



UFSM

Dissertação de Mestrado

**FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS DE CONCENTRADOS
ENERGÉTICOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

RAQUEL FRANCO DE LIMA

PPGZ

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2004

**FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS DE CONCENTRADOS
ENERGÉTICOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

por

Raquel Franco de Lima

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal –
Nutrição Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia.

PPGZ

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS DE CONCENTRADOS
ENERGÉTICOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

elaborada por
Raquel Franco de Lima

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof.^a. Dr.^a. Maria Beatriz Fernandez Gonçalves
(Presidente/Orientadora)

Dr.^a. Leila Picolli da Silva

Prof. Dr. José Laerte Nörnberg

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004.

Dedico este trabalho à minha
companheirinha, Manuela.
A mamãe te ama.

AGRADECIMENTOS

Em 1997 ingressei no Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Em 2000 nasceu a Manuela e pensei em adiar o curso, mas com o apoio do Davi, dos meus pais, do Leo e da minha turma me formei em 2001; ingressei na pós-graduação em 2002 e hoje estou aqui, agradecendo e dividindo esta conquista com todos aqueles que, direta e indiretamente, me ajudaram a chegar onde cheguei;

Principalmente os meus pais, Evilásio e Liane, motivo de orgulho, que me deram toda sustentação que precisei com muito esforço e trabalho;

Aos meus colegas que se tornaram amigos, que se tornaram irmãos: Gabi, Karen, Adriano, Paulo, Gringa, Juci, Dê, vou guarda-los a sete chaves no meu coração não importa o quão longe estiverem;

A minha turma de graduação, que sinto saudades, e a do pós graduação, que foi especial, pelas novas amizades e por aquelas que se fortaleceram, incluindo a Olirta que se tornou parte da nossa turma;

Aos avós paternos da Manuela, sempre solícitos quando precisei;

A Profa. Maria Beatriz, agradeço a oportunidade de trabalhar com a Comunidade Nidalense, em especial com o Prof. Laerte, que me acolheu nesta grande família e, com os Tropeiros do NIDAL e as Meninas Superpoderosas, que me auxiliaram no laboratório;

E agradeço, especialmente, a duas pessoas muito importantes nestes dois anos de mestrado, a Dra Leila Picolli da Silva, por acompanhar e orientar este projeto deste o início com a dedicação e a competência que um verdadeiro orientador possui, meu muito obrigado pela convivência que me fez crescer profissional e pessoalmente, e ao Henrique por agüentar os meus dias cinzentos e me dar dias lindos de sol.

“De tudo ficaram três coisas: a certeza de que está sempre começando; a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria tudo interrompido antes de determinar.

Por isso fazer da interrupção um caminho novo; fazer da queda um passo de dança; do medo uma escada; do sonho uma ponte e da procura um encontro”.

Fernando Sabino

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	4
2.1 Caracterização dos carboidratos.....	4
2.2 Métodos para determinação dos diferentes carboidratos.....	7
2.3 Uso de grãos de cereais e subprodutos na alimentação animal	10
2.4 Carboidratos na nutrição de ruminantes.....	14
2.5 Carboidratos na nutrição de não ruminantes.....	16
3. MATERIAL E METODOLOGIA	19
3.1 Local e Época.....	19
3.2 Material experimental.....	19
3.3 Acondicionamento e preparo das amostras.....	19
3.4 Análises bromatológicas.....	20
3.4.1 Determinação das frações dos carboidratos.....	20
3.4.1.1 Açúcares simples ou mono e oligossacarídeos (AS).	21
3.4.1.2 Amido disponível (AD) e amido resistente (AR).....	21
3.4.1.3 Fibra total (FT).....	22
3.4.1.4 Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).....	22
3.4.1.5 Fibra solúvel (FS).....	23
3.5 Análises micotoxicológicas.....	23
3.6 Delineamento experimental e análise estatística.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Composição bromatológica.....	25
4.2 Fracionamento dos carboidratos.....	27
4.2.1 Açúcares simples.....	28
4.2.2 Amido disponível e Amido resistente.....	30

4.2.3 Fibra total.....	34
4.2.4 Fibra em detergente neutro e fibra solúvel.....	36
4.3 Agrupamento dos alimentos.....	38
5. CONCLUSÕES.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
7. APÊNDICES.....	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos analisados.....	26
TABELA 2 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para os teores de açúcares simples (AS) dos concentrados energéticos...	29
TABELA 3 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o conteúdo de amido disponível (AD) dos alimentos estudados.....	30
TABELA 4 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o teor de amido resistente (AR) dos concentrados analisados.....	32
TABELA 5 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o conteúdo de fibra total (FT) das amostras analisadas.....	35
TABELA 6 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e valores médios de fibra solúvel (FS) dos concentrados energéticos.....	37
TABELA 7 - Valores médios, mínimos e máximos dos grupos formados pelos diferentes concentrados energéticos, considerando as medidas de AD, AR, AS, FT, FDN e FS.....	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Fracionamento dos Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro, adaptado de Hall (2000).....	9
FIGURA 2 -	Grão de trigo ilustrando as principais estruturas da cariopse, adaptado do Manual da EMBRAPA – CTAA.	10
FIGURA 3 -	Sistema empregado para o fracionamento de carboidratos.....	21
FIGURA 4 -	Agrupamento dos alimentos em função do conjunto de frações dos carboidratos.....	39
FIGURA 5 -	Distribuição das frações dos carboidratos nos grãos de milho e sorgo, trigoilho e FAI1, classificados no G1.....	40
FIGURA 6 -	Distribuição das frações dos carboidratos na polpa de citrus, representante do G2.....	41
FIGURA 7 -	Distribuição das frações dos carboidratos nos farelos de trigo Vacaria (FTV) e Santa Rosa (FTS) e nos farelos de arroz Pantano (FAI5), Pelotas (FAI19), São Lourenço (FAI20) e São Borja (FAI50), classificados no G3.....	43

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS DE CONCENTRADOS ENERGÉTICOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Autora: Raquel Franco de Lima
Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Beatriz Fernandez Gonçalves
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar grãos e subprodutos rotineiramente utilizados na alimentação animal através do fracionamento de carboidratos, para um melhor aproveitamento da potencialidade destes alimentos como energéticos. Foram determinadas as frações: açúcares simples (AS), amido disponível (AD), amido resistente (AR), fibra total (FT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel (FS) dos concentrados energéticos grãos de milho e sorgo, polpa cítrica, farelo de trigo, trigoilho e farelo de arroz integral, classificados através da análise multivariada de agrupamento de acordo com as frações de carboidratos analisadas. As variações nos teores de açúcares simples, amido disponível, amido resistente, fibra total, fibra em detergente neutro e fibra solúvel analisados através da análise multivariada, permitiu classificar os alimentos concentrados energéticos em, pelo menos três grupos, com características de composição em carboidratos semelhantes dentro de si e distintas entre si. No primeiro grupo, milho, sorgo e trigoilho apresentaram os maiores valores de AD e AR e menores de AS, FT, FDN e FS; no segundo, formado pela polpa cítrica predominou os teores superiores de AS, FT e FS; medianos de FDN e inferiores de AD e AR; e o último grupo correspondeu aos valores mais altos de FDN, intermediários de FT, FS e AD e baixos de AR e AS agrupando os farelos de trigo e arroz. Os resultados obtidos aliados à boa repetibilidade das técnicas adotadas para o fracionamento e à análise multivariada permitem a utilização do mesmo para melhor identificar os componentes dos carboidratos que compõem os alimentos, principalmente os subprodutos e um melhor aproveitamento dos alimentos avaliados como energéticos nas dietas das diferentes espécies animais.

ABSTRACT

Master Science Dissertation
Animal Science Post Graduation Program
Universidade Federal de Santa Maria

**CARBOHYDRATES FRACTIONAMENT OF ENERGETIC CONCENTRATE
USED FOR ANIMAL FEEDING**

Author: Raquel Franco de Lima
Adviser: Dra. Maria Beatriz Fernandez Gonçalves
Local and Date: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004

The present work was the objective to evaluate grains and byproducts used on animal feeding, based on carbohydrates fractionate for a best potential utilization of this feeds like energetic. Were determinate the fractions: simples sugars (SS), digestible starch (DS), resistant starch (RS), total fiber (FT), neutral detergent fiber (FDN) and soluble fiber (FS) of energetic concentrates corn and sorghum grain, citric pulp, wheat bran, middling wheat and rice bran, classified by the multivariate analysis in groups of the according with the carbohydrates constitute principal fractions. The variations in teors of simples sugars, digestible starch, resistant starch, total fiber, neutral detergent fiber and soluble fiber analysed left to establish the feeds energetic concentrate, being possible to get at least three energetic groups with characteristics in compose in carbohydrates similars and differents between themselves. On the group first, corn, sorghum, middling wheat show the higher values of AS and RS and lower to SS, FT, FDN and FS; on the second, formed by the citric pulp predominated the superior teors of SS, TF and FS; medium of FDN and lowers of DS and RS; and the last group correspond to the higher values of FDN, intermediate of TF, FS and DS and lowers of RS and SS grouping the wheat mill and rice bran. The obtain results, allied the good repeatability of the used methods to the partitioning realization and the multivariate analysis live the used of this to identify the carbohydrates components who compose the feeds, mainly the byproducts and contributing of a best potential utilization of this feeds like energetic in diets of the different animal species.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da composição química dos alimentos é o ponto de partida para o entendimento dos processos fisiológicos responsáveis pela transformação dos compostos complexos até a formação de produtos de origem animal, principalmente em função da disponibilidade de energia e de outros nutrientes.

O organismo animal utiliza como principal fonte de energia os carboidratos, que constituem de 50 a 80% da matéria seca dos volumosos e dos grãos, respectivamente (Van Soest, 1994); o que justifica o uso dos cereais e/ou seus subprodutos na alimentação animal.

Entretanto, os carboidratos incluem uma grande variedade de compostos orgânicos que possuem perfis de fermentação e digestão diferentes e, portanto, proporcionam produtos metabolizáveis que se comportam de maneira distinta no organismo animal. Segundo Mertens (1996) os carboidratos têm sido caracterizados como fibrosos (CF); representados pela celulose e hemiceluloses insolúveis, que são lenta e incompletamente digeríveis e ocupam espaço no trato gastrintestinal; e os não fibrosos (CNF); representados pelos açúcares solúveis, amido e pectina que são rápida e completamente digeríveis no trato digestivo.

Na alimentação de ruminantes a suplementação com grãos de cereais e seus subprodutos tornou-se uma prática comum, principalmente em regiões agrícolas. Entretanto esta pode conduzir a distúrbios nutricionais, dentre eles a acidose ruminal, provocada pelo aumento no consumo de carboidratos solúveis facilmente fermentáveis, fornecidos em excesso ou indiscriminadamente na dieta, o que leva à produção de quantidades

excessivas de ácido láctico gerado pela fermentação, principalmente do amido, e conseqüente redução no pH ruminal, abrindo espaço para desordens metabólicas.

Porém alguns polissacarídeos solúveis não amiláceos como as pectinas, arabanos e β -glucanas, possuem características energéticas de concentrado e fermentativas de volumoso, não sendo fermentadas à lactato. Isto sugere que alimentos ricos nestes compostos são excelentes fontes energéticas, uma vez que não provocam desordens de saúde, redução na eficiência ruminal ou no desempenho animal associadas à acidose láctica.

Em contrapartida, para animais não ruminantes, que tem sua dieta baseada em grãos, a presença de polissacarídeos não amiláceos é considerada um fator antinutricional (Choct, 1997), pois estes componentes, quando dissolvidos em água produzem soluções viscosas que influenciam a digestão e absorção do amido, dos lipídios e da proteína no intestino delgado. Por outro lado, alguns carboidratos indigestíveis por enzimas do organismo animal, são potencialmente degradados pela microbiota intestinal, estimulando o crescimento e/ou a atividade de uma ou um grupo restrito de bactérias que agem benéficamente no trato digestivo, sendo estudados pela sua ação prebiótica (Silva, 2002).

Com base nestas diferentes características de fermentação e digestão dos carboidratos pelo organismo de ruminantes e não ruminantes, verifica-se a importância de identificar e quantificar as frações deste nutriente, já que o aporte energético por seus componentes e a sua atuação no organismo animal diferem e influenciam no aporte energético e na manutenção de um ambiente ruminal e intestinal apropriado para manter o desempenho e a saúde animal nestas espécies.

