

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CEREAIS  
EXTRUSADOS PARA CÃES**

**ANDERSON DUARTE**

**2005**

**ANDERSON DUARTE**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CEREAIS EXTRUSADOS PARA CÃES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientadora**

**Profa. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Duarte, Anderson

Avaliação nutricional de cereais extrusados para cães / Anderson Duarte.

-- Lavras : UFLA, 2005.

59 p. : il.

Orientadora: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cão. 2. Nutricional. 3. Cereal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.70855

**ANDERSON DUARTE**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CEREAIS EXTRUSADOS PARA  
CÃES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 04 de março de 2005

<b>Prof. Paulo Borges Rodrigues</b>	<b>UFLA</b>
<b>Prof. Raimundo Vicente de Sousa</b>	<b>UFLA</b>
<b>Prof. Walter Motta Ferreira</b>	<b>UFMG</b>
<b>Prof. Elias Tadeo Fialho</b>	<b>UFLA</b>

**Profa. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad**  
**UFLA**  
**(Orientadora)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

## *Ofereço*

**À minha querida esposa Adriana pelo companheirismo, amor, dedicação, compreensão e incentivo em mais este desafio.**

**Aos meus pais, Maria das Graças e Paulo Renato, pela minha formação moral e acadêmica.**

**Ao Miranda pela confiança, incentivo e oportunidade.**

**Ao Dr. Jim Corbin pelo incentivo e credibilidade.**

**A minha esposa e filha, amigos e professores que me ajudaram a cumprir esta caminhada.**

## *Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por todas as oportunidades e bênçãos.

À Universidade Federal de Lavras, pelas oportunidades oferecidas.

À professora Flávia Maria de Oliveira Borges, pela orientação, amizade, apoio, dedicação, liberdade e confiança durante todas as etapas do mestrado.

Ao Antonio Teixeira de Miranda Neto pela amizade, pelos exemplos, confiança, orientação e apoio.

Ao Dr. Jim Corbin, professor Emeritus da Universidade de Illinois, Chicago, pela amizade, apoio e orientação.

Ao Edison Albano de Paiva pelo incentivo, apoio e orientação.

Ao Professor Raimundo Vicente de Sousa pela amizade incontestável, apoio e incentivo, personagem excepcional nesta caminhada.

A todos professores dos Departamentos de Zootecnia pela formação acadêmica e pelo apoio.

Ao amigo José Walter da Silva Júnior pelo grande auxílio e dedicação durante as análises e estudos.

Aos amigos Derly Andrieli Ramos Pereira e José Eustáquio Carlota pelo grande auxílio durante a condução deste experimento.

À Total Alimentos S.A. pelo apoio incondicional para a realização do experimento.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

*ANDERSON DUARTE, filho de Paulo Renato Duarte e Maria das Graças Oliveira Duarte, nasceu em Cubatão, SP, em 03 de junho de 1975.*

*Em fevereiro de 1995, ingressou na Universidade Estadual de Minas Gerais, onde, em fevereiro de 2000, obteve o título de Engenheiro Químico/Engenheiro de Alimentos.*

*Em fevereiro de 2004 iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras-UFLA, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.*

*Em 04 de março de 2005 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.*

## SUMÁRIO

### Página

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	vi
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Cereais na alimentação de cães .....	3
2.1.1 Milho ( <i>Zea mays</i> ) .....	4
2.1.2 Milho Degerminado .....	5
2.1.3 Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ).....	6
2.1.4 Arroz ( <i>Oriza sativa</i> ).....	9
2.2 Carboidratos e o processamento de extrusão.....	10
2.2.1 O Processamento de extrusão.....	16
2.3 Medidas para avaliação de digestibilidade dos Nutrientes .....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1 Local da realização do experimento .....	26
3.2 Instalações .....	26
3.3 Animais utilizados .....	26
3.4 Preparação das dietas.....	27
3.5 Equipamentos e Metodologia Utilizados.....	28
3.6 Duração do Experimento .....	32
3.7 Colheita de amostras.....	33
3.7.1 Amostras de fezes .....	33
3.7.2 Amostras das dietas.....	33
3.8 Análises químicas e valores de energia metabolizável estimados.....	33
3.9 Parâmetros avaliados .....	35
3.10 Metodologia de cálculos.....	35
3.11 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1 Digestibilidade da Matéria Seca.....	37
4.2 Digestibilidade aparente da Matéria Mineral .....	40
4.3 Digestibilidade aparente da Matéria Orgânica (MO) .....	41
4.4 Digestibilidade aparente da proteína bruta (PB).....	43
4.5 Digestibilidade aparente da gordura por hidrólise ácida (GHA) .....	45
4.6 Digestibilidade aparente da Fibra Bruta (FB).....	47



4.7	Digestibilidade do extrativo não nitrogenado (ENN).....	48
4.8	Digestibilidade da energia bruta.....	50
5	CONCLUSÃO: .....	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1 - Distribuição de ingredientes em alimentos para cães .....	3
TABELA 2 - Composição média bromatológica do milho integral, sorgo e quirera de arroz .....	5
TABELA 4 - Características do amido isolado do sorgo e do milho .....	15
TABELA 5 - Variação na digestibilidade dos alimentos para os cães .....	23
TABELA 6 - Análise química do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz utilizados no experimento.....	28
TABELA 7 - Análise de Variância para digestibilidade.....	36
TABELA 8 - Consumo, excreção e digestão (g) da matéria seca (MS) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães .....	37
TABELA 9 - Digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães .....	38
TABELA 10 - Consumo, excreção e digestão (g) da Matéria Mineral (MM) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães ..	40
TABELA 11 - Digestibilidade aparente (%) da matéria mineral (MM) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães .....	41
TABELA 12 - Consumo, excreção e digestão (g) da matéria orgânica (MO) do milho integral, milho degerminado, sorgo e quirera de arroz em cães .....	42
TABELA 13 - Digestibilidade aparente (%) da matéria orgânica (MO) do milho integral, quirera de arroz, sorgo e milho degerminado em cães .....	42
TABELA 14. Consumo, excreção e digestão (g) da proteína bruta (PB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães .....	44
TABELA 15 - Digestibilidade aparente (%) da proteína bruta (PB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães .....	44

TABELA 16 - Consumo, excreção e digestão (g) da gordura por hidrólise ácida (GHA) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães.....	46
TABELA 17 - Digestibilidade aparente (%) da gordura por hidrólise ácida (GHA) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães.....	46
TABELA 18 - Consumo, excreção e digestão (g) da fibra bruta (FB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães .....	47
TABELA 19 - Digestibilidade aparente da FB (%) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães.....	48
TABELA 20 - Consumo, excreção e digestão (g) da extrativo não nitrogenado (ENN) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães.....	49
TABELA 21 - Digestibilidade aparente (%) do extrativo não nitrogenado (ENN) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães.....	49
TABELA 22 - Consumo, excreção e digestão da energia bruta (kcal) do milho integral, milho degerminado, sorgo e quirera de arroz, em cães .....	51
TABELA 23 - Digestibilidade aparente (%) da energia bruta (EB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães .....	51
TABELA 24 - Energia digestível do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz na matéria seca (Kcal/Kg) para cães.....	53

## LISTA DE FIGURAS

### Página

FIGURA 1 - Estrutura parcial da amilose (Adaptado de Chaplin, 2004).....	12
FIGURA 2. Estrutura parcial da amilopectina (Adaptado de Chaplin, 2004). ...	13
FIGURA 3 - Modelo do equipamento de extrusão.....	17
FIGURA 4 - Modelo canhão da extrusora.....	18
FIGURA 5 - Equipamento de bombeamento desenvolvido pelo autor utilizado para introdução do alimento pelo tubo gastro-esofágico. ....	30
FIGURA 6 - Intubação gastro-esofágica. ....	31
FIGURA 7 - Intubação completa e bombeamento.....	31
FIGURA 8 - Dieta pronta para introdução gastro-esofágica. ....	32

## RESUMO

DUARTE, Anderson. Avaliação nutricional de cereais extrusados para cães. 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade de matérias-primas de origem vegetal (milho, milho degerminado, sorgo e quirera de arroz) submetidas ao processamento de extrusão. Quatro tratamentos foram oferecidos aos cães, compostos unicamente do cereal a ser testado, além de suplementados com 0,15% de premix mineral vitamínico. Foram selecionados oito cães da raça FOXHOUND AMERICANO, machos, com idade de três anos e peso médio de 32,0 Kg  $\pm$  2,4 Kg semelhantes. Cada tratamento, de um total de quatro, foi oferecido a dois cães, durante quatro períodos, perfazendo um total de oito cães por tratamento. Cada um dos quatro períodos experimentais foi constituído de cinco dias, em um total de vinte dias. Nos três primeiros dias de cada período os animais receberam 500 gramas de cada tratamento diluídos em 500 ml de água previamente aquecida a 36° C, utilizando o método de alimentação forçada por intubação gástrica, diariamente, de uma só vez. O alimento foi administrado através de um tubo de látex (com dimensão de 3/4 de polegada de diâmetro e 60 cm de comprimento), introduzido pela boca até o estômago. Durante os dois dias finais de cada período os animais continuaram a ser alimentados exclusivamente via tubo, e procedeu-se a coleta total de fezes para avaliação de digestibilidade dos nutrientes. Nas amostras de alimentos e fezes foram realizadas análises de matéria seca, fibra bruta, gordura em hidrólise ácida, proteína bruta, matéria mineral, extrativo não nitrogenado e energia bruta. O delineamento foi em duplo quadrado latino (quatro tratamentos, quatro períodos e oito cães) totalizando 32 unidades experimentais e as médias dos coeficientes de digestibilidade dos vários nutrientes dos tratamentos experimentais, foram comparados pelo teste SNK. Os resultados para o milho degerminado foram: coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) = 67,82%; da matéria orgânica (CDAMO) = 71,60%; da proteína bruta (CDAPB) = 69,95%; da gordura em hidrólise ácida (CDAGHA) = 79,52%. Estes resultados mostram que o milho degerminado é um ingrediente de baixo valor nutricional quando comparado com o milho integral (CDAMS, 82,28); (CDAMO, 87,19); (CDAPB, 73,28); (CDAGHA, 88,72), sorgo (CDAMS, 86,43); (CDAMO, 87,48);

---

\* Comitê de Orientação: Prof.(a) Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA (orientadora), Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA, Prof. Raimundo Vicente de Sousa

(CDAPB, 71,01); (CDAGHA, 86,88) e quirera de arroz (CDAMS, 95,00); (CDAMO, 95,62); (CDAPB, 82,57); (CDAGHA, 92,66). Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre o milho integral e o sorgo. A quirera de arroz apresentou maior coeficiente de digestibilidade dos nutrientes dentre os ingredientes avaliados.

## ABSTRACT

DUARTE, Anderson. Nutritional evaluation of extruded cereals for dogs. 2005. 59 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\*

The objective of this experiment was to evaluate the digestibility of the nutrients of vegetable source (yellow corn, yellow corn without germ, sorghum and brewers rice), submitted in an extrusion process. Four treatments were offered to the dogs, composed only from the cereal to be tested, over and above of the supplementation with 0,15% of mineral and vitamin premix. Was selected eight dogs of breed AMERICAN FOXHOUND, males, with similar age (3 years) and weight (32,0 kg + or - 2,4 Kg). Each treatment, in the total of four, was offered to two dogs per period, during four periods, in the total of the eight dogs per treatment. Each one of the four experimental periods was formed of five days. In the first three days of each period the animals received 500 grams of each treatment diluted in 500 ml of warm water until 36° degrees Celsius, on the feeding method for gastric intubation, daily, only once time. The feed was administered over of a flexible tube (with 3/4 inch of diameter and 60 cm of length) introduced from the mouth until the stomach. During the final two days of each period the animals stayed with exclusively feeding by tube, and procedure the total faeces collection to evaluate the digestibility of the nutrients. In the samples of feeds and faeces were submitted to analysis of dry matter, crude fiber, crude fat, crude protein, crude ash, not nitrogen extractive and crude energy. The experimental design was in double latin square (four treatments, four periods and eight dogs) with a total of 32 experimental units and the means of digestibility coefficient of the various nutrients of the experimental treatments were compared by SNK. The results to the yellow corn without germ shown were apparent digestibility coefficients of the dry matter (ADCDM) = 67,82; of the organic matter (ADCOM) = 71,60; of the crude protein (ADCCP) = 69,95; of crude fat (ADCCFat) = 79,52. These results showed that the yellow corn without germ is a ingredient of lower nutritional value when compared with yellow corn (ADCDM, 82,28); (ADCOM, 87,19); (ADCCP, 73,28); (ADCCFat, 88,72), sorghum (ADCDM, 86,43), (ADCOM, 87,48); (ADCCP, 71,01); (ADCCFat, 86,88) and brewers rice (ADCDM, 95,00), (ADCOM, 95,62); (ADCCP, 82,57); (ADCFat, 92,66). Without significative differences (P<0,05) in the nutritional points between the yellow corn and the sorghum and the

---

\* Guidance Committee: Prof.(a) Flávia Maria de Oliveira Borges Saad– UFLA (adviser), Prof. Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA, Prof. Raimundo Vicente de Sousa - UFLA.

brewers rice showed the higher digestibility coefficient of the nutrients between the evaluated ingredients.



