

GILVAN SILVA

**Caracterização e Digestibilidade dos Farelos
Fino e Grosso de Trigo**

**Recife
2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Caracterização e Digestibilidade dos Farelos
Fino e Grosso de Trigo**

GILVAN SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de
Carvalho, Dr.

Conselheiro: Ângela Maria Vieira Batista, Dra.

Recife

2006

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S586c Silva, Gilvan
Caracterização e Digestibilidade dos farelos fino e grosso
de trigo / Gilvan Silva – 2006
29 f. : il.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.
Inclui apêndice e bibliografia.

CDD 636.308 52

1. Farelo de trigo
2. Resíduo industrial
3. Ruminante
4. Valor nutritivo
5. Composição bromatológica
6. Consumo
7. Tamanho de partícula
8. Digestibilidade
9. Efetividade
- I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de
- II. Título

**Caracterização e Digestibilidade dos Farelos
Fino e Grosso de Trigo**

GILVAN SILVA

Dissertação defendida e aprovada em 10/ 07/ 2006

Orientador:

Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Dr. - UFRPE

Examinadores:

Adriana Guim, Dra. - UFRPE

Antônia Sherlânea de Chaves Vêras, Dra. - UFRPE

Ariosvaldo Nunes de Medeiros, Dr. – UFPB

UFRPE - Recife
Julho - 2006

A **DEUS** pelo amparo em todos os momentos difíceis e a certeza de sua existência em todas as etapas da minha vida.

MEU RECONHECIMENTO E GRATIDÃO

À HELENO FERREIRA (em memória) e NOEMI, meus pais

DOMINGOS ARAÚJO (em memória) e ELIZABETH, meus sogros

DEDICO

A RAFAEL e ELIZABETH, meus filhos

AOS MEUS IRMÃOS E CUNHADOS,

A ARGÉLIA MARIA ARAÚJO DIAS SILVA,
minha esposa

Como prova de amor e paciência, estímulo e
companheirismo, compreensão e apoio no decorrer
desta minha jornada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Zootecnia.

A Bunge Alimentos S.A., pela concessão de todo o material da pesquisa. Aos funcionários Francisco Nunes, Vera Italiano, Eglaube Rocha e Aneivan Guimarães, os quais muito contribuíram nas informações necessárias sobre a matéria prima da pesquisa bem como o processamento na indústria.

Aos funcionários do Setor de Ovino e Caprino do Departamento de Zootecnia da UFRPE, em especial à Maria Prisciliana pela excelente receptividade e apoio durante a condução dos trabalhos, como também todo pessoal de campo, técnicos e estagiários que contribuíram de forma indispensável a realização da pesquisa.

A Prof^a Ângela Maria Vieira Batista, pela co-orientação segura e objetiva na realização desta pesquisa. Como também pelo apoio moral, educacional, profissional, amizade e extrema sensibilidade humana que possui, apesar do seu jeito sério e “turrão”. Professora de um alto grau de conhecimento, solícita e atenciosa quando procurada para esclarecimentos acadêmicos e técnicos, só tenho a dizer uma frase: muito obrigado por ter me acolhido como seu aluno co-orientado.

Ao amigo Geovergue Rodrigues de Medeiros, pelos ensinamentos recebidos e pela atenção prestada e auxílio nos momentos de dificuldades.

A Prof^a Adriana Guim, pelas valiosas sugestões apresentadas na elaboração desta dissertação.

A amiga Aline Cândido da Silva, pela agradável amizade e imensa contribuição, principalmente, na execução da pesquisa e imprescindíveis colaborações no Laboratório de Análises de Alimentos da UFRPE, Departamento de Zootecnia, nas determinações químicas do material deste trabalho.

Ao Prof. Francisco Fernando Carvalho, pela orientação, ensinamentos, amizade, apoio moral e total atenção profissional ao longo do curso e da pesquisa como um todo.

A amiga Raquel, técnica do Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da UFRPE, pelo incentivo e crédito de confiança dado no início das análises, disponibilizando as informações técnicas necessárias com relação ao uso dos equipamentos e utensílio deste laboratório. E aos funcionários Sr. Antônio José e Sr^a Helena, pela colaboração nas atividades desenvolvidas.

Aos Professores e amigos Severino Gonzaga Neto e Airon Melo, pelo incentivo e apoio nos momentos mais difíceis, tornando possível o meu objetivo de conclusão do curso.

A Sra. Eulina Alves, pela dedicação e carinho com meus filhos, contribuição essa indispensável para realização da pesquisa.

Ao colega Rafael Gladston, pela estimada contribuição prestada no auxílio das soluções durante o decorrer do curso e execução da pesquisa.

Aos colegas Carla Mattos, Paulo de Barros, Ana Fotius, Caroline Soares, Rinaldo Júnior, Rodrigo Jordão, Valeria Ribeiro, Maria Josilaine, Daniela, Edneia pela transmissão de informações acadêmicas, amizade, colaboração e participação durante a realização na

pesquisa.

A todo pessoal administrativo da pós-graduação e graduação, especialmente ao Sr. Nicácio Teixeira, pelo apoio recebido e agradável convivência.