Além disso, dentro de um contexto que visa reduzir os custos de alimentação através do uso de ingredientes alternativos ou melhorar o balanceamento dos nutrientes nas rações, criar subsídios que melhor identifiquem os componentes químicos dos alimentos, principalmente dos

subprodutos, permitirá uma melhor aplicação destes na dieta das diferentes espécies animais, e conseqüentemente, um uso mais racional e eficiente dos alimentos e a manutenção da saúde animal.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar grãos e subprodutos rotineiramente utilizados na alimentação animal através do fracionamento de carboidratos, para um melhor aproveitamento da potencialidade destes alimentos como fontes energéticas.

2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

2.1 Caracterização dos carboidratos

A oxidação da maioria dos carboidratos é a principal via metabólica de liberação de energia, contribuindo com aproximadamente 80% do total de calorias ingeridas pelos animais (Silva, 2002). De acordo com o grau de polimerização, os carboidratos são classificados em monossacarídeos (um monômero), oligossacarídeos (2-20 monômeros) e polissacarídeos (> 20 monômeros) (Evers et al., 1999).

Os carboidratos mais simples são os monossacarídeos, unidades formadoras das demais classes, constituídos de 3-7 carbonos unidos por ligações covalentes simples e representados principalmente pela glicose e frutose; os oligossacarídeos correspondem aos carboidratos de cadeia curta, unidos por ligações glicolíticas, cujo principal representante é a sacarose e a celobiose; os polissacarídeos incluem carboidratos com cadeias superiores representados principalmente pelo amido e pelos polissacarídeos não amiláceos (PNA) que englobam a celulose, hemiceluloses e substâncias pécicas (Silva, 2002; Valadares Filho & Cabral, 2002; Hall, 2000; Evers et al., 1999).

Nos grãos maduros, os açúcares simples (mono e oligossacarídeos) são de baixa ocorrência na forma livre, encontrando-se em maiores concentrações no embrião. No entanto, são de extrema importância na formação dos componentes estruturais e de reserva do grão (Evers et al., 1999). Conforme Hall (2000) a polpa de citrus pode conter mais de 20% da

sua MS composta por açúcares simples, sendo este teor variável de acordo com a espécie e cultivar de citrus que a origina.

O amido é o carboidrato de maior abundância em todos os grãos de cereais. Em revisão feita por Huntington (1997), o conteúdo de amido do trigo (77%) foi o mais alto entre os grãos, seguido pelo milho e sorgo (72%) e chegando a 57-58% na cevada e aveia. Sua estrutura é arranjada em dois tipos de polímeros: amilose (molécula linear com ligações α 1-4 de glicose) e amilopectina (polímero de glicose α 1-4 com ramificações β 1-6) (Van Soest, 1994). A proporção entre estes polímeros difere entre as fontes, mas o valor típico é 75% de amilopectina para 25% de amilose (Eliasson & Gudmundsson, 1996). No entanto esta razão pode alterar-se significativamente e influenciar o teor de amido resistente (AR), que segundo Goñi et al. (1996) é definido como sendo “a soma de amidos e produtos de sua degradação, não absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis”. Esta quantidade de amido indigestível nos cereais dependerá, além da proporção entre os polímeros amilose: amilopectina, da cristalinidade; grau de gelatinização e dos tratamentos, principalmente os térmicos, usados no processamento dos grãos (Sambucetti & Zuleta, 1996; Goñi et al., 1996).

Os polissacarídeos da parede celular ou não amiláceos (PNA) são representados por três grupos principais: a celulose; as hemiceluloses e as substâncias pécicas (Choct, 1997). Juntos, os PNA representam a fração fibra total determinada nos alimentos e, dependendo da solubilidade dos seus componentes, pode ser fracionada em solúvel e insolúvel. A fibra insolúvel, segundo Jeraci & Van Soet (1990), é composta pela celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina, tanino e outros compostos minoritários, enquanto a fibra solúvel é representada pelas hemiceluloses solúveis e substâncias pécicas (Van Soest et al., 1991).

De acordo com estas características o conceito de fibra evoluiu ao longo dos anos, principalmente pelo interesse dos pesquisadores da área de

nutrição humana e de animais não ruminantes, em função dos efeitos positivos e negativos associados a este carboidrato no organismo destas espécies. Atualmente, segundo Silva (2002), a fibra dietética ou alimentar é definida como sendo a soma dos PNA e outros compostos indigestíveis, como a lignina, os taninos, alguns compostos minoritários e amido resistente. Apesar da polêmica em incluir o amido resistente na fração de fibra deve-se considerar que este composto também é resistente a ação enzimática no intestino delgado e está sujeito a fermentação bacteriana no intestino grosso (com produção de ácidos graxos voláteis), sendo assim, o mesmo assume propriedades fisiológicas de um polissacarídeo fibroso (Sambucetti & Zuleta, 1996).

A celulose é o principal polissacarídeo formador da parede celular das plantas e dos grãos. Com elevado peso molecular, é composta por resíduos de D-glicopiranoses unidos por ligações β 1-4 em longas cadeias lineares, as quais podem se unir por pontes de hidrogênio (Aman & Westerlund, 1996), bem como, se associar a outros polímeros, como a lignina, o que altera significativamente a digestibilidade deste carboidrato. Esta conformação explica a maior resistência da celulose à degradação microbiana e enzimática e a hidrólise ácida (Theander et al., 1989).

As hemiceluloses são representadas por polissacarídeos solúveis em álcali, principalmente, as arabinoxilanas ou pentosanas e as β -glucanas (Barneveld, 1999; Choct, 1997). Estes polímeros, quando não ligados à lignina, podem ser parcialmente solúveis em água dependendo da sua composição química (Van Soest, 1994).

Segundo Choct (1997), grãos de milho e sorgo contêm pouca quantidade de PNA solúvel, enquanto o trigo, centeio e triticale contêm substanciais quantidades de PNA solúveis e insolúveis, principalmente as arabinoxilanas. Já na cevada e aveia, predominam as β -glucanas.

O termo pectinas refere-se a uma mistura complexa de polissacarídeos coloidais os quais podem ser parcialmente extraídos em

água (Theander et al., 1989) e encontram-se associadas à parede celular das plantas. São constituídas por resíduos de ácido galacturônico unidos linearmente por ligações α 1-4 com inserções de arabanos e, às vezes, galactanas nos extremos da cadeia. Este PNA encontra-se principalmente na lamela média e parede primária dos vegetais (Van Soest, 1994). Subprodutos como a polpa de citrus, polpa de beterraba e casca de soja contém 29; 33,7 e 20% de pectina, respectivamente (Hall, 2000), sendo encontradas em pequenas quantidades (menos de 1%) na parede celular dos grãos de cereais (Theander et al., 1989).

2.2 Métodos para determinação dos diferentes carboidratos

Pelo método de Weende, tradicionalmente usado para determinar a composição química dos alimentos, os carboidratos totais são divididos em duas frações, a fibra bruta (FB) e os extrativos não nitrogenados (ENN) representando os carboidratos insolúveis e os solúveis, respectivamente. Entretanto, esta metodologia é limitante, uma vez que parte da hemicelulose e lignina são solubilizadas nas digestões ácida e alcalina e, como consequência, estes dois componentes indigestíveis tornam-se parte da fração ENN que é obtida subtraindo-se de 100 o valor total dos outros nutrientes do alimento (EE, MM, FB, PB e água). Este fato leva a erros na estimativa do valor nutritivo do alimento (Van Soest, 1994).

Segundo Jeraci & Van Soest (1990) a fibra não é uniforme, quimicamente ou em suas propriedades nutritivas e biológicas, portanto a medida das suas frações solúveis e insolúveis é nutricionalmente relevante. Convencionalmente a fibra insolúvel é determinada como fibra em detergente neutro (Jeraci & Van Soest, 1990). Este sistema detergente estima a matriz insolúvel da parede celular e os seus principais componentes (Van Soest, 1994). No tratamento em detergente neutro o resíduo (FDN) representa os principais componentes insolúveis da parede celular: lignina, celulose e

hemiceluloses; e no tratamento com detergente ácido estima as frações solúveis (hemiceluloses e proteínas da parede celular) e insolúveis (basicamente celulose e lignina) em ácido, sendo que o resíduo obtido em detergente ácido (FDA) é usado para estimação seqüencial de lignina, cutina, celulose, nitrogênio indigestível e sílica (Picolli & Ciocca, 1999).

O método original foi aplicado inicialmente para volumosos, e a sua aplicação subsequente para grãos de cereais revelou interferência pelo amido, ocasionando modificações na metodologia com a utilização de amilases (Van Soest et al., 1991; Jeraci e Van Soest, 1990).

Com base no conceito de fibra alimentar, recentes métodos foram desenvolvidos com o intuito de se determinar, principalmente, o teor de fibra solúvel do alimento. Estes podem ser divididos em dois grupos: os enzimico-gravimétricos e enzimico-químicos. Entre os principais do primeiro grupo esta o de Prosky et al. (1992), adotado pela AOAC (1995), que divide a fibra nas frações insolúveis e solúveis em água, onde os teores de fibra total e insolúvel são determinados analiticamente e o teor de fibra solúvel é estimado por diferença. No segundo, o de maior destaque é o método de Englyst e colaboradores em 1982, que considera a fração fibra como sendo a fração de polissacarídeos não amiláceos após a remoção do amido, determinando o teor de PNA total, solúvel (não-celulósicos) e insolúvel dos alimentos e identificando, por cromatografia gasosa, os açúcares que compõem os PNA (Englyst, 1989).

No sistema de fracionamento dos carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) proposto por Hall (2000) e esquematizado na Figura 1, a fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) é estimada pela diferença entre os resíduos da solubilização em etanol e solução detergente neutra; e a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), amido e açúcares mono e oligossacarídeos são determinados analiticamente.

As análises para quantificação do teor de amido, na sua grande maioria, são enzimáticas e envolvem a gelatinização do amido, hidrólise e

medida do produto final (glicose), sendo que a precisão da análise depende de dois fatores em especial: a especificidade das enzimas utilizadas e a completa hidrólise do amido em glicose (Hall, 1997). O amido resistente pode ser determinado por métodos diretos, quantificando o seu teor nos resíduos obtidos após remoção do amido digestível e por métodos indiretos, que estimam como sendo a diferença entre amido total e amido digestível (Goñi et al., 1996).

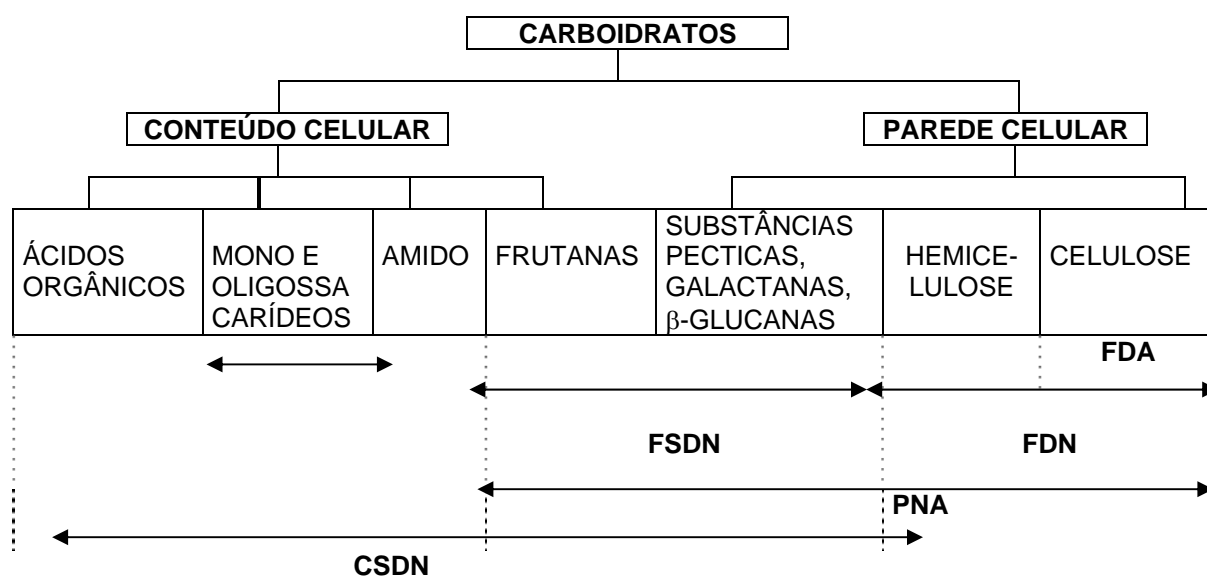


Figura 1 - Fracionamento dos Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro, adaptado de Hall (2000)

A especificidade das metodologias que vêm sendo desenvolvidas para determinação dos constituintes dos carboidratos, incluindo mais recentemente, o conteúdo de amido e PNA dos alimentos, demonstra a importância nutricional dos carboidratos, não como uma entidade única, mas como frações distintas que exerce efeitos diferenciados no organismo animal.