## 1 INTRODUÇÃO

Após serem domesticados, os cães e gatos passaram a viver junto da sociedade humana e tiveram sua alimentação bastante modificada. A história evolucionária dos cães comprova que, há muito tempo, eles possuem uma dieta onívora, porém rica em proteína e gordura de origem animal (Tardin, 2002). Já os gatos mantiveram o seu hábito de carnívoros quase estritos.

Atualmente a alimentação destes animais está bem distante da de seus antepassados. A tecnologia de extrusão e também os custos fizeram com que o carboidrato se tornasse um importante componente das rações comerciais. Hoje os carboidratos advindos de cereais como milho e seus derivados, além de outros cereais como o sorgo e o arroz, desempenham um importante papel junto a estas dietas.

No Brasil, o progresso da indústria de alimentos para cães e gatos, denominados “Pet Food”, vem se apresentando muito rápido e dinâmico, exigindo pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos que satisfaçam as necessidades nutricionais dos animais, mas também as expectativas de seus proprietários.

O mercado de alimentos para estes animais já movimenta hoje cerca de dois bilhões de reais no Brasil. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais (ANFAL, 2005), a produção de alimento industrializado para cães e gatos passou de 220 mil toneladas no ano de 1994 para 1.428.000 toneladas de ração em 2004; há uma estimativa, para 2005, de 1.502.000 toneladas, e o setor é responsável por 12.000 empregos diretos somente na indústria.

Diante desse cenário nacional, a indústria é carente de informações referentes aos ingredientes disponíveis no país. A maioria dos trabalhos realizados com ingredientes de origem vegetal é oriunda de outros países, sendo

que muitos deles de caráter confidencial das empresas que atuam no ramo, sem considerar que determinadas situações são específicas de cada continente, como o tipo de milho utilizado e o seu beneficiamento, dos quais resultam ingredientes amplamente utilizados na alimentação destes animais de companhia.

Além disso, muitos dos dados disponibilizados sobre o valor nutricional e digestibilidade destes ingredientes são obtidos por extrapolações de outras espécies, como suínos e aves. Considerando que para estes animais a forma de processamento da dieta é distinta daquela utilizada em alimentos para animais de companhia, normalmente peletização e extrusão, respectivamente, supõe-se que tais medidas nutricionais não são adequadas para serem aplicadas em cães e gatos.

Assim, os valores de digestibilidade dos princípios nutritivos (matéria seca, proteína, fibra, carboidratos, etc) dos ingredientes de origem vegetal podem ser muito diferentes quando submetidos ao processo de extrusão, comumente utilizado na produção de alimentos comerciais para cães e gatos.

Deste modo, a Universidade Federal de Lavras, junto à Total Alimentos S.A., busca, através deste projeto, o melhor conhecimento de algumas das matérias-primas nacionais, através do estudo do valor nutricional de quatro ingredientes de origem vegetal, milho integral moído, quirera de arroz, sorgo integral moído e milho degerminado, submetidos à mesma condição de processamento de extrusão e oferecidos puros, por técnica de alimentação forçada a cães adultos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cereais na alimentação de cães

Os cães e gatos são considerados carnívoros anatomicamente, mas isto não significa que sua dieta deva conter somente produtos de origem animal, mas sim que estes sejam os componentes majoritários na composição da dieta. Os componentes vegetais constituem uma fonte considerável de energia e fibra e podem ser incorporados respeitando as limitações impostas pelas particularidades nutricionais destes animais (Borges, 2002).

Segundo Borges (2002), os alimentos para cães podem ser divididos de acordo com o seu teor de umidade em alimentos úmidos (75% de umidade), semi-úmidos (20 a 75% de umidade) e secos (< que 20% de umidade). Os alimentos úmidos e semi-úmidos apresentam uma maior quantidade de produtos de origem animal, enquanto os alimentos secos apresentam uma maior quantidade de cereais. Na tabela abaixo encontram-se os níveis de cereais normalmente encontrados em rações para cães.

**TABELA 1** - Distribuição de ingredientes em alimentos para cães

<b>Ingredientes</b>	<b>Cães em crescimento</b>	<b>Cães adultos</b>
Origem animal	40 – 60%	20 - 40%
Origem vegetal –protéico	0 -10%	10 –20 %
Origem vegetal –cereais	20 –40%	30 –70%
Minerais e vitaminas	6 -8%	3-5%

Borges (2002)

Entre os cereais mais comumente utilizados em alimentos processados para cães encontram-se o milho e seus derivados, o arroz e seus derivados e, em menor proporção, o sorgo.

### **2.1.1 Milho (*Zea mays*)**

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido (Duarte, 2000b).

Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, superando, no ano de 2001, 41,5 milhões de toneladas (Duarte, 2000b).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% são destinados a esse fim, enquanto, no Brasil, o uso de milho em grão varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Além dos suínos e dos frangos, o milho faz parte da alimentação de ruminantes e outros pequenos animais. Atualmente, a produção de ração para pequenos animais (*pet food*) tem constituído um

mercado crescente para o uso desse cereal, dado o crescimento da demanda por alimento de melhor qualidade para esses animais (Duarte, 2000b).

A qualidade do milho pode ser afetada pela variedade. A composição média do grão de milho é 60% de amido, 6,5% de cascas, 10% de glúten, 5% de germe e 15% de água. Existem cultivares com alta proteína QPM (*Quality Protein Maize*) e outros com altos conteúdos de óleo. O processamento do grão de milho pode alterar o seu valor nutritivo pela moagem, gelatinização, floculação e laminação (Gonçalves & Borges, 1997). Na Tabela 2 estão descritas as composições médias bromatológicas do milho integral, sorgo e quirera de arroz.

**TABELA 2** - Composição média bromatológica do milho integral, sorgo e quirera de arroz

<b>Cereal</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Amido (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>FB (%)</b>	<b>MM (%)</b>
Milho	87,10	62,30	8,57	3,46	1,95	1,28
Sorgo	86,72	59,80	8,80	2,82	2,23	1,52
Quirera de arroz	88,56	73,00	8,59	0,83	0,45	0,97

(Adaptado de Rostagno et al., 2004).

### **2.1.2 Milho Degerminado**

É o produto obtido do milho integral após a remoção do gérmen e do tegumento. O processo de degerminação permite a retirada do gérmen do grão, e é no gérmen que se concentra o teor de óleo do milho. Com a separação, obtém-se grão com menos óleo, menor acidez e maior vida útil e, a partir do gérmen, pode ser produzido o óleo.

O milho degerminado tem grande aceitação em cervejarias e indústrias fabricantes de salgadinhos e cereais matinais, podendo se apresentar como um ingrediente opcional na alimentação de animal.

**TABELA 3** - Composição milho degerminado

<b>Cereal</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>FB (%)</b>	<b>MM (%)</b>
Milho degerminado	88,00	6,00	1,00	2,00	2,00

(Sindirações-2005)

### **2.1.3 Sorgo (*Sorghum bicolor*)**

A origem do sorgo está provavelmente na África, embora algumas evidências indiquem que possam ter havido duas regiões de dispersão independentes, a África e a Índia (Ribas, 2000). O sorgo foi introduzido no Brasil no início do século XX, mas desde então nunca se firmou como uma cultura com características comerciais marcantes (Duarte, 2000a).

O sorgo é indicado como um bom substituto do milho na produção agrícola e na alimentação animal, mas aspectos culturais que afetam o comportamento dos agentes do agronegócio do Brasil dificultam esta substituição e geram problemas de mercado para o produto (Duarte, 2000a).

O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, eqüinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção. Praticamente não há consumo de sorgo na alimentação humana (Ribas, 2000).

Na realidade, o produtor de sorgo é quase que integrado com algumas firmas produtoras de rações, uma vez que colocar o produto nos canais normais de comercialização é difícil (Duarte, 2000a).

Estima-se que a produção de grãos de sorgo poderá se elevar até 4 a 5 milhões de toneladas nesta década, sem risco de excesso de oferta, uma vez que o balanço demanda/oferta de milho está ajustado e, mais recentemente, o país recomeçou a exportar este cereal com bons resultados financeiros para produtores e exportadores (Ribas, 2000).

Toda a planta de sorgo possui aproximadamente os mesmos níveis de proteína, amido e lipídios, entre outros. Entretanto, vários compostos fenólicos podem ocorrer ou não, entre eles o tanino, que tem ação antinutricional, principalmente para os animais monogástricos.

Segundo Magalhães et al. (2002), a presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética do material. Os genótipos que possuem os genes dominantes B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> são considerados sorgo com presença de tanino. No passado, era comum encontrar a classificação de sorgo nos grupos I, II e III, representando, respectivamente, teores baixos, médios e altos de tanino. Hoje, sabe-se que o tanino está presente ou ausente no grão. A pesquisa tem mostrado que percentuais abaixo de 0,70% no grão, verificados em algumas análises laboratoriais, são devidos a outros fenóis e não ao tanino condensado e, portanto, não são prejudiciais à dieta dos animais.

Os vários compostos fenólicos presentes no grão de sorgo podem afetar a cor, a aparência e a qualidade nutricional. Esses compostos podem ser classificados em três grupos básicos: ácidos fenólicos, flavonóides e taninos. Os ácidos fenólicos são encontrados em todo tipo de sorgo, porém os flavonóides não são detectados em todos eles. O fenol conhecido como tanino encontra-se concentrado na testa da semente. A testa é um tecido altamente pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo, e sua existência é fator determinante da presença de tanino em sorgo. Existem duas classes de taninos: hidrolisáveis e condensados. Não há evidências da presença de grandes quantidades de tanino hidrolisável no sorgo. Já o tanino condensado é aquele encontrado em sorgo resistente a pássaros (Magalhães et al., 2002).

Os ácidos fenólicos não têm efeito adverso na qualidade nutricional, porém podem causar cor indesejável aos alimentos quando processados sob condições alcalinas. Os flavonóides, a exemplo dos ácidos fenólicos, também não causam problemas na digestibilidade e palatabilidade do sorgo. Constituem

um amplo grupo de compostos fenólicos encontrados nas plantas, sendo que alguns deles estão entre os principais pigmentos presentes em vegetais.

O principal problema que o tanino causa, quando presente no sorgo, é a complexação com proteínas, o que vai afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade (sabor adstringente). O efeito do tanino na digestibilidade "in vitro" da matéria seca tem sido provado em vários estudos, nos quais foi detectada correlação negativa entre a presença de tanino no grão e a digestibilidade.

Segundo Borges (2002), a digestão do amido do sorgo ocorre de forma mais lenta que do amido do milho, o que levou algumas empresas a pesquisar e patentear a utilização destas fontes em rações para cães. A digestão lenta dos carboidratos tanto do sorgo quanto da cevada resultaria em moderados níveis de glicose após as refeições. Estes níveis moderados de glicose poderiam ser interessantes no controle da diabetes e em algumas condições especiais, como dietas para o controle da obesidade, em que níveis moderados e persistentes de glicose ajudariam a inibir o consumo e controlar a fome nestes animais.

O processo de extrusão nas rações de cães e gatos pode melhorar a digestibilidade da proteína do sorgo. Fapojuwo et al. (1987) avaliaram as variáveis de extrusão, incluindo umidade (15 e 25%) e temperatura (50, 125 e 200°C), em duas variedades de sorgo de baixo-tanino. A digestibilidade da proteína foi calculada através da análise de pepsina "in vitro". A extrusão melhorou a digestibilidade de 45,9 a 74,6% e de 43,9 a 68,2% para as duas variedades, respectivamente. A temperatura foi a variável de extrusão que mais influenciou a digestibilidade, enquanto a umidade não apresentou nenhum efeito significativo.

Do mesmo modo, Suzuki et al. (1991) estudaram o efeito da extrusão na digestibilidade da proteína do sorgo. Camundongos de quatro semanas foram alimentados "ad libitum" com dietas contendo grão de sorgo sem tratamento



(Sorgo bicolor), sorgo extrusado (180 °C) ou dieta completa extrusada contendo de 10% levedura. A utilização de nitrogênio líquido foi mais alta na dieta completa, seguidos por sorgo extrusado e grãos, respectivamente. Os resultados sugerem que a extrusão aumenta o valor nutritivo global das proteínas, embora apresente como desvantagem uma redução do conteúdo de lisina disponível.

#### **2.1.4 Arroz (*Oriza sativa*)**

O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo, sendo a base da alimentação humana, principalmente oriental, há milhares de anos. Existem centenas de variedades de arroz. No entanto, estas podem ser agrupadas em três grandes grupos: Índica, Japónica e Fragrante. A principal diferença entre elas é o tipo de amido presente no grão (Ania, 2003).

