Sem a habilidade para precisamente descrever e

predizer a digestão do amido no intestino delgado não se consegue otimizar a eficiência digestiva do amido (HUNTINGTON et al., 2006).

LEDOUX et al. (1985) demonstraram que o pH fecal e ruminal não foram influenciados pelos níveis de feno. Ao contrário, o desempenho dos animais e o pH das fezes não aumentaram à medida que o nível de feno subiu de 4 para 24% na dieta. Posto que, o consumo manteve constante em 1,7% do peso corporal no ensaio de metabolismo, este dado sugere que o consumo do amido de milho não foi bastante alto para diminuir o pH fecal. Por outro lado, RUSSELL et al. (1981) informaram uma alta correlação entre o pH fecal e o consumo de amido em novilhos alimentados com dietas de alto concentrado.

TURGEON et al. (1983) concluíram que a percentagem de amido fecal e pH fecal não foram influenciados pelo tamanho da partícula. Amido fecal diminuiu linearmente conforme o nível da forragem aumentou na dieta. Uma relação negativa entre amido fecal e pH fecal (r = -0,42) foi observada. Entretanto, nem o amido fecal e pH fecal foram altamente correlacionados ao desempenho animal.

LEE et al. (1982) observaram que a correlação entre pH e amido fecal foi de -0,86, -0,34, -0,31 e -0,54 para 56, 84, 112 e 140 dias do período de alimentação, respectivamente, ocorrendo correlação significativa somente para 56 dias. Amido fecal tendeu a ser maior à medida que a proporção de MGI foi aumentada na dieta. Em geral, houve uma tendência para pH fecal mais alto ser associado com baixo conteúdo de amido fecal. Portanto, pH fecal pode ser um indicador útil de avaliação do amido geral em ruminantes alimentados com dietas de alto concentrado, porém, não em todos os casos.

CAETANO (2008) encontrou valores médios de amido fecal (%MS) e MS fecal (%) para milho de 8,6 e 19,5% e para o sorgo valores médios de 13,2 e 22,7%. Ainda para o pH fecal os valores médios encontrados foram: milho 6,56 e o sorgo 6,07. Além do mais, observaram que os teores de pH e MS fecal apresentaram correlação com amido fecal, sendo negativa entre pH e amido nas fezes e positiva para % MS e amido fecal. Assim, pode concluir que o pH fecal é uma ferramenta simples embora pouco exata para estimar o teor de amido nas fezes.

O objetivou com este trabalho avaliar os efeitos de dietas de alta proporção de concentrado sobre os indicadores fecais de bovino Nelore macho em confinamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura da Fazenda Barreiro, situada no Município de Silvânia – Goiás com 16º29'50,05" de altitude e 48º47'31,44"de longitude e altitude de 1000 m. O município apresenta clima tropical com chuvas estacionais bem distribuídas de outubro a março. O trabalho foi realizado entre os dias 9 de dezembro de 2007 e 27 de março de 2008. A temperatura média mensal durante o período experimental foi de 24,23 ºC, com precipitação pluviométrica mensal média de 279,08 mm e umidade relativa média do ar de 74,25% (Tabela 1). As avaliações laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos do DPA e CPA da Escola de Veterinária da UFG.

TABELA 1 - Valores médios das variáveis meteorológicas relativas ao período experimental.

| Variáveis | Mês/Ano | | | |
|---|---|---|---|---|
| | dez. 2007 | jan. 2008 | fev. 2008 | mar. 2008 |
| Precipitação pluviométrica (mm) | 179,7 | 280,8 | 282,0 | 373,8 |
| Temperatura máxima (ºC) | 30,8 | 29,9 | 30,5 | 30,1 |
| Temperatura mínima (ºC) | 20,3 | 20,2 | 20,3 | 20,0 |
| Temperatura média (ºC) | 24,6 | 24,1 | 24,3 | 23,9 |
| Umidade relativa do ar (%) | 72,0 | 74,0 | 75,0 | 76,0 |

Fonte: INMET- 10º Distrito de Metereologia - Goiânia-Go.

### 2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 20 animais inteiros da raça Nelore com idade de 28 meses e peso vivo médio de 336,61 kg no inicio do período experimental. Os animais permaneceram em adaptação ao manejo e à dieta por 21 dias e passaram por quatro períodos de testes de 21 dias recebendo dietas completas de alta proporção de concentrado durante 105 dias em regime de confinamento. A adaptação dos animais às dietas experimentais foi por meio do regime alimentar restrito, com o fornecimento de 1,3% da dieta em relação ao peso vivo na matéria

natural, no primeiro dia, e partir daí procedeu-se o aumento de 10% na dieta diariamente até o final da adaptação.

O delineamento aplicado foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos e seis repetições, para o tratamento milho grão inteiro (MGI) e sete repetições para cada um dos demais tratamentos, dieta total + bagaços de cana “in natura” (DT+BIN) e dieta total (DT). Os animais foram distribuídos aleatoriamente em baias individuais (12 m²), cimentadas (7 m²), parcialmente cobertas (7 m²) e providas de comedouro e bebedouro (torneira com bóia) de concreto. Antes do inicio do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vacinados e submetidos a controle de ecto e endo parasitas.

**2.3 Tratamentos**

As dietas foram compostas de milho grão inteiro (MGI), sorgo moído (SM), caroço de algodão (CA), farelo de soja (FS), casca de soja (CS), bagaço “in natura” de cana-de-açúcar (BIN) e núcleos específicos para cada dieta, para atender às exigências mineral e protéica dos animais (Tabela 2).