2.3 Uso de grãos de cereais e subprodutos na alimentação animal

Os grãos de cereais e seus subprodutos são a principal fonte de energia nas dietas animais. Segundo Newman (1994) *apud* Silva (2002), os carboidratos compõem mais de 80% dos grãos de cereais, dos quais 70 a 80% são constituídos por amido, 10 a 30% são PNA e 1 a 3% são açúcares simples.

Botanicamente, o grão ou cariopse (Figura 2) é composto principalmente pelo gérmen, que compreende o eixo embrionário e o escutelo, rico em enzimas, lipídios e proteínas; o endosperma, maior tecido do grão é responsável pelo acúmulo de substâncias de reserva, predominando o amido; a aleurona, camada mais interna que reveste o endosperma é formada por arabinoxilanas e β -glucanas, principalmente; e o pericarpo, formado por várias camadas que protegem e sustentam o crescimento do endosperma e do embrião, constituído principalmente por arabinoxilanas, celulose e lignina (Evers et al., 1999; Lima & Viola, 2001).

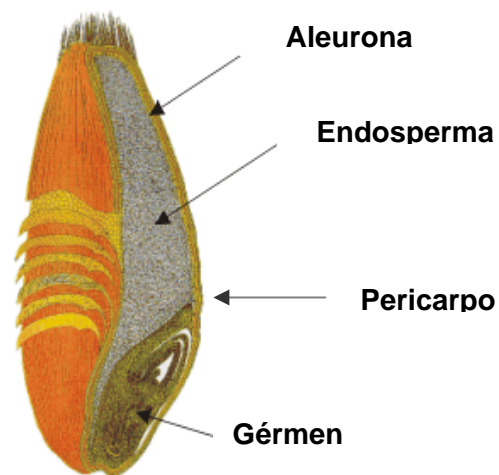


Figura 2 - Grão de trigo ilustrando as principais estruturas da cariopse, adaptado do Manual da EMBRAPA – CTAA

Entre os grãos produzidos mundialmente, em ordem de produção, esta o arroz, trigo, milho e sorgo (Costa, 2001). Destes, o arroz e o trigo são os cereais de consumo predominantemente humano, mas ao serem processados originam subprodutos destinados à alimentação animal; enquanto o milho e sorgo são usados principalmente para o arraçamento animal

O milho é o suplemento energético por excelência nas dietas animais. Entretanto, em determinadas épocas do ano, a disponibilidade de outros cereais e/ou subprodutos podem substituir, integral ou parcialmente, este cereal. É o caso do trigoilho, farelo de arroz, o sorgo e a polpa de citrus que, conforme a tabela de composição de alimentos do NRC (1996) quando comparados ao milho (88% NDT), contem 83%, 70%, 76%, e 82% de nutrientes digestíveis totais, respectivamente.

A utilização do trigo na alimentação de aves e suínos, quando comparada ao milho, é influenciada pelo preço, disponibilidade, o valor nutricional e a classificação, sendo que o grão integral normalmente só é destinado ao consumo animal quando possui classificação inferior; como o trigoilho: grão de trigo pouco desenvolvido, mal granado ou chocho, resultante de lotes cujo peso específico é menor que o exigido na moagem (Lima & Viola, 2001). No entanto, o farelo de trigo obtido durante o beneficiamento para obtenção de farinha é composto pelo pericarpo, gérmen e camada de aleurona, é principal subproduto do trigo destinado a alimentação animal, (Picolli, 1997).

Existem vários trabalhos comprovando os bons resultados da substituição do milho pelo farelo de trigo nas diferentes espécies. Soares et al. (2001) avaliaram a substituição de 0, 33, 67 e 100% do milho pelo farelo de trigo em dietas para vacas leiteiras alimentadas com 70% de silagem de milho na base da MS e concluíram que o FT pode substituir em até 100% o milho em dietas de vacas em lactação produzindo 20 kg de leite/dia, sem afetar a produção.

Na indústria arroseira, entre os resíduos do processamento, esta o farelo de arroz integral, também constituído pelo pericarpo e gérmen, além de quantidades variáveis de casca e arroz quebrado. Este derivado do arroz é considerado uma excelente fonte energética, devido ao seu alto teor de óleo apresentando também alto teor de proteína e alta composição em minerais, apesar disto, na alimentação avícola seu uso é limitado pelo alto teor de polissacarídeos não amiláceos, considerado um fator antinutricional (Conte et al., 2001). Segundo estes mesmos autores, o emprego de preparados enzimáticos, cada vez mais usuais no mercado, tem apresentado bons resultados na redução destes fatores, possibilitando a utilização de cereais e subprodutos com altos teores de PNA na alimentação de não ruminantes.

Em ruminantes, Weber et al. (2002), avaliando o ganho de peso de novilhas leiteiras recebendo concentrados com níveis crescentes de substituição do milho por farelo de arroz integral (10, 20 e 40%), não obtiveram desempenho inferior em relação às novilhas que recebiam 100% de milho como concentrado, recomendando o uso deste ingrediente para esta categoria, dependendo da disponibilidade e do custo.

A polpa de citrus é um subproduto da extração do suco de laranja concentrado, composto pelo bagaço, cascas e sementes de laranja, os quais tem como característica comum a presença de grandes quantidades de substâncias pécticas. Embora física e botanicamente seja classificada como carboidrato estrutural, perfazendo um volumoso, sua alta degradabilidade ruminal em termos de matéria seca e fibra a colocam em posição de destaque junto aos concentrados energéticos, comumente substituindo o milho nas rações para ruminantes (Ezequiel, 2001). Embora seja eficiente e rápida, sua fermentação ruminal é acética, reduzindo o aparecimento da acidose, além disso, segundo Van Soest (1994), a pectina possui um sistema próprio de tamponamento no rúmen que dificulta a redução do pH.

Em estudo realizado por Martinez et al. (2003) a substituição de 25, 50 e 75% do milho moído fino por polpa de citrus no concentrado de vacas em terço médio de lactação, mantidas em pastagem de capim-elefante, não afetou a produção de leite e a produção e percentagens de gordura, proteína e sólidos totais, peso vivo, escore corporal e parâmetros sanguíneos para vacas produzindo ao redor de 14 kg de leite por dia. Para não ruminantes, a utilização da polpa se restringe principalmente a eqüinos e coelhos, embora os suínos, segundo Mejía et al. (2001a), também apresentam elevada capacidade de digestão da fibra, mesmo com aumento dos níveis de polpa de citrus na dieta (0, 5, 10, 15 e 20%), sendo que a resposta animal com substituições de até 15% não foi prejudicada (Mejía et al., 2001b).

O sorgo praticamente não é submetido a processos de industrialização, sendo utilizado integralmente na alimentação animal. O amido do grão de sorgo é geralmente considerado menos acessível à degradação enzimática em relação ao amido dos outros grãos (Wester et al., 1992).

No entanto, em termos de desempenho, Peixoto et al. (2003), avaliando a forma de fornecimento do grão de sorgo como fonte energética para bezerras de corte, concluíram que tanto grão de sorgo seco moído quanto à silagem de grão úmido, não afetaram a eficiência biológica dos animais. Em não ruminantes, o grão de sorgo pode ser considerado um ótimo substituto do milho em rações para frangos de corte, pois a inclusão de diferentes níveis deste na dieta não alterou o desempenho, o rendimento de carcaça e a qualidade da carne (Garcia et al., 2003).

Considerando que na produção animal a alimentação tem sido responsável pela maior parte dos custos, os subprodutos podem ser vistos como uma alternativa viável, quando seu preço estiver conveniente. Entretanto, muitos são os subprodutos disponíveis no mercado, mas pouco se sabe sobre seu valor nutricional, principalmente no que diz respeito aos carboidratos.

2.4 Carboidratos na nutrição de ruminantes

Em animais ruminantes, o rúmen reúne as características propícias para o desenvolvimento contínuo de microrganismos, responsáveis pela fermentação pré-gástrica do alimento; devido principalmente as condições de anaerobiose, temperatura (em média 39°C) e pH ruminal que, de modo geral, pode variar de 5,5 a 7,0 (Van Soest, 1994). No que diz respeito à digestão dos carboidratos, estes são digeridos por ação das enzimas produzidas pelos microrganismos ruminais em glicose, constituindo a principal fonte de energia para manutenção e crescimento dos mesmos (Van Soest, 1994). Os produtos finais desta fermentação incluem os ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato), que são importantes fontes de energia para o animal quando absorvidos pelo epitélio ruminal; bem como, os gases hidrogênio, dióxido de carbono e metano; e proteína microbiana (Rowe et al., 1999).

Pelo Sistema Cornell (CNCPS) os carboidratos podem ser classificados de acordo com a taxa de degradação nas seguintes frações: A: (açúcares) e B1(amido), solúveis em detergente neutro, rapidamente digeridas no rúmen; B2 representada pela FDN, potencialmente digerida pelos microrganismos ruminais e de lenta digestão e C, representada pela fração indigerida ao longo do tempo de permanência no TGI (Sniffen et al., 1992).

Conforme o NRC (1996), aproximadamente toda a fração A é degradada em nível de rúmen, mas uma pequena quantidade pode escapar para o intestino sendo totalmente digerido nesta porção. Já a fração B1 possui uma degradabilidade ruminal variável, dependendo do nível de consumo, tipo de grão e tipo de processamento, a parte desta fração que escapa da degradação em nível de rúmen possui também, digestibilidade variável no intestino, o que depende do tipo de grão e tipo de processamento. A fração B2 é usada para prever a digestão ruminal da fibra e a digestibilidade intestinal e a fração C é considerada como a fração de completa indegradabilidade no trato digestivo do animal.

Estas diferentes frações proporcionam ao animal diferentes perfis de nutrientes metabolizáveis. Os microrganismos produzem mais propionato quando açúcares e amido são fermentados (Strobel & Russel, 1986), fornecendo substrato para a proliferação de microrganismos facultativos produtores de ácido láctico, que reduz o pH ruminal e favorece o desenvolvimento de desordens metabólicas como a acidose. O diagnóstico clínico da acidose requer pH sanguíneo abaixo de 7,35; outros sinais clínicos, tais como, pH ruminal, anorexia, variação no consumo, diarreia e letargia são considerados indicativos de rotina no diagnóstico de acidose em bovinos (Owens et al., 1998). A manutenção contínua do pH ruminal abaixo de 6,0 ainda causa a inibição da celulase e bactérias do rúmen associadas com a digestão da fibra, que são quase que completamente eliminadas. Como resultado, a produção animal como o ganho de peso vivo ou a produção de leite, são afetados negativamente (Barneveld, 1999).

Este distúrbio metabólico ocorre mais freqüentemente em bovinos confinados e em rebanhos leiteiros de alta produção (Cullen et al., 1986), que são animais de alta exigência energética, geralmente alimentados com dietas ricas em grãos, ou seja, amido.

No entanto, segundo Strobel & Russel (1986), os polissacarídeos solúveis não amiláceos (pectinas, arabanos e β -glucanas), apesar de facilmente fermentáveis, não produzem lactato. Dessa forma, alimentos ricos em fibra solúvel (como a polpa de citrus e casca de soja), sejam excelentes fontes energéticas, uma vez que não provocam desordens metabólicas ou desempenho animal relacionado com a acidose láctica.

Gonçalves (2001), avaliando o desempenho de novilhos em campo nativo, suplementados com níveis crescentes de farelo de arroz integral, não observou acidose clínica nem alteração patológica em nível de epitélio ruminal e fígado em animais consumindo até 2% do peso vivo de farelo. Em trabalho realizado por Nogueira et al. (2003), estudando o efeito da substituição do milho por polpa de citrus, concluíram que a inclusão em

níveis crescentes de polpa de citrus em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos resultou em aumento de AGV totais, decréscimo de ácido propiônico e tendência de aumento da relação acetato:propionato, indicativos de condições favoráveis à fermentação ruminal, especialmente no nível de 60% de substituição do milho.

Para bovinos de leite a predominância de nutrientes glicogênicos versus lipogênicos pode afetar a composição ou quantidade de leite e crescimento do animal (Hall, 2000). Avaliando a resposta de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de FDN e amido, Weiss et al. (1989) observaram que tanto a fonte quanto à quantidade de amido (cevada e milho) proporcionam diferenças na porcentagem de gordura do leite, nos padrões de ácidos graxos voláteis no rúmen e na digestão da celulose e FDA. Bonfim e al. (2002a) avaliaram o efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), no consumo de matéria seca e produção de leite de cabras leiteiras alimentadas com dietas à base de feno de alfafa e não verificaram efeito destes na produção de leite ou no consumo de matéria seca. Entretanto, para dietas a base de feno de Tifton 85, os diferentes perfis de CSDN influenciaram de forma quadrática a produção de leite e o consumo, com níveis máximos de amido, açúcares simples e fibra solúvel, para maximização do consumo de 20,06; 9,32 e 13,83%; e para produção de leite de 20,50; 9,89 e 13,62%, respectivamente (Bonfim et al., 2002b).