O Índica (agulhas, agulhinha) é a variedade mais comum em todo o mundo. O grão é longo e fino. O amido é constituído essencialmente pela cadeia linear, a amilose (Ania, 2003).

O Japónica (carolinos) é a variedade mais apreciada no Japão, precisamente pela sua maior capacidade de absorver sabores, que advém da superior capacidade de absorção de água, motivada por uma maior percentagem de amilopectina. O grão é arredondado, podendo ser mais longo (carolino – mais apreciado em Portugal) ou quase redondo (médio e curto – mais apreciado na Espanha e na Itália) (Ania, 2003).

As variedades de arroz Fragrante são variedades muito semelhantes ao Índica, o amido é também essencialmente amilose. A diferença é que rende mais em climas frios do que o Índica, ganhando mercado em países como Reino Unido e Estados Unidos (Ania, 2003).

A quirera de arroz é o fragmento de grão de arroz descascado e polido que passa em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro. Muito

utilizada na alimentação animal, a quirera de arroz é bastante semelhante ao arroz em relação a sua composição química.

Silva Junior (2004) encontrou valores de digestibilidade da matéria seca de 87,43% em uma dieta para cães contendo 60 % de quirera de arroz, superiores ( $P < 0,05$ ) àqueles encontrados para dietas com 60% de sorgo integral (81,11% ) e com 60% de milho integral (82,94%). O autor afirma que um dos motivos pelos quais a digestibilidade da matéria seca da dieta com arroz foi superior ( $P < 0,05$ ) às demais foi a maior digestibilidade do amido, de 98,12; 81,11 e 82,94 % para o arroz, sorgo e milho, respectivamente.

## **2.2 Carboidratos e o processo de extrusão**

O nome carboidrato vem do francês “hydrate de carbone”, aplicado para compostos contendo C, H e O, sendo que H e O estão presentes na mesma proporção que a água. -  $(CH_2O)_n$ , em que  $n > 3$ . Nos alimentos, é a fração que menos fornece energia, comparada com proteínas e gorduras, em uma base molar (proteína = 4,15 Kcal/ grama, gorduras e óleos = 9,02 kcal/g, carboidratos = 4,00 Kcal /grama). Entretanto, como nos alimentos vegetais, os carboidratos são os constituintes mais importantes (40 a 75%), acabam sendo os que mais contribuem energeticamente na alimentação animal, com exceção dos carnívoros em regime dietético natural, à base somente de produtos de origem animal, como na natureza (Borges & Ferreira, 2004).

Embora na natureza cães e gatos tenham uma dieta composta quase que exclusivamente por produtos de origem animal, isto não ocorre na criação doméstica destes animais. Hoje a quase totalidade dos alimentos secos para cães apresentam-se extrusados ou expandidos, um processamento que depende da presença de carboidratos (Borges & Ferreira, 2004) .

Segundo Borges & Ferreira (2004), estes processamentos melhoraram consideravelmente a digestibilidade, textura, palatabilidade e valor nutritivo dos

alimentos secos. O processo consiste em submeter a mistura de matérias-primas hidratada a efeitos conjugados de pressão e temperatura (90 a 150 °C) por um curto espaço de tempo (20 a 30 segundos) e, logo em seguida, promover uma queda súbita de ambos, provocando uma pressão negativa e uma expansão da matéria.

Este processo leva à ruptura da parede celular dos vegetais, com exposição e gelatinização dos grânulos de amido, além de provocar uma estabilidade microbiológica. Já a proteína praticamente não sofre nenhuma alteração de qualidade.

Segundo Borges & Ferreira (2004), no processo de extrusão a quantidade e o tipo de amido da mistura são determinantes na qualidade do grânulo. Misturas com um alto teor de gordura (acima de 20%) ou com baixa quantidade de amido resultam em um grânulo pouco expandido e pouco crocante, o que não é desejável sob o ponto de vista industrial.

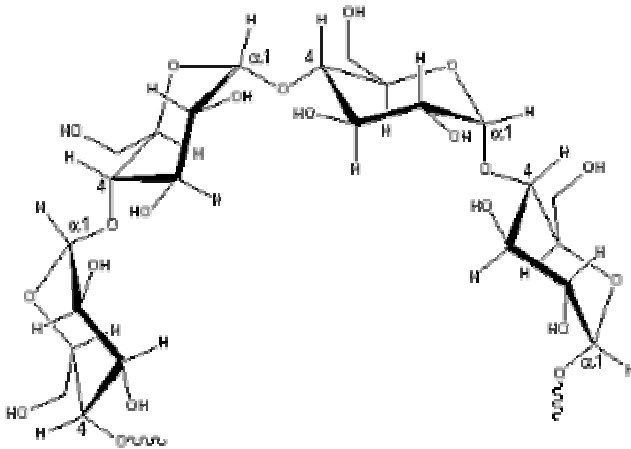
Segundo Twomey et al. (2002), o processo de extrusão envolvido na produção de alimentos para cães e gatos é adequado para gelatinizar o amido e aumentar sua digestibilidade.

Segundo citações de Silva Júnior (2004), os carboidratos são os principais constituintes energéticos dos vegetais, representando entre 60% a 90% do seu peso seco (Buléon et al., 1998; Case et al., 1998). O polissacarídeo de armazenamento de origem vegetal mais importante na natureza é o amido (Lehninger et al., 1995), que é um homopolissacarídeo constituído apenas de moléculas de glicose, sob a forma de polímeros não solúveis, com ligações hidrogênio intra e intermoléculas, originando uma estrutura coesa e organizada denominada grânulo ou grão de amido, (Figueiredo & Guerreiro, 2003; Lehninger et al., 1995; Mori, 2004; Nunes, 1998).

O amido é a principal forma de armazenagem de carboidratos dos cereais, consistindo em amilopectina, um polímero de cadeia ramificada de

glicose; e de amilose, um polímero de cadeia linear. O conteúdo médio de amido dos cereais é de 70 %; a amilopectina tem 70 a 80 % e amilose, os restantes 20 a 30 %. Fatores tanto genéticos como ambientais influenciam no teor de amilose do sorgo (Borges & Ferreira, 2004)

Ainda segundo citações de Silva Júnior (2004), a amilose consiste de cadeias longas, não ramificadas, de unidades de glicose conectadas por ligações  $\alpha$ 1-4. A Figura 1 apresenta uma representação da estrutura parcial da amilose (Chaplin, 2004; Figueiredo & Guerreiro, 2003; Lehninger et al., 1995).

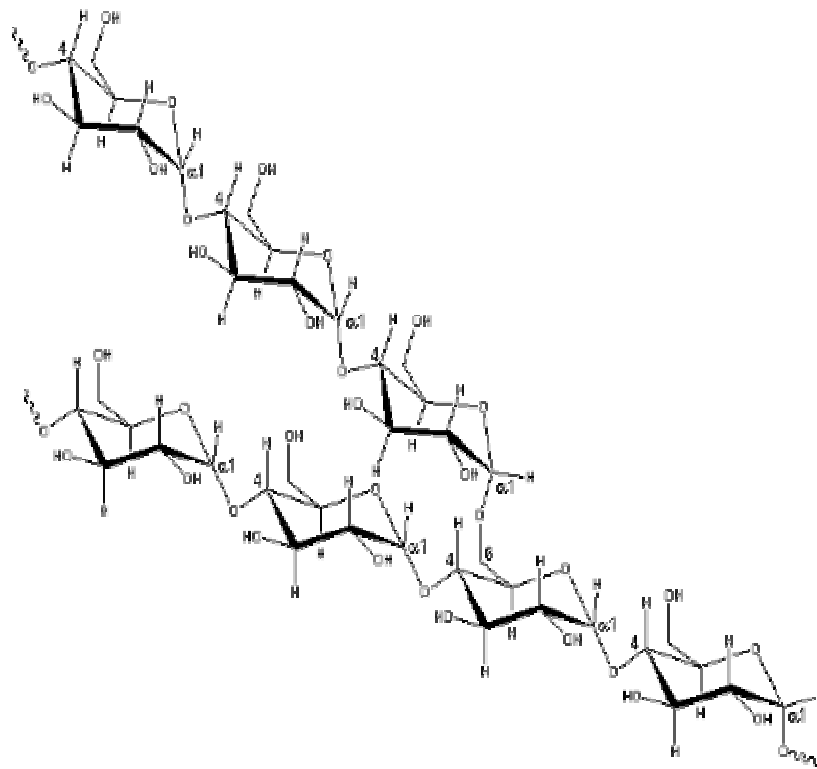


**FIGURA 1** - Estrutura parcial da amilose (Adaptado de Chaplin, 2004).

A amilose é quebrada pela enzima  $\alpha$ -amilase de duas em duas moléculas de glicose, fornecendo maltose como produto final. A enzima  $\alpha$ -glucosidase, ou maltase, produzida na mucosa intestinal, quebra a maltose em duas moléculas de glicose (Nunes, 1998).

Ainda segundo Silva Júnior (2004), em revisão sobre o assunto, a amilopectina (Figura 2) é altamente ramificada, mas a maior parte da molécula é composta por cadeias lineares de ligações  $\alpha$ 1-4. Entretanto, nos pontos de

ramificação, chamados pontos brancos, que aparecem entre cada 24 a 30 moléculas de glicose, ocorrem ligações do tipo  $\alpha$ 1-6 (Chaplin, 2004; Figueiredo & Guerreiro, 2003; Lehninger et al., 1995; Nunes, 1998). Duas enzimas são capazes de agir nas ligações da cadeia da amilopectina. A  $\alpha$ -amilase quebra a cadeia linear, chegando bem próxima da ramificação, produzindo maltose e um oligossacarídeo pequeno e ramificado. Este é atacado pela enzima intestinal oligo-1,6-glucosidase (isomaltase) e, subseqüentemente, os pequenos resíduos lineares são atacados pela  $\alpha$ -amilase e maltase, gerando moléculas de glicose (Nunes, 1998).



**FIGURA 2.** Estrutura parcial da amilopectina (Adaptado de Chaplin, 2004).

A digestibilidade do amido no grão do cereal determina o conteúdo energético disponível do grão e é dependente do tipo de cadeia de amido e da hidrólise por enzimas pancreáticas. Neste aspecto, cães são mais hábeis em digerir o amido da dieta que gatos, que apresentam uma reduzida quantidade de amilase pancreática e têm uma intolerância mesmo a níveis moderados de carboidratos. Mesmo para cães, o grau de digestão do carboidrato dependerá do processamento que a dieta foi submetida (Borges e Ferreira, 2004)

Segundo Borges & Ferreira (2004), as propriedades físico-químicas do amido repercutem nas características de textura e nutricionais da ração preparada com o sorgo. O comportamento do amido na água depende da temperatura e de sua concentração. O amido do grão de sorgo apresenta uma absorção muito baixa de água à temperatura ambiente (um grau de inchamento muito pequeno), entretanto esta absorção aumenta com o aumento da temperatura, resultando em uma solubilização da amilose e da amilopectina, com a formação de uma solução colóide. Este processo é denominado gelatinização. Por outro lado, o tratamento térmico do amido em ausência de água leva a uma expansão da massa sem perda de material solúvel, produzindo uma desgelatinização parcial do amido, que passa de um estado solúvel, disperso e amorfo a um estado cristalino insolúvel. Este fenômeno é denominado retrocessão.

A amilose apresenta maior capacidade de retrocessão, enquanto a amilopectina apresenta uma maior capacidade de gelatinização. Ambos os processos são importantes na qualidade dos grânulos e na qualidade nutricional das rações para cães (Borges & Ferreira, 2004).

A gelatinização e a capacidade de inchamento são determinantes para a qualidade da extrusão; uma maior gelatinização do amido determina uma melhor extrusão e um grânulo de melhor qualidade. Na Tabela 4 são apresentadas algumas características físicas do amido do sorgo e do milho (Borges & Ferreira, 2004).

**TABELA 4** - Características do amido isolado do sorgo e do milho

Grão	Amilose (%)	Temperatura de gelatinização (°C)		Capacidade de ligação à água (%)	Inchamento a 90°C (%)	Solubilidade 90°C (%)
		Inicial	Final			
Sorgo	24,0	68,5	75,0	105	22	22
Sorgo açucareiro	1,0	67,5	74,0	-	49	19
Milho	21,1	61,1	68,7	87,5	13,1	9,16

FAO (2002)

A variação na capacidade de ligação da água (83,6 a 99,5 %) obedece provavelmente às diferenças na proporção relativa do amido amorfo e cristalino do grânulo. O amido amorfo tem uma maior capacidade de absorção da água que o amido cristalino e, por isso, é maior no sorgo que no milho (FAO, 2002).

A capacidade de inchamento dos cereais guarda uma correlação alta e positiva dentro de todas as qualidades organolépticas da ração, como textura, sabor e aceitabilidade. Por outro lado, o conteúdo de amilose guarda uma correlação negativa com todas as características organolépticas (FAO, 2002).