TABELA 2 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS) fornecidas aos animais.

| Alimentos | MS | PB | FDA | FDN | MM | EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Milho | 88,64 | 7,86 | 4,31 | 7,30 | 1,86 | 3,09 |
| Sorgo | 89,34 | 7,21 | 4,03 | 8,41 | 1,34 | 1,54 |
| Caroço de algodão | 89,55 | 23,10 | 28,34 | 41,38 | 6,20 | 16,13 |
| Farelo de soja | 87,76 | 46,60 | 10,42 | 21,30 | 6,55 | 2,34 |
| Casca de soja | 92,35 | 10,91 | 40,52 | 64,34 | 4,38 | 0,92 |
| Bagaço de cana "in natura" | 74,8 | 1,71 | 56,1 | 74,53 | 1,25 | - |

Fonte: valores analisados LANA/DPA/EV/UFG. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo.

Os tratamentos foram constituídos por rações completas e isoprotéicas, calculadas para atenderem as exigências de bovinos de corte para um ganho médio de 1,40 kg/dia, conforme NRC (1996) sendo calculadas pelo sistema (CNCPS de CORNEL, 2002) (Tabela 3).

TABELA 3 – Composição centesimal das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT+BIN), milho grão inteiro (MGI) e dieta total (DT) na matéria seca (% MS).

| Alimentos | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Caroço de algodão | | | 16,70 |
| Casca de soja | | 10,00 | 28,89 |
| Sorgo moído | | | 44,44 |
| Núcleo farelado | | | 10,00 |
| Milho grão inteiro | | 75,00 | |
| Núcleo peletizado | | 15,00 | |
| Bagaço de cana “in natura” | 10,00 | | |
| Sorgo moído | 54,52 | | |
| Caroço de algodão | 10,94 | | |
| Casca de soja | 18,00 | | |
| Farelo de soja | 2,54 | | |
| Núcleo farelado | 4,00 | | |

A composição bromatológica das dietas experimentais está descrita detalhadamente na Tabela 4. A virginamicina (10% da Phibro Animal Health®) foi misturada à parte na ração, na dosagem de 150 mg/ cab/ dia. Os núcleos e os seus níveis de garantia estão no Anexo 1.

TABELA 4 - Níveis nutricionais das dietas experimentais, dieta total mais bagaço “in natura” (DT + BIN), de milho grão inteiro (MGI), dieta total (DT) em percentagem na matéria seca (%MS).

| NUTRIENTES | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | DT+BIN | MGI | DT |
| Matéria seca[1] | 88,00 | 88,00 | 88,00 |
| Proteína bruta[1] | 12,03 | 12,30 | 12,33 |
| Nutrientes digestíveis totais[2] | 73,0 | 79,0 | 76,0 |
| Fibra detergente neutro[1] | 42,10 | 32,95 | 39,04 |
| Fibra detergente ácido[1] | 25,15 | 16,03 | 21,81 |
| Fibra detergente neutro fisicamente efetivo[3] | 33,5 | 8,17 | 28,77 |
| Extrato etéreo[1] | 3,34 | 2,88 | 4,81 |
| Carboidrato não fibroso[4] | 38,56 | 48,48 | 37,98 |
| Amido[1] | 39,78 | 54,62 | 48,70 |
| Minerais[1] | 4,57 | 3,39 | 5,28 |

[1]Valores analisados LANA/DPA/EV/UFG; [2]Valores de tabela; [3]MERTENS (1997); [4]SNIFFEN et al. (1992).

## 2.4 Procedimentos experimentais

### 2.4.1 Avaliação do consumo

O consumo voluntário das dietas e dos nutrientes foi determinado mediante diferenças entre o oferecido e as sobras. As dietas, depois de pesadas, foram distribuídas na forma de dieta mistura total em duas refeições diárias, às 8h e 17h, permitindo-se sobras de aproximadamente 5% do ofertado. As amostras das dietas oferecidas e das sobras, após pesagem e anotação dos resultados em planilhas apropriadas de controle diário foram coletadas duas vezes por semana, para análise laboratorial. O teor de MS das dietas foi analisado semanalmente e as rações experimentais ajustadas em função dos resultados. As pesagens dos animais foram realizadas no início do período de adaptação, no início do período experimental e a cada 21 dias, sempre em jejum hídrico e alimentar de 14 horas.

### 2.4.2 Avaliação do tamanho das partículas

A avaliação do tamanho das partículas das dietas foi realizada pelo separador de partícula do Estado da Pensilvânia (PSPS), em amostras das dietas experimentais oferecidas aos animais e das sobras, coletadas uma vez em cada período experimental, conforme (KONONOFF, 2003).

### 2.4.3 Determinação do pH e escore fecal

Para determinação do pH das fezes e do amido fecal, amostras fecais foram coletadas do reto de cada bovino no período da manhã, entre os horários das 9:30 às 12:00 horas, nos dias 54, 55, 56 e 57 do experimento. O pH fecal foi determinado após adição de 100 ml de água destilada deionizada em 15 g de fezes frescas úmidas com a introdução da ponta do eletrodo de um peagâmetro microprocessado. O restante da amostra foi colocado em gelo, para depois ser congelado (TURGEON, 1983).

Antes das análises as amostras fecais foram descongeladas e feitas amostras compostas dos quatro dias de coleta para cada animal, que após foram

secas em estufa com circulação de ar forçada a 65ºC (MS) e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm.