2.5 Carboidratos na nutrição de não ruminantes

As dietas formuladas para uso de aves e suínos, utilizam como fonte principal de carboidratos os grãos de cereais, sendo o amido a principal fonte de energia. A via de digestão primária em não ruminantes é a enzimática, que ocorre no estômago e no intestino delgado. O principal produto final da degradação dos carboidratos e responsável pelo aporte energético nesta

espécie é a glicose absorvida pelo epitélio intestinal, proveniente principalmente do amido da dieta. Entretanto, entre os diversos constituintes dos carboidratos, os polissacarídeos não amiláceos são responsáveis por muitas atividades antinutritivas, principalmente os solúveis.

Os maiores efeitos prejudiciais para animais não ruminantes estão associados à natureza viscosa destes polissacarídeos, seus efeitos fisiológicos e morfológicos no trato digestivo e a interação com a microflora intestinal (Choct, 1997). De acordo com trabalhos revisados por Silva (2002), o aumento da viscosidade pode ser associado à formação de uma barreira física capaz de dificultar a ação de enzimas e sais biliares no bolo alimentar, causando redução da digestão e absorção dos nutrientes. No entanto, segundo Choct (1997), a utilização de produtos fibrosos por não ruminantes, sem prejuízos, pode ser assegurada com o uso de enzimas específicas que degradem as frações solúveis e insolúveis da fibra.

Os polissacarídeos insolúveis apresentam efeitos na taxa de digestão e na retenção de água (Lima & Viola, 2001). Um importante atributo da fibra insolúvel é sua habilidade em absorver grandes quantidades de água e manter normal a motilidade do intestino, isto é essencial para a consistência da excreta em animais não ruminantes (Stephen & Cummings, 1979 *apud* Choct, 1997). Além disso, a fibra insolúvel, conforme Herrera et al. (2001) estimula e facilita o trânsito digestivo dos alimentos, evita a proliferação de bactérias patogênicas e o surgimento de enterites em coelhos.

Considerando este aspecto da saúde animal e a tendência mundial na redução de uso dos antibióticos nas criações de aves e suínos, muitos dos componentes dos carboidratos indigestíveis por enzimas do organismo animal estão sendo estudados pela sua ação prebiótica (Silva, 2002). O prebiótico, conforme Gibson (1998), é um ingrediente alimentar indigestível que afeta benéficamente o hospedeiro, estimulando o crescimento e/ou a atividade de uma ou mais bactérias benéficas no intestino grosso, melhorando a saúde do seu hospedeiro.

Em relação à utilização de energia proveniente da fibra em não ruminantes, esta é dependente da fermentação intestinal que assegura que os carboidratos indigestíveis sejam extensivamente fermentados e absorvidos como ácidos graxos voláteis (Rowe et al., 1999). No entanto, no uso da fibra como fonte energética, o coelho, por exemplo, apesar da alta capacidade de se alimentar com considerável quantidade de fibra é um animal pouco eficiente, assim como as aves, sendo inferiores neste aspecto, aos eqüinos e suínos (Herrera et al., 2001). Segundo Choct (1997), a utilização de produtos fibrosos por não ruminantes sem prejuízos pode ser assegurada com o uso de enzimas específicas que degradem as frações solúveis e insolúveis da fibra.

Considerando ambas as espécies, ruminantes e não ruminantes, a necessidade de informações adicionais sobre a quantidade de carboidratos solúveis (amido, mono e oligossacarídeos) e insolúveis (fibra total e suas frações) dos alimentos é importante para identificar alimentos que melhor aliem produção ao bem estar animal.

3. MATERIAL E METODOLOGIA

3.1 Local e época

O trabalho experimental foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) pertencente ao Departamento de Zootecnia e no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, ambos pertencentes ao Centro de Ciências Rurais da UFSM, no período de maio a novembro de 2003.

3.2 Material experimental

Foram avaliados seis alimentos concentrados energéticos rotineiramente utilizados na alimentação animal: grão de milho (MIL), grão de sorgo (SOR), polpa de citrus (PC), trigoilho (TRIG), farelo de trigo proveniente de Vacaria (FTV) e Santa Rosa (FTS); e amostras de farelo de arroz integral provenientes de Cachoeira (FAI1), de Pantano (FAI5), de Pelotas (FAI19), de São Lourenço (FAI20) e de São Borja (FAI50); totalizando 11 amostras.

As amostras foram devidamente identificadas quanto à características de origem, cultivo, armazenamento e processamento.

3.3 Acondicionamento e preparo das amostras

Todas as amostras de farelo de arroz integral foram moídas em peneira com crivos de 1,0 mm em moinho tipo Wiley e armazenadas em

potes plásticos que permaneceram hermeticamente fechados, sob condições de congelamento, até o momento da subamostragem e preparação das amostras para as análises laboratoriais. Para as determinações das frações dos carboidratos, estas foram desengorduradas, permanecendo 12 horas em extração com éter de petróleo, sendo posteriormente centrifugadas, retirada à gordura sobrenadante e secas em temperatura ambiente.

As amostras de milho, sorgo, trigoilho, polpa de citrus e farelo de trigo, moídas em peneira com crivos de 1,0 mm em moinho a martelo, devido à heterogeneidade das partículas provenientes desta moagem, foram novamente moídas em micro moinho a fim de se obter um tamanho de partículas adequado para as determinações de fibra, sendo posteriormente, acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados, em ambiente seco.

3.4 Análises bromatológicas

Foram realizadas as determinações de: matéria seca (MS) em estufa a 105°C; matéria mineral (MM) em mufla a 550°C; extrato etéreo (EE) em aparelho Soxhlet e proteína bruta (PB) através da determinação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl ($PB=N \times 6,25$), de acordo com as metodologias adotadas pela AOAC (1995).

3.4.1 Determinação das frações dos carboidratos

O fracionamento realizado encontra-se esquematizado na Figura 3 e teve por base o sistema dos carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) proposto por Hall (2000) sendo feitas algumas alterações quanto às frações a serem determinadas e metodologias adotadas para quantificação das mesmas.

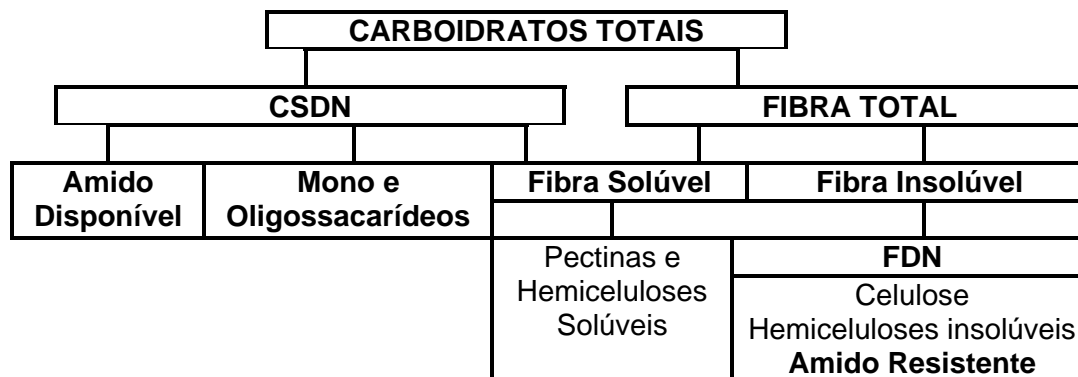


Figura 3 – Sistema empregado para o fracionamento de carboidratos

3.4.1.1 Açúcares Simples ou Mono e Oligossacarídeos (AS)

Esta fração foi determinada pelo método colorimétrico fenol-sulfúrico para medida de carboidratos com baixo peso molecular (mono e oligossacarídeos) (Hall, 2000). As amostras foram submetidas à extração com etanol 80% durante 4hs em agitação e temperatura de 17-22°C. A solução filtrada, após diluições, foi adicionado fenol 5% como reativo de cor e ácido sulfúrico concentrado para hidrolisar os açúcares. Os açúcares resultantes foram medidos em espectrofotômetro a $\lambda = 490$ nm de absorbância.

3.4.1.2 Amido Disponível (AD) e Amido Resistente (AR)

As determinações de amido disponível e amido resistente foram realizadas usando o método proposto pela AOAC (1997) e modificado por Walter et al. (2003a). Esta determinação inclui digestões enzimáticas seqüenciais com amilase (Termamyl 120L[®]), amiloglicosidase (AMG 300L[®]) e protease (Flavourzyme 500L[®]) para hidrólise do amido e da proteína. Os açúcares resultantes desta digestão foram quantificados em

espectrofotômetro a $\lambda = 505$ nm de absorvância, utilizando o kit glicose oxidase-peroxidase (GOP) como reativo de cor.

Todas as enzimas utilizadas foram gentilmente fornecidas pela Novozymes Latin American Limited e mantidas em ambiente refrigerado a 4°C, conforme recomendação do fabricante. O teor de amido disponível encontrado foi corrigido para o teor de açúcares simples, subtraindo-se estes do valor de AD obtido.

3.4.1.3 Fibra Total (FT)

A determinação da fibra total foi realizada segundo o método enzimático-gravimétrico proposto por Prosky et al. (1992) e adotado pela AOAC (1995), que consta em sucessivas digestões com amilase (Termamyl 120L[®]), amiloglicosidase (AMG 300L[®]) e protease (Flavourzyme 500L[®]) e posterior precipitação da fibra em solução de etanol 78%. A amostra foi filtrada, utilizando lã de vidro como auxiliar de filtração (Silva et al., 2003a) e os resíduos remanescentes foram lavados com etanol 92% e acetona, sendo secos a 105° C. Foram feitas, em cada duplicata, determinações de cinzas e proteína, com a finalidade de se obter valores corrigidos de fibra.

3.4.1.5 Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN)

A FDN foi determinada conforme o procedimento proposto por Van Soest et al. (1991) com algumas alterações propostas por Silva et al. (2003a), que implicam na redução de amostra e solução detergente neutra, sendo utilizada na etapa de digestão 0,350 g de amostra e 35 ml de solução detergente neutra, e adicionada 40 μ l de enzima α -amilase (Termamyl 120L[®]). Após a filtragem, feita também com auxílio de lã de vidro, os

resíduos foram lavados com água quente e acetona e posteriormente corrigidos para cinzas e proteína insolúveis.

3.4.1.5 Fibra Solúvel (FS)

O conteúdo de fibra solúvel foi obtido pela subtração da fibra insolúvel em detergente neutro do teor de fibra total ($FS = FT - FDN$).

3.5 Análises micotoxicológicas

Estas análises foram gentilmente realizadas pelo Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da UFSM nas amostras de farelo de arroz, em virtude do elevado teor de gordura destas e a suspeita de deterioração de uma das amostras por conservação imprópria no local da coleta. Foram feitas as determinações de Ergosterol e das micotoxinas Aflatoxina e Zearalenona.

3.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o completamente casualizado, utilizando-se para a partição dos carboidratos 10 duplicatas por amostra analisada.

Para caracterizar a repetibilidade das determinações de AS, AD, AR, FT, FDN, FS; foram determinadas a média, o desvio-padrão (DP), o coeficiente de variação (CV) e o intervalo de confiança (IC) para cada amostra.

Com o propósito de reunir os alimentos avaliados semelhantes entre si com base no conjunto de frações de carboidratos determinadas (AS, AD, AR, FT, FDN e FS), os concentrados energéticos foram agrupados de acordo

com a semelhança entre estas frações, através da análise multivariada de agrupamento (“Cluster analysis”), utilizando o método de Ward, segundo Hair Jr et al. (1998). Os grupos formados foram comparados pelo Teste F e suas variáveis submetidas à análise de variância, sendo as médias dos grupos comparadas por Tukey ao nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos concentrados energéticos analisados encontram-se na Tabela 1.

