

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DOS ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE GRÃOS DE CEVADA  
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROCESSAMENTOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Mariana Moura Ercolani Novack**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

# **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE GRÃOS DE CEVADA SUBMETIDOS A DIFERENTES PROCESSAMENTOS**

**por**

**Mariana Moura Ercolani Novack**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**Orientador: Prof. Dr. José Laerte Nörnberg**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos  
Alimentos**

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

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE GRÃOS DE CEVADA SUBMETIDOS  
A DIFERENTES PROCESSAMENTOS**

elaborada por  
**Mariana Moura Ercolani Novack**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**José Laerte Nörnberg, Dr.  
(Presidente/Orientador)**

---

**Viviani Ruffo de Oliveira, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)**

---

**Luisa Helena R. Hecktheuer, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

*Dedico este trabalho a minha mãe Maria Sueli Moura Ercolani e a memória de meu pai Flávio Sabino Ercolani, ao meu amor Vagner Novack por todo amor, carinho, incentivo e apoio.*

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus e a Nossa Sr<sup>a</sup> de Fátima, que além de me dar coragem, me abriu muitas portas e colocou várias pessoas boas no meu caminho, agradeço também pela oportunidade e pelo privilégio que nos foram dados em compartilhar tamanha experiência, muito obrigada pela benção em mim despejada.

Aos meus pais Flávio Sabino Ercolani (*in memorian*) e minha mãe Maria Sueli Moura Ercolani pela vida. Ao meu pai que por vontade maior nos foi tirado tão cedo, sei que lá de cima está nos abençoando. A minha mãezinha pela sua infinita paciência e pela sua ajuda, inúmeras vezes com palavras de incentivo e muitas outras me ajudando nos finais de semana quando tinha que vir cedo para a universidade a fim de tratar os animais. Por acreditar no meu potencial e investir sempre nele, pela educação que me deu, por ser minha mãe e pai, me dando o carinho e amor. Mãe, você é tudo para mim. Amo vocês eternamente!

Ao meu esposo Vagner Novack pelo amor incondicional, pela compreensão, dedicação, paciência, pelas palavras de incentivo e companherismo. Por não se importar em me levar de “madrugada” ainda para a universidade, pelos finais de semana que me acompanhou até o biotério quando tinha que tratar dos animais. Amo muito você!

A todos os meus familiares e amigos que contribuíram com palavras de conforto e ânimo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Laerte Nörnberg, obrigada pelas idéias, orientações, pelos ensinamentos, pela paciência, por ter acreditado em mim e pela amizade durante esse tempo que convivemos.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) pela acolhida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelos ensinamentos que me foram passados.

A professora Dr<sup>a</sup> Leadir Fries pela orientação durante docência orientada.

Ao professor Dr. Renius Mello pela contribuição nesse trabalho, com as análises estatísticas.

A professora Dr<sup>a</sup> Luisa Helena R. Hecktheuer por aceitar meu convite de fazer parte da minha banca examinadora.

A professora Dr<sup>a</sup> Viviani Ruffo de Oliveira, por aceitar fazer parte da minha banca examinadora e por ter me incentivado no início dessa caminhada.

A CAPES pelo apoio financeiro nessa pesquisa e pela bolsa a mim concedida.

A empresa SL Cereais e Alimentos pelo fornecimento das amostras para realização deste trabalho.

A Interlab Distribuidora de Produtos Científicos S. A. pelo fornecimento do corante, importante no ensaio biológico.

A Doles pelo fornecimento dos kits enzimáticos para análises sangüíneas.

A amiga Gitane Fuke, sempre pronta a me ajudar nessa pesquisa, compartilhando comigo conhecimentos, angústias, dúvidas, alegrias e risadas. Muito obrigada pelos ensinamentos das técnicas e pelo companherismo no laboratório.

A amiga Aline Bezerra por toda contribuição dada nessa pesquisa, pois juntas conseguimos determinar as famosas “beta-glicanas”.

A amiga e colega Alice Zimmermann por toda ajuda no tratamento com os ratinhos, e pela tranquilidade a mim passada dizendo “calma Mari vai dar tudo certo”.

Agradecimento em especial aos amigos Alessandra Rivero, Karen Lisenko, Mário Rodrigues, Rudolf Scheibler e Simoni da Ros pela contribuição para a realização deste trabalho. E aos demais colegas do NIDAL, em especial, Ana Paula de Souza, Fábio Marx, Greicy Sofia Maysonnave, Larissa Graminho, Leonardo Monte e Mariany da Paixão, pelos momentos de descontrações e pela parceria no laboratório.

As funcionárias Ana Paula Rezer e Liana Inês Milani por toda a ajuda e dedicação durante as aulas práticas da minha docência orientada.

A secretária do curso Lia Cidade, e ao funcionário do NIDAL, Carlos Rubini Júnior e aos funcionários do DTCA Marialene Manfio, Moisés Dias e Marta Bianchin pelos empréstimos dos materiais quando necessários.