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
1 Resumo	10
2 Abstract	11
3 INTRODUÇÃO	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÕES	27
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela</i>		<i>Página</i>
1	Perfil granulométrico dos farelos fino e grosso de trigo.....	20
2	Valores médios do pH, capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de absorção de água (CAA) dos farelos finos e grosso de trigo.....	21
3	Composição química dos farelos fino e grosso de trigo, em porcentagem da matéria seca.....	22
4	Fracionamento da proteína dos farelos fino e grosso de trigo.....	24
5	Consumos médios diários das rações com farelos fino e grosso de trigo.....	24
6	Coefficientes de digestibilidade aparente dos farelos fino e grosso de trigo.....	25

Caracterização e Digestibilidade dos Farelos Fino e Grosso de Trigo¹

Gilvan Silva², Francisco Fernando Ramos de Carvalho³, Ângela Maria Vieira Batista³, Argélia Maria Araújo Dias⁴, Aline Cândido da Silva⁵

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e a digestibilidade dos farelos fino e grosso de trigo. Amostras dos alimentos foram analisadas para determinação da granulometria, capacidade de absorção e retenção de água, pH, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF), frações nitrogenadas (A, B₁, B₂, B₃ e C). Para determinação da digestibilidade e dos nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizaram-se seis caprinos machos, não castrados, com peso vivo médio de 22 Kg, alojados em gaiolas metabólicas. As dietas foram feno de Tifton (*Cynodon dactylon*) e farelo fino ou grosso em duas relações volumoso:concentrado (50:50 e 80:20 para o ensaio com o farelo fino, 60:40 e 70:30 para o ensaio com farelo grosso). Foi utilizado o sistema de equações para os cálculos de digestibilidade. Os dois farelos possuem semelhante pH, capacidade de retenção e de absorção de água, mas diferem na granulometria das partículas. No farelo fino 99,3 % das partículas são menores que 1,18 mm, enquanto no farelo grosso apenas 31,3 % são menores e 68,4 % são maiores que 1,18 mm. A composição química foi semelhante, exceto pelos percentuais de PB, maior no farelo fino (18,2 x 15,85 %), FDN e FDA, mais elevados no farelo grosso (53,29 e 48,22 % x 42,72 e 38,07 %). Ambos os farelos apresentaram em média 45% da fração B₂ e 6% na fração C. O consumo de matéria seca da ração com farelo fino (661,75g/dia) foi superior àquela com farelo grosso (567,42 g/dia), entretanto, o consumo de NDT foi semelhante (383,94 e 437,62 g/dia, respectivamente). Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CHOT, FDN, FDNp, Hemicelulose e Celulose (61,33; 68,62; 76,22; 70,00; 67,32; 66,78; 65,75; 72,95 e 68,39%, respectivamente) do farelo grosso foram significativamente superiores (P<0,05) aos do farelo fino (57,95; 60,36; 63,82; 59,29; 59,84; 56,92; 56,35; 65,23 e 58,56%, respectivamente). Portanto, pode-se concluir que os farelos de trigo (fino e grosso) podem ser utilizados como alimento alternativo na alimentação de caprinos.

Palavras chaves: caprinos, composição química, frações nitrogenadas, granulometria, subprodutos

¹Trabalho parcialmente financiado pela Bunge Alimentos S.A.

²Dissertação de Mestrando do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRPE e-mail: gilvanzootec@ig.com.br

³Professores Adjuntos/DZ/UFRPE, bolsistas de produtividade do CNPq

⁴Doutoranda do PDIZ/DZ/UFRPE

⁵Técnica Agrícola -CODAI-UFRPE

Characterization and digestibility of fine and rough wheat bran

Abstract – The objective of this work was to evaluate chemical composition and digestibility of the fine and rough wheat bran. Samples of the food were analyzed for granulometry, water absorption and retention capacity, pH, matter dry (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), total carbohydrates (TCH) and no fiber carbohydrates (NFC), nitrogen fractions (A, B₁, B₂, B₃ and C). Six male, non-castrated goats, 22 Kg live weight individually held in metabolism **cages** were used to evaluate the digestibility. The animals were fed Tifton hay (*Cynodon dactylon*) and fine or rough wheat bran (50:50 and 80:20 for fine wheat bran, and 60:40 e 70:30 for hough wheat bran). The equation system was used to determine the digestibility coefficients. Both wheat bran have similar pH, water absorption and retention capacity, and differ in particles granulometry. In fine wheat bran 99.3% of the particles are smaller than 1.18 mm, while in the rough one 31.3% are smaller and 68.4% are larger than 1.18 mm. The chemical composition was similar, except for CP, higher in the fine wheat bran (18.2 x 15.85%), NDF and ADF, higher in rough wheat bran (53.29 and 48.22% x 42.72 and 38.07%). Nitrogen fractions B₂ and C were, respectively, 45% and 6% for both wheat bran. The digestibility coefficients of DM, OM, CP, EE, TCHO, NDF, NDF_{cp}, hemicellulose and cellulose were, respectively, 61.33, 68.62, 76.22, 70.00, 67.32, 66.78, 65.75, 72.95, and 68.39% for rough wheat bran and 57.95, 60.36, 63.82, 59.29, 59.84, 56.92, 56.35, 65.23 and 58.56%. Fine and rough wheat bran can be used as an alternative food for goats feeding.

Key Words: byproducts, chemical composition, goats, granulometry, nitrogen fractions

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por melhor utilização dos recursos alimentícios no mundo tem evidenciado a necessidade da utilização de fontes não competitivas com a alimentação do homem.