O maior teor de MS e MM foi encontrado para o FAI50 (90,94% e 11,36%, respectivamente). Para os demais alimentos os valores de MS variaram de 86,95 (SOR) a 89,61 (FAI19) e cinzas de 1,20 (MIL) a 11,31 (FAI5). Em relação aos teores de proteína os valores obtidos, em ordem decrescente foram para FAI19, FTV, FTS, FAI20, FAI50, FAI1, TRIG, FAI5, SOR, PC e MIL. Para os valores de gordura destacaram-se os farelos de arroz com os maiores teores, que variaram de 8,43 %(FAI1) a 21,53% (FAI19), fazendo-se necessário o desengorduramento destas amostras para as análises enzimáticas; pois alimentos com teores de gordura acima de 10% podem prejudicar a ação enzimática nas determinações dos carboidratos (Prosky et al., 1988) ou os lipídios não serem totalmente removidos na precipitação com etanol 80% (Hall, 2000).

Os dados encontrados neste trabalho variaram para alguns nutrientes quando comparados aos valores mencionados nas tabelas de composição de alimentos (Rostagno et al., 2000; NRC, 1996; Emprapa, 1991). No entanto, quando se fala em composição química de grãos e, principalmente de subprodutos, muitos são os fatores que tornam ampla a variação; entre eles o tipo de cultivar, a região de origem, as condições climáticas e de plantio, as condições de armazenamento, a contaminação, o

tipo e o grau de beneficiamento, etc. Além das variações interlaboratoriais, referentes a amostragem, tipo de moagem e tamanho de partícula, conservação, técnicas utilizadas e etc.

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos analisados

Alimento	%MS	%MO*	%MM*	%PB*	%EE*
MIL	87,26	98,80	1,20	7,10	5,81
SOR	86,95	98,68	1,32	7,68	3,07
PC	87,17	95,89	4,11	7,54	3,46
FTV	87,02	89,50	10,50	19,89	4,24
FTS	86,96	96,18	3,82	18,23	1,65
TRIGU	88,18	97,32	2,68	15,71	2,36
FAI1	87,35	91,99	8,01	15,81	8,43
FAI5	88,85	88,69	11,31	13,91	15,58
FAI19	89,61	89,47	10,53	21,96	21,53
FAI20	89,13	91,08	8,92	17,83	15,39
FAI50	90,94	88,64	11,36	16,69	20,04

* Dados expressos na matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= triguilho; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

Os resultados da análise bromatológica do milho concordam com os valores mencionados na literatura, com exceção da gordura, cujo valor ficou acima da média citada (Embrapa, 1991; NRC, 1996, Rostagno et al., 2000 e Lima et al., 2000). Classificando o milho através da análise de conglomerados em função de características nutricionais distintas, Lima et al. (2000) obtiveram valores de extrato etéreo que variaram de 2,05 a 4,97%.

O grão de sorgo apresentou valores que oscilaram entre os citados pelo NRC (1996) para PB, EE e MM (12,6; 3,03 e 1,87%, respectivamente) e pela Embrapa (1991) que apresenta valores de 7,6% de PB e 1,6% de EE.

Os teores de MS e MO obtidos para a PC foram superiores e a MM inferior, aqueles citados por Mejía et al. (2001c) que caracterizando a polpa de citrus seca de origem brasileira amostradas de safras diferentes, obtiveram resultados que variaram de 85,84 a 84,50%; 92,13 a 94,10% e 7,86 a 5,89%, respectivamente. No entanto, os valores de PB e EE situaram-se próximos aos obtidos pelo autor mencionado (7,73 a 8,40% e 2,96 a 3,45%, respectivamente). A variação referente a MM para a polpa, pode estar relacionada com adição de cálcio durante o processo de industrialização (Ezequiel, 2001), elevando o nível de matéria mineral neste subproduto.

Para as amostras derivadas do grão de trigo, os resultados obtidos com o triguilho concordam com Lima & Viola (2001), que citam como padrão exigido para utilização do triguilho na alimentação animal, valores mínimos de PB e EE de 12% e 1%, respectivamente e, valores máximos de 4% de MM. A composição dos farelos está de acordo com a literatura, com exceção do teor de MM do FTV que ficou acima da média, 4,47%, considerando os valores mencionados pelo NRC (1996), Hall (2000) e Rostagno et al. (2000).

Para as amostras de farelo de arroz, Gonçalves (2001), encontrou concentrações protéicas que variaram de 10,97 a 17,61% (média de 13,98% PB) e gordura, de 5,75 a 25,17% (média de 16,17% EE), ficando as médias obtidas neste trabalho dentro destes valores mínimos e máximos. Apenas o FAI19 se distanciou dos demais farelos de arroz quanto ao seu teor protéico (21,96%). O menor teor de gordura, 8,43% para o FAI1, comparado aos demais farelos de arroz, pode ser atribuído à oxidação deste nutriente por fungos que contaminaram a amostra.

4.2 Fracionamento dos carboidratos

Na literatura os estudos em torno de açúcares simples, amido resistente, fibra total e fibra solúvel são recentes e aplicados, principalmente

a nutrição humana, sendo escassas as informações para alimentos destinados a dieta animal; o que gera dificuldades no momento de validar os resultados obtidos neste trabalho através da comparação com os já existentes. Mesmo assim, a repetibilidade intralaboratorial das determinações, considerando o intervalo de confiança, o desvio-padrão e o coeficiente de variação dos dados, foram indicativos de que os valores encontrados para estas frações nos diferentes alimentos analisados estão de acordo com a realidade dos mesmos e, portanto, podem servir de referência para trabalhos futuros.

4.2.1 Açúcares simples (AS)

Os teores médios de açúcares simples e a medidas do intervalo de confiança, desvio-padrão e coeficiente de variação são apresentados na Tabela 2.

Para os valores de açúcares simples, o maior valor encontrado foi 17,83% (PC) e o menor 2,17% (TRIG). O valor médio de AS registrado para PC neste trabalho, foi semelhante ao encontrado por Hall (2000) (18,4% de mono e oligossacarídeos). Os grãos de sorgo e milho obtiveram valores muito próximos (4,57 e 4,42%, respectivamente) e os farelos variaram de 3,29 a 8,47% (FT) e 4,30 a 7,14% (FAI).

O elevado teor de açúcares simples encontrados na polpa explica porque este subproduto possui um maior potencial de iniciar a produção de lactato no rúmen do que os grãos de sorgo e milho, como foi observado por Cullen et al. (1986). Estes autores mediram a produção de ácido láctico *in vitro* de vários alimentos e observaram maior produção em ordem decrescente para cevada flocada a vapor, cevada e trigo, polpa de citrus, polpa de beterraba, milho e sorgo.

Tabela 2 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para os teores de açúcares simples (AS) dos concentrados energéticos

Alimento	Média*	IC	DP	CV
MIL	4,57	6,33-2,82	0,88	19,17
SOR	4,42	5,84-3,01	0,71	16,01
PC	17,83	19,55-16,11	0,86	4,81
FTV	3,29	3,71-2,87	0,21	6,40
FTS	8,47	11,11-5,83	1,32	15,59
TRIG	2,17	2,60-1,74	0,22	9,97
FAI1	5,98	7,24-4,72	0,63	10,52
FAI5	4,30	5,16-3,43	0,43	10,06
FAI19	7,14	8,65-5,62	0,76	10,62
FAI20	4,38	5,42-3,34	0,52	11,91
FAI50	6,39	7,69-5,09	0,65	10,17

* Dados expressos em % da matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= triguilho; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

No entanto, no caso da polpa o aumento na produção de ácido láctico em decorrência da rápida degradação destes açúcares não é linear, como ocorre com o milho e sorgo, por exemplo; devido ao alto teor de fibra solúvel, composta principalmente por pectina, a qual não é fermentada a lactato. Dessa forma, mesmo com uma alta produção inicial de ácido láctico, a polpa de citrus apresenta tendência em manter o pH ruminal mais elevado e aumentar a produção de ácido acético em comparação aos alimentos energéticos tradicionais (Nogueira et al., 2003). Já o milho e sorgo, apesar da baixa capacidade em iniciar a produção de lactato ruminal devido ao baixo teor de mono e oligossacarídeos, apresentam elevadas quantidades de amido com alta fermentabilidade, o que favorece a produção de lactato, bem como sua manutenção podendo causar problemas de acidose.

Considerando a quantidade de amostra e reagente utilizado na metodologia para determinação dos açúcares, os coeficientes de variação calculados foram bons, segundo Goñi et al. (1996), pois ficaram, na maioria, abaixo ou igual a 10%.

4.2.2 Amido disponível (AD) e Amido resistente (AR)

Na Tabela 3 encontram-se as médias de amido disponível dos alimentos analisados e seus respectivos valores de desvio-padrão, intervalo de confiança e coeficiente de variação.

Tabela 3 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o conteúdo de amido disponível (AD) dos alimentos estudados

Alimento	Média*	IC	DP	CV
MIL	68,90	81,56-56,24	6,33	9,10
SOR	72,83	82,43-64,55	4,22	6,29
PC	0,00	-	-	-
FTV	32,28	38,87-25,69	3,30	11,03
FTS	35,50	40,89-30,11	2,70	8,38
TRIG	59,12	65,96-52,29	3,42	6,37
FAI1	50,66	57,86-43,47	3,60	6,92
FAI5	33,49	39,09-27,88	2,80	10,18
FAI19	10,34	12,97-7,70	1,32	15,03
FAI20	34,55	37,49-31,60	1,47	4,58
FAI50	19,70	23,81-15,58	2,06	8,52

* Dados expressos em % da matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= trigoilhão; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

As porcentagens de AD nos concentrados energéticos avaliados variaram de 0,00 % (PC) a 72,83% (SOR).

O valor de amido foi corrigido para a quantidade de açúcares simples encontrado nas amostras porque a maioria dos carboidratos digestíveis (monossacarídeos, oligossacarídeos e amido) presentes nos alimentos possui a glicose como monômero básico, a qual é a unidade final usada nos métodos analíticos para quantificação destas frações. Considerando que a técnica usada para determinação do amido tem como base à medição da glicose resultante da digestão da amostra integral, toda a glicose presente nesta, independente de sua origem, seria quantificada como amido, fornecendo valores errôneos deste componente. Sendo assim, para evitar esta possível superestimação no teor de amido disponível obtido, foi subtraído o conteúdo de açúcares simples quantificado nas amostras.

Outra forma de evitar a contaminação com açúcares simples é lavar a amostra, previamente, com etanol. Nas amostras de polpa analisadas por Hall et al. (1997), o teor de amido encontrado foi 25,8%, entretanto, quando os mono e oligossacarídeos foram pré-extraídos, com etanol 80%, o conteúdo de amido para a mesma amostra de polpa analisada foi de 2%.

O valor de AD para o milho ficou entre os valores citados por Hall (2000) (64%) e por Rostagno et al. (2000) (71,52%). O valor de amido de farelo de trigo citado pela segunda citação também é semelhante ao encontrado neste trabalho (33,78%) e para o sorgo, é inferior (66,13%). Wester et al. (1992) encontraram teores de amido que variaram de 64,3 a 70,3% em diferentes híbridos de sorgo. Segundo revisão feita por Huntington (1997), o conteúdo de amido do milho e sorgo fica em torno de 72%. Já Weiss et al. (1989) obtiveram 64,95% de amido no milho.

Para o subproduto da laranja, o teor de amido na literatura consultada variou de 0,22% (Rostagno et al., 2000) a 1,60% (Hall, 2000).

Na Tabela 4 encontram-se as médias, o intervalo de confiança, desvio-padrão e coeficiente de variação para a fração amido resistente das amostras.

Para a fração de amido resistente as médias encontradas variaram de 2,69% (FTV) a 3,78% (MIL), sendo que os CV obtidos foram excelentes, todos abaixo de 10%.

Tabela 4 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o teor de amido resistente (AR) das amostras analisadas

Alimento	Média*	IC	DP	CV
MIL	3,78	4,28-3,28	0,25	6,66
SOR	3,71	4,16-3,27	0,22	6,04
PC	3,21	3,63-2,79	0,21	6,55
FTV	2,69	3,16-2,23	0,23	8,68
FTS	3,05	3,20-2,90	0,07	2,42
TRIG	3,04	3,31-2,78	0,13	4,38
FAI1	3,72	4,02-3,41	0,15	4,06
FAI5	2,86	3,43-2,29	0,28	9,91
FAI19	3,41	3,97-2,85	0,28	8,22
FAI20	2,93	3,16-2,70	0,12	3,95
FAI50	2,75	3,04-2,45	0,15	5,30

* Dados expressos em % da matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= trigoilhão; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

Em função da razão de sua resistência a digestão, este amido pode ser do tipo fisicamente inacessível (grânulos de amido naturalmente resistentes) e amido retrogradado (Goñi et al., 1996; Champ & Faisant, 1996). Este último é o mais comumente encontrado, pois é resultante, principalmente do processamento térmico (Walter et al., 2003b), que causa modificações na estrutura e/ou rupturas nas moléculas de amilose. Os

fragmentos que se originam desta reação podem se combinar com outras moléculas dando origem a um novo composto, resistente a digestão enzimática no trato gastrointestinal (Storck, et al., 2003). Considerando que os alimentos utilizados no trabalho não foram submetidos a nenhum tipo de processamento intenso, acredita-se que os valores obtidos, tendo em vista também os baixos coeficientes de variação e os estreitos intervalos de confiança, são condizentes aos alimentos analisados.