Aos funcionários do Biotério Central da UFSM pelo fornecimento dos animais, atenção e auxílios prestados durante o experimento.

As colegas Ana Lúcia Serafim, Jaqueline Piccollo, Tessa Valente e Mara Rúbia Da Cas pela amizade que construímos, pela convivência, pela troca constante de conhecimentos, pelos conselhos e pelas palavras de estímulo.

Aos demais colegas do Programa Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pelo convívio.

A todos que de alguma forma, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

“Façamos da interrupção um caminho  
novo. Da queda um passo de dança,  
do medo uma escada. Do sonho uma  
ponte, da procura um encontro!”

Fernando Sabino



## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal de Santa Maria

### **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE GRÃOS DE CEVADA SUBMETIDOS A DIFERENTES PROCESSAMENTOS**

Autora: Mariana Moura Ercolani Novack

Orientador: José Laerte Nörnberg

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

A cevada é uma das culturas de inverno economicamente mais importantes para o sistema de exploração agrícola no sul do Brasil, sendo conhecida pelo seu alto conteúdo de fibra alimentar solúvel (beta-glicanas), a qual diminui o colesterol plasmático bem como o índice glicêmico, além de reduzir o risco de câncer de cólon. Em relação ao consumo humano, tem-se observado recente interesse pelo uso desse cereal em razão de as suas propriedades dietéticas poderem ser associadas a benefícios com a saúde. Objetivou-se com esta pesquisa determinar a composição química de grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos, grão de cevada integral, grão de cevada descascado, grão de cevada descascado tostado, cevada em flocos e farinha de cevada, assim como relacionar os efeitos da inclusão de grãos de cevada processados como fonte de fibra na dieta, empregando-se ratos *Wistar* como modelo biológico. Os grãos foram analisados quanto aos teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, lipídeos, fibra alimentar total, fibra insolúvel, solúvel, carboidratos não fibrosos, beta-glicanas e minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês e cobre). O ensaio biológico foi conduzido por um período de 42 dias; utilizou-se 35 ratos *Wistar* machos, com 21 dias de idade, distribuídos em 5 tratamentos de 7 animais que receberam ração AIN-93G, variando a fonte de fibra alimentar: tratamento CONT (controle), com 5% de celulose; tratamento CI, com 5% de grão de cevada integral; tratamento CD, com 5% de grão de cevada na forma descascada; tratamento CDT, com 5% de fibra grão de cevada descascado tostado; e tratamento CFL, com 5% de flocos de cevada. Foram determinados: consumo alimentar, ganho de peso, conversão alimentar (CA), coeficiente de eficiência alimentar (CEA), índice nutricional multivariado biológico (INMB), produção de fezes secas e úmidas, umidade das fezes, tempo de trânsito gastrintestinal, peso do fígado, peso do coração, peso da gordura epididimal, peso dos rins, peso do intestino delgado e grosso, peso do ceco completo e vazio; além dos seguintes parâmetros sanguíneos: proteínas totais, albumina, hemoglobina, glicose, colesterol total, colesterol HDL e triglicérides. Os resultados acusaram diferenças significativas entre os grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos para matéria seca, cinzas, proteína bruta, fibra alimentar, fibra insolúvel, carboidratos não-fibrosos, cálcio, potássio, magnésio, zinco, ferro e manganês. Variações na composição química ocorreram devido ao efeito de processamento do grão em função do descascamento, estabilização, flocagem e moagem. A inclusão de fibra alimentar de grãos de cevada integral assim como dos produtos resultantes do seu processamento (grão descascado, grão descascado tostado e flocos) pode ser empregada como fonte de fibra em uma dieta padrão da AIN-93, sem comprometer o desenvolvimento dos ratos, bem como proporcionar menor peso fecal seco, maior umidade fecal e menor tempo de trânsito gastrintestinal, o que pode ser atribuído a maior fermentação no colón.

**Palavras-chave:** cevada; *Hordeum vulgare*; processamento; composição química; resposta biológica.

## ABSTRACT

Master Dissertation

Pos-Graduate Course of Food Science and Technology

Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

## NUTRITIONAL EVALUATION OF BARLEY UNDER DIFFERENT PROCESSING

Author: Mariana Moura Ercolani Novack

Advisor: José Laerte Nörnberg

Date and place of defense: Santa Maria, February 25, 2010.