Os ruminantes, em virtude de sua capacidade digestiva, são capazes de fazer melhor uso de alimentos ricos em celulose e hemicelulose. Portanto, é importante aproveitar esta habilidade na alimentação de ruminantes com resíduos ricos em fibra que não são utilizados para a alimentação humana.

Os resíduos agroindustriais representam recurso alimentar de alto potencial de aproveitamento na alimentação de ruminantes em geral. Entretanto, apesar do grande volume produzido e do alto potencial de uso, estes alimentos têm sido pouco explorados e, quando muito, são utilizados de forma empírica, nas proximidades das indústrias de processamento. A correta utilização dos subprodutos da agroindústria é dependente de vários fatores, dentre os quais à distância entre os locais de produção e de utilização, composição química e valor nutricional dos alimentos, preço do resíduo e custos de processamento e transporte.

O trigo é uma gramínea de inverno do gênero *Triticum*, sendo que das espécies de trigo, três apresentam importância econômica, o trigo duro (*Triticum durum*), o trigo comum (*Triticum aestivum*) e o trigo compacto (*Triticum compactum*). Principal cereal produzido no mundo, diferentemente do milho, é usado prioritariamente na alimentação humana, e seu beneficiamento gera valiosos subprodutos (farelo), que são utilizados na alimentação animal.

No Brasil, sua produção concentra-se no Sul e Centro-Sul, sendo a região Sul responsável por 90% da produção nacional. Nas safras de 2004 e 2005, foram produzidos

em torno de 6 milhões de toneladas, ou seja, algo como 60% da demanda do Brasil. Para atender esta demanda, o Brasil importa o trigo principalmente da Argentina e Canadá (ABITRIGO, 2005).

Aproximadamente 10 milhões de toneladas de trigo são beneficiados por ano no Brasil, sendo que a região Nordeste participa com 21% deste total na moagem do grão, perfazendo um volume de 2,1 milhões toneladas de farelos produzidos por ano.

Na produção de farinha de trigo para consumo humano, obtém-se de uma tonelada de grão de trigo o equivalente a 770 Kg de farinha e 230 Kg de farelo (FETZER, 2005). Esse subproduto é composto por farelo fino, farelo grosso, remoído claro e remoído escuro, sendo facilmente separados nas diferentes etapas de processamento do grão. No entanto, ao término do beneficiamento todos os compostos farão parte da composição do “farelo de trigo” que é um produto largamente utilizado em rações de ruminantes e monogástricos. A importância do estudo dos farelos (fino e grosso) de trigo separadamente fornece informações nutricionais valiosas para sua utilização nas dietas animais. Assim, o farelo fino por possuir em sua composição maior teor de amido e reduzido de fibra, pode ser direcionado para rações de monogástrico; enquanto o farelo grosso em dietas de ruminantes. Para a indústria de beneficiamento do grão de trigo, os resultados oriundos desta pesquisa possivelmente proporcionará subsídios para comercialização desses produtos visando atender a demanda nos diferentes segmentos comerciais e agregar valores a estes produtos.

No Nordeste, devido às condições edafo-climáticas, principalmente da região semi-árida, onde a quantidade e a qualidade da pastagem é reduzida no período de escassez de chuvas, uma das alternativas para o incremento da produção animal seria o uso racional de subprodutos da agroindústria.

A alimentação representa um dos maiores custos na produção animal

principalmente, quando se utilizam alimentos como o milho e soja, que apesar das elevadas qualidades nutricionais apresentam em geral um custo elevado.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos animais tem sido um desafio para os nutricionistas. As variedades dos alimentos que podem e são utilizados na alimentação de ruminantes são muitos grandes, mas seu valor nutricional é determinado por uma complexa interação entre os seus constituintes e por sua interação com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão, na absorção, no transporte e na utilização de metabólicos, além da própria condição fisiológica do animal (DUTRA et al., 1997).

O uso de subprodutos como fontes de fibra representa uma opção valiosa para rações que podem ser limitadas pela quantidade ou qualidade das fibras das forragens. Quando os subprodutos são usados para substituir forragens, a porcentagem de FDN proveniente da forragem da dieta pode diminuir e a FDN total aumentar para, neste caso, compensar a efetividade menor da fibra de subprodutos (LIMA, 2003). Cada unidade percentual de redução na FDN da forragem deve ser compensada pelo aumento de duas unidades percentuais de FDN total da dieta. Assim, o FDN dos subprodutos tem 50% da efetividade atribuída às forragens (NRC, 2001).

As variações encontradas nos tamanhos das partículas dos resíduos agroindustriais nem sempre é uma característica do alimento e, sim, função do moinho da fábrica na qual o grão foi processado. Nunes, et al. (2001), avaliando o farelo de trigo de quatro diferentes fornecedores observaram oscilações tanto no tamanho de partícula, como em sua composição química.

Assim, várias pesquisas foram e vêm sendo desenvolvidas com o uso de subprodutos agroindustriais, objetivando encontrar alimentos alternativos de boa composição e digestibilidade, além de minimizar os custos de produção.

A digestibilidade constitui um importante parâmetro de avaliação do valor nutritivo de um determinado alimento. Vários fatores podem interferir nos coeficientes de digestibilidade de um alimento, dentre eles, podem-se citar as diferentes etapas de processamento ao qual o grão passa na indústria.