A influência do processamento foi verificada, em grãos de arroz, por Walter et al. (2003b), cujos resultados obtidos mostraram o aumento nos teores de amido resistente entre as amostras de uma mesma cultivar submetidas a parboilização, o qual foi inversamente proporcional aos teores de amido disponível nestes grãos. Silva et al. (2003b) também observaram que a parboilização causou um decréscimo significativo nos teores de amido disponível (9,0%) e, ao mesmo tempo, um acréscimo médio de 3,7 vezes nos teores de FDN, provavelmente em decorrência da formação de amido resistente entre os cultivares de arroz analisados.

Apesar da determinação do amido resistente comumente não ser realizada para avaliação de ingredientes da dieta animal, a relação inversa do seu teor com o conteúdo de fibra em detergente neutro e, direta com o conteúdo de amido disponível, principalmente de alimentos submetidos a processamento térmico, revelam a importância da sua quantificação, uma vez que, este tipo de amido age como um contaminante do conteúdo de FDN, assim como a lignina, sílica e taninos, embora estes sejam de natureza diversa dos carboidratos.

Na alimentação de não ruminantes isto implica em uma superestimação do teor de FDN e conseqüentemente menor energia na forma de amido. Segundo Storck et al. (2003) e Champ & Faisant (1996), o amido sob esta forma, não sendo digerido no intestino delgado, irá compor a fração fibrosa do alimento e se comportar como tal, sendo fermentado no intestino grosso a ácidos graxos voláteis e/ou agindo no organismo na prevenção de doenças do trato digestivo pela sua ação profilática. Por outro

lado, para ruminantes, esta diferenciação do organismo em relação ao amido resistente não ocorre. Os microrganismos do rúmen fermentam o amido resistente da mesma forma que o amido disponível, embora a velocidade de degradação seja menor. Dessa forma este tipo de amido também pode contribuir para o aparecimento de distúrbios nutricionais como a acidose.

Os coeficientes de variação calculados para o amido disponível, na maioria das amostras, foram iguais ou inferiores a 10% e para o amido resistente, ficaram todos abaixo deste percentual, valores considerados muito bons, segundo Goñi et al. (1996). Além disso, é uma metodologia que também envolve pouca quantidade de amostra e reagentes, como a técnica dos açúcares e, portanto, qualquer erro, determinado ou indeterminado, pode comprometer a confiabilidade dos resultados.

4.2.3 Fibra total (FT)

O conteúdo de fibra total médio, intervalo de confiança, desvio-padrão e coeficiente de variação dos alimentos estudados podem ser observados na Tabela 5.

O valor mais elevado de FT foi encontrado na polpa (60,98%). O grão de sorgo obteve o valor mais baixo (14,76%) e o grão de milho apresentou 17% de FT. Nos subprodutos do trigo, o menor valor coube ao TRIG (20,90%) contra 37,27% de média dos farelos. Entre os farelos de arroz os dados variaram de 23,18% (FAI1) a 37,95% (FAI50). Em trabalho realizado por Picolli (1997) foram registrados valores de FT para o milho e sorgo ligeiramente inferiores aos encontrados neste trabalho, 13,14 e 11,47%, respectivamente, para vários cultivares destes grãos. Os coeficientes de variação observados para a FT foram menores que 10% em todas as amostras analisadas. Segundo Prosky et al. (1992), este percentual para métodos enzimáticos pode ser considerado excelente. Os coeficientes de variação para determinação da fibra dietética total encontrados por Prosky

et al. (1988) em um estudo interlaboratorial ficaram abaixo de 15%, com exceção para amostras que continham pouca fibra dietética total, ao redor de 1%, nestas os CV chegaram a 70%.

As informações referentes à fibra total em alimentos destinados a alimentação animal, assim como o amido resistente, praticamente inexistem. A maioria dos estudos quanto a esta fração, tem por base produtos destinados a alimentação humana. No entanto, a avaliação de sua aplicabilidade para produtos destinados à alimentação animal também é de extrema importância, considerando a possibilidade de se estabelecer relações entre os teores de fibra alimentar (total, insolúvel e solúvel) com diferenciados efeitos fisiológicos que, em última instância, se refletirão diretamente sobre o desempenho animal (Jeraci & Van Soest, 1990).

Tabela 5 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para o conteúdo de fibra total (FT) dos concentrados analisados

Alimento	Média*	IC	DP	CV
MIL	17,00	19,67-14,33	1,34	7,85
SOR	14,76	16,76-12,77	1,00	6,76
PC	60,98	62,49-59,48	0,75	1,23
FTV	39,55	42,52-36,58	1,49	3,76
FTS	35,00	38,46-31,55	1,73	4,93
TRIG	20,90	22,59-19,22	0,84	4,03
FAI1	23,18	27,00-19,37	1,91	8,23
FAI5	37,77	42,92-32,62	2,58	6,82
FAI19	37,93	42,62-33,25	2,34	6,17
FAI20	30,30	33,44-27,16	1,57	5,18
FAI50	37,95	42,33-33,57	2,19	5,77

* Dados expressos em % da matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= triguilho; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

Os valores de FT determinados pelo método adotado pela AOAC, segundo alguns autores (Theander et al., 1989; Englyst, 1989, Sambucetti & Zuleta, 1996), podem estar superestimados pelo teor de lignina e amido resistente. No entanto, considerando que o amido resistente é conceituado como sendo aquela fração do amido que não é digerida pelas enzimas do organismo animal, ela assume característica de digestão semelhante aos polissacarídeos fibrosos, sendo utilizado como tal pelo organismo de não ruminantes.

4.2.4 Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel (FS)

Valores de fibra em detergente neutro, intervalo de confiança, desvio-padrão e coeficiente de variação das diferentes amostras são apresentados na Tabela 6, bem como os valores médios de fibra solúvel.

Os teores de FDN, considerada a fração insolúvel da fibra total, variaram de 11,49% (SOR) a 31,42% (FTV). Para os farelos de arroz o teor mais baixo foi 15,09% (FAI1) e o mais alto 29,74 (FAI5). Nos alimentos derivados do grão de trigo em ordem decrescente ficaram o FTV, FTS e TRIG.

Os valores de FDN citados pelo NRC (1996) para PC, farelo de trigo, milho e sorgo são 23,00; 35,00; 9,00 e 13,30%, respectivamente. De acordo com Rostagno et al. (2000) para estes mesmos alimentos menciona-se valores de 23,99; 45,95; 13,08 e 11,41% na ordem em que se encontram citados; observando, para o farelo de arroz integral e triguilho, médias de 23,88 e 21,23%, respectivamente. Hall (2000) encontrou valores de 42,30; 24,40 e 12,6% de FDN para o farelo de trigo, polpa de citrus e grão de milho.

Em relação à fibra solúvel, a PC obteve os valores mais elevados (39,87%), justificando o seu o maior teor de fibra total (Tabela 5), e o milho o valor mais baixo (2,92%). Entre as cinco amostras de farelos de arroz analisados o teor de FS variou menos (7,94 a 10,70%). As médias de FS

para os farelos de trigo ficaram bastante próximas (7,85 e 8,12%). Já, as do TRIG e SOR ficaram em torno de 3,72 e 3,14%, respectivamente.

Tabela 6 - Média, intervalo de confiança (IC), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e valores médios de fibra solúvel (FS) dos alimentos analisados

Alimento	FDN				FS
	Média*	IC	DP	CV	Média*
MIL	14,18	15,44-12,91	0,63	4,45	2,92
SOR	11,49	13,42-9,55	0,97	8,42	3,14
PC	20,97	21,65-20,28	0,34	1,64	39,87
FTV	31,42	32,15-30,69	0,36	1,16	7,85
FTS	26,94	27,60-26,28	0,33	1,22	8,12
TRIG	17,30	18,10-16,49	0,40	2,33	3,72
FAI1	15,09	17,62-12,56	1,27	8,39	8,00
FAI5	29,74	30,64-28,84	0,45	1,51	8,76
FAI19	28,28	29,29-27,28	0,50	1,78	9,73
FAI20	22,45	23,91-21,00	0,73	3,24	7,94
FAI50	27,44	28,59-26,28	0,58	2,10	10,70

* Dados expressos em % da matéria seca total;

MIL= grão de milho; SOR= grão de sorgo; PC= polpa de citrus; FTV= farelo de trigo de Vacaria; FTS= farelo de trigo de Santa Rosa; TRIG= triguilho; FAI1, FAI5, FAI19, FAI20, FAI50= farelo de arroz integral de Cachoeira, Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente.

Segundo Choct (1997) entre os cereais, milho e sorgo, são os que apresentam menores teores de componentes solúveis da fibra. Picolli (1997) obteve 0,49% e 1,26% de FS para o sorgo e milho de diferentes variedades, respectivamente. Nos dados encontrados por Hall (2000), o valor de FS para o milho foi superior (8,1%) e para farelo de trigo e PC foram ligeiramente inferiores (3,4% e 34,5%). Dados sobre FAI não foram encontrados.

4.3 Agrupamento dos alimentos

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios, mínimos e máximos dos agrupamentos de acordo com as frações que compõem os carboidratos determinadas: amido resistente (AR), açúcares simples (AS), amido disponível (AD), fibra total (FT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel (FS).

Tabela 7 - Valores médios, mínimos e máximos dos grupos formados pelos diferentes concentrados energéticos, considerando as medidas de AR, AS, AD, FT, FDN e FS

Variáveis	Grupos	Nº Alimentos	Média*	Valor Mín	Valor Máx
AR	G1	4	3,56 ^a	3,04	3,78
	G2	1	3,21 ^{ab}	3,21	3,21
	G3	6	2,95 ^b	2,69	3,41
AS	G1	4	4,29 ^b	2,17	5,98
	G2	1	17,83 ^a	17,83	17,83
	G3	6	5,66 ^b	3,29	8,47
AD	G1	4	62,82 ^a	50,66	72,83
	G2	1	0,00 ^c	0,00	0,00
	G3	6	27,64 ^b	10,33	35,50
FT	G1	4	18,96 ^c	14,76	23,18
	G2	1	60,98 ^a	60,98	60,98
	G3	6	36,42 ^b	30,30	39,55
FDN	G1	4	14,52 ^c	11,49	17,30
	G2	1	20,97 ^b	20,97	20,97
	G3	6	27,71 ^a	22,45	31,42
FS	G1	4	4,45 ^c	2,92	8,00
	G2	1	39,87 ^a	39,87	39,87
	G3	6	8,85 ^b	7,85	10,70

* Dados expressos em % da matéria seca total;

* Médias na mesma coluna com letras diferentes diferem ao nível de 5%;

G1(Grupo um) = MIL (milho), SOR (sorgo), TRIG (triguilho), FAI1(farelo de arroz Cachoeira); G2 (Grupo dois) = PC (polpa de citrus); G3 (Grupo três) = FTV (farelo de trigo Vacaria), FTS (farelo de trigo Santa Rosa), FAI5, FAI19, FAI20, FAI50 (farelo de arroz integral Pantano, Pelotas, São Lourenço e São Borja, respectivamente).

A análise multivariada de agrupamento permitiu constatar que existem diferenças entre os concentrados energéticos, sendo possível obter pelo menos três grupos de concentrados com características energéticas diferentes considerando o conjunto de medidas dos carboidratos determinadas neste trabalho para estimar sua qualidade energética.

O grupo 1 (G1) se caracterizou pelos alimentos que apresentaram os maiores valores de AD e AR e menores de AS, FT, FDN e FS; sendo composto por milho, sorgo, trigoilho e FAI1. A polpa de citrus formou um grupo único (G2), em função dos teores superiores de AS, FT e FS; medianos de FDN e inferiores de AD e AR. No grupo três foram agrupados os farelos de trigo (FTV e FTS) e os demais farelos de arroz integral (FAI5, FAI19, FAI20 e FAI50), que correspondem aos valores mais altos de FDN, intermediários de FT, FS e AD e baixos de AR e AS. A distribuição das diferentes frações de carboidratos na composição dos grupos pode ser melhor visualizada graficamente na Figura 4.