A natureza química do amido, especialmente o conteúdo de amilopectina e de amilose, repercutem na digestibilidade. A digestibilidade do amido é maior no sorgo açucareiro (amilose baixa) que nos grãos normais de sorgo e milho. Em um experimento com cães testando a digestibilidade de várias fontes de amido, Murray & Fahey (1999) encontrou que o sorgo apresentou 80 e 84% de digestibilidade para a matéria seca e a matéria orgânica, respectivamente. A presença de taninos no grão também é outro fator que contribui para a má digestibilidade do amido em algumas variedades de sorgo, visto que o tanino pode inibir a amilase pancreática.

Além das características de processamento, a maior quantidade de amilopectina presente no sorgo pode ser interessante sob o ponto de vista nutricional. A digestão do amido do sorgo ocorre de forma mais lenta que do amido do milho, o que levou algumas empresas a pesquisarem e patentearem a utilização destas fontes em rações para cães (Borges & Ferreira, 2004).

### **2.2.1 O Processo de extrusão**

O Processo de cozimento por extrusão tem sido usado em alimentos para cães e gatos há mais de 50 anos. O primeiro alimento extrudado foi desenvolvido pela Ralston Purina Company, em 1954 (Corbin, 2003).

Extrusoras são equipamentos complexos que podem trazer mudanças significativas para ingredientes alimentícios sob condições tipicamente empregadas no processo de cozimento. O processo de cozimento por extrusão pode controlar uma imensidão de características do produto, como forma, densidade, rehidratação, textura e cozimento (Carvalho, 2002).

A seleção das matérias-primas empregadas, é de extrema importância e impacto ao processamento à qualidade do produto final, diretamente relacionada à textura do produto final, à uniformidade, à maquinabilidade (extrudabilidade), à qualidade nutricional e à viabilidade econômica.

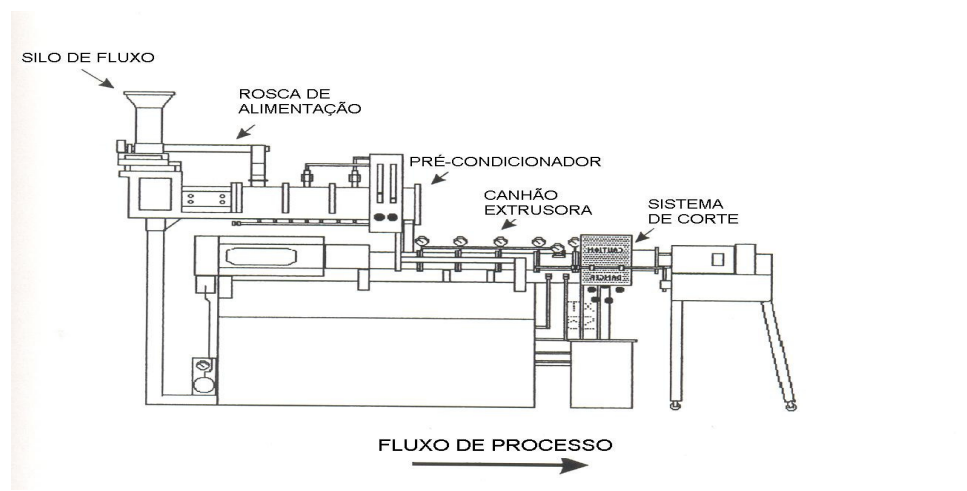
Segundo Smith (1975), citado por Carvalho (2002), extrusão é o processo de cozimento realizado pela combinação de umidade, pressão, calor e atrito mecânico no interior de um tubo.

Os cães são incapazes de digerir adequadamente o amido, a menos que este seja processado por meio da cocção ou extrusão (Tardin, 2002). Assim, os alimentos comerciais para cães são extrudados. Neste processo, o amido é gelatinizado e passa a ser digerido e aproveitado pelos cães.

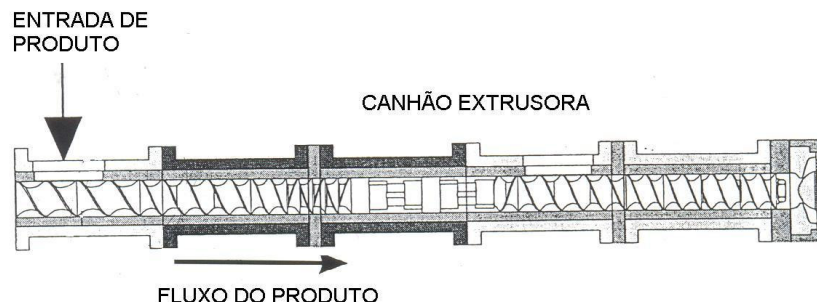


No processo de extrusão, a quantidade e o tipo de amido da mistura são determinantes na qualidade do “pelet”. Misturas com um alto teor de gordura (acima de 20%) ou com baixa quantidade de amido resultam em um “pelet” pouco expandido e pouco crocante, o que não é desejável sob o ponto de vista industrial (Borges, 2002).

Além de serem necessários ao processo de extrusão para moldar o alimento, os cereais são fontes mais econômicas de nutrientes (Tardin, 2002). Assim, o amido, hoje representado pelos cereais, compõe a maior parte da formulação de alimentos completos para cães (Lewis et al., 1994).



**FIGURA 3 -** Modelo do equipamento de extrusão.



**FIGURA 4** - Modelo canhão da extrusora.

### 2.3 Medidas para avaliação de digestibilidade dos nutrientes

Os carnívoros são animais adaptados a dietas concentradas e altamente digestíveis, sendo caracterizados por um intestino simples e curto (Ahlstrom & Skrede, 1998; Kendall, 1981). O cão é um animal carnívoro por definição, mas onívoro por convenção. Assim, é mais bem definido como carnívoro não estrito (Mohrman, 1979).

Segundo Silva et al. (1999), a maioria das empresas produtoras de ração para pequenos animais no Brasil ainda não mantêm como rotina a realização de análises de digestibilidade, como preconizam os protocolos científicos ditados pela *Association of American Feed Control Officials* (AFFCO), órgão regulador que baliza o desenvolvimento e a comercialização de rações nos Estados Unidos. Isto porque, o Ministério da Agricultura, até então, não estabelece exigências para correlacionar o estudo da digestibilidade à qualidade do produto em questão e, por conseguinte, seu registro e ingresso no mercado consumidor brasileiro.

Os valores de energia metabolizável (EM) para a maioria dos ingredientes individuais não foram determinados para cães. As tabelas de nutrição (National Reserch Council - NRC, 1985) não fornecem os valores de

energia digestível (ED) e nem de EM dos diversos ingredientes. Por essa razão, aproximações do conteúdo de EM pode ser estimadas (Silva et al., 1999).

Segundo Silva et al. (1999), um método recomendado para o cálculo está baseado na admissão da digestibilidade aparente de 80% para proteína, 90% para extrato etéreo e 85% para extrato não-nitrogenado (ENN). Os coeficientes de digestão resultantes são, então, multiplicados pelos valores de energia bruta de 4,40 (5,65 - 1,25); 9,40 e 4,15 Kcal para proteína, extrato etéreo e extrato não-nitrogenado, respectivamente. Admite-se que a EM não foi derivada da fibra bruta. Os valores resultantes de 3,50; 8,46 e 3,50 Kcal são estimativas razoáveis da EM disponível para os cães provenientes da proteína, gordura e carboidrato (ENN) de ingredientes de alimentos comumente utilizados na fabricação dos alimentos para cães (NRC, 1985). Entretanto, os valores médios da digestibilidade aparente da proteína, extrato etéreo e extrato não-nitrogenado devem ser usados com cautela, pois podem subestimar o valor da EM em alimentos que contenham pouca fibra ou pouco tecido conectivo e sub-produtos de origem animal, ou superestimá-lo em alimentos derivados de plantas e cereais que contenham elevado conteúdo de fibra (NRC, 1985).

A digestibilidade do amido do cereal determina o conteúdo energético disponível do grão e é dependente do tipo de cadeia de amido e da hidrólise por enzimas pancreáticas. Neste aspecto, cães são mais hábeis em digerir o amido da dieta que gatos, que apresentam uma reduzida quantidade de amilase pancreática, com intolerância mesmo a níveis moderados de carboidratos. Mesmo para cães, o grau de digestão do carboidrato dependerá do processamento a que o alimento foi submetido (Borges, 2002).

Os cães são incapazes de digerir adequadamente o amido, a menos que este seja processado por meio da cocção ou extrusão (Tardin, 2002).

Silva Junior (2004), avaliando a resposta glicêmica e insulinêmica pós-prandial de cães recebendo três tipos diferentes de cereais (milho, sorgo e arroz),

entrando em uma mesma proporção na dieta, encontrou altas digestibilidades do amido: 95,61%, 94,68 %, 98,12% para o milho, sorgo e arroz, respectivamente. Segundo Silva Júnior (2004), possivelmente diferentes proporções dos tipos de amido (amilose e amilopectina) presentes na quirera de arroz, em relação aos outros cereais, bem como as reações ocorridas durante o processamento, podem também ter contribuído para a maior digestibilidade do amido total do arroz em relação aos demais grãos.

A digestibilidade é um fator que deve sempre ser levado em conta quando são analisados alimentos para animais. A digestibilidade constitui uma medida de qualidade da dieta porque determina, de forma direta, a proporção de nutrientes disponíveis para absorção pelo animal. Os fabricantes avaliam a digestibilidade dos seus produtos através de ensaios alimentares (Case et al., 1998). Logo, informações da digestibilidade dos ingredientes puros, devidamente processados, são valiosas no âmbito nutricional, auxiliando os profissionais de nutrição a identificarem, dentre as matérias-primas disponíveis no mercado nacional, qual a melhor formulação, a fim de serem atingidos os melhores coeficientes de digestibilidade no alimento final.

Andrigueto (1981) define digestibilidade como sendo a fração do alimento consumido que não é recuperada nas fezes ou quanto do nutriente ingerido foi absorvido pela mucosa intestinal. Case et al. (1998) consideram a digestibilidade como sendo uma medida de qualidade das rações, pois estabelece a proporção de nutrientes disponíveis que serão absorvidos pelo organismo. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) permite estimar o percentual de nutrientes absorvidos (Lôbo Júnior, 2000). Segundo Nunes (1998) e Case et al. (1998), pode-se utilizar a seguinte fórmula para o cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente:

$$\text{CDA} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

Segundo Schang (1987), um ponto importante na acurácia da grande maioria das metodologias diretas para estimar digestibilidade é a quantificação correta das excretas, com duas alternativas metodológicas: colheita total ou utilização de indicadores.

Ainda segundo Schang (1987), na primeira metodologia o animal é alimentado com uma dieta de composição conhecida, sendo quantificada a ingestão de nutrientes e recolhidas todas as excretas. Desta forma, é realizado um balanço entre o que foi ingerido e o que foi eliminado e a diferença corresponde aos nutrientes efetivamente digeridos e absorvidos.

A digestibilidade é denominada “aparente” porque as fezes são importante via de eliminação de minerais, compostos nitrogenados (proteínas) e lípidios, provenientes da descamação da mucosa, enzimas digestivas e bile (Church & Pond, 1988).

Ainda segundo Church & Pond (1988), a técnica de colheita total envolve o pressuposto de que as fezes produzidas em determinado período de tempo são correspondentes ao alimento ingerido no mesmo período. Existem erros inerentes a este pressuposto, pois as taxas de ingestão e excreção variam. Todavia, em períodos de colheita de três ou mais dias, esse erro diminui. A maior objeção à colheita total é que o consumo de alimentos e a eliminação de fezes são difíceis de se medir corretamente. Uma alternativa indicada é a utilização de indicadores externos, como óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), ou do próprio alimento, como lignina ou cinzas insolúveis em ácido.

Estes ensaios biológicos incluem um período de tempo para adaptar o animal à alteração da dieta e remover do trato gastrointestinal a alimentação anterior. Períodos de um dia têm sido propostos como suficientes para aves, exceto para alimentos mais fibrosos, para os quais períodos maiores têm sido preconizados. Já outros autores indicam períodos maiores, de até cinco dias (Sibbald, 1982).

Para obter a digestibilidade de um alimento ou dieta completa, a metodologia de avaliação mais utilizada é aquela denominada de “tradicional”, com colheita total de excreta. Esta metodologia se aplica bem a dietas completas; entretanto, a ingestão espontânea de um só alimento teste torna-se difícil. Por isso, a metodologia de colheita total de excreta é conjugada à metodologia de substituição proposta por Matterson et al. (1965). A metodologia de substituição apresenta como característica primária a utilização de uma dieta basal administrada a um grupo de animais controle, na qual um de seus constituintes é substituído pelo ingrediente a ser utilizado, além do consumo ser *ad libitum*. Segundo Schang (1987), esse procedimento assume que toda variação no resultado da digestibilidade da dieta é devida ao ingrediente teste, não levando em consideração o nível de inclusão e o valor extra-calórico de alguns alimentos.