A saída das partículas alimentares do retículo-rúmen é determinada, principalmente, pelo tamanho e pela densidade dessas partículas (KASKE e VON ENGLEHARDT, 1990; WEIDNER e GRANT, 1994) que estão, por sua vez, intrinsecamente associados a digestibilidade do alimento oferecido.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e as digestibilidades do farelo fino e grosso de trigo, com vistas a sua utilização como fonte alternativa de alimento.

As normas para elaboração deste trabalho científico foram de acordo com a Revista Brasileira de Zootecnia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado em Recife-PE, situado na microrregião fisiográfica da zona da Mata, durante os meses de outubro e novembro de 2004.

As amostras utilizadas para análises físico-químicas foram coletadas no momento do recebimento dos farelos. Foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer para análises.

Dois ensaios de digestibilidade foram realizados: o primeiro para o farelo fino de trigo (FFT) e o segundo para o farelo grosso de trigo (FGT). Cada ensaio teve duração de trinta dias

divididos em dois períodos, sendo alternadas as relações volumoso:concentrado fornecidas aos animais. Cada período experimental foi constituído por quinze dias, sendo dez de adaptação e cinco de coleta total de fezes.

Em cada ensaio foram utilizados seis caprinos machos, não castrados, com peso médio de 22 Kg. Ao chegarem no setor os animais foram pesados e tratados contra endo e ectoparasitos e distribuídos ao acaso nas gaiolas de digestibilidade medindo 1,2 m x 0,6 m, providas de comedouros e bebedouros.

Na avaliação da digestibilidade, segundo metodologia descrita por Coelho da Silva e Leão (1979), as dietas foram compostas de feno de Tifton-85 (*Cynodon dactylon*), FFT ou FGT e sal mineral. As relações Feno:FFT foram de 50:50 e 80:20. Os animais foram divididos em dois grupos de três, um para cada relação volumoso:concentrado. Em seguida, invertiam-se as rações e os animais passavam por novo período de adaptação. Para o FGT, foram utilizadas as relações volumoso:concentrado 60:40 e 70:30, com procedimento citado para o farelo fino de trigo. A relação volumoso:concentrado utilizada para o ensaio com o farelo grosso diferiu da relação para o farelo fino em virtude de alguns animais no ensaio com o FF terem apresentado diarreia.

O feno de Tifton-85 (*Cynodon dactylon*) foi adquirido em casa comercial na forma de fardos de 15Kg, posteriormente triturados em máquina forrageira com peneira de crivo de 8 mm e colocados em sacos de náilon para facilitar o armazenamento. Os alimentos foram ofertados aos animais na forma de ração completa.

Os farelos finos e grosso de trigo foram fornecidos pela Bunge Alimentos S.A, de sua indústria de beneficiamento do grão de trigo sediada em Recife-PE.

As rações foram fornecidas inicialmente na base de 3,5% do peso vivo animal, em duas porções diárias, às 8:00 e às 13:00 horas. Essa quantidade foi ajustada diariamente, em função do consumo do dia anterior, de forma a permitir 20% de sobras. No período de coleta de fezes,

o fornecimento foi restringido a 90% do consumo verificado no período de adaptação, para minimizar sobras.

Durante o período de coleta de fezes, correspondente aos cinco últimos dias em cada período experimental, foram usadas sacolas de coleta de fezes, adaptadas ao corpo dos animais. O total de fezes produzidas no período de 24 horas, foi colhido, homogeneizado, pesado e amostrado, formando-se uma amostra composta por animal, acondicionada em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer.

Ao final do experimento, as amostras dos alimentos, sobras e fezes foram descongeladas, pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55⁰C e moídas em moinhos com peneira de crivo de 1mm.

A determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina (LIG), material mineral (MM), foram realizadas segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Os teores de nitrogênios insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras nos detergentes neutro e ácidos, respectivamente, segundo Van Soest et al. (1991), sendo a FDN dos alimentos corrigida para os níveis proteína (FDNp). Nitrogênio não protéico (NNP), proteína solúvel (PS), proteína verdadeira (PV) nas frações B₁, B₂ e B₃ e fração não disponível C, foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996).

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Weiss (1999), como: $CNF(\%) = 100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinzas)$, e os carboidratos totais foram estimados por:

$CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ Sniffen et al., (1992).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO),

proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), dos carboidratos totais (DCHOT) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF) de cada alimento foram determinados a partir dos coeficientes médios de digestibilidade das dietas específicas de cada tratamento, pelos sistemas de equações, de acordo com Coelho da Silva & Leão (1979).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observado do alimento foi obtido a partir da equação: $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDNpD + CNFD$, segundo Weiss (1999), onde: PBD, EED, FDNp e CNFD significam, respectivamente: proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de proteína) digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis. Enquanto, para a determinação do NDT estimado foi utilizado a equação do NRC, (2001).

Para análise granulométrica, as amostras de cada moagem foram submetidas ao separador de partículas modelo “Penn state particle size separator”, para determinação do perfil de distribuição das partículas, conforme metodologia adotada por Heinrichs e Lemmers (1997).