Com o intuito de avaliar as ocorrências de distúrbios gastrintestinais, as fezes frescas dos animais nas baias experimentais, foram avaliadas diariamente durante todo o experimento em três períodos consecutivos (janeiro, fevereiro e março) subjetivamente por uma pessoa treinada considerando-se quatro escores visuais A medida de consistência fecal foi determinada por escore visual, sendo: 1 = líquida: consistência líquida com som de respingo no contato com a água que espalha facilmente com o impacto no solo; 2 = mole: fezes soltas; respinga moderadamente e difusamente no impacto com o solo fazendo o som de respingo de um objeto em contato com a água; 3 = firme: mais não dura, amontoada, porém, pastosa e ligeiramente dispersa e assentada no impacto com o solo; 4 = dura: aparência dura, forma original não alterada e assentada no impacto com o solo. (IRELANPPERRY & STALLINGS 1993).

## 2.5. Procedimentos laboratóriais

### 2.5.1 Análises bromatológicas das rações

Avaliação químico-bromatológica da MS, MO, PB, amido, EE e minerais das dietas fornecidas, sobras e fezes foi realizada no laboratório de análises bromatológicas do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65ºC e a MS determinada em estufa a 105ºC. As determinações da PB (método de Kjeldhal), extrato etéreo (EE) e minerais das rações (oferecidas e sobras) e fezes foram efetuadas de acordo com A.O.A.C. (1990). A FDN e FDA foram calculadas pelo método seqüencial de (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981).

A determinação do amido das rações (oferecidas e sobras) e fezes foi efetuada segundo metodologia descrita por (CAMPOS et ali., 2004).

## 2.6. Análises estatísticas e modelo matemático

O modelo estatístico adotado foi: $Y_{ijk} = m + T_i + E_{ijk}$, em que: $Y_{ijk}$ = valor observado para a característica analisada; m = média geral; $T_i$ = efeito da dieta

completa de alta proporção de concentrado i; e $E_{ijk}$ = erro aleatório comum a todas as observações.

Os resultados foram analisados usando o procedimento PROC GLM do SAS, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias. Foi utilizada a raiz quadrada para estabilizar os dados de variância para os parâmetros de consistência de fezes, firme, dura mole e líquida. Para a análise do escore de fezes foi utilizado o teste de Kruskal - Wallis. Os resultados foram submetidos à análise de correlação de *Pearson* pelo procedimento CORR.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Características fecais

Os valores médios em percentagem do amido fecal, matéria seca fecal, medida de pH para o local de fermentação do amido e consumo de amido/kg, não foram influenciados (P>0,05) pelos tratamentos (Tabela 5). O escore de consistência fecal e a FDN das fezes foram influênciados (P<0,05) pelos tratamentos.

TABELA 5 - Efeitos de dietas de alta proporção de concentrado nos conteúdos do amido, MS fecal, pH fecal, escore de consistência fecal, FDN fecal e consumo de amido.

| Variáveis | Tratamentos | | | CV* |
|---|---|---|---|---|
| | DT+BIN[1] | MGI[2] | DT[3] | % |
| Amido fecal (%) | 24,00a | 28,46a | 22,69a | 22,32 |
| Matéria seca fecal (%) | 24,79a | 24,81a | 20,81a | 36,74 |
| pH fecal | 6,96a | 7,15a | 6,74a | 3,54 |
| Escore de consistência fecal | 3,12b | 2,92c | 3,20a | 16,07 |
| FDN fecal (%) | 46,29a | 35,65b | 48,97a | 12,69 |
| Consumo de amido (kg) | 3,15a | 3,32a | 2,73a | 27,45 |

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. [1]Dieta total mais bagaço de cana; [2]milho grão inteiro; [3]dieta total; *coeficiente de variação.

De acordo com TURGEON et al. (1983), o amido fecal diminuiu linearmente conforme o aumento do nível da forragem na dieta. Segundo os autores, o decréscimo no consumo observado com o acréscimo do nível de forragem explica de certa forma, a queda do amido fecal. No presente trabalho o amido fecal não caiu com o aumento da forragem na ração.

LEE et al. (1982) observaram em novilhos Hereford confinados em 112 dias que a percentagem de amido foi maior à medida que a proporção de MGI aumentou na dieta. Sendo os valores de 3,6% para 0% de MGI e 100% de MFV; 9,4% para 25% de MGI e 75% de MFV; 13,8% para 50% de MGI e 50% de MFV; 14,9% para 75% de MGI e 25% de MFV e 21,2% para 100% de MGI e 0% de MFV. Em geral, o pH fecal foi mais alto com baixo conteúdo de amido fecal. Portanto, de

acordo com os autores, o pH fecal pode ser um indicador útil de avaliação do amido geral em ruminantes alimentados com dietas de alta proporção de concentrado, porém, não em todos os casos.

Da mesma forma, WHEELER & NOLLER (1977) concluíram que medidas de pH feitas em amostras de fezes são um excelente indicador do pH no intestino delgado. Baixo pH fecal está associado com grandes quantidades de amido nas fezes de bovino alimentado com alta ração concentrada. Na mesma linha, DEGREGÓRIO et al. (1982) afirmaram que o pH é o mais simples indicador da quantidade de amido fermentado no intestino grosso, pois reflete a grau de acidez resultante dessa fermentação.

Os níveis de amido na ração refletem o padrão da dieta e a forma de processamento do grão. CAETANO (2008) encontrou teores de amido fecal para o milho de 8,6% e MS fecal de 19,5% e amido fecal para o sorgo de 13,2% e MS fecal de 22,7% e para as medidas de pH encontraram para o milho 6,56 e para o sorgo 6,07. Neste trabalho, os resultados de amido fecal (%MS) foram superiores em 230,93% (amido fecal milho) 81,82% (amido fecal sorgo) e 71,89% (amido fecal sorgo) para os tratamentos DT+BIN, MGI e DT. O autor encontrou para MS fecal do sorgo valor de 22,7%, o que está próximo do encontrado neste trabalho para os tratamentos DT+BIN e DT. No entanto, o valor da MS fecal do milho está abaixo 27,23% comparado ao tratamento MGI (Tabela 5).