Assim, uma metodologia de alimentação forçada foi proposta para aves, por Sibbald (1976), na qual o alimento é oferecido puro, forçadamente, através da intubação do animal. Guardadas as devidas proporções, esta metodologia pode ser aplicada para cães quando se deseja obter o valor de digestibilidade de alimentos puros.

A digestibilidade constitui uma medida da qualidade da dieta porque determina, de forma direta, a proporção de nutrientes disponíveis para absorção pelo organismo (Case et al., 1998). Logo, a informação referente à digestibilidade do alimento é de suma importância, uma vez que pouco serve a informação sobre o conteúdo de um alimento quando não se conhece a sua digestibilidade. Por exemplo, duas dietas com teores iguais de proteínas (28%), dietas A e C, porém uma com 70,25 % de digestibilidade das proteínas (dieta A) e a outra, com 85,9% (dieta C). Isto significa que, de fato, o produto da dieta A proporciona menos de 20% de proteína digerível; por outro lado, a dieta C apresenta aproximadamente 24% de proteína digerível (Tabela 5).

**TABELA 5** - Variação na digestibilidade dos alimentos para os cães

	DIETA		
	A	B	C
Digestibilidade de Proteínas (%)	70,25		85,86
Digestibilidade das Gorduras (%)	82,70	90,42	90,72
Digestibilidade da Fibra (%)	17,44	48,53	61,48
Pontuação Fecal	3,95	4,47	4,48
Volume Fecal	162,38	89,18	46,48

Case et al., 1998.

Inicialmente, a dieta teste é administrada aos animais durante um período de dois a três dias, para permitir que eles se habituem ao produto. Depois deste tempo, durante um a dois dias, determina-se a quantidade de alimento consumido e de matéria fecal excretada. Esta última representa o resíduo não assimilado do alimento administrado. Posteriormente, realizam-se análises laboratoriais do alimento e da matéria fecal para determinar o grau de nutrientes de ambos e, por subtração, calcula-se a quantidade de nutrientes assimilados. A expressão destes resultados em percentagem e denominada “coeficiente de digestibilidade” (Case et al., 1998). Neste tipo de estudo, os dados obtidos são denominados “coeficientes de digestibilidade aparentes” porque as fezes também contêm resíduos metabólicos que procedem do próprio animal e não da dieta.

Os alimentos de qualidade para animais geralmente têm coeficientes de digestibilidade ligeiramente superiores e os seus subprodutos apresentam uma digestibilidade significativamente inferior. Um alimento de baixo coeficiente de digestibilidade contém uma proporção elevada de componentes que o trato digestivo não consegue digerir. Estes componentes atravessam o intestino grosso, onde são parcial ou totalmente fermentados pelas bactérias do cólon.

Uma fermentação bacteriana excessiva ou rápida produz flatulência, fezes moles e, ocasionalmente, diarreia. Além destes efeitos secundários, um alimento que seja pouco digerível deve ser administrado em maior quantidade, dado que o animal absorve uma menor proporção de nutrientes do alimento em questão. À medida que é consumida uma maior quantidade, também aumenta a velocidade de passagem pelo trato digestivo. A passagem rápida do alimento através do intestino diminui a digestibilidade da dieta e contribui para o aumento do volume de fezes, assim como para a produção de gases (flatulência).

A digestibilidade de um alimento para animais diminui com a presença de níveis elevados de fibra dietética, cinzas, fitatos e proteínas de baixa qualidade. Um processamento inadequado ou sujeito a níveis de temperatura excessivamente altos afeta negativamente a digestibilidade do produto. O amido presente nos cereais como sorgo, milho, arroz e milho degerminado apresentam uma absorção muito baixa de água à temperatura ambiente. Entretanto, esta absorção aumenta com a elevação da temperatura, resultando em uma solubilização da amilose e da amilopectina, com a formação de uma solução colóide (Mori, 2004). Quando o amido é aquecido na presença de água, grandes modificações ocorrem na sua estrutura. A energia térmica introduzida no sistema enfraquece as pontes de hidrogênio entre as moléculas de amilose e da amilopectina, a estrutura granular tem sua tensão diminuída e a água começa a penetrar no interior dos grânulos. Mantendo-se o aquecimento, verifica-se o aumento das dimensões dos grânulos, devido a uma maior quantidade de água que vai entrando e se ligando às suas moléculas. Devido à grande quantidade de hidroxilas (OH) presente nos grânulos, estes facilmente estabelecem pontes de hidrogênio com a água; diz-se, então, que o amido se gelatiniza. Este processo é denominado gelatinização (Borges, 2002; Figueiredo & Guerreiro, 2003).

Por outro lado, o tratamento térmico inadequado do amido, ou seja, em ausência de água, leva a uma expansão da massa sem perda de material solúvel,



produzindo-se a desgelatinização parcial do amido, que passa de um estado solúvel, disperso e amorfo, a um estado cristalino insolúvel. A este fenômeno se dá o nome de retrocessão (Borges, 2002; Figueiredo & Guerreiro, 2003). A gelatinização aumenta a digestibilidade do amido, ao passo que a retrocessão diminui.

Essas estimativas do conteúdo de EM dos vários ingredientes estão sujeitas a crítica, visto que consideram iguais os valores de digestibilidade da proteína, extrato etéreo e extrato não-nitrogenado para todos os alimentos. Nesse sentido, a avaliação da digestibilidade "in vivo" de cada ingrediente que compõe uma ração é mais precisa e adequada para a formulação de rações para pequenos animais.

Logo, a digestibilidade dos alimentos aumenta com a inclusão de ingredientes de alta qualidade, níveis elevados de gordura e processamento adequado.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local da realização do experimento**

O experimento foi realizado entre os dias 11 e 31 de agosto de 2004, na cidade de Três Corações, localizada no sul de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. As coordenadas geográficas da cidade são latitude 21°42'00''S e Longitude 45°15'30''W.Gr. A umidade relativa do ar média é de 76,6%. A cidade possui clima mesotérmico e seu ponto culminante possui cerca de 1.200 m de altitude (Aondefica, 2004).

#### **3.2 Instalações**

Foram utilizadas as instalações da estação experimental da empresa Total Alimentos S/A, na cidade de Três Corações. Cada animal foi acondicionado em canil individual com área média de 3,5 m<sup>2</sup> (Figura 3), sendo o piso do canil de cimento liso, sem solário, para que fosse possível a coleta total de fezes. Os bebedouros utilizados foram do tipo “*nipple*”, fixados na parede do fundo do canil a uma altura média de 50 cm.

#### **3.3 Animais utilizados**

Utilizaram-se cães da raça Foxhound Americano, machos, inteiros, com idade média de três anos ( $\pm$  seis meses). Foram selecionados 8 animais de peso médio aproximado de 35 quilos ( $\pm$  2,4 quilos), distribuído em quatro tratamentos, durante quatro períodos consecutivos. Os cães apresentaram-se saudáveis à avaliação clínica, não sendo diagnosticada nenhuma enfermidade. Na estação experimental, todos os cães foram vermifugados quatro vezes ao ano e vacinados contra raiva e demais doenças anualmente.

### 3.4 Preparação das dietas

As dietas (tratamentos) foram preparadas em condições ótimas e idênticas de processamento pela empresa Total Alimentos S.A. e oferecidas aos animais da estação de pesquisa da empresa. Quatro dietas (tratamentos) foram oferecidas aos animais, compostas unicamente do cereal a ser testado (milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz), cuja composição encontra-se na tabela 6. Os cereais passaram por um processo de moagem com peneira de 1,0 mm e foram então extrusados em uma extrusora Wenger® modelo X-185. O processo de extrusão foi conduzido a uma mesma vazão de 2.000 Kg/Hr, uma velocidade de faca de 750 RPM (rotações por minuto), uma temperatura entre 80° C a 85° C no condicionador da extrusora e uma adição de 13,5% de água no processamento.

Os cereais (milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz) entraram em uma proporção de 99,85% na dieta e, foram complementados com 0,15% de premix mineral vitamínico, proporcionando as necessidades mínimas de microelementos minerais e vitamínicos (AAFCO, 1994), fornecendo, por quilograma de produto, 14.000 U.I de vitamina A; 8 mg de vitamina B1; 8 mg de vitamina B2; 8 mg de vitamina B6; 200 mcg de vitamina B12; 2.000 u.i. de vitamina D; 80 u.i. de vitamina E; 1,5 mg de vitamina H; 60 mg de vitamina PP; 1,5 mg de vitamina K; 120 mg de Zinco; 1,5 mg de Ácido Fólico; 20 mg de Ácido Pantotênico; 15 mg de Cobre; 0,5 mg de Cobalto; 120 mg de Ferro; 3 mg de Iodo; 1 g de Magnésio; 60 mg de Manganês e 0,2 mg de Selênio.

**TABELA 6** - Análise química do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz utilizados no experimento

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo Integral</b>	<b>Quirera de Arroz</b>
<b>Matéria Seca</b>	92,37	92,11	91,12	87,94
<b>Umidade</b>	7,63	7,89	8,88	12,06
<b>Energia Bruta (kcal/kg MN)</b>	4040	3851	4044	3741
<b>Proteína Bruta (% MN)</b>	7,06	10,56	8,94	8,07
<b>Gordura – GHA (% MN)</b>	4,93	4,06	4,27	3,27
<b>Matéria Mineral (% MN)</b>	1,26	6,13	1,59	1,00
<b>Fibra Bruta (% MN)</b>	1,69	4,41	1,72	0,32
<b>ENN<sup>1</sup>(% MN)</b>	77,43	66,95	74,6	75,28

<sup>1</sup> Obtido por cálculo = 100 – (Umidade + Proteína Bruta + Gordura por hidrólise ácida+ Matéria Mineral+Cinzas)

### 3.5 Equipamentos e Metodologia Utilizados

Com base na metodologia de alimentação gástrica em neonatos, foi desenvolvido pelo autor e utilizado um sistema para introdução do alimento por intubação gastro-esofágica, de forma a proceder a alimentação forçada dos cães, conforme Figuras 5, 6 e 7.

O sistema de bombeamento consiste de um sistema variador de frequência do motor modelo 2807 Danfoss e uma bomba helicoidal, com vazão de 60 a 120 cm<sup>3</sup>/hora, modelo NEMO 4NU04, que tem por finalidade bombear o ingrediente/alimento em fluxo contínuo. Esta bomba é dotada em uma entrada com um funil em 60° graus em aço inoxidável com a finalidade de abastecimento do sistema de bombeamento; possui, acoplado a sua saída, um tubo flexível, de material atóxico, com diâmetro de 3/4 de polegadas e comprimento suficiente para ser introduzido até o estômago do cão/animal.

O tubo para a alimentação deve alcançar o estômago do animal, não devendo ser longo demais, pois poderá exercer pressão ou causar perfuração. O tubo pode ser medido ao longo do corpo do animal, externamente, considerando

a ponta do focinho até a última vértebra da costela, que pode ser identificada por apalpação manual e, em seguida, colocando-se uma fita adesiva no tubo para marcar a distância correta até o estômago.

O ingrediente a ser testado, no caso extrudado, cuja capacidade de absorção de água é muitas vezes aumentada pelo processamento de extrusão, quando dissolvido em água aquecida, deverá ser imediatamente bombeado a fim de evitar o aumento de viscosidade e a consistência da massa, impossibilitando o bombeamento.

Em seguida, o animal deverá ser colocado com a cabeça estendida, mas não erguida, de modo que o tubo deslize para dentro do esôfago. Isto ajuda a evitar que o fluido alcance as vias respiratórias. No momento inicial da introdução do tubo será encontrado, uma leve resistência; deve-se manter a pressão constante, reação normal do esfíncter pilórico, que a princípio se contrai para, na seqüência, relaxar e permitir a passagem do tubo.

O tubo deverá ser lubrificado com o próprio alimento a ser entubado a fim de facilitar o seu deslizamento até o estômago, e deverá ser inserido delicadamente através da boca, faringe e esôfago até o estômago.



**FIGURA 5** - Equipamento de bombeamento desenvolvido pelo autor utilizado para introdução do alimento pelo tubo gastro-esofágico.



**FIGURA 6 -** Intubação gastro-esofágica.



**FIGURA 7 -** Intubação completa e bombeamento.

### 3.6 Duração do Experimento

O experimento teve duração de 20 dias, divididos em quatro períodos de cinco dias, período em que todos os oitos cães receberam as quatro dietas de maneira alternada. Nos três primeiros dias de cada período experimental procedeu-se a fase de adaptação, em que os animais foram entubados e receberam 500 gramas de cada dieta dissolvidos em 500 gramas de água aquecida a 36° C, conforme Figura 8.



**FIGURA 8** - Dieta pronta para introdução gastro-esofágica.

Os animais foram submetidos aos tratamentos sempre no mesmo horário pela manhã, às 11:00 horas, horário usual no qual os animais recebem sua alimentação rotineira na estação de pesquisa.