Nas determinações da capacidade de retenção de água (CRA) e a capacidade de absorção de água (CAA) foram realizados de acordo com a metodologia adotada de McConell et al. (1974) e American Association of Cereal Chemists (1995, método 88-04), respectivamente, citados por Ezequiel e Galati (2005).

Para análise da CRA foram pesadas duas gramas (2g) da amostra e, colocada em um becker de 50mL, adicionando água em excesso e agitando vigorosamente durante 15 minutos. Em seguida, o material foi colocado em repouso por 6 horas, posteriormente centrifugado a 2000xg/minuto durante 15 minutos, depois de decantado o excesso de água e pesado a amostra (ganho em peso), obtendo-se a CRA através da relação: $CRA = g \text{ de água} / g \text{ de amostra seca}$.

Para determinação da CAA, foram pesadas cinco gramas (5g) da amostra e, colocada em um becker de 50mL e adicionada água até a saturação da amostra. Esse material foi centrifugado a 2000xg/minuto durante 10 minutos, retirado o excesso de água e pesado o decantado, em seguida determinou-se a CAA aproximada pela diferença: peso (final – inicial)/g da amostra, obtendo-se também o peso amostra = 15/CAA aprox. +1. Posteriormente, para determinação do intervalo médio onde ocorre a CAA, foram colocados 4 tubos com +1,5 e +0,5; -1,5 e -0,5mL de água, agitando vigorosamente durante dois minutos, em seguida foram centrifugados a 2000xg/min durante 10 minutos, a média das quatro amostras foram obtidas através de $CAA = \frac{g \text{ de água}}{g \text{ de amostra}}$.

Para obtenção do pH dos farelos de trigo fino e grosso foi utilizada a metodologia adaptada de Silva e Queiroz (2002).

Para os cálculos de consumo e digestibilidade foram utilizados delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. As variáveis estudadas foram interpretadas por análises de variância e teste de tukey a 5% para comparação de médias através do programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas versão 8.0), da Universidade Federal de Viçosa – MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o farelo fino apresentou 99,57 % das partículas menores que 1,18 mm, enquanto que no farelo grosso apenas 31,33 % estão nessa categoria e 68,67% são maiores que 1,18 mm (Tabela 1), o que caracteriza uma maior efetividade física da fibra para o farelo grosso de trigo. Assim, o farelo grosso de trigo possivelmente proporcionará um maior potencial à cinética ruminal, maior estímulo à mastigação, maior

produção de saliva com manutenção do pH ruminal, maior tempo de retenção, ou seja, menor taxa de passagem, o que conseqüentemente, proporcionará uma maior disponibilidade desse alimento para a digestão e utilização microbiana. Segundo Mertens (1992) a efetividade da fibra está relacionada com a capacidade da dieta em manter normal a produção de gordura do leite e a saúde geral, do rúmen e do animal.

O tamanho da partícula pode ser um fator importante a influenciar o valor nutricional do alimento, porque afeta tanto o consumo de matéria seca (CMS) como a taxa na qual os nutrientes ficam disponíveis para digestão e utilização microbiana, ou seja, a taxa de passagem da ingesta através do rúmen. Tem-se postulado que partículas alimentares retidas em uma peneira de 1,18 mm quando fornecidas para ovinos e, partículas maiores que 3,2 mm, para bovinos, apresentam grande probabilidade de permanecerem no rúmen-retículo por mais tempo (POPPY et al.1985).

Tabela 1. Perfil granulométrico dos farelos fino e grosso de trigo
Table 1. Granulometric description of fine and rough wheat bran

Tamanho das Partículas (Size of Particles)	Farelo de trigo (<i>wheat bran</i>)	
	Fino (<i>fine</i>)	Grosso (<i>rough</i>)
> 1,70 mm	0,04	46,40
1,18 a 1,70 mm	0,39	22,27
0,60 a 1,18 mm	60,36	20,92
< 0,60 mm	39,21	10,41
Total	100,00	100,00

O pH é considerado um dos fatores químicos que influenciam o crescimento microbiano e, conseqüentemente, o equilíbrio da microflora ruminal (HOOVER e STOKES, 1991). O pH dos farelos fino e grosso, com valores de 6,21 e 6,43, respectivamente (Tabela 2), apresentaram níveis próximos ao pH ruminal. Esses dados servem como indicativos nos balanceamentos dos cálculos de ração para ruminantes.

A capacidade de retenção (CRA) e absorção (CAA) de água dos farelos fino (FF) e grosso (FG) de trigo foram semelhantes (Tabela 2). No entanto, a diferença observada nos valores médios encontrados para o farelo fino e grosso de 3,675 e 4,037 g água/g de amostra, respectivamente, com relação à capacidade de retenção de água, mostrou uma ligeira superioridade para o farelo grosso, o que pode ser justificado devido ao seu maior tamanho de partícula (FG), composição e a forma da fibra, proporcionando uma maior área de absorção.

Existe uma relação direta entre o tamanho da partícula e a capacidade de retenção de água, embora a composição da fibra e a forma possam influenciar essa relação (Ezequiel e Galetti, 2005). De acordo com Svihus et al (2000), há uma alta relação entre a capacidade de retenção de água das fibras com o aumento da viscosidade intestinal, o que provavelmente beneficiaria o aproveitamento dos nutrientes maximizando a atividade microbiana no trato digestivo.