Barley is one of the most economically important winter crops for the farming system in the southern Brazil and it is well-known by its high content of soluble dietary fiber (beta-glucans) which lowers plasmatic cholesterol as well as the glycemic index besides reducing the risk of colon cancer. In what concerns human consumption it has been observed recent interest for this cereal since its dietetic properties can be associated to health benefits. The aim of this research was to determine the chemical composition of barley grains under different processings, covered barley, hulless barley, hulless roasted barley, barley flakes, barley flour as well as relating the effects of the inclusion of processed barley grains as a source of fiber in diet by having Wistar rats as biological model. The grains were analyzed in relation to the dry matter content, ash, crude protein, lipids, total dietary fiber, insoluble and soluble fiber, non-fibrous carbohydrates, beta-glucans and minerals (calcium, phosphorus, magnesium, potassium, zinc, iron, manganese and copper). The bioassay was performed during 42 days; it was used 35 male Wistar rats at 21 days old, distributed in 5 treatments of 7 animals which received feed AIN-93G with varied source of dietary fiber: CONT treatment (control) with 5% cellulose; treatment CB with 5% of covered barley; treatment HB with 5% of hulless barley; treatment HRB with 5% of hulless roasted barley fiber, and treatment BF with 5% of barley flakes. It was determined: food intake, weight gain, feed conversion (FC), feed efficiency ratio (FER), multivariate bio-nutritional index (BNI), dry and wet fecal output, moisture from feces, gastrointestinal transit time, liver weight, heart weight, epididymal fat weight, kidney weight, small and large intestine weight, full and empty cecal weight as well as the following blood parameters: total proteins, albumin, hemoglobin, glucose, total cholesterol, HDL cholesterol and triglycerides. The results show significant differences among the barley grains under different processing for dry matter, ash, crude protein, dietary fiber, insoluble fiber, non-fibrous carbohydrates, calcium, potassium, magnesium, zinc, iron and manganese. Variations in the chemical composition occurred due to the effect of processing of the grain because of hulllessness, stabilization, flocking and milling. The inclusion of dietary fiber of covered barley as well as of the products from its processing (hulless grain, hulless roasted grains and flakes) may be employed as source of fiber in a standard diet of AIN-93 without compromising the development of rats as well as providing less dry fecal weight, more fecal moisture and less gastrointestinal transit time, what may be attributed to more colonic fermentation.

**Keywords:** barley; *Hordeum vulgare*; processing; chemical composition, biological response.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- TABELA 1** - Matéria mineral (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) de grãos de cevada em diferentes formas de processamento..... 60
- TABELA 2** - Teor de beta-glicanas de grãos de cevada em diferentes formas de processamento..... 61
- TABELA 3** - Composição mineral de grãos de cevada em diferentes formas de processamento..... 62
- TABELA 4** - Análise de variância multivariada (MANOVA) de grãos de cevada em diferentes formas de processamento, utilizando o teste da razão de máxima verossimilhança (Wilks)..... 63

### ARTIGO 2

- TABELA 1** - Composição química (g%) de grãos de cevada em diferentes formas de processamento empregadas no ensaio biológico.... 82
- TABELA 2** - Composição das dietas fornecidas aos animais de acordo com os tratamentos experimentais..... 83
- TABELA 3** - Efeito do processamento do grão de cevada sobre o consumo da ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (CEA), índice nutricional multivariado biológico (INMB), produção de fezes úmidas (PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal, tempo de trânsito gastrointestinal (TGI), peso do fígado (PF), gordura epididimal (PGE), rins (PR), intestino delgado (PID), intestino grosso (PIG), ceco cheio (PCC), ceco vazio (PCV), coração (PC) dos animais alimentados com diferentes dietas experimentais (g/100g)..... 84
- TABELA 4** - Efeito das dietas experimentais sobre proteínas totais (PT), albumina (ALB), hemoglobina (HB), glicose (GLI), colesterol (COL), HDL-colesterol (HDL), triglicerídeos (TGL) no soro sanguíneo dos animais..... 85
- TABELA 5** - Análise de variância multivariada (MANOVA) dos tratamentos experimentais, utilizando o teste da razão de máxima verossimilhança (Wilks)..... 86

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira no Rio Grande do Sul.....	19
<b>Figura 2</b> - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira em Santa Catarina.....	20
<b>Figura 3</b> - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira no Paraná.....	21
<b>Figura 4</b> - Diagrama anatômico do grão de cevada.....	23
<b>Figura 5</b> - Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano .....	32
 <b>ARTIGO 1</b>	
<b>Figura 1</b> - Diagrama de fluxo de processamento da cevada .....	42
<b>Figura 2</b> - Ordenação das diferentes formas de processamento do grão de cevada.....	64
 <b>ARTIGO 2</b>	
<b>Figura 1</b> - Ordenação dos tratamentos experimentais.....	87

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1 -</b>	Manual para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB .....	97
<b>ANEXO 2 -</b>	Manual para publicação na Revista de Nutrição .....	114