A fase de colheita total de fezes para avaliação da digestibilidade ocorreu durante os dois dias finais de cada período experimental, quando os



animais continuaram a ser alimentados exclusivamente via tubo, com seus respectivos tratamentos e água.

### **3.7 Colheita de amostras**

#### **3.7.1 Amostras de fezes**

A colheita de fezes foi realizada para cálculo de digestibilidade aparente da matéria seca, digestibilidade aparente da energia bruta, digestibilidade aparente da matéria mineral, digestibilidade aparente da proteína bruta, digestibilidade aparente da matéria orgânica, digestibilidade aparente da fibra bruta e digestibilidade aparente do extrativo não nitrogenado. Colheram-se todas as fezes de cada animal num período de dois dias. As amostras foram embaladas, identificadas e congeladas a -15°C para posterior análise.

#### **3.7.2 Amostras das dietas**

No final do período experimental colheram-se amostras de cada ingrediente, cerca de 2 kg de cada uma, as quais foram embaladas em saco plástico específico, identificadas e armazenadas em local fresco e ao abrigo da luz para posteriores análises físico-químicas.

### **3.8 Análises químicas e valores de energia metabolizável estimados**

As análises de energia bruta foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, MG, e as demais análises foram realizadas no laboratório interno da empresa Total Alimentos S.A, em Três Corações, MG. As análises dos ingredientes e fezes foram realizadas em triplicata e são descritas a seguir:

- **Matéria pré-seca** (dietas e fezes): obtida em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, posteriormente, moída em peneira de 1 mm em moinho tipo Thomas Willey, segundo AOAC (1995).
- **Matéria seca - MS** (dietas e fezes): obtida em estufa a 105°C por 24 horas, segundo AOAC (1995).
- **Energia bruta** (dietas e fezes): obtida pela queima total das amostras, utilizando-se calorímetro adiabático PARR, segundo Silva & Queiroz (2002).
- **Proteína bruta – PB** (dietas e fezes): estimada a partir da porcentagem de N, pelo método de Kjeldahl, segundo AOAC (1995).
- **Gordura por hidrólise ácida - G.H.A** (dietas): a determinação do teor de extrato etéreo das amostras foi feita por hidrólise ácida, segundo recomendações do AOAC (1995).
- **Fibra bruta –FB** (dietas e fezes): as amostras secas e desengorduradas foram submetidas à digestão ácida e básica, segundo AOAC(1995).
- **Matéria mineral – Cinzas** (dietas e fezes): determinada por incineração completa em mufla a 600°C, segundo AOAC (1995).
- **Energia metabolizável estimada:** a energia metabolizável das dietas experimentais foi estimada segundo recomendações da Instrução Normativa nº 09, de 09 de julho de 2003, do Ministério da Agricultura, Brasil (2003) com modificações propostas por Atwater (1910), em que cada grama de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e extrativo não nitrogenado (ENN) é multiplicada por 3,5, 8,5 e 3,5, respectivamente, obtendo-se o resultado em calorias por grama. O valor de ENN é obtido pela diferença matemática dos níveis de garantia impressos no rótulo, ou seja: [100 - (% umidade + % proteína bruta + % gordura + % fibra bruta + % matéria mineral)].

### 3.9 Parâmetros avaliados

Para todos os tratamentos avaliou-se a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, minerais totais, energia bruta, proteína, fibra bruta, gordura por hidrólise ácida e extrativo não nitrogenado.

### 3.10 Metodologia de cálculos

Equações utilizadas no cálculo de Digestibilidade Aparente dos Nutrientes (Silva & Queiroz, 2002):

$$\text{Coeficiente de Digestibilidade Aparente} = \frac{\text{g Nutriente ingerido.} - \text{g Nutriente excretado.}}{\text{g Nutriente ingerido.}} \times 100$$

A energia digestível das dietas foi obtida pela subtração da energia bruta das fezes da energia bruta ingerida pelo animal.

$$\text{ED (Kcal/Kg)} = \frac{\text{EB consumida} - \text{EB excretada nas fezes}}{\text{Consumo de MS}}$$

### 3.11 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o quadrado latino duplo (4 períodos e 4 dietas, com 2 repetições por período, totalizando oito cães). Após a seleção, os tratamentos foram sorteados por método totalmente aleatório aos cães, de modo a existirem dois cães para cada tratamento no mesmo período, assim, cada tratamento teve oito repetições. Depois de sorteados, os animais foram identificados com coleiras e placas com seus referidos tratamentos. O esquema da análise de variância está apresentado na tabela 7.

**TABELA 7 - Análise de Variância para digestibilidade**

<b>FONTES DE VARIAÇÃO</b>	<b>GRAUS DE LIBERDADE</b>
Tratamento	03
Linhas (períodos)	03
Colunas (animais)	07
Resíduo	07
Total	31

**MODELO ESTATÍSTICO:**

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + C_k + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = Observação da variável referente ao tratamento  $i$  na linha  $j$  e coluna  $k$ .

$\mu$  = média geral

$T_i$  = o efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ )

$P_j$  = o efeito do período  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ )

$C_k$  = o efeito do animal  $k$  ( $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ )

$E_{ijk}$  = o erro experimental, que por hipótese tem distribuição normal e média zero.

As análises foram efetuadas no Laboratório de Computação Científica (LCC) da Universidade Federal de Lavras (MG). Foram realizadas análises estatísticas descritivas e o procedimento adotado foi o do pacote estatístico “SISVAR for Windows” (Ferreira, 2000).

As médias dos coeficientes de digestibilidade dos vários nutrientes (matéria seca, proteína, lipídios, fibra, matéria mineral, ENN, MO) das dietas experimentais foram comparadas pelo teste SNK (nível de significância 5%) (Cochran & Cox, 1957).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Digestibilidade da Matéria Seca

Os valores médios de consumo, excreção e digestão em gramas da matéria seca (MS) das dietas encontram-se na Tabela 8. Estes valores, bem como todos os outros referentes ao consumo e excreção de proteína bruta, gordura em hidrólise ácida, matéria mineral, matéria orgânica, fibra bruta e energia bruta (EB), são apresentados neste trabalho. Embora não tenham sido submetidos à análise estatística, são importantes, pois servem como referência para futuros trabalhos com cães, uma vez que os dados de excreção para esta espécie são escassos.

Para um consumo forçado de 500 gramas de alimento (MN), verificou-se uma variação numérica no consumo da matéria seca entre os tratamentos, devido à variação entre os teores de umidade.

**TABELA 8** - Consumo, excreção e digestão (g) da matéria seca (MS) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães

	Consumo, excreção e digestão (g) da MS			
	Milho integral	Milho degerminado	Sorgo integral	Quirera de arroz
<b>Consumo de ração (g MS)</b>	461,90	460,60	455,60	439,70
<b>Excreção fecal (g MS)</b>	63,36	148,15	61,80	21,96
<b>Matéria seca digerida (g)</b>	398,47	312,37	393,80	417,73

Os valores encontrados para excreção fecal são um importante parâmetro na busca de um alimento completo com um menor volume de fezes, um ponto de grande interesse do proprietário, além de ser um indicador “popular” de qualidade do alimento completo. Segundo Twomey et al. (2002), a qualidade das fezes é uma fator importante através do qual o proprietário julga a qualidade de

um alimento para cães. Um alimento comercial que produza um grande volume de fezes seria um indicativo da baixa digestibilidade e, portanto, rejeitado pelos proprietários e criadores. Neste caso, a quirera é o cereal de escolha para a redução do volume fecal, enquanto o milho degerminado deve ser utilizado com parcimônia devido a este mesmo critério.

Como o consumo de alimento e a excreção fecal determinam o desaparecimento dos nutrientes no trato digestivo e constituem as duas variáveis para obtenção de digestibilidade aparente, procederam-se os cálculos para a obtenção do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, com os valores apresentados na Tabela 9.

**TABELA 9** - Digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães

<b>Cereal</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	86,28b	0,78
<b>Milho degerminado</b>	67,82c	0,84
<b>Sorgo integral</b>	86,43b	1,04
<b>Quirera de arroz</b>	95,00a	0,72
<b>CV</b>	2,65	

<sup>1</sup> Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

As digestibilidades da matéria seca do milho e do sorgo não apresentaram diferença significativa (P>0,05), enquanto a quirera de arroz e o milho degerminado diferiram entre si (P<0,05) e das demais. O milho degerminado apresentou a menor digestibilidade da matéria seca. Com exceção do milho degerminado, as demais dietas apresentaram um bom coeficiente de digestibilidade.

Silva et al. (1999), avaliando a digestibilidade do milho pré-cozido para cães, encontraram um coeficiente médio de digestibilidade da matéria seca de

94,30%, valor acima do encontrado neste experimento para o milho integral. Segundo os autores, o valor encontrado ficou acima daqueles referenciados em outros trabalhos (Fahey et al., 1990a,b; Muir et al., 1996, citados por Silva et al., 1999). Entretanto, naqueles trabalhos os valores foram obtidos com rações experimentais em que o nível de fibra bruta era maior que o encontrado no milho pré-cozido, o que, possivelmente, pode ser válido também para o milho utilizado neste experimento.

Já Silva Júnior (2004) encontrou valores de 82,94; 81,11 e 87,43% de digestibilidade aparente das dietas, trabalhando com dietas para cães contendo 60% de milho, de sorgo ou de arroz, respectivamente. Estes valores foram menores numericamente que os encontrados neste experimento, entretanto os valores de Silva Junior correspondem a uma dieta em que o cereal participava em 60%, enquanto neste experimento os cereais foram avaliados puros.

O erro padrão da média (Ep) foi baixo para todos os alimentos avaliados, demonstrando uma boa reprodutibilidade dos resultados encontrados. O maior Ep para esta variável foi encontrado para o sorgo, 1,04.

O alto coeficiente de digestibilidade aparente para a quirera de arroz pode ser devido ao baixo teor de fibra bruta (tabela 2 – Material e Métodos) e ao alto teor de ENN, que representa, ao menos parcialmente, os teores de amido do alimento. Como todas as dietas foram processadas nas mesmas condições e durante o processamento ocorreu uma ruptura de células com disponibilidade dos nutrientes para a digestão (Gonçalves & Borges, 1997), o alto ENN da quirera de arroz pode ter feito a diferença na digestibilidade total da matéria seca, embora outros nutrientes como a proteína e a gordura (GHA) tenham apresentado também digestibilidade mais elevada ( $P < 0,05$ ) que os outros alimentos.

Considerando que um dos diferenciais para alimentos Premium e Super Premium está correlacionado com coeficientes de digestibilidade acima de 85%,

o ingrediente mais indicado é a quirera de arroz. Entretanto, o milho e o sorgo também apresentam coeficientes de digestibilidade bastante adequados.

Já o milho degerminado não deverá ser utilizado neste tipo de alimentos, ou pelo menos deve ter sua incorporação restrita a quantidades mínimas, de modo a não comprometer a digestibilidade total do alimento. Por outro lado, este ingrediente pode ser considerado na elaboração de alimentos denominados “light” com baixa densidade energética, destinados para controle e redução de peso em animais obesos.

#### 4.2 Digestibilidade aparente da matéria mineral

O milho degerminado apresentou as mais altas ingestões e excreções de matéria mineral, devido à alta porcentagem deste elemento no ingrediente (Tabela 10). Esta alta porcentagem possivelmente é devido, à alta quantidade de fibra, pois sabe-se que a fibra bruta está intimamente relacionada com valores de sílica e cinzas insolúveis em ácido (CIA) no alimento. Quanto mais alta a fibra bruta, maiores os teores de CIA.

Já os valores médios de digestibilidade aparente da matéria mineral (%) dos alimentos são apresentados na Tabela 11.

**TABELA 10** - Consumo, excreção e digestão (g) da Matéria Mineral (MM) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de MM (g)</b>	6,30	30,65	7,95	5,00
<b>Excreção de MM(g)</b>	5,03	26,10	5,77	2,95
<b>MM digerida (g)</b>	1,27	4,55	2,18	2,05



**TABELA 11** - Digestibilidade aparente (%) da matéria mineral (MM) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz em cães

<b>Alimento</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	20,16b	4,34
<b>Milho degerminado</b>	14,86b	3,37
<b>Sorgo integral</b>	27,48ab	5,29
<b>Quirera de arroz</b>	41,08a	8,11
<b>CV</b>	59,42	

1- Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

A quirera de arroz e o sorgo apresentaram os valores de digestibilidade da matéria mineral semelhantes (P>0,05), embora a quirera tenha diferido estatisticamente do milho integral e do milho degerminado, enquanto o sorgo foi estatisticamente semelhante a estes dois alimentos (P>0,05).

O alto coeficiente de variação encontrado demonstra que esta medida é muito instável e que, possivelmente, falhas metodológicas ou mesmo excreções endógenas de minerais (tais como o cálcio biliar) possam ter contribuído para que o erro padrão da média, principalmente da quirera, apresentasse elevado valor.

### **4.3 Digestibilidade aparente da Matéria Orgânica (MO)**

Os dados médios de consumo, excreção e digestão (g) da matéria orgânica (MO) das dietas são apresentados na Tabela 12.