Tabela 2. Valores médios do pH, capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) dos farelos fino e grosso de trigo

Tabela 2. pH, water retention capacity, water absorption capacity of fine and rough wheat bran

Alimento (<i>food</i>)	pH	CRA (g água /g de amostra)	CAA (g água /g de amostra)
Farelo fino de trigo (<i>fine wheat bran</i>)	6,21	3,675	4,5637
Farelo grosso de trigo (<i>rough wheat bran</i>)	6,43	4,037	4,3799

Na composição química (Tabela 3), o valor de proteína bruta do farelo fino (18,02 x 15,85 %) pode ser atribuído a maior concentração dos resíduos provenientes do endosperma (constituído de amido, proteínas, fibras e complexo vitamínico). Durante o processo de extração dos farelos, a primeira camada retirada da casca do grão do trigo é obtido o farelo fino.

Tabela 3. Composição química dos farelos fino e grosso de trigo, em porcentagem da matéria seca

Table 3. Chemical composition of fine and rough wheat bran on dry matter bases

Nutrientes % (<i>Nutrients</i>)	Farelo de trigo (<i>Wheat bran</i>)	
	Fino (<i>Fine</i>)	Grosso (<i>rough</i>)
Matéria Seca (<i>dry matte</i> .)	85,87	83,65
Matéria Orgânica (<i>organic matte</i>)	94,60	93,39
Material Mineral (<i>mineral matte</i>)	5,39	6,61
Proteína Bruta (<i>crude protein</i>)	18,02	15,85
Extrato Etéreo (<i>Ether extract</i>)	3,91	3,77
Carboidratos Totais (<i>Total carbohydrates</i>)	72,68	73,77
Carboidratos não Fibrosos (<i>Nonfiber carbohydrate</i>)	34,61	25,55
Fibra em Detergente Neutro (<i>Neutral detergent fiber</i>)	42,72	53,29
Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Proteína, (<i>Neutral detergent fiber corrected for crude protein</i>)	38,07	48,22
Fibra em Detergente Ácido (<i>Acid detergent fiber</i>)	14,16	17,59
Celulose (<i>celullose</i>)	8,22	11,92
HemiceluloseI (<i>hemicellulose</i>)	28,56	35,70
Lignina (<i>lignin</i>)	3,34	3,84
Nutrientes digestíveis totais (<i>Total digestible nutrients</i>)*	65,70	68,11

*Estimado pelo NRC, (2001)

Borges et al. (2003), avaliando o farelo grosso de trigo em dieta para frango de corte, encontraram valores de PB, FDN, MM e EE de 18,50; 41,68; 5,85 e 4,04%, respectivamente. Os níveis encontrados pelo autor são citados para a composição do farelo grosso de trigo, entretanto esses valores são próximos aos determinados para o farelo fino de trigo desta pesquisa.

Pela avaliação da composição química através dos teores de FDN, FDNp e FDA, Cel, HEMI e LIG encontrados, tanto o farelo grosso quanto o fino podem ser considerados alimentos fibrosos. O fato de o farelo grosso possuir níveis superiores aos do farelo fino é explicado devido ao processo de extração do grão de trigo, na qual o farelo grosso corresponde à camada mais externa que recobre o grão e que é constituído da porção mais fibrosa. O que é justificado pelo maior nível de material mineral e lignina no farelo grosso.

Com relação aos percentuais de proteína bruta e carboidratos não fibrosos, o farelo fino apresentou teores superiores ao farelo grosso, estes podem estar relacionados com a

maior contaminação por amido proveniente do endosperma do grão, adquiridos durante as etapas de extração do grão.

De modo geral, observa-se que a composição química do farelo fino trigo é análoga aos citados na literatura nacional e internacional para farelo de trigo comercial (SNIFFEN, 1992, MALAFAIA et al., 1996, NRC, 2001 e BORGES et al., 2003).

Os alimentos utilizados na alimentação de ruminantes devem ser fracionados para sua adequada caracterização e como indicador para a formulação adequada de rações. Assim, alimentos com proteínas semelhantes, mas com diferenças nas frações B₁ e B₂, que são responsáveis pelo maior ou menor escape ruminal, resultaram em predição errôneas se as rações não considerarem a dinâmica destas frações (MALAFAIA et al., 1996).

Quanto ao fracionamento protéico do farelo fino e grosso de trigo, expresso na proteína bruta (Tabela 4), foi observado para a fração “A” valor médio de 26,03% e 24,29%, respectivamente, o que caracteriza tanto o farelo fino como o grosso, em alimentos que possuem níveis de proteínas solúveis maiores que os citados na literatura para o milho e a soja, proporcionando mais rápida disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos do rúmen quando comparados com o milho e farelo de soja. Para as frações da proteína verdadeira (B₁, B₂ e B₃), os farelos apresentaram como característica a fração B₂ com percentuais em torno de 45% caracterizando um alimento com digestão protéica intermediária. Já para a fração “C” (proteína não disponível), os valores médios obtidos foram 6%, nível este superior ao encontrado na literatura. Esses resultados estão de acordo com os citados por Malafaia et al. (1998), que também encontraram para o farelo de trigo valores superiores das frações B₁ e B₂.