As medidas de pH fecais reveladas neste estudo foram mais altas 14,66% para o tratamento DT+BIN, 11,04% para o tratamento DT e 8,99% para o tratamento MGI, do que os valores encontrados por (CAETANO, 2008). Provavelmente, as medidas mais elevadas do pH neste estudo tenham ocorrido em função dos menores consumos de MS dos tratamentos. Este fato está de acordo com LEDOUX et al. (1985) que afirmaram que em consumo de MS de 1,7% do peso corporal, a ingestão do amido de milho não é bastante alta para diminuir o pH fecal.

Possivelmente, maiores níveis de amido encontrados nas fezes dos bovinos dos tratamentos aqui estudados, comparado ao trabalho de CAETANO (2008) estejam relacionados com a maior ingestão de amido DEGREGÓRIO et al. (1982), o não processamento do milho e a menor utilização do amido no trato gastrintestinal. Além do mais, pode ser pertinente ao horário de coleta das fezes dos animais, que no presente estudo foi realizado no período da manhã.

CAETANO (2008) demonstrou que o horário de coleta influencia a concentração de amido nas fezes. O valor do amido fecal para o período da manhã foi de 7,5% da MS, enquanto o valor encontrado para o período da tarde foi de 3,5%. Logo, a diferença de 100% entre os teores da manhã e da tarde deve ser considerada como limitante na utilização deste indicador sem a padronização da coleta.

Assim, horário de coleta e maior quantidade de grão, e no caso do tratamento MGI, o não processamento do milho (Tabela 3) da dieta, obviamente pode disponibilizar maior teor de amido nas fezes. É importante enfatizar que CAETANO (2008), trabalhou com níveis mais baixos de amido, consistindo em 26,54% de grão de milho em rações com 81% de concentrado em um primeiro experimento. E ainda, em um segundo ensaio realizado em quatro confinamentos comerciais, as dietas avaliadas apresentaram variação na composição para o sorgo de 40 a 52,1% e milho de 24,7 a 40,1% com níveis de concentrados de 68,8% a 83%.

NUNES (2008) observou consumo de amido em rações com 73% de concentrados (52% milho grão seco e 31,57% de amido) de 2,44 kg/dia e 91% de concentrado (70,25% milho grão seco e 48,40% de amido) de 4,32 kg/dia. Para o amido fecal encontraram teores de 13,9 e 19,27% e para medidas de pH fecal 6,02 e 5,97 respectivamente. Relativamente, o consumo de amido (CAM), teor de amido fecal (TAF) e pH fecal (pHF) da ração com 91% de concentrado descoberto pelo autor foi 30,12% maior para CAM, 47,69% menor para TAF e 19,77% menor para pHF, quando cotejados com a ração MGI com 75% grão de milho inteiro e 54,62% de amido. Assim, este autor verificou que os animais do tratamento com 91% de concentrado apresentaram mais amido nas fezes, em função do menor aproveitamento de energia digestível em relação ao tratamento com 73% de concentrado justificando que isto aconteceu em razão da utilização de bovino Nelore no experimento.

Nesse contexto, NUNES (2008) observou que existe diferença quanto ao teor de amido nas fezes de animais de diferentes grupos genéticos, indicando que bovino Nelore perde 28% mais amido nas fezes que animal cruzado.

PUTRINO et al. (2002) ressaltaram maiores consumos de MS para Nelore em dietas com 64,10% de NDT, enquanto, que Brangus apresentaram consumo máximo de MS com 67,05% de NDT na dieta. Nesse sentido, a argumentação de CAETANO (2008) de que bovino Nelore aproveita menos energia digestível pode ser uma justificativa plausível para o presente estudo, já que as dietas dos tratamentos

DT+BIN, MG e DT apresentam NDT de 73% e 79% e 76%, valores bem acima dos observados por (PUTRINO et al., 2002).

DEPENBUSCH et al (2008) verificaram valores médios de amido fecal de 23% em novilhos, com uma variação mínima de 1,2% até um máximo de 59,6%, com desvio padrão de 11% ou mais. ZINN et al. (2007) compilaram dados de concentração de amido de 32 estudos de metabolismo e mostraram valores médios de amido fecal de 5,9% com uma ampla variação de 0 a 44%. Portanto, os teores médios de amidos fecais encontrados neste trabalho são consistentes, uma vez que estes autores, também trabalharam com dietas com 90% de concentrados, e os valores aqui encontrados estão próximos aos destes autores.

GOROCICA-BUENFIL & LOERCH (2005) enfatizaram o aumento de 45% na concentração de amido fecal em bovinos com alimentação de milho integral comparado com milho triturado. O que não foi constatado neste trabalho, apesar do amido das dietas dos tratamentos ter advindo de fontes distintas de grãos (Tabela 3) e de diferentes formas de processamento. IRELANPPERRY & STALLINGS (1993) concluíram que vaca alimentada com dietas de pouca forragem tem pH fecal menor, amido fecal mais alto e menor escore de consistência de fezes. Destas variáveis, somente a característica de escore de consistência fezes, menor para o tratamento MGI confirma o relatado pelo autor.