A matéria orgânica é obtida pela subtração da matéria mineral da matéria seca e, portanto, sofre influência destas duas variáveis. A excreção de matéria orgânica do farelo de arroz segue sendo bem menor, numericamente, que a excreção de matéria mineral dos outros alimentos. Isto faz com que a

digestibilidade da matéria orgânica da quirera de arroz seja significativamente superior a todos os outros alimentos, conforme se observa na Tabela 13.

**TABELA 12 - Consumo, excreção e digestão (g) da matéria orgânica (MO) do milho integral, milho degerminado, sorgo e quirera de arroz em cães**

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de MO (g)</b>	455,55	429,90	447,65	434,70
<b>Excreção de MO (g)</b>	58,34	122,07	56,04	19,01
<b>MO digerida (g)</b>	397,21	307,83	391,61	415,69

**TABELA 13 - Digestibilidade aparente (%) da matéria orgânica (MO) do milho integral, quirera de arroz, sorgo e milho degerminado em cães**

<b>Alimento</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	87,19b	0,74
<b>Milho degerminado</b>	71,60c	0,70
<b>Sorgo integral</b>	87,48b	0,98
<b>Quirera de arroz</b>	95,62a	0,64
<b>CV</b>		2,36

<sup>1</sup> Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P<0,05).

Observou-se que a média da digestibilidade aparente da MO (%) não diferiu (P>0,05) para os alimentos milho integral e sorgo e que, entretanto, estes dois alimentos apresentam diferença quando comparados com o milho degerminado, sendo que este último apresentou o menor coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica. Já a quirera de arroz apresentou os maiores valores de digestibilidade aparente da matéria orgânica, diferindo (P<0,05) de todos os tratamentos.

A natureza química do amido, especialmente os conteúdos de amilopectina e de amilose, repercute na digestibilidade. A digestibilidade do

amido é maior no sorgo açucareiro (amilose baixa) que nos grãos normais de sorgo e milho. Em um experimento com cães, testando a digestibilidade de várias fontes de amido, Murray & Fahey (1999) encontraram que o sorgo apresentou 80 e 84% de digestibilidade para matéria seca e matéria orgânica, respectivamente, valores menores que os encontrados neste experimento.

Murray & Fahey (1999), avaliando a digestão ileal de várias farinhas de cereais para cães, encontraram que o milho apresentou 85 e 89% de digestibilidade para a matéria seca e matéria orgânica, respectivamente, valores semelhantes aos encontrados neste experimento. Já para a quireira de arroz os autores encontraram 84 e 89% de digestibilidade para a matéria seca e matéria orgânica, respectivamente, valores menores que os encontrados neste experimento.

As diferenças nos resultados deste trabalho, quando comparados aos de Murray & Fahey (1999), se devem, possivelmente, à metodologia utilizada na execução daquele experimento. Murray & Fahey (1999) obtiveram a digestibilidade ileal, enquanto neste experimento os valores de digestibilidade foram fecais. Além disso, os autores mencionados trabalharam com dietas em que os cereais participam de 43,6 a 51,9%, além de 26,4 a 34,35% de subprodutos de frango.

#### **4.4 Digestibilidade aparente da proteína bruta (PB)**

Os dados médios de consumo, excreção e digestão (g) da proteína bruta (PB) das dietas são apresentados na Tabela 14. Apesar de o consumo de proteína bruta do milho degerminado ter sido superior aos demais alimentos, o mesmo não manteve esta diferença para a proteína bruta digerida, apresentando valores próximos aos demais alimentos, uma vez que o volume de proteína bruta excretado foi bastante elevado.

**TABELA 14.** Consumo, excreção e digestão (g) da proteína bruta (PB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de PB (g)</b>	35,30	52,80	44,70	40,35
<b>Excreção de PB(g)</b>	9,43	16,02	12,96	7,03
<b>PB digerida (g)</b>	25,87	36,78	31,74	33,32

Para a digestibilidade aparente da proteína bruta (Tabela 15), os alimentos milho integral, sorgo e milho degerminado não apresentaram diferença significativa entre si ( $P > 0,05$ ), apesar de o milho degerminado ter apresentado um valor maior de proteína bruta excretada. Porém, a quirera de arroz apresentou-se significativamente diferente dos demais alimentos, apresentando uma maior digestibilidade aparente da PB ( $P < 0,05$ ).

O milho e a quirera apresentaram valores, para o erro padrão da média, mais baixos que o sorgo e o milho degerminado.

**TABELA 15 -** Digestibilidade aparente (%) da proteína bruta (PB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

<b>Cereal</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	73,28b	1,57
<b>Milho degerminado</b>	69,65b	5,84
<b>Sorgo</b>	71,01b	8,49
<b>Quirera</b>	82,57a	2,20
<b>CV</b>	8,11	

<sup>1</sup> Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ).

Twomey et al. (2002), em um experimento para avaliar o uso de sorgo e milho como alternativas para o arroz em alimentos para cães, encontraram

digestibilidades aparentes da proteína de 87; 83 e 85% para o arroz, milho e sorgo, respectivamente, valores mais elevados que os encontrados neste experimento. Murray & Fahey. (1999) também encontraram valores de digestibilidade aparente da proteína bruta de 85, 86 e 83% para o arroz, milho e sorgo, respectivamente, valores também maiores que os obtidos neste experimento. Como os resultados dos dois autores foram obtidos em dietas em que, além do cereal, outros ingredientes como a farinha de carne entravam em sua composição, possivelmente os altos valores foram resultantes de um valor de aditividade entre aminoácidos.

Já Silva et al. (1999) encontraram valores de digestibilidade da proteína bruta do milho pré-cozido de 78,45%, valor acima do encontrado neste experimento, porém mais próximo; todavia do mesmo modo como Twomey et al. (2002), Murray & Fahey (1999), Silva et al. (1999) também trabalharam com uma dieta composta, em que o cereal testado não era o único ingrediente da dieta.

Os dados encontrados pelos autores citados e os encontrados neste experimento reforçam a hipótese da necessidade de mais pesquisas referentes ao valor aditivo das proteínas quando os alimentos são misturados em várias proporções em uma dieta.

#### **4.5 Digestibilidade aparente da gordura por hidrólise ácida (GHA)**

Os valores médios de consumo, excreção e digestão (g) da gordura (GHA) das dietas são apresentados na Tabela 16. Apesar de os cães recebendo o alimento quísera de arroz apresentarem o menor consumo de gordura, quando comparados aos cães recebendo os demais alimentos, foram os que apresentaram menor valor excretado, o que pode ser evidenciado através dos valores de digestibilidade aparente da gordura encontrados na Tabela 17.

**TABELA 16** - Consumo, excreção e digestão (g) da gordura por hidrólise ácida (GHA) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de GHA (g)</b>	24.65	20.30	21.35	16.35
<b>Excreção de GHA (g)</b>	2.78	4.16	2.80	1.20
<b>GHA digerida (g)</b>	21.87	16.14	18.55	15.15

**TABELA 17** - Digestibilidade aparente (%) da gordura por hidrólise ácida (GHA) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

<b>Alimento</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	88,72b	1,19
<b>Milho degerminado</b>	79,52c	1,18
<b>Sorgo integral</b>	86,88b	1,61
<b>Quirera de arroz</b>	92,66a	1,26
<b>CV</b>	3,22	

<sup>1</sup> Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

Não ocorreu diferença significativa (P>0,05) entre a digestibilidade aparente do milho integral e o sorgo. Porém, uma diferença significativa (P<0,05) foi encontrado entre a quirera de arroz e o milho degerminado e entre ambos e os demais alimentos avaliados. A quirera de arroz foi o alimento que apresentou maior digestibilidade aparente para GHA (%).

Em experimento realizado por Murray & Fahey (1999), foram encontrados valores de digestibilidade de gordura de 94, 93 e 94% para o milho, sorgo e arroz, respectivamente, valores acima dos encontrados neste experimento, porém próximos para a digestibilidade da gordura para a quirera de arroz. Do mesmo modo, os valores encontrados por Twomey et al. (2002), para

a digestibilidade de gordura para o milho, sorgo e arroz foram elevados, de 97, 96 e 97%, respectivamente. Vale ressaltar novamente que os referidos autores trabalharam com dietas em que, além dos cereais testados, outros ingredientes, em particular a gordura de frango, faziam parte da composição básica; portanto, interações de aditividade entre os nutrientes podem ter ocorrido.

#### 4.6 Digestibilidade aparente da Fibra Bruta (FB)

**TABELA 18** - Consumo, excreção e digestão (g) da fibra bruta (FB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de FB (g)</b>	8,45	22,05	8,60	1,60
<b>Excreção de FB(g)</b>	7,76	19,90	8,59	2,61
<b>FB digerida (g)</b>	0,69	2,15	0,01	-1,01

Observa-se, pela Tabela 18, um elevado consumo de fibra bruta proveniente do milho degerminado, uma vez que o mesmo apresenta altos teores de fibra bruta na sua composição básica (Tabela 6).

Nota-se que a fibra bruta digerida para todos os alimentos apresenta-se em quantidades baixas quando comparadas com seus respectivos consumos, inclusive com valores negativos. Isto confirma a incapacidade de digestão de fibra bruta pelos cães, evidenciada na Tabela 19.

A digestibilidade negativa encontrada na fibra bruta da quirera de arroz (Tabela 19) se deve, possivelmente, à imprecisão e à falta de acurácia da técnica de fibra bruta, quando utilizada em alimentos com baixos teores de fibra. Isto pode ser confirmado pelos altos erros padrão da média (Ep) daqueles alimentos com baixa fibra (sorgo, milho integral e quirera) e pelo elevado coeficiente de

variação (329,0 %). Por outro lado, a técnica parece ser adequada para o milho degerminado, que apresenta em torno de 20% de fibra bruta, o que pode ser confirmado pelo baixo erro padrão da média deste alimento (1,96) quando comparado aos demais.

Estes achados corroboram com os resultados obtidos por Murray & Fahey (1999) em um experimento com o objetivo de avaliar farinhas selecionadas com alto teor de amido como ingredientes em dietas caninas, os quais encontraram valores negativos de digestibilidade ileal da fibra dietética total do milho (-5,0%).

**TABELA 19** - Digestibilidade aparente da FB (%) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

<b>Alimento</b>	<b>Média</b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	8,145	4,96
<b>Milho degerminado</b>	9,77	1,96
<b>Sorgo integral</b>	0,090	7,13
<b>Quirera de arroz</b>	-63,051	8,12
<b>CV</b>		329

Os valores encontrados neste experimento, quando comparados com os valores encontrados por Murray & Fahey (1999), reforçam a afirmação de que a metodologia de fibra bruta não é a mais indicada para este tipo de avaliação.

#### **4.7 Digestibilidade do extrativo não nitrogenado (ENN)**

Os valores médios de consumo, excreção e digestão (g) do extrativo não nitrogenado (ENN) das dietas são descritos na Tabela 20, enquanto os valores médios de digestibilidade encontram-se na Tabela 21.

O extrativo não nitrogenado, por ser uma medida obtida por cálculos, sofre uma influência direta dos erros inerentes, acumulados pela técnica



bromatológica utilizada para avaliar os valores de todos os outros nutrientes. A alta digestibilidade do ENN estaria relacionada a todos os erros acumulados pela metodologia de Weende, principalmente a metodologia de fibra bruta, pois a fibra solubilizada pelos reagentes pode ser bem elevada, principalmente quando é medida em alimentos concentrados. Logo, esta diminuição da fibra real do alimento é adicionada como ENN no alimento, enquanto, nas fezes, isto ocorre em menor grau. Estes pontos poderiam levar a uma superestimativa dos coeficientes de digestibilidade do ENN.

**TABELA 20** - Consumo, excreção e digestão (g) da extrativo não nitrogenado (ENN) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo integral</b>	<b>Quirera de arroz</b>
<b>Consumo de ENN (g)</b>	387,15	334,75	373,00	376,40
<b>Excreção de ENN(g)</b>	36,83	77,57	29,47	7,18
<b>ENN digerida (g)</b>	350,32	257,18	343,53	369,22

**TABELA 21** - Digestibilidade aparente (%) do extrativo não nitrogenado (ENN) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

<b>Alimento</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	90,48c	0,63
<b>Milho degerminado</b>	76,82d	0,52
<b>Sorgo integral</b>	92,10b	0,62
<b>Quirera de arroz</b>	98,09a	0,36
<b>CV</b>		1,6

1- Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

Observou-se que as digestibilidades do ENN entre todos os alimentos foram estatisticamente diferentes entre si ( $P < 0,05$ ).

A quirera de arroz apresentou o maior coeficiente de digestibilidade do extrativo não nitrogenado, diferindo ( $P < 0,05$ ) de todos os outros tratamentos.

Por outro lado, o sorgo apresentou a segunda maior digestibilidade do extrativo não nitrogenado.