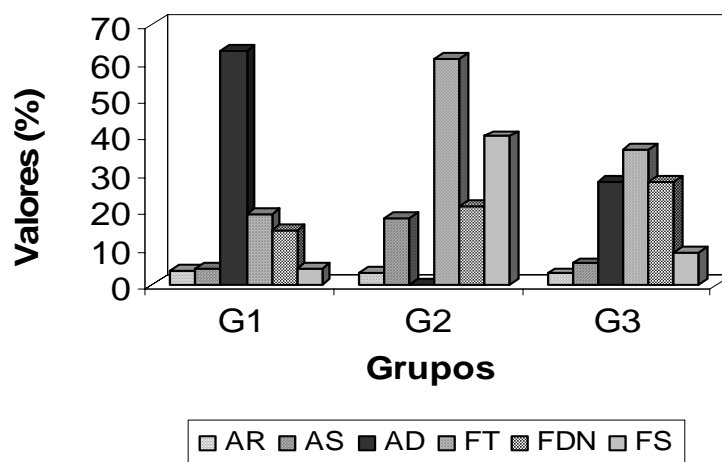


Figura 4 - Agrupamento dos alimentos em função do conjunto de frações dos carboidratos

Pode-se observar que o G2 diferiu dos outros grupos na maioria das medidas (AS, FT e FS), o G1 se destacou em função do alto teor de AD e o G3, pelo teor de FDN superior.

O G1 apresentou características que melhor direcionam seus constituintes para o arraaçamento de não ruminantes devido, principalmente, aos altos teores de amido e baixos de fibra insolúvel e solúvel. A distribuição dos diferentes carboidratos nestes alimentos pode ser visualizada na Figura 5.

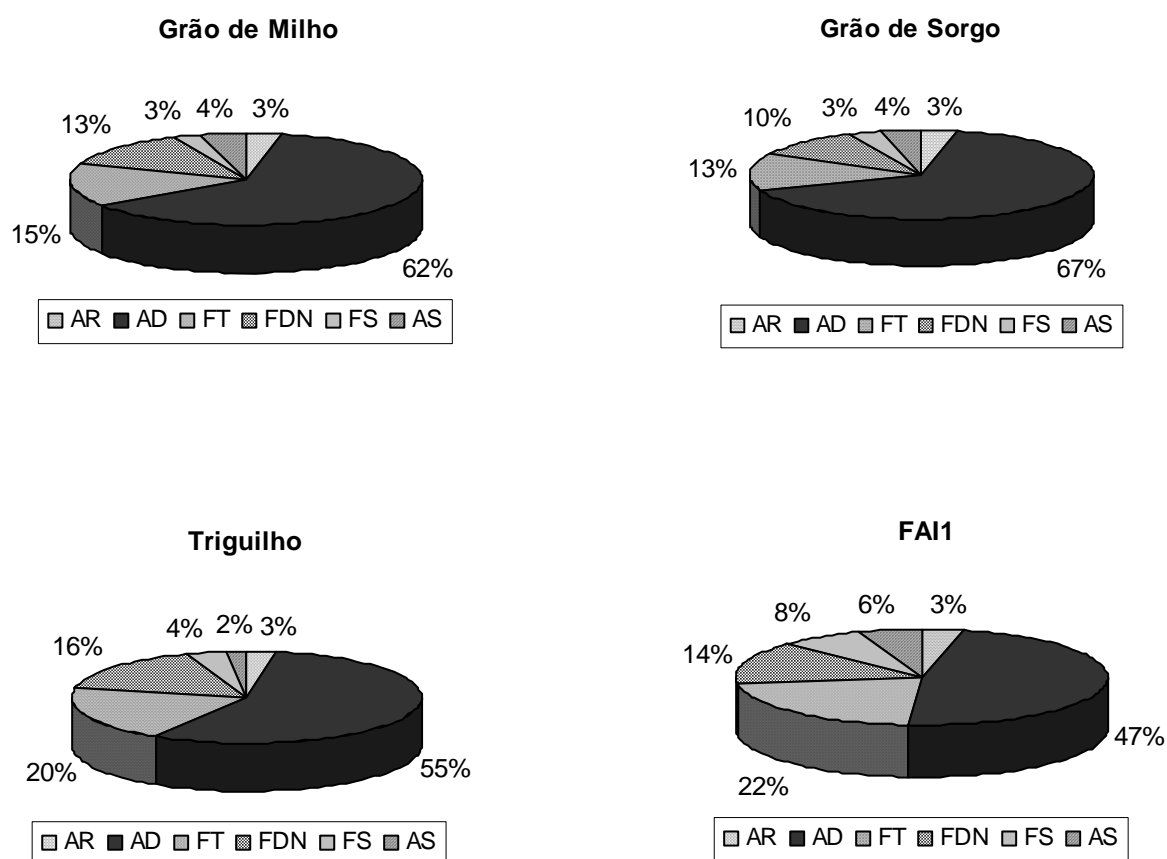


Figura 5 - Distribuição das frações dos carboidratos nos grãos de milho e sorgo, triguilho e FAI1, classificados no G1

Os baixos teores de carboidratos fibrosos se tornam importantes quando se consideram as propriedades físico-químicas da fração solúvel da fibra, que segundo Smits & Annison (1996), são responsáveis pelas atividades antinutritivas destes compostos em frangos e estão relacionadas, em particular, com a viscosidade destes compostos solúveis que diminuem a digestibilidade da proteína, amido e lipídios.

No entanto, na prática, ambas frações da fibra (solúvel e insolúvel) estarão presentes na dieta e serão simultaneamente utilizadas pelos animais e, portanto, a resposta biológica dependerá não só da quantidade ingerida de cada fração, mas também, da interação que pode ocorrer entre elas (Silva, 2002).

No grupo dois, os altos teores de fibra solúvel estão associados, principalmente a presença de substâncias pécticas (Choct, 1997). Segundo Hall et al. (1997), as diferenças nas características de fermentação da fibra solúvel sugerem que esta contribui menos do que o amido para desordens de saúde e redução da performance animal associada à acidose láctica.

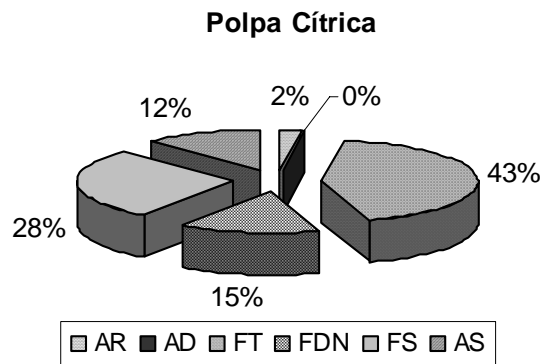


Figura 6 - Distribuição das frações dos carboidratos na polpa de citrus, representante do G2

Portanto a polpa, em função do alto teor de pectina e zero de amido, se comporta como um excelente suplemento na alimentação de ruminantes, pois promove altos níveis de energia prontamente disponível sem os problemas de acidose que dietas ricas em amido podem ocasionar. A Figura 6 mostra a distribuição dos componentes dos carboidratos na polpa.

Os altos teores de fibra insolúvel, representada pela FDN, foram responsáveis pela formação do grupo três (farelos de trigo e arroz). Possivelmente os valores elevados de FDN neste grupo se devem a maior composição de pericarpo nestes subprodutos. A Figura 7 representa graficamente a composição destes farelos pelas frações dos carboidratos medidas.

A exceção foi à amostra de farelo de arroz FAI1, que pelos teores das frações de carboidratos foi classificada no G1. No entanto, esta amostra visivelmente apresentava sinais de deterioração pela presença de grande quantidade de impurezas (insetos, larvas, grãos de arroz quebrados, sujidades, etc). Nas análises de micotoxinas realizadas os resultados de ergosterol acusaram a presença de grande quantidade de fungos (31,95 mg/kg) em relação às outras amostras de farelo de arroz, cuja média foi 4,31 mg/kg. Apesar da existência de fungos, não foi detectada a presença das micotoxinas Aflatoxina e Zearalenona. Segundo Butolo (2001) na medida em que o fungo utiliza glicose para crescer como fonte de energia, eles produzem oxidação de vitaminas, lipídeos e carboidratos, inclusive os estruturais, reduzindo o nível de energia do alimento. Com a comprovação da contaminação do FAI1 por fungos, acredita-se que a utilização de compostos da parede celular para o desenvolvimento destes organismos foi responsável pelos baixos teores de fibra e elevados de amido, tendo em vista que este último é determinado pela leitura do produto final da sua hidrólise, a glicose; independente da origem desta, que neste caso, provavelmente tenha se originado da hidrólise de PNA estruturais.

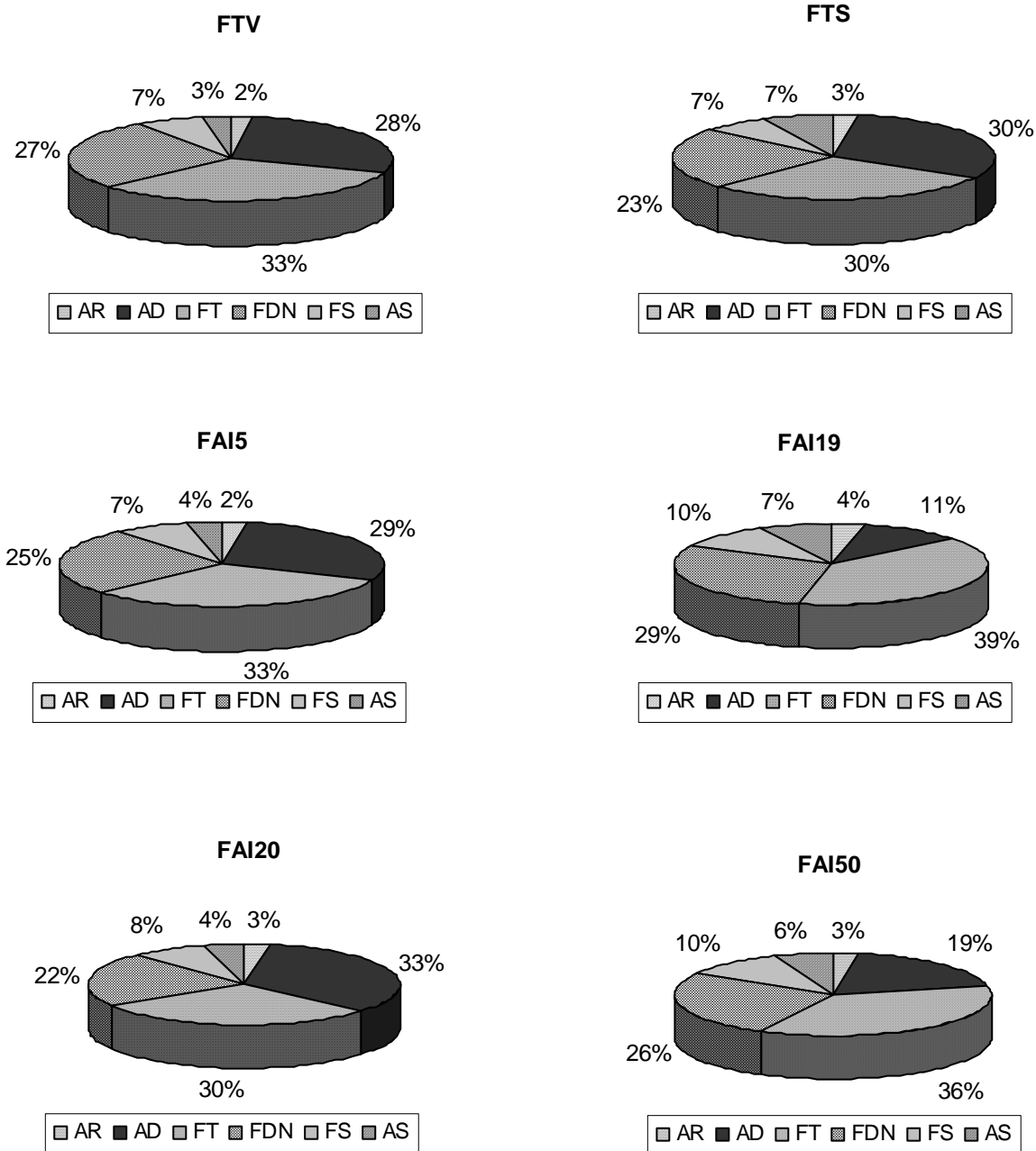


Figura 7 - Distribuição das frações dos carboidratos nos farelos de trigo Vacaria (FTV) e Santa Rosa (FTS) e nos farelos de arroz Pantano (FAI5), Pelotas (FAI19), São Lourenço (FAI20) e São Borja (FAI50), classificados no G3

Os alimentos do G3 podem ser explorados na alimentação de ambas as espécies, ruminantes e não ruminantes, como substitutos alternativos para o fornecimento de energia e redução dos custos da dieta. Segundo Smits & Annison (1996), o principal efeito da fibra insolúvel em animais não ruminantes está relacionado com a sua capacidade de hidratação que afeta a passagem da digesta. De acordo com Silva (2002) a maior retenção de água provoca aumento no volume da digesta diminuindo o tempo de passagem.