### 3.2 Escores Fecais

A avaliação das fezes de bovino pode fornecer valiosa informação relativa ao local e extensão da digestão e fermentação de alimentos consumidos. Normalmente, a maioria do alimento ingerido pelo bovino é digerida no rúmen e a maior parte dos nutrientes absorvidos ocorre no rúmen ou intestino delgado. Quando o alimento não é oportunamente fermentado no rúmen, alguns nutrientes não digeridos podem alcançar o intestino delgado e ser absorvido, porém, se a quantidade é também excessiva, a taxa de passagem é rápida e nutrientes podem escapar da digestão e absorção no intestino delgado. Quando é fornecida para bovino ração rigorosamente carente em fibra ou também alta em carboidrato não estrutural (CNE), a fermentação no intestino grosso pode ser abrangente, resultando em efeitos negativos na saúde e produção de bovinos. (KONONOFF et al., 2002).

Consistência das fezes em bovinos depende amplamente do conteúdo de água e é uma função do teor de umidade e quantidade de tempo que o alimento permanece no trato digestivo do animal. Material fecal normal tem uma consistência semelhante a um mingau e forma uma cúpula abobodada amontoada com 25,4 a 50,8 mm de altura (KONONOFF et al., 2002).

O menor teor de MS fecal do tratamento MGI deste ensaio em relação ao encontrado por CAETANO (2008), demonstrado pela consistência das fezes (Tabela 5), presumivelmente, é causado pelo baixo teor de FDNfe (Tabela 4) da dieta MGI, menores consumos de FDNfe e de FDN IRELANPPERRY & STALLINGS (1993) discutido no item 3.2 capítulo 2.

A dieta MGI com menor teor de FDNfe apresentou menor escore de consistência de fezes e menor percentagem de FDN fecal. Porém, a percentagem de amido e pH fecal, MS fecal e o consumo do amido não foram afetados pelo teor de FDNfe nas rações. Os dados aqui apresentados (Tabela 5) corroboram em parte com IRELANPPERRY & STALLINGS (1993) que verificaram FDN fecal menor e escore fecal maior em vacas consumindo dieta de baixa proporção de forragem. Por outro lado, ao contrário dos resultados desses autores, dietas totalmente concentradas e de baixa proporção de forragem não influenciaram na percentagem de amido fecal, MS fecal, pH fecal e consumo do amido.

A concentração de FDN fecal foi igual para os tratamentos DT+BIN e DT. O menor teor de FDN fecal no tratamento MGI é por causa do menor consumo de FDN pelos animais e possivelmente em função da maior digestibilidade dessa dieta.

Animais do tratamento MGI apresentaram fezes com consistência mais mole, com o valor de escore de 2,92 (Tabela 5). As fezes dos bovinos do tratamento DT+BIN foram de consistência mais firme com valor de escore de 3,12, considerada normal, e a dos animais do tratamento DT foram de consistência mais dura com valor de escore de 3,20.

IRELANPPERRY & STALLINGS (1993) salientaram que vacas que consomem dietas de baixa proporção de forragem apresentam fezes que, visualmente parece ser de cosistência mais líquida. Destarte, de acordo com este autor, vacas que ingerem dieta de alta forragem excretam fezes que recebem escore de consistência visual mais alta (dura), porém, ingerem mais fibra e menos MS.

A consistência amolecida para as fezes no tratamento MGI (Figura 6), possivelmente, aconteceu em função do menor teor de fibra e a maior concentração de amido na dieta (Tabela 4).

Os tratamentos DT+BIN e DT embora tenham apresentados níveis de FDNfe próximos, no entanto, a consistência das fezes foram diferentes. Provavelmente, a consistência de fezes mais dura para o tratamento DT ocorreu por causa da distribuição e diferenças no tamanho de partícula, conforme relatado por HEINRICHS & KONONOFF (2002) e fonte de fibra, que propiciam uma maior seleção de alimentos pelos animais, explanado no item 3.1, capítulo 3. Em acréscimo, este tratamento contém subprodutos de fontes de fibra de não forragem (FFNF) com menores tamanhos de partículas, que reduzem a motilidade ruminal, conforme reportado por FURLAN et al. (2006) e atua com menor efetividade do que forragem (ARMENTANO & PEREIRA at al., 1999), que somada à menor ingestão da dieta por esses animais comentado no ítem 3.2, capítulo 2, reflete na formação de fezes mais dura em função da menor taxa de passagem.

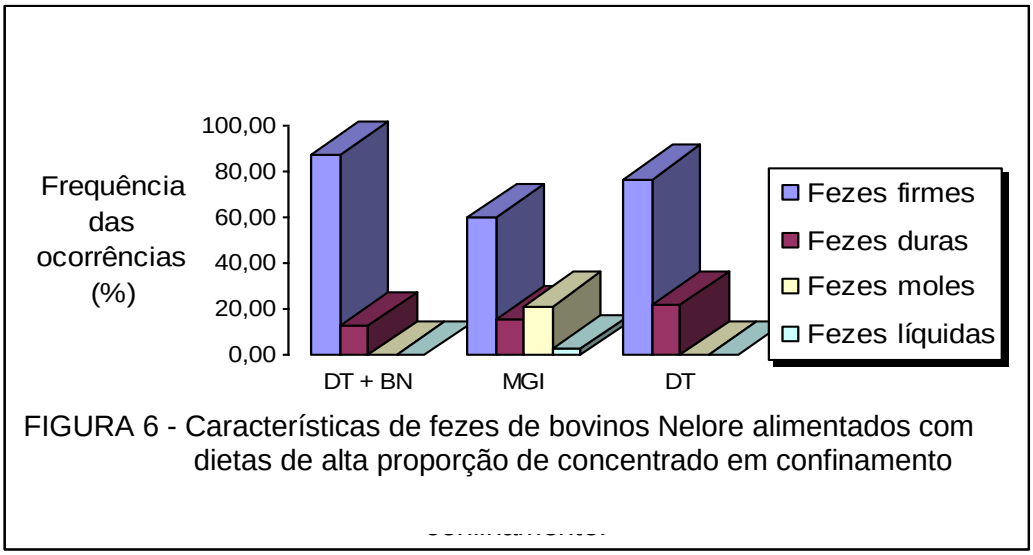


FIGURA 6 - Características de fezes de bovinos Nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado em confinamento