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Cevada .....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Histórico .....	18
2.1.2 Zoneamento agrícola para a cevada no sul do Brasil .....	19
2.1.2.1 Rio Grande do Sul .....	19
2.1.2.2 Santa Catarina .....	20
2.1.2.3 Paraná .....	21
2.2.2 Anatomia do grão .....	21
2.3 Componentes químicos da cevada e função nutricional .....	23
2.3.1 Carboidratos .....	23
2.3.1.1 Fibra alimentar .....	24
2.3.1.1.1 Beta-glicanas .....	26
2.3.1.2 Amido .....	27
2.3.2 Proteína .....	28
2.3.3 Lipídeos .....	29
2.3.4 Minerais .....	29
2.3.5 Vitaminas .....	30
2.4 Processamento de grãos .....	31
2.4.1 Recepção do grão.....	32
2.4.2 Pré-limpeza, limpeza e seleção do grão .....	33
2.4.3 Descascamento .....	34
2.4.4 Estabilização .....	34
2.4.5 Corte .....	35
2.4.6 Flocagem e laminação .....	35
2.4.7 Moagem .....	36
<b>3. ARTIGOS CIENTÍFICOS</b>	
Artigo 1 - Composição nutricional da cevada nas diferentes formas do processamento .....	38
Artigo 2 - Efeito do processamento de grãos de cevada na resposta biológica de ratos <i>Wistar</i> .....	65

<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>97</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de cevada (*Hordeum vulgare*) no Brasil oscila em torno de 140.000 hectares, os quais estão concentrados nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A cevada é uma das culturas de inverno economicamente mais importantes para o sistema de exploração agrícola no sul do país, de modo que seu cultivo encontra-se em expansão a fim de atingir um percentual de produção suficiente para abastecer as indústrias cervejeiras (MINELLA, 1999; SOARES, 2003; IBGE, 2009).

No Brasil, a produção do grão de cevada é quase que exclusivamente voltada para fins cervejeiros. Sua utilização para fins não cervejeiros incluem: ração animal, alimentação humana e aplicações industriais, como: bebidas destiladas, produção de medicamentos, produtos dietéticos, além de servir para infusão com grão torrado e moído em substituição ao café (ANTONIAZZI & DESCHAMPS, 2006; MINELLA, 2009).

Com o propósito de atender às necessidades e exigências dos consumidores, as empresas cada vez mais investem na diversificação e inovação de sua linha de produtos (ROSSI & NEVES, 2004). Para ser consumido, o grão de cevada passa por várias etapas de processamento que envolvem processos mecânicos, térmicos bem como alterações de umidade (SAMPAIO, 2009). O grão, quando processado, pode sofrer mudanças em sua composição química e física, inativação de enzimas, hidrólise de polissacarídeos e alterações nos teores de vitaminas e minerais (GONÇALVES, 2002). Os produtos resultantes do processamento apresentam diferentes usos na alimentação humana, sendo utilizados principalmente na produção de granola, cereais em barra e ainda na panificação e produção caseira de mingaus e sopas (MARTINS & FREITAS, 2000). A farinha de cevada, quando incorporada em pães, biscoitos e bolos, é capaz de manter padrões de aceitação similares aos produtos elaborados com farinha de trigo normal e integral (NEWMAN et al., 1998; BORTOLOTTI, 2009).

Em relação ao consumo humano, têm-se observado recente interesse pelo uso desse cereal em razão das suas propriedades dietéticas poderem ser associadas com benefícios a saúde. A cevada é conhecida no meio científico pelo seu alto conteúdo de fibra alimentar solúvel (beta-glicanas), a qual diminui o



colesterol plasmático bem como a glicemia, além de reduzir o risco de câncer de cólon (FREITAS, 2006; CAIERÃO & ACOSTA, 2007).

Nos últimos anos, tem se verificado uma mudança no estilo de vida da população em virtude das facilidades encontradas para a aquisição de alimentos como os pré-preparados, prontos e congelados no mercado, o que provoca um menor consumo de alimentos naturais e, conseqüentemente, diminui o consumo de alimentos fontes de fibra alimentar. Essa redução na ingestão de fibra alimentar vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis, contra o que se tem observado que as fibras alimentares promovem, ao organismo humano, efeitos fisiológicos benéficos.

Em virtude dos efeitos funcionais exercidos no organismo pelos cereais, fontes ricas de fibra alimentar, e pela falta de conhecimento observada sobre os conteúdos de fibra alimentar derivados da cevada e componentes de produtos resultantes de diferentes processamentos, objetiva-se avaliar a composição química de grãos de cevada submetidas a diferentes processamentos e seus efeitos na resposta biológica em ratos *Wistar*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cevada

A cevada é um cereal de inverno que ocupa a quarta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. Conforme Minella (2009), a produção de grãos de cevada no Brasil está concentrada na Região Sul, com registros de cultivo também nos Estados de Goiás, de Minas Gerais e de São Paulo. Atualmente, a cevada é cultivada em mais de 140 mil hectares e a sua produção é de aproximadamente 380 mil toneladas. Há três maltarias em atividade instaladas no Rio Grande do Sul, no Paraná e em São Paulo.

O grão de cevada pode ser semeado e colhido mais cedo que os outros cereais de inverno, devido a sua precocidade e à tolerância ao frio. A produção de cevada é, depois do trigo, a cultura de inverno economicamente mais importante para o sistema de exploração agrícola no sul do Brasil, de modo que seu cultivo encontra-se em expansão a fim de atingir produção suficiente para abastecer as indústrias cervejeiras (ARIAS, 1999; SANTOS et al., 1999; SOARES, 2003).