Em trabalho realizado por Silva (2002) analisando grãos de trigo com teores semelhantes de fibra total, mas variando os teores e proporções de fibra insolúvel e solúvel em dietas para aves, concluiu que a elevação dos teores de fibra insolúvel aumentou o teor de umidade da digesta e diminuiu o ganho de peso das aves, enquanto que o aumento da fibra solúvel não causou efeitos negativos nesta medida, mas diminuiu o desaparecimento da matéria seca. Considerando que o efeito da fibra insolúvel é mais prejudicial que o da fibra solúvel para animais não ruminantes, alimentos com alto teor de FDN podem ser adicionados a dieta substituindo parcialmente os grãos dependendo da disponibilidade e do preço no mercado, visando reduzir os custos com a alimentação e ao mesmo tempo, evitar possíveis efeitos prejudiciais desta fração fibrosa.

Em relação à utilização dos ácidos graxos voláteis, produtos da degradação microbiana da fibra; as estimativas atuais indicam que estes contribuem com aproximadamente 70% das exigências calóricas de ruminantes, como ovinos e bovinos; 10% para humanos e 20-30% para vários outros animais onívoros e herbívoros (Bergman, 1990). A produção e absorção de AGV têm um importante efeito no crescimento das células epiteliais, fluxo sanguíneo e nas funções secretoras e de absorção do intestino grosso, ceco e rúmen (Bergman, 1990). Em suínos, segundo Varel & Yen (1997), a microflora no intestino grosso possui uma grande habilidade

em utilizar efetivamente fibra dietética, pois contem todas as bactérias predominantes no rúmen que degradam celulose.

Sendo assim, a variação observada entre os concentrados energéticos para cada uma das frações dos carboidratos se mostrou um fator importante na escolha dos ingredientes para utilização na alimentação animal. No entanto, no Brasil, segundo Teixeira & Andrade (2001), há poucos dados associados ao fracionamento de carboidratos e ainda falta uniformização nos métodos de determinação para melhor avaliação e comparação de valores.

Além disso, considerando que a demanda por grãos de cereais na alimentação humana aumenta progressivamente, os sistemas de produção animal deverão cada vez mais, incorporar alimentos alternativos, incluindo resíduos da agroindústria, que geralmente estão associados a altos níveis de fibra. Portanto, o conhecimento da composição energética dos alimentos em carboidratos, permite a utilização dos mesmos de forma mais específica de acordo com a espécie animal em questão.

5. CONCLUSÕES

A boa repetibilidade das técnicas adotadas neste trabalho permite a utilização das mesmas para melhor identificar os componentes dos carboidratos que compõem os alimentos, principalmente os subprodutos.

As variações nos teores de amido resistente, açúcares simples, amido disponível, fibra total, fibra em detergente neutro e fibra solúvel analisadas através da análise multivariada, permitiu classificar os alimentos concentrados energéticos em grupos com características de composição em carboidratos semelhantes dentro de si e distintas entre si.

Os concentrados energéticos mais suscetíveis a ocorrência de distúrbios nutricionais, quando utilizados na alimentação de ruminantes, conforme o agrupamento, em ordem decrescente, são os grãos de milho, sorgo e trigo, farelos de trigo e arroz e polpa de citrus.

O fracionamento de carboidratos, aliado à análise multivariada, permite um melhor aproveitamento dos alimentos nas dietas das diferentes espécies animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAN, P.; WESTERLUND, E. Cell Wall Polysaccharides: Structural, Chemical and Analytical Aspects. In: **Carbohydrates in Food**. 1. ed. New York: New York, 1996. cap.3, p.191-226.

AOAC - ASSOCIATIONS OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. In: **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Washington: AOAC, 1995. 1141p.

AOAC - ASSOCIATIONS OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. In: **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Washington: AOAC, 1997.

BARNEVELD, S. L. Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in ruminants: a review. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 5, p. 651-666, 1999.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**. v. 70, n.2, p. 567-, 1990.

BONFIM, M. A. D.; ROCRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de alfafa no consumo de matéria seca e produção leiteira de cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...**Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002a. 1CD-ROM.

BONFIM, M. A. D.; ROCRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de

tifton 85 no consumo de matéria seca e produção leiteira de cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...**Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002b. 1CD-ROM.

BUTOLO, J. D. Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Campinas. **Anais...**Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.295-334.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n 1, p. 37-43, 1996.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional Significance. **Feed Milling International**. p. 13-26, 1997.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A., S.; SCHOULTEN, N. A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo 15% de farelo de arroz suplementadas com fitase e xilanase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1CD-ROM.

COSTA, P. T. O arroz na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Campinas. **Anais...**Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 77-84.

CULLEN, A. J.; HARMON, D. L.; NAGARAJA, T. G. *In vitro* fermentation of sugars, grains, and by-product feeds in relation to initiation of ruminal lactate production. **Journal Dairy Science**. v. 69, n. 10, p. 2617-2621, 1986.

ELIASSON, A. N.; GUDMUNDSSON, M. Starch: Physicochemical and Functional Aspects. In: **Carbohydrates in Food**. 1. ed. New York: New York, 1996. cap.10, p.431-504.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores de energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3 ed., Concórdia: EMBRAPA, 1991. 97 p.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**. v. 23, n. 2, p. 27-42, 1989.

EVERS, A. D.; BLAKENEY, A. B.; O'BRIEN, L. Cereal structure and composition. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 5, p. 629-650, 1999.

EZEQUIEL, J. M. B. Uso da polpa de citrus na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Campinas. **Anais...**Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 151-166.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O. et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações de diferentes níveis de sorgo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1CD-ROM.

GIBSON, G. R. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. **British Journal of Nutrition**. v. 80, Suppl. 2, p. S209-S212, 1998.

GONÇALVES, M. B. F. **Farelo de arroz integral em dietas para bovinos: valor nutricional e desempenho animal**. 2001. 246f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GOÑI, I.; GARCÍA-DIZ, E.; MAÑAS, E.; SAURA-CALIXTO, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry*. V. 56, n. 4, p. 445-449, 1996.

HAIR Jr., J.F.; ANDERSON, R.E.; TAHMAN, R.L.; et al. **Multivariate data analysis**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 730p.

HALL, M.B. Interpreting feed analyses: use, abuses and artifacts. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 8, 1997, Gainesville. **Anais...** Gainesville: University of Florida, 1997, p.71-79.

HALL, M.B.; LEWIS, B.A.; VAN SOEST, P. J. et al. A simple method for estimation of neutral detergent-soluble fiber. **Journal Science Food Agriculture**, v. 74, p. 441-449, 1997.

HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis. **Institute of Food and Agricultural Sciences: University of Florida**, 2000. 42p.

HERRERA, A. P.N.; SANTIAGO, G. S.; MEDEIROS, S. L. S. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Revista Ciência Rural**. v. 31, n. 3, p.557-561, 2001.

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

JERACI, J. L.; VAN SOEST, P. J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in Experimental Medicine Biology**, v. 270, n. 2, p. 245-263, 1990.

LIMA, G. J. M. M.; SINGER, J. M.; GUINONI, A. L. et al. Classificação do milho, quanto à composição em alguns nutrientes através do emprego de análise de conglomerados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2000. 1CD-ROM.

LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S. Ingredientes energéticos: trigo e triticales na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Campinas. **Anais...**Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.33-76.

MARTINEZ, J. C.; SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V. et al. Substituição parcial do milho moído fino por polpa de citrus peletizada no concentrado de vacas holandesas em terço médio de lactação, pastejando capim-elefante. 1.

produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos, peso vivo e escore corporal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1CD-ROM.

MEJÍA, A. M. G.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA, S. G. et al. Efeito da inclusão de polpa de citrus seca na dieta sobre a digestibilidade fecal aparente em suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001a.

MEJÍA, A. M. G.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA, S. G. et al. Efeito da inclusão de polpa de citrus seca na dieta sobre o desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001b.

MEJÍA, A. M. G.; FERREIRA, W. M.; SIMÕES, E. O. et al. Caracterização bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca e orgânica da polpa de citrus seca de origem brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001c.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrates analysis to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, USA. **Proceedings...** Wisconsin, 1996. p.81-92.

NOGUEIRA, K. A.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; CUNHA, J. A. et al. Efeito da substituição do milho por polpa de citros sobre a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen de bovinos alimentados com dietas com alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1CD-ROM.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of beef cattle. 7 ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W.J. et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal Animal Science**. v. 76, p. 275-286, 1998.

PEIXOTO, L. A. O.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J. et al. Grão seco ou silagem de grão úmido de sorgo como fonte energética para bezerras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1CD-ROM.

PETTERSON, D. S.; HARRIS, D. J.; RAYNER, C. J. et al. Methods for the analysis of premium livestock grains. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 5, p. 775-787, 1999.

PICOLLI, L. **Determinação de fibra total, insolúvel e solúvel em grãos de cereais**. 1997. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

PICOLLI, L. S.; CIOCCA, M. L. S. Métodos para avaliação de fibra alimentar. In: **Tópicos em produção animal I**. 1 ed. UFRGS, p. 307-320, 1999.

PROSKY, L.; ASP, N.-G.; SCHWEIZER, T. F. et al. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. **Journal of AOAC International**. v. 71, n. 5, p. 1017-10237, 1988.

PROSKY, L.; ASP, N.-G.; SCHWEIZER, T. F. et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. v. 75, n. 2, p. 360-367, 1992.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELI, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.

ROWE, J. B.; CHOCT, M.; PETHICK, D. W. Processing cereal grains for animal feeding. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 5, p. 721-736, 1999.

SAMBUCETTI, M. E.; ZULETA, A. Resistant starch in fiber values measured by the AOAC method in different cereals. **Cereal Chemistry**. v. 73, n. 6, p. 759-761, 1996.

SILVA, L. P. da. **Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos**. 2002. 188f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SILVA, L. P., DENARDIN, C. C.; NÖRNBERG J. L. et al. Mudanças de protocolo na metodologia de análise da fibra em detergente neutro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003a. 1CD-ROM.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L.; EMANUELLI, T.; et al. Efeito da parboilização do arroz em medidas bromatológicas de interesse nutricional. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ DE CLIMA TEMPLADO, 3, 2003, Uruguay. **Anais...** Uruguay, 2003b. 1CD-ROM.

SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**. v. 52, n. 2, p. 203-221, 1996.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**. v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, C. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. B. et al. Farelo de trigo em substituição ao fubá de milho em dietas de vacas em lactação. 1. pH e amônia do rúmen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1CD-ROM.

STORCK, C. R.; SILVA, L. P.; KIELING, A. et al. Influência do beneficiamento e do genótipo no teor de fibra alimentar do arroz. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO 3. REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ, 25, 2003, Balneário Camború. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. 850p.

STROBEL, H. J.; RUSSEL, J. B. Effect of pH and energy spilling on protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal Dairy Science**. v. 69, p.294, 1986.

TEIXEIRA, J. C.; ANDRADE, G. A. Carboidratos na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001.

THEANDER, O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P. et al. Plant cell walls and monogastric diets. **Animal Feed Science and Technology**. v. 23, n. 2, p. 205-225, 1989.

VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

VAREL, v. h.; YEN, j. t. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal Animal Science**. v. 75, p.2715-2722, 1997.

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 Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PAZINI, M. et al. Comparação de metodologias para determinação de amido resistente. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: 2003a. 1CD-ROM.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PAZINI, M. et al. Teor de amilose, retrogradação e formação de amido resistente em cultivares de arroz. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO 3. REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ, 25, 2003, Balneário Camború. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003b. 850p.

WEBER, A.; VIÉGAS, J.; RIGO, M. et al. Desempenho de novilhas da raça Holandês em pastagem de azevém com níveis crescentes de farelo de arroz integral em substituição ao milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1CD-ROM.

WEISS, W. P., FISHER, G. R., ERICKSON, G. M. Effect of source of neutral detergent fiber and starch on nutrient utilization by dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 72, n. 9, p. 2308-2315, 1989.

WESTER, T. J.; GRAMLICH, S. M.; BRITTON, R. A. et al. Effect of grain sorghum hybrid on in vitro rate of starch disappearance and finishing performance of ruminants. **Journal Animal Science**. v. 70, p. 2866-2876, 1992.

7. APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Resultado das análises micotoxicológicas