A consistência firme das fezes para o tratamento DT+BIN pode ter ocorrido em função do maior teor de fibra em relação ao tratamento MGI e o uso de fonte de forragem que promove uma melhor efetividade da fibra promovendo uma taxa de passagem mais adequada.

### 3.3 Correlações

Observa-se na Tabela 6 as correlações dos teores de amido nas fezes com pH fecal, ganho médio diário e eficiência alimentar.

TABELA 6 – Correlações entre o teor de amido fecal e pH fecal, ganho médio diário, eficiência alimentar com seus respectivos coeficientes de correlação e níveis de probababilidade.

| Correlação | Coeficiente de correlação | P |
|---|---|---|
| Amido fecal x pH fecal | 0,10 | 0,4 |
| Amido fecal x Ganho médio diário | 0,36 | 0,1 |
| Amido fecal x Eficiência alimentar | 0,48 | <0,03 |

O pH fecal não relacionou (P>0,01) com o teor de amido nas fezes. Portanto, o presente resultado está em desacordo com (WHEELER & NOLLER, 1977; TURGEON et al.,1983; LEDOUX et al., 1985; IRELANPPERRY & STALLINGS, 1993; MARUTA e ORTOLANY, 2002; CHANNON et al.,2004; CAETANO, 2008; NUNES, 2008; e DEPENBUSCH et al., 2008), pois estes autores encontraram relação negativa entre o pH fecal e o amido nas fezes de bovinos.

CHANNON et al. (2004) demonstraram que houve correlação entre as variáveis de amido fecal e ganho médio diário. O presente estudo demonstrou que não existe correlação entre amido fecal e a variável ganho médio diário (P=0,10). Por outro lado, evidenciou a existência de correlação entre amido fecal e eficiência alimentar (P<0,03) (Tabela 6), o que sugere que o consumo do amido pode estar relacionado ao desempenho do animal. Por outro lado, LEDOUX et al. (1985) encontraram correlação positiva baixa entre a percentagem de amido nas fezes e ganho médio diário. No entanto, TURGEON et al. (1983), CAETANO (2008) e NUNES (2008), não constataram correlações entre amido fecal e ganho de peso.

As estimativas de correlação entre características de ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS), consumo de amido (CAM), consumo de fibra detergente neutro (CFDN), consumo de fibra detergente ácido (CFDA), com ocorrências de consistência de fezes dura e firme encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 – Correlações simples de valores de ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS), consumo de amido (CAM), consumo de fibra detergente neutro (CFDN), consumo de fibra detergente ácido (CFDA) com indicadores de ocorrências de consistência em fezes com características firmes (OCFF) e duras (OCFD).

| Correlação | Coeficiente de correlação | P |
|---|---|---|
| GMD x OCFD | -0,53 | 0,03 |
| CMS x OCFF | 0,68 | 0,0009 |
| CMS x OCFD | -0,68 | 0,0036 |
| CAM x OCFF | 0,54 | 0,013 |
| CAM x OCFD | -0,81 | 0,0001 |
| CFDN x OCFF | 0,69 | 0,0007 |
| CFDN x OCFD | -0,58 | 0,019 |
| CFDA x OCFF | 0,71 | 0,0004 |
| CFDA x OCFD | -0,52 | 0,036 |

Das características estudadas, todas alcançaram diferenças significativas. O CMS, CAM, CFDN e CFDA obtiveram estimativa de correlação positiva com fezes de consistência firme. O GMD, CMS, CAM, CFDN e CFDA apresentaram estimativa de correlação negativa com fezes de consistência dura. As relações de CAM e OCFD e CFDA e OCFF foram de magnitudes médias, conforme demonstradas na Tabela 7 e nas Figuras 7 e 8 com as suas respectivas dispersões. No entanto, as demais relações foram de magnitudes baixas (Tabela 7).

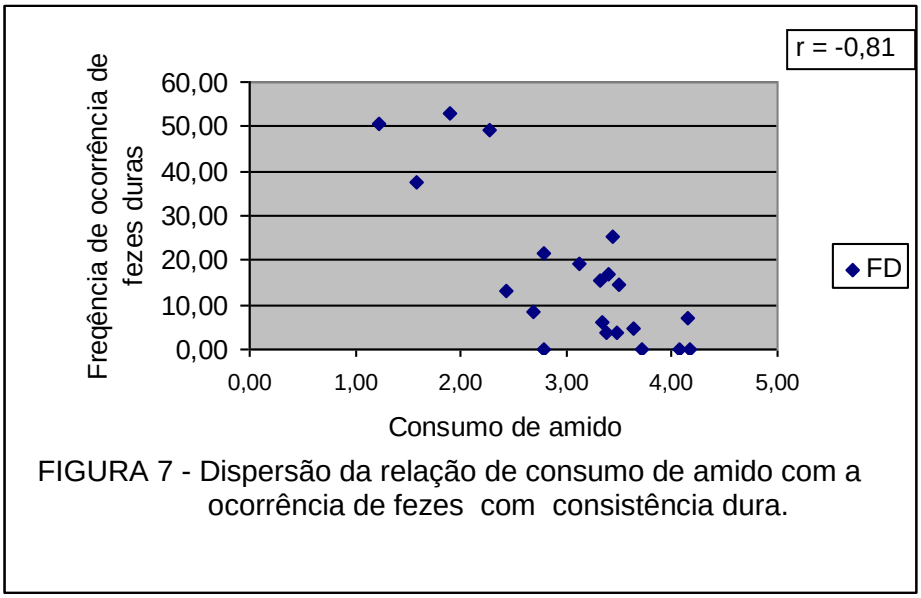


FIGURA 7 - Dispersão da relação de consumo de amido com a ocorrência de fezes com consistência dura.