O grão é utilizado na industrialização de bebidas como a cerveja e os destilados, na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos. Também, sua infusão é usada com grão torrado e moído em substituição ao café. Ainda, em alimentação animal, como forragem verde, bem como na fabricação de ração. No Brasil, a malteação é o principal uso econômico da cevada, já que o país produz apenas 30% da demanda da indústria cervejeira (PHILIPPI, 2003; SILVA et al., 2007; MINELLA, 2009).

Para ser comercializada para o malte, a cevada deve atender a padrões de qualidade, uma vez que, fora deles, ela é comercializada para a alimentação animal já que seu uso é restrito na alimentação humana devido à ausência de uma adequada avaliação química (ZORZAN, 2006; FUKU, 2007). No entanto, segundo Freitas (2006), com relação ao consumo humano, têm-se observado recente interesse pelo uso deste cereal por causa de suas propriedades dietéticas associadas a benefícios com a saúde.

Existem, contudo, alguns fatores limitantes para a expansão do cultivo de cevada, tais como: ausência de apoio/política oficial; importações facilitadas por financiamentos de longo prazo e baixas taxas de juros, baixa competitividade em preço e/ou qualidade no mercado internacional, instabilidade das safras em rendimento e qualidade, alto custo de produção, ausência de mercado alternativo para a cevada fora do padrão do malte, infraestrutura de recebimento, secagem e armazenamento deficientes e mão-de-obra pouco qualificada e/ou deficiente (MINELLA, 1999).

### 2.1.1 Histórico

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) teve origem no Oriente Médio e foi uma das primeiras espécies a ser domesticada e consumida pelo homem. O mais antigo cereal que se conhece, aparece na Bíblia, citado por Moisés, quando o ser humano ainda não havia aprendido a usar o trigo e então empregava a cevada para a elaboração do pão (PHILIPPI, 2003; SILVA et al., 2007).

Na América Latina, as primeiras áreas cultivadas com cevada não vão muito além do ano de 1920, pois as dificuldades de intercâmbio criadas pela Primeira Guerra Mundial originaram uma sensível escassez de matéria-prima (SOARES, 2003).

No Brasil, o primeiro registro de cultivo da cevada foi em São Paulo no ano de 1583, sendo que, em 1854, ele é mencionado como um cultivo estabelecido nas colônias alemãs do Rio Grande do Sul. Em 1919 foram realizados os primeiros experimentos com grãos de cevada, concomitante com o cultivo de trigo na Estação Experimental Alfredo Chavez, em Veranópolis (RS), e por Z. Gaier, em Araucária (PR) (ARIAS, 1999).

No entanto, Caierão, Minella e Antoniazzi (2006) relatam que este cereal vem sendo cultivado no Brasil em escala comercial desde a década de 30. Como consequência do melhoramento genético e do desenvolvimento de técnicas de manejo cada vez mais apropriadas, a cultura foi difundida pelo sul do Brasil, onde se localizam as melhores áreas em termos de clima e solo para o cultivo desse cereal. Desde o início, a produção é realizada em resposta à demanda da indústria de malte cervejeiro (MINELLA, 1999).

A produção de cevada foi desenvolvida até o final da década de 50, nas “Colônias” do RS, SC e PR, com utilização de sementes importadas. Já na década de 60, o cultivo foi transferido para zonas de campo, com agricultura mecanizada, por meio do emprego de variedades locais mais resistentes à acidez do solo (MINELLA, 1999).

### 2.1.2 Zoneamento agrícola para a cevada no sul do Brasil

No Brasil, a produção de cevada concentra-se nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Alguns fatores são determinantes para a produção de cevada com o padrão de qualidade para fins de malteação, entre eles, o clima, a genética do grão e o manejo. Os mapas apresentados a seguir indicam os períodos de semeaduras das regiões, respectivamente para os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (MINELLA et al., 2009).

O plantio de cevada é realizado no outono/inverno, quando são cultivadas as culturas de trigo, aveia e triticale. O grão de cevada apresenta ciclo do plantio à colheita entre 130 e 150 dias, dependendo da época de semeadura, da região, do cultivar e do ano (MINELLA, 1999).

#### 2.1.2.1 Rio Grande do Sul

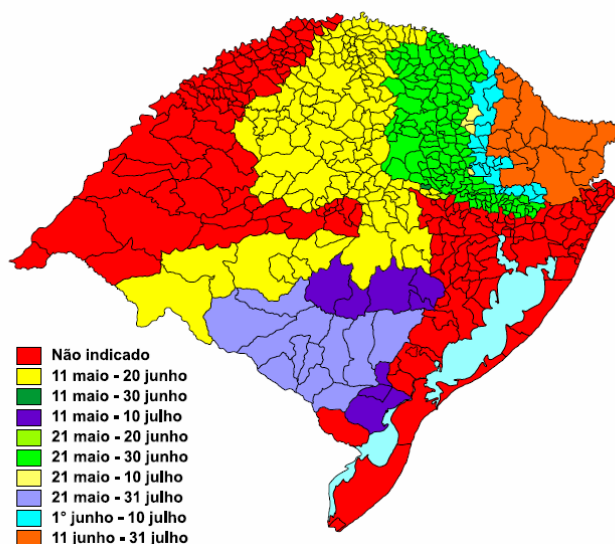


Figura 1 - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira no Rio Grande do Sul (Fonte: Minella et al., 2009).