Tabela 4. Fracionamento da proteína dos farelos fino e grosso de trigo

Table 4. Protein fractions of fine and rough wheat bran

Alimento	% da Matéria Seca (% of dry matter)					
	PB	A	B ₁	B ₂	B ₃	C
Farelo fino de trigo (fine wheat bran)	18,02	4,69	0,49	8,54	3,20	1,1
Farelo grosso de trigo (rough wheat bran)	15,85	3,85	0,62	6,73	3,67	0,97
Alimento	% da Proteína Bruta (% of protein)					
	PB	A	B ₁	B ₂	B ₃	C
Farelo fino de trigo (fine wheat bran)	18,02	26,03	2,72	47,39	17,76	6,10
Farelo grosso de trigo (rough wheat bran)	15,85	24,29	3,91	42,46	23,15	6,12

Os consumos de matéria seca (CMS), expressos em grama por dia (g/dia), percentagem do peso vivo (%PV) e grama por unidade de peso metabólico (g/PV^{0,75}), foram maiores (p<0,05) para as rações com o farelo fino de trigo, com médias de 661,75g, 2,93% e 63,82g, respectivamente (tabela 5). Fato esperado em virtude das características físicas apresentada pelo farelo fino, ou seja, o menor tamanho de partícula associado a menor capacidade de retenção de água (tabela 1 e 2), o que provavelmente proporcionou uma maior taxa de passagem, conseqüentemente refletindo em uma maior ingestão de alimento.

Tabela 5. Consumos médios diários das rações com farelos fino e grosso de trigo

Table 5. Average daily intake of fine and rough wheat bran-based diets

Consumo de Nutrientes % (Nutrient intake %)	Farelo de trigo (Wheat bran)		CV (%)
	Fino (Fine)	Grosso (rough)	
Matéria seca, g/dia (dry matter, g/day)	661,75 a	567,42 b	10,5
Matéria seca, % PV (dry matter, % LW)	2,93a	2,32b	7,6
Matéria seca, g/PV ^{0,75} (dry matter, g/LW ^{0,75})	63,82a	51,60b	8,2
Matéria orgânica g/dia (organic matter, g/day)	614,23 ^{ns}	619,89 ^{ns}	10,7
Proteína bruta, g/dia (crude protein, g/day)	73,86 ^{ns}	85,61 ^{ns}	11,2
Extrato etéreo, g/dia (ether extract, g/day)	17,26 ^{ns}	18,36 ^{ns}	11,0
Carboidratos totais, g/dia (total carbohydrates, g/day)	523,18 ^{ns}	515,92 ^{ns}	10,6
Carboidratos não fibrosos, g/dia (nonfiber carbohydrates, g/day)	111,85 ^{ns}	98,80 ^{ns}	11,1
Fibra em detergente neutro, g/dia (neutral detergent fiber, g/day)	438,98 ^{ns}	454,77 ^{ns}	10,6
Fibra em detergente neutro, %PV (neutral detergent fiber, %LW)	1,94a	1,86b	7,65
Fibra em detergente ácido, g/dia (acid detergent fiber, g/day)	201,70 ^{ns}	207,76 ^{ns}	10,5
Celulose, g/dia (cellulose, g/day)	157,64 ^{ns}	166,86 ^{ns}	10,5
Hemicelulose, g/dia (hemicellulose, g/day)	237,28 ^{ns}	247,01 ^{ns}	10,7
Nutrientes de digestíveis totais, g/dia (total digestible nutrient, g/day)	383,94 ^{ns}	437,62 ^{ns}	10,9

*NS, não significativo a (P>0,05); coeficiente de variação (CV%) Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de tukey

O consumo de fibra em detergente neutro expresso em %PV nas dietas com farelo fino de trigo foi maior quando comparado ao farelo grosso (tabela 5), o que pode ser justificado pela menor concentração de fibra no farelo grosso (tabela 3), bem como maior taxa de passagem e, provavelmente não ter sido o fator limitante de enchimento ruminal.

O consumo de proteína bruta não sofreu efeito significativo entre os diferentes farelos, verificando-se consumo médio de 73,86 e 85,61g/dia respectivamente. Esses resultados refletem a semelhança de comportamento observado para os fracionamentos protéicos dos farelos (tabela 4). Também em relação ao consumo de extrato etéreo, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e nutrientes digestíveis totais, não foram observadas diferenças entre os dois farelos testados.

A digestibilidade ruminal é o produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento. As partículas maiores e menos densas dos alimentos permanecem por mais tempo no rúmen, fazendo com que seja digerido em sua máxima extensão possível, ou seja, seu potencial de digestibilidade (FORBES, 1995).

Tabela 6 – Coeficientes de digestibilidade aparente dos farelos fino e grosso de trigo
Tabela 6. *Apparent digestibility coefficients of fine and rough wheat bran*