Dentre muitos instrumentos que o nutricionista pode usar para estimar e monitorar a condição de animais de alta produção é a avaliação das fezes, que pode fornecer informações gerais sobre a saúde, fermentação ruminal e função digestiva de bovinos (KONONOFF et al., 2002).

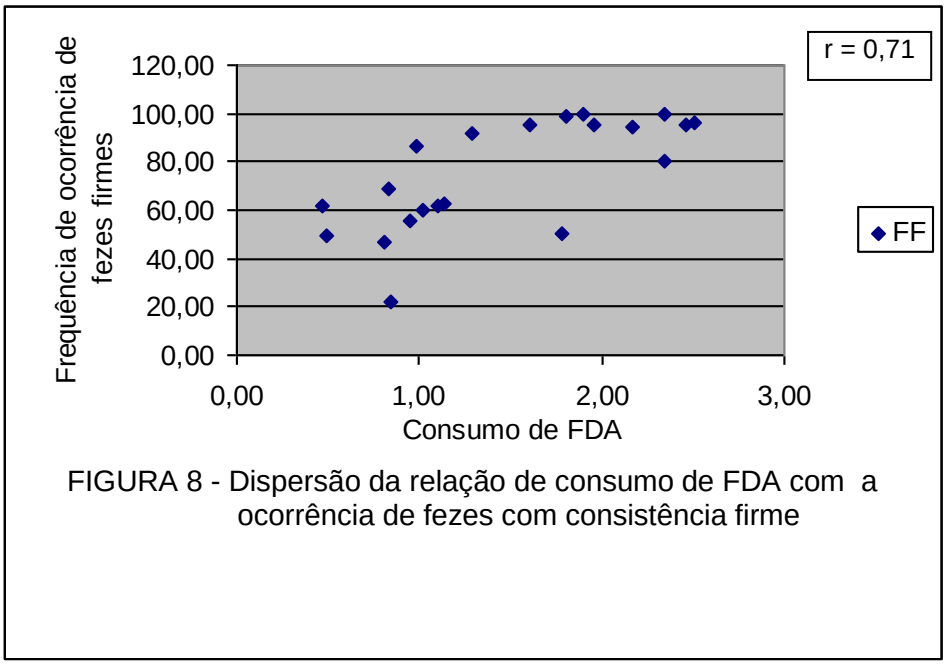


FIGURA 8 - Dispersão da relação de consumo de FDA com a ocorrência de fezes com consistência firme

Portanto, a estimativa das fezes não é precisa; e não pode oferecer resposta definitiva para a questão nutricional. No entanto, a sua avaliação pode ser uma forma útil para emitir diagnóstico relacionado à saúde do animal, e simplesmente dar ao nutricionista informações de manejo, e o que acontece durante o processo da digestão (KONONOFF et al., 2002).

## 4 CONCLUSÕES

A concentração elevada de amido e o alto pH encontrado nas fezes dos animais no presente estudo e a falta de relação entre estas duas variáveis, possivelmente, ocorreram em função do horário da coleta das fezes dos animais.

A consistência de escore de fezes avaliada nos bovinos do tratamento DT+BIN com 90% de concentrado e 10% de BIN classificada como firme, evidencia que estes animais apresentaram uma melhor fermentação ruminal por causa do maior teor de fibra na dieta.

Estimativas de ocorrências de consistência de fezes obtidas pela avaliação de escore fecal foram relacionadas com medidas de ganho de peso e consumo, o que pode permitir a utilização dessa ferramenta como informação de manejo dos animais em confinamento.

## REFERÊNCIAS

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1416–1425, 1997.

ASSOCATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of anlysis.** 15th ed. Washington D. C., 1990. 1141 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia – 10º Distrito de Meteorologia. Goiânia, Go, 2008.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados.** 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, n. 5, p. 469 - 474, 2004.

CNCPS. Cornell net carbohydrate and protein system Ithaca Cornell University, 2002. software. Version 5.0.18.

DEGREGORIO, R. M.; TUCKER, R. E.; MITCHELL, G. E. JR.; GILL, W. W. Carbohydrate fermentation in the large intestine of lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, 1982. v. 54, n. 3, p. 855-862. 1982.

DEPENBUSCH, B. E.; NAGARAJA, T. G.; SARGEANT, J. M.; DROUILLARD, J. S.; LOE, E. R.; CORRIGAN, M. E. Influence of processed grains on fecal pH, starch concentration, and shedding of Escherichia coli O157 in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, n. 3, p. 632–639, 2008.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. cap. 1, p. 1-23.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 705–714, 2005.

HUNTINGTON, G. B.; HARMON, D. L.; RICHARDS, J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84 (E. Suppl.), n. 13, p. E14-E24, 2006.