## 2.1.2.2 Santa Catarina

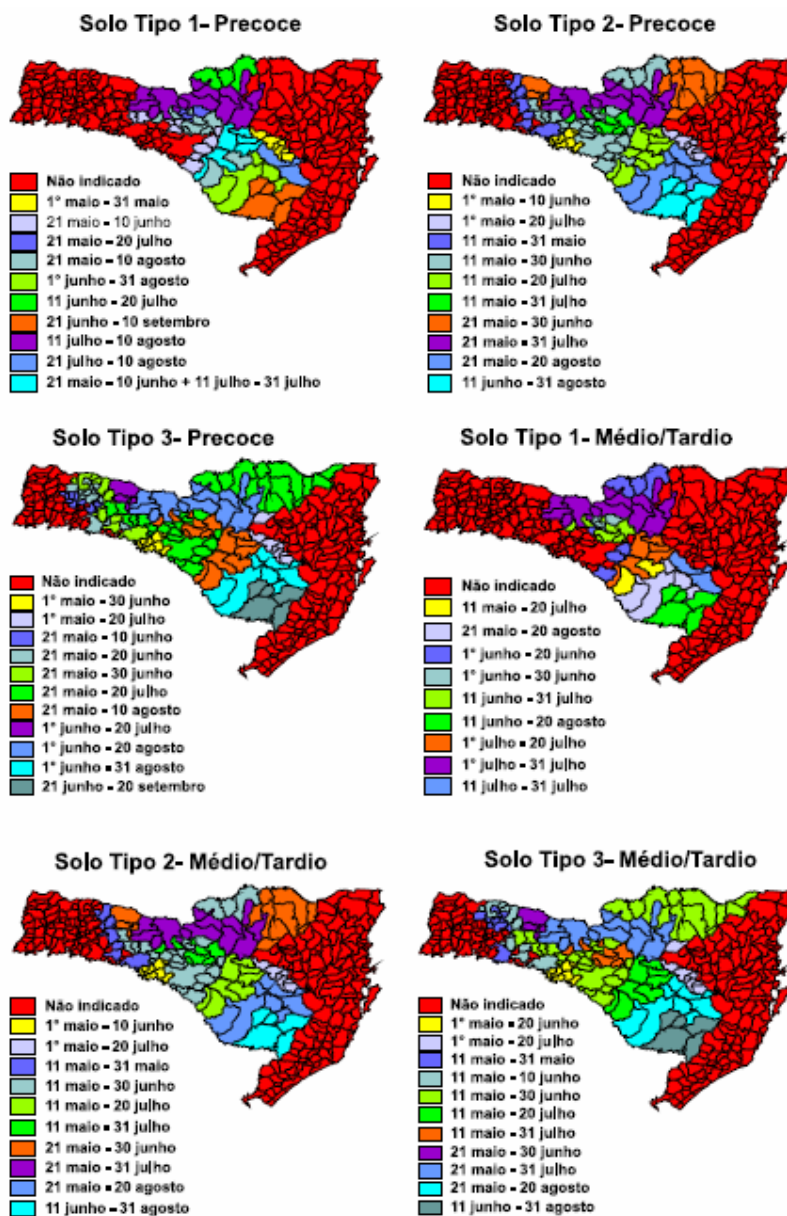


Figura 2 - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira em Santa Catarina (Fonte: Minella et al., 2009).

### 2.1.2. Paraná

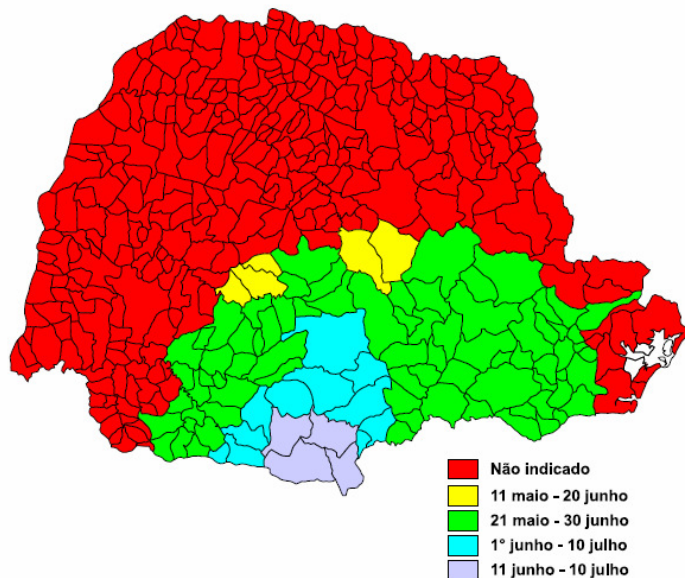


Figura 3 - Zoneamento agrícola para cevada cervejeira no Paraná (**Fonte:** Minella et al., 2009).