% Coeficientes de digestibilidade aparente % <i>Apparent digestibility coefficients</i>	Farelo de trigo (<i>wheat bran</i>)		
	Fino (<i>fine</i>)	Grosso (<i>rough</i>)	CV (%)
Matéria Seca (<i>dry matter</i>)%	57,95 a	61,33 b	2,38
Matéria Orgânica (<i>organic matter</i>)%	60,36 a	68,62 b	2,03
Proteína Bruta (<i>crude protein</i>)%	63,82 a	76,22 b	2,47
Extrato Etéreo (<i>ether extract</i>)%	59,29 a	70,00 b	9,17
Carboidratos Totais (<i>Total carbohydrates</i>)%	59,84 a	67,32 b	2,09
Carboidratos não Fibrosos (<i>Nonfiber carbohydrate</i>)%	69,11 ^{ns}	73,82 ^{ns}	5,79
Fibra Detergente Neutro (<i>Neutral detergent fiber</i>)%	56,92 a	66,78 b	2,64
Fibra Detergente Neutro Corrigido Proteína (<i>NDF corrected for crude protein, %</i>)	56,35 a	65,75 b	2,81
Hemicelulose (<i>hemicellulose, %</i>)	65,23 a	72,95 b	2,72
Celulose (<i>cellulose, %</i>)	58,56 a	68,39 b	3,54
Nutrientes digestíveis totais NDT (<i>Total digestible nutrients, TND</i>)%*	61,99a	68,78b	12,06

*NS, não significativo a (P>0,05); coeficiente de variação (CV%) Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de tukey

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos totais, fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro corrigido para proteína, hemicelulose e celulose do farelo grosso foram superiores ($P < 0,05$) aos do farelo fino. Esses resultados podem ser explicados pelas características físicas apresentadas pelo farelo grosso, confirmando que partículas alimentares maiores que 2,0 mm para pequenos ruminantes têm baixa probabilidade de deixarem o rúmen-retículo, assim o maior tempo de retenção desse alimento no rúmen possivelmente proporcionou maior digestibilidade dos nutrientes.

Os valores dos nutrientes digestíveis totais (Tabela 5) para os farelos fino e grosso de trigo foram de 61,99 e 68,78% respectivamente, valores esses muito próximos aos encontrados para a digestibilidade da matéria orgânica, confirmando a elevada correlação existente entre essas variáveis. Assim, de acordo os resultados obtidos o farelo grosso de trigo não só diferiu estatisticamente nos itens avaliados, bem como se caracterizou por apresentar boa digestibilidade da fração fibrosa, o que corrobora a afirmativa da influência do tempo maior de permanência no rúmen, que contribuiu para a maior digestão da matéria seca orgânica como também apresentou um maior percentual de NDT.

Com relação a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos, com valores de 61,99 e 68,78%, respectivamente, para os farelos fino e grosso de trigo não diferirem ($P > 0,05$). Em termos de valores médios houve maior digestibilidade para o farelo grosso, embora o que seria esperado era que o farelo fino por apresentar em sua composição maior quantidade de amido apresentasse maior digestão, fato este que pode ser justificado pela maior taxa de passagem do farelo fino, reduzindo seu tempo de permanência no rúmen e conseqüentemente a atuação da microflora ruminal.

Há necessidade de mais avaliações desses farelos e da associação deles com outros alimentos na formulação de rações para ruminantes.

CONCLUSÕES

O farelo fino de trigo apresentou maiores valores para proteína bruta e carboidratos não fibrosos e menores valores para a fração fibra do que o farelo grosso de trigo.

O tamanho das partículas do farelo grosso de trigo indica característica de maior efetividade física da fibra para este alimento.

O farelo grosso de trigo apresentou maiores coeficientes de digestibilidade em relação ao farelo fino de trigo.

Os farelos fino e grosso de trigo podem ser utilizados como alimentos alternativos na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABITRIGO. O papel do trigo na evolução da humanidade Disponível em: < http://www.abitrigo.com.br/historia_do_trigo2a.asp >. Acesso em: 25 de agosto de 2005.

BORGES, F.M.O. et al. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus sub-produtos para frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, V.55, n 6, p.710-721, 2003.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos na nutrição de ruminantes** Piracicaba: Livrocetes, 1979. p.380.

DUTRA, A.R. et al. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.4, p.797-805, 1997.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALETI, R.L. Qualidade da matéria-prima e novos testes laboratoriais como instrumento de maximização da dieta balanceada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.296- 321.

FETZER, F. A. Uma proposta para ser discutida. Disponível em: <<http://www.agromil.com.br/triticultura.htm>>. Acesso em: 06 setembro 2005.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.

HEINRICH, A.J.; LAMMERS, B.P. Particle size recommendations for dairy cattle. In: Silage: Field to Feedbunk. Hershey, Pennsylvania, 1997. **Proceeding**. Ithaca, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1997, p.268-277.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.

KASKE, M.; Von ENGELHARDT, W. The effect of size and density on mean retention time of particles in the gastrointestinal tract of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.63, p.683, 1990.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; SAN SOET, P.J. Standardization of procedure for nitrogen fraction of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, p.347-358, 1996

LIMA, M.L.M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

MALAFAIA, P.A.M. et al. Determinação das frações que constituem a proteína bruta de alguns volumosos e concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.302- 305.

MALAFAIA, P.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal de fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.4, p.790-796, 1998

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulações de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG; 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle 2001. Seventh Revised Edition. Washington, DC: National Research Council. National Academic Press, 2001. 7 th ed.

NUNES, R.V. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de sub-produto de trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

POPPY, D.P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.94, n.2, p.275-280, 1980.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG:Universidade Federal de Viçosa, 2002. 233p

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SVIHUS, B. et al. Effect of method of analysis and heat treatment on viscosity of wheat, barley and oats. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam, v.88, n.1, p.1-12, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética**. Versão 8.0. Viçosa – MG (manual do usuário), 1998.150p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.2, p.522-532, 1994.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.