IRELANDPERRY, R. L.; STALLINGS, C. C. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science,** Savoy,, v. 76, n. 4, p. 1074-1082, 1993.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; VARGA, G. Using manure evaluation to enhance dairy cattle. Dairy and Animal Science. Pensilvania: Pennsylvania: The Pennsylvania State University, Departament of Dairy and Animal Science [online], 2002. Disponível em: http://www.das.psu.edu/dairy/dairy-nutrition/pdf-dairy-nutrition/manure.pdf/view?searchterm=Kononoff,%20P. Acesso em: 08 fev. 2009.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 5, p. 1858–1863, 2003.

LEE, R. W.; GALYEAN, M. L.; LOFGREEN, G. P. Effects of mixing whole shelled and steam flaked corn in finishing diets on feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 55, n. 3, p. 475-483, 1982.

LEDOUX , D. R.; WILLIAMS, J. E.; STROUD, T. E.; GARNER, G. B.; PATERSON, J. A. Influence of forage level on passage rate, digestibility and performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n. 6, p. 1567-1575, 1985.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I – variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC... **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C., 1996. 232 p.

NUNES, A. J. C. **Uso combinado de ionóforo e virginamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado.** 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

PUTRINO, S. M.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; SCHALCH, F. J. Desempenho de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com diferentes proporções de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. ANAIS... Recife: Sociedade Brasileira de zootecnia, 2002. 1 CD - ROM.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. **The analysis of dietary fibre in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. Chap.9, p.123-158.

RUSSELL, J. R.; YOUNG, A. W.; JORGENSEN, N. A. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 52, n. 5, p. 1177-1182, 1981.

SAS. User`s guide: Statistics. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2000.1686p.

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

TURGEON, O. A.; BRINK, JR. D. R.; R. A. BRITTON, R. A. Corn particle size mixtures, roughage level and starch utilization in finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 57, n. 3, 1983.

WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, n. 1, p. 131-135, 1977.

ZINN, R. A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Starch digestion by feedlot cattle: predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, Savoy, 2007. v. 85, n. 7, p. 1727–1730, 2007.

## 4 ANEXOS

ANEXO 1 – Relação dos níveis de garantia e composição química dos núcleos incluídos nas rações experimentais

| Núcleo farelado | | Núcleo peletizado | | Núcleo farelado | |
|---|---|---|---|---|---|
| DT | | MGI | | DT+BIN | |
| Níveis de garantia | Valores | Níveis de garantia | Valores | Níveis de garantia | Valores |
| MS (%) | 90 | MS(%) | 90 | MS (%) | 90 |
| NDT (%) | 64 | NDT (%) | 64,4 | NDT (%) | 25 |
| Proteina bruta (%) | 27,7 | Proteina bruta (%) | 44,5 | Proteina bruta (%) | 78,0 |
| NÑP Eq. Prot (%) | 2,3 | NÑP Eq. Prot (%) | 9,4 | NÑP Eq. Prot (%) | 62,5 |
| Fibra bruta (%) | 13 | Fibra bruta (%) | 7,5 | Fibra bruta (%) | 2 |
| Cálcio (g/kg) | 42 | Cálcio (g/kg) | 50 | Cálcio (g/kg) | 110 |
| Fosforo (g/kg) | 8,8 | Fosforo (g/kg) | 12 | Fosforo (g/kg) | 22 |
| Enxofre (g/kg) | 5 | Enxofre (g/kg) | 5 | Enxofre (g/kg) | 9 |
| Magnésio (g/kg) | 0,8 | Magnésio (g/kg) | 0,9 | Magnésio (g/kg) | 2,4 |
| Potássio (g/kg) | 3 | Potássio (g/kg) | 3 | Potássio (g/kg) | 28 |
| Sódio (g/kg) | 12 | Sódio (g/kg) | 12 | Sódio (g/kg) | 34,7 |
| Cobalto (mg/kg) | 6 | Cobalto (mg/kg) | 6 | Cobalto (mg/kg) | 15 |
| Cobre (mg/kg) | 200 | Cobre (mg/kg) | 200 | Cobre (mg/kg) | 500 |
| Cromo (mg/kg) | 1,5 | Cromo (mg/kg) | 1,5 | Cromo (mg/kg) | 3,6 |
| Iodo (mg/kg) | 6 | Iodo (mg/kg) | 6 | Iodo (mg/kg) | 15 |
| Manganes (mg/kg) | 208 | Manganes (mg/kg) | 208 | Manganes (mg/kg) | 520 |
| Molibdênio (mg/kg) | 0,40 | Molibdênio (mg/kg) | 0,4 | Molibdênio (mg/kg) | 1 |
| Níquel (mg/kg) | 0,33 | Níquel (mg/kg) | 0,33 | Níquel (mg/kg) | 0,90 |
| Selênio (mg/kg) | 2 | Selênio (mg/kg) | 2 | Selênio (mg/kg) | 5,1 |
| Zinco (mg/kg) | 480 | Zinco (mg/kg) | 480 | Zinco (mg/kg) | 1200 |
| Monensina (mg/kg) | 300 | Monensina (mg/kg) | 200 | Monensina (mg/kg) | 750 |
| Levedura (g/kg) | 5 | Levedura (g/kg) | 5 | Levedura (g/kg) | 12 |
| Vitamina A (UI/kg) | 239000 | Vitamina A (UI/kg) | 239000 | Vitamina A (UI/kg) | 60000 |
| Vitamina D (UI/kg) | 3400 | Vitamina D (UI/kg) | 3400 | Vitamina D (UI/kg) | 8500 |
| Vitamina E (UI/kg) | 161,0 | Vitamina E (UI/kg) | 161,0 | Vitamina E (UI/kg) | 400,0 |