### 2.2.2 Anatomia do grão

O gênero *Hordeum* L. pertence à família das gramíneas que, por sua vez, compreende 32 espécies das quais a *Hordeum vulgare* L. é a mais importante economicamente, representando a ordem Triticeae (SILVA et al., 2007; FORSTER et al., 2007).

O grão de cevada tem seu cultivo anual. É uma planta com colmo de até 1m de altura. As folhas são invaginadas em cada nó do colmo, compridas, eretas e glabras. O fruto é uma cariopse, amarelada, sulcada longitudinalmente. As flores estão dispostas em espigas densas e compactas na extremidade do colmo. A disposição das espiguetas no eixo dá à inflorescência um aspecto quadrangular (AGUINAGA, 2002).

A cevada é composta, basicamente, por três porções: casca, embrião e endosperma (Figura 4) (GONÇALVES, 2002; MAYER, 2007). A casca é formada pela palha, e a membrana externa apresenta função protetora e delimita a semente, sendo rica em fibra alimentar, vitaminas do complexo B, minerais e antioxidantes

(OSCARSON et al., 1996; XUE et al., 1997; SILVA & CORRÊA, 2008; VICENZO, 2009).

O grão de cevada é colhido com a casca intacta; quando esta camada externa é removida, parte da fibra alimentar é perdida. Por essa razão, os produtos à base de cereais, que apresentam grande variação quanto ao teor de fibra alimentar pelo fato de que esta se concentra, em sua maior parte, nas camadas externas do grão, quando refinados, estarão muito reduzidos e, assim, presentes nos produtos integrais (HOSENEY, 1996; CALLEGARO et al., 2005). Durante o beneficiamento do grão, a palha é eliminada e o farelo fica aderido ao grão (VICENZO, 2009). O farelo está embaixo da casca e é essencialmente o envelope do grão, sendo que seu componente mais importante é a camada de aleurona, formada por células cúbicas de paredes celulares grossas e ricas em  $\beta$ -glucanas (SÁ, 1998).

O endosperma é encontrado em quantidade variável nas sementes, e o material mais comumente armazenado é o amido. Contudo, o endosperma pode armazenar ainda outros carboidratos, assim como óleos, proteínas e quantidades pequenas de minerais e vitaminas do complexo B (ANDERSON et al., 1994; MAYER, 2007; SILVA & CORRÊA, 2008).

O embrião divide-se em três partes: o cotiledone, o epicotilo (que origina o broto) e a radícula (que origina a raiz). É rico em vitaminas do complexo B e em minerais. O endosperma serve como fonte de nutrientes do embrião (POMERANZ, 1987; SMITH & ANDERSON, 1995).

O grão de cevada apresenta peso médio de aproximadamente 35mg (HOSENEY, 1996), sendo que o peso da semente seca é composta de aproximadamente os seguintes percentuais de tecido: 10% de casca e pericarpo, 14% de testa e aleurona, 73% de endosperma e 3% de embrião (KULP & PONTE, 2000).

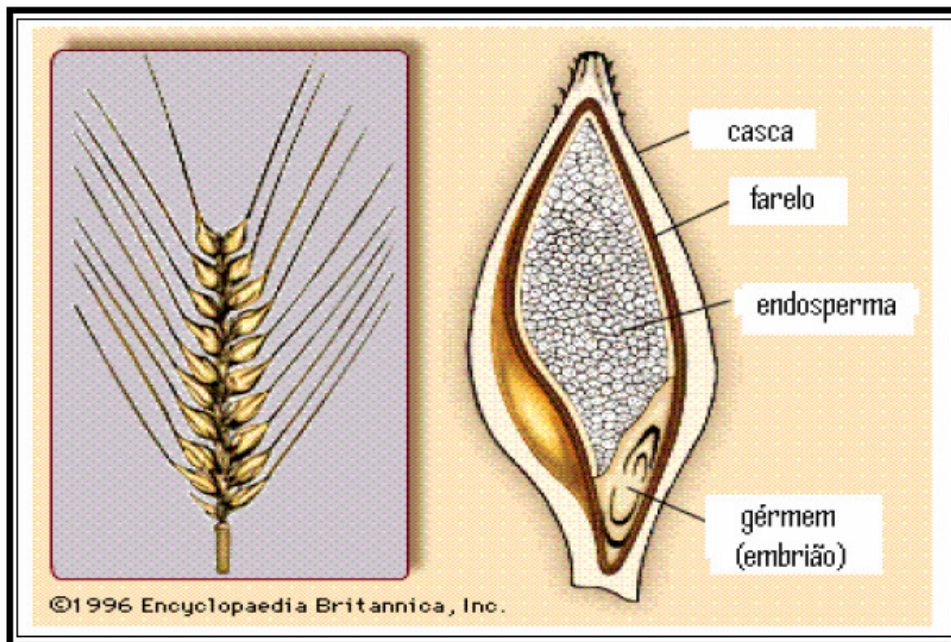


Figura 4 - Diagrama anatômico do grão de cevada (Fonte: [www.google.com.br/figuras](http://www.google.com.br/figuras)).