Estes resultados possivelmente são devidos ao processamento de extrusão, que aumentou significativamente a digestibilidade do extrativo não nitrogenado, que representa, pelo menos em grande parte, a digestibilidade do amido.

O alto valor de ENN encontrado neste experimento para a quirera de arroz foi semelhante ao de Twomey et al. (2002), que relataram um valor de 100% para a digestibilidade do amido do arroz. Da mesma forma, Murray & Fahey (1999) encontraram uma digestibilidade do amido ileal e trato-gastrointestinal total também de 100% para o milho, sorgo e arroz.

Silva Júnior (2004) encontrou valores de digestibilidade do amido menores que os trabalhos citados, porém bastante elevados, de, 96, 95 e 98% para dietas com milho, sorgo e quirera de arroz, respectivamente.

#### **4.8 Digestibilidade da energia bruta**

Os dados médios de consumo, excreção e digestão em kcal da energia bruta (EB) das dietas são apresentados na Tabela 18. Embora os animais tratados com quirera de arroz tenham apresentado a menor ingestão de energia bruta, devido aos valores baixos desta medida encontrados para este alimento (tabela 6), foram os que apresentaram, numericamente, o valor mais alto de energia bruta digerida, igualando-se aos valores encontrados para milho integral e sorgo. Por outro lado, o milho degerminado apresentou uma grande excreção fecal de

energia bruta, com valores numéricos de EB digerida bem menores que dos outros alimentos. Para que esta comparação possa ser feita estatisticamente foram obtidos os coeficientes de digestibilidade da energia bruta, expressos na Tabela 22.

**TABELA 22** - Consumo, excreção e digestão da energia bruta (kcal) do milho integral, milho degerminado, sorgo e quirera de arroz, em cães

	<b>Milho integral</b>	<b>Milho degerminado</b>	<b>Sorgo</b>	<b>Quirera</b>
Consumo de EB (kcal)	2020,0	1926,0	2022,0	1870,0
Excreção de EB(kcal)	266,75	523,00	258,25	91,37
EB digerida (kcal)	1753,37	1403,00	1764,00	1779,25

**TABELA 23** - Digestibilidade aparente (%) da energia bruta (EB) do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz, em cães

<b>Alimento</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	86,79 b	0,79
<b>Milho degerminado</b>	72,84 c	0,74
<b>Sorgo integral</b>	87,23 b	0,99
<b>Quirera de arroz</b>	95,12 a	0,71
<b>CV</b>		2,51

<sup>1</sup>Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

O erro padrão da média foi baixo para todos os alimentos, embora o do sorgo tenha sido ligeiramente superior aos demais.

A quirera de arroz apresentou o maior coeficiente de digestibilidade da energia bruta (P<0,05), enquanto as digestibilidades da EB do milho e sorgo não apresentaram diferenças significativas (P>0,05) entre si, mostrando a

similaridade do valor nutricional dos dois ingredientes. Já o milho degerminado apresentou o menor coeficiente de digestibilidade da energia bruta.

Com exceção do milho degerminado, a digestibilidade da energia bruta para as demais dietas apresentou um bom coeficiente de digestibilidade da energia bruta, o que as torna aptas a serem utilizadas em alimentos de alta qualidade, denominados *Premium* e *Super Premium*.

Twomey et al. (2002) encontraram valores para digestibilidade da energia bruta de 85, 87 e 90% para o milho, sorgo e arroz, respectivamente, valores muito próximos dos encontrados neste experimento para o milho e sorgo e menores que o encontrado para quirera de arroz.

Já Silva et al. (1999) encontraram uma digestibilidade aparente para o milho pré-cozido de 93%, acima do encontrado neste experimento.

Na Tabela 24 são apresentados os valores médios de Energia Digestível de cada alimento, seu erro padrão da média, seu desvio padrão e seus valores mínimos e máximos.

O milho integral e o sorgo não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre si, contrariando o que normalmente se encontra para aves e suínos, para os quais o sorgo apresenta um valor energético em torno de 90% do valor energético do milho (Rostagno et al., 2004). Este fato provavelmente se deve ao processamento destes alimentos para as várias espécies. Enquanto para aves e suínos tais avaliações são realizadas nos alimentos crus ou peletizados, para cães a avaliação foi feita nos alimentos extrusados. É sabido que o processo de extrusão aumenta a gelatinização do amido e melhora a digestibilidade de outros nutrientes, como a proteína e a gordura, por modificações nas propriedades da fibra solúvel e insolúvel dos alimentos. Um incremento de fibra solúvel provocado pelo processo de extrusão facilitaria a exposição dos outros nutrientes às enzimas gastrintestinais dos animais, aumentando, conseqüentemente, a digestibilidade dos mesmos.

**TABELA 24** - Energia digestível do milho integral, milho degerminado, sorgo integral e quirera de arroz na matéria seca (Kcal/Kg) para cães

	<b>Média</b>	<b>Ep</b>
<b>Milho integral</b>	3796b	34,5
<b>Milho degerminado</b>	3046c	31,1
<b>Sorgo integral</b>	3872b	43,7
<b>Quirera de arroz</b>	4046 <sup>a</sup>	30,2
<b>C.V (%)</b>		2,5

<sup>1</sup> Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P< 0,05).

A quirera de arroz apresentou os valores mais altos de energia digestível aparente, enquanto o milho degerminado, o valor mais baixo (P<0,05).

Silva Júnior (2004) encontrou valores de energia digestível de 3699, 3629 e 3740 Kcal/Kg de matéria seca para dietas com milho, sorgo e quirera de arroz, respectivamente; entretanto, os valores encontrados pelo autor são referentes ao valor de energia digestível aparente das dietas contendo apenas 60% do cereal a ser testado, o que pode justificar as variações nos resultados quando comparados aos encontrados neste experimento. O mesmo ocorreu com Silva et al. (1999), que encontraram valores de energia digestível, para o milho pré-cozido para cães, de 3523 Kcal/Kg de matéria seca.

Por outro lado, Murray & Fahey (2002) encontraram valores de energia digestível bastante elevados para o milho, sorgo e quirera de arroz, de 4137, 4235 e 4316 Kcal/Kg de matéria seca, respectivamente.

Mais uma vez, o milho degerminado demonstra ser um ingrediente que deve ser utilizado com cautela do ponto de vista nutricional.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais apresentadas pode ser concluído que:

A quirera de arroz apresentou maior coeficiente de digestibilidade dos nutrientes dentre os alimentos avaliados.

O milho degerminado é um ingrediente de baixo valor nutricional quando comparado com o milho integral, sorgo e arroz, devendo ter sua utilização restrita somente à alimentos comerciais de baixa densidade energética, como aqueles para redução e controle de peso em cães.

O milho integral e o sorgo apresentaram valores de digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, gordura em hidrolise ácida e energia bruta semelhantes, colocando o sorgo como um novo ingrediente a ser explorado para a alimentação de cães, inclusive em substituição parcial ou total do primeiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLSTROM, O.; SKREDE, A. Comparative nutrient digestibility in dogs, blue foxes, mink and rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, p. 2676-2677, 1998. Supplement.

AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Nutrient Profiles for Dogs and Cats**. Atlanta: AAFCO Official Publication, 1994.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A. **Nutrição animal**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1981.

AONDEFICA. **Site de informação sobre as cidades e vilas brasileiras**. Disponível em: <[http://www.aondefica.com/aba-anar\\_.asp](http://www.aondefica.com/aba-anar_.asp)>. Acesso em: 24 nov. 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIAS DE ARROZ - ANIA. Portugal, 2003. Disponível em: <http://www.ania.pt/2variedades.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO - ANFAL PET. **“Industry profile Pet Food” 2005**. Disponível em: <[www.anfalpet.org.br](http://www.anfalpet.org.br)>. Acesso em: 20 mar. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 1.

ATWATER, W. D. **Principles of nutrition and nutritional value of foods**. Washington: US Government Printing Office, 1910. (USDA. Bulletin, 162)

BORGES, F. M. O. Utilização do sorgo em alimentos para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Campinas: CBNA, 2002. p. 39-48.

BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. M. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos - parte i – energia, proteína, carboidratos e lipídeos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 108 p. (Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” Especialização a Distância: Nutrição e Alimentação de Cães e Gatos).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico sobre fixação de padrões de identidade e qualidade de alimentos para fins nutricionais especiais ou alimentos com fins nutricionais específicos destinados a cães e gatos. Instrução normativa/sarc nº 9, de 9 de julho de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1 de 14 de julho de 2003

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT V.; BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecular**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 85-112, Aug. 1998.

CARVALHO, A. Z. Processamento de alimentos para cães e gatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2002. p. 194-202.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brace, 1998. 424 p.

CHAPLIN, M. Starch. Disponível em:  
<<http://www.lsbu.ac.uk/water/hysta.html>>. Acesso em: 22 nov. 2004.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Basic animal nutrition and feeding**. 3. ed. 1988. 615 p.

COCHRAN, W. G.; COX, G. W. **Experimental designs**. 2. ed. New York: Willey, 1957. 601 p.

CORBIN, J. E. **Pet food Technology**. 2003. cap. 10, 514.

DUARTE, J. O. Cultivo do milho: Importância econômica. **Embrapa milho e sorgo**. 2000a. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/importancia.htm>>. Acesso em : 20 Out. 2004b.

DUARTE, J. O. Cultivo do sorgo: mercado e comercialização. **Embrapa milho e sorgo**. 2000b. Disponível em:  
<<http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/importancia.htm>>. Acesso em: 20 Out. 2004.

FAO. **El sorgo y el mijo: en la nutrición humana**. Disponível em:  
<http://www.fao.org>>. Acesso em: 02 jun. 2002.



FAPOJUWO, O. O.; MAGA, J. A.; JANSEN, G. R. Effect of extrusion cooking on in vitro protein digestibility of sorghum. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 1, p. 218-219, Jan./Feb. 1987.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4. 0. In: REUNIAO ANUAL DA REGIAO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** Sao Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, J.; GUERREIRO, M. O arroz. **Ciência Viva**, 2003. Disponível em: <<http://www.ucv.mct.pt/docs/arrozdoce.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2004.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. **Alimentos e alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. p. 3-30. Apostila.

KENDALL, P. T. Comparative evaluation of apparent digestibility in dogs and cats. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallington, v. 40, n. 2, p. 45, 1981.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LEWIS, L. D.; MORRIS JR., M. L.; HAND, M. S. **Small animal clinical nutrition III**. Topeka: Mark Morris Institute, 1994.

LÔBO JÚNIOR, M. F. **Avaliação comparativa do método direto e de métodos indiretos na determinação da digestibilidade aparente da espécie canina**. 2000. 82 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. **Tanino no grão de sorgo- bases fisiológicas e métodos de determinação**. Disponível em: <[www.cnpmc.embrapa.br](http://www.cnpmc.embrapa.br)>. Acesso em: jun. 2002.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7).

MOHRMAN, R. K. **Nutrição e criação de cães e gatos**. São Paulo: Purina Alimentos, 1979. p. N-2.

- MORI, A. As bases da nutrição canina. Disponível em:  
<<http://www.agiliteiros.com/saude/alimentacao1.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2004.
- MURRAY, S. M.; FAHEY JR, G. C. Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 2180-2186, Aug. 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dogs**. Washington: National Academy of Press, 1985. 79 p.
- NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ EDITORA, 1998. 388 p.
- RIBAS, P. M. Cultivo do sorgo: Importância econômica. **Embrapa milho e sorgo**, 2000. Disponível em :  
<<http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/importancia.htm>> . Acesso em : 22 Nov. 2004.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S. **Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia. Disponível em: <[www.polinutri.com.br](http://www.polinutri.com.br)>. Acesso em: jun. 2004.
- SCHANG, M. J. Valor nutritivo de ingredientes y raciones para aves: energia disponible. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 6, n. 7, p. 599-608, 1987.
- SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, Jan. 1976.
- SIBBALD, I. R. The effect of the grinding on true metabolizable energy value of hull-less barley. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 12, p. 2509-2511, Dec. 1982.
- SILVA JÚNIOR, J. W. **Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia em cães**. 2004. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. V.; VIANA, J. A.; DONZELE, J. L.; FONTE, D. O. Determinação da digestibilidade energia, proteína e matéria seca do milho pré-cozido em cães adultos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

SINDIRAÇÕES. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. 2005. 204 p.

SUZUKI, H.; HAYAKAWA, S.; OHTSUBO, K. Effect of extrusion cooking on the nutritive value of proteins in grain sorghum. **Journal of Japanese Society for Food Science and Technology**, Tsukuba-Gun, v. 6, n. 6, p. 553 -555, 1991. Abstract.

TARDIN, A. C. Dietas com alta proteína e gordura na alimentação de cães e gatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Ed. UFLA, 2002. p. 37-46.

TWONEY, L. N.; PETHICK, D. W.; ROWE, J. B.; CHOLT, M.; PLUSKE, J. R.; BROWN, W.; LAVISTE, M. C. The Use of sorghum and corn as alternative to rice in dog foods. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 6, p. 1704-1705, June 2002.