### 2.3 Componentes químicos da cevada e função nutricional

O grão de cevada é composto principalmente por carboidratos e proteína apresentando ainda, em menor quantidade, lipídeos, minerais e vitaminas, componentes estes que sofrem variações químicas devido a fatores genéticos e ambientais (YALÇIN et al., 2007).

#### 2.3.1 Carboidratos

Os carboidratos compreendem os grupos de compostos em que se encontram as substâncias orgânicas mais abundantes da biosfera; além disso, constituem a principal fonte de energia (VIEIRA et al., 2000).

Os carboidratos digeríveis no organismo são absorvidos e tem principalmente função energética, sendo que o recomendado é o valor de 50 a 70% das calorias totais da dieta. Os carboidratos variam muito seu grau de doçura, textura, velocidade de digestão e absorção após a passagem através do trato sistema digestório humano (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).



Conforme estudo realizado por Mayer (2007), o conteúdo de carboidratos não-fibrosos de grãos de cevada integrais são inferiores a 65,45%, valores semelhantes aos observados por Fuke (2007), 64,60%.

Enquanto que os carboidratos indigeríveis são os principais formadores da fibra alimentar, que têm a função de estimular o peristaltismo intestinal e controlar a flora bacteriana (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

### 2.3.1.1 Fibra alimentar

As fibras alimentares são componentes das paredes vegetais que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Logo, essa definição inclui lignina e polissacarídeos estruturais e não estruturais, excetuando-se o amido (CATALANI et al., 2003; SOUSA et al., 2003).

A solubilidade da fibra alimentar em água é um dos critérios para classificação. São consideradas fibras solúveis as pectinas, gomas, mucilagens, alginatos, beta-glicanas e algumas hemiceluloses; já as insolúveis são representadas pela lignina, celulose bem como pela maioria das hemiceluloses (MATTOS & MARTINS, 2000; SOUSA et al., 2003; MAFFEI, 2004; BRENNAN & CLEARYB, 2005).

As propriedades físico-químicas das frações das fibras alimentares geram diferentes efeitos fisiológicos no organismo, uma vez que as fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciado diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes a fim de reduzir o colesterol plasmático, a modulação da glicemia pós prandial bem como de regular o apetite. Esta fração de fibra apresenta alta capacidade de retenção de água, formando géis em solução aquosa (BRENNAN & CLEARYB, 2005; MIRA et al., 2009).

As fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, contribuindo também para a absorção de glicose e para o retardo da hidrólise do amido. As fibras alimentares têm o papel de regular o funcionamento

intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (MATTOS & MARTINS, 2000; SOUSA et al., 2003; MAFFEI, 2004; BRENNAN & CLEARYB, 2005; MIRA et al., 2009).

Na alimentação humana, a fibra alimentar que é ingerida não é hidrolisada até o intestino delgado, mas a partir da porção terminal do intestino delgado e, principalmente, ao alcançar o intestino grosso, a fração solúvel é extensamente fermentada pela flora natural microbiana, enquanto que a fração insolúvel permanece quase que totalmente intacta. Em humanos, cerca de 70% da fibra ingerida na dieta é fermentada (RAUPP et al., 2000).

As fibras alimentares são necessárias para auxiliar todas as substâncias alimentares a moverem-se através do sistema digestivo de maneira adequada. Estas passam quase intactas pelo sistema digestivo e são eliminadas pelas fezes, com os movimentos intestinais. Portanto, as fibras são necessárias para auxiliar todas as substâncias alimentares a moverem-se por meio do sistema digestório de maneira adequada. Sem a quantidade de fibra suficiente, o processo digestivo pode ficar lento e a constipação pode ocorrer. Logo, uma dieta com alimentos com menor teor de fibras alimentares não pode ser tomada como causa, mas como fator contribuinte (POSSAMAI, 2005; SANTOS JÚNIOR, 2005).

Segundo Gutkoski e Pedó (2000), os cereais são a maior fonte de fibra alimentar, pois são consumidos com conteúdo inferior de umidade ao de frutas e hortaliças, podendo conter teores acima de 15% do produto fresco. No entanto, a distribuição de fibra alimentar nos grãos de cereais é bastante variável, dependendo da espécie, do cultivar, das condições de cultivo, das práticas culturais e do tamanho do grão. Durante o processamento dos cereais ocorre uma perda de fibra alimentar, de modo que o restante do grão retém ainda em torno de 50% do valor de fibra alimentar (HELM & FRANCISCO, 2004).

É amplamente admitido nos dias atuais que a ingestão de fibra alimentar pela população não atende às exigências mínimas do organismo, devendo, portanto, ser reforçada a partir de cereais, hortaliças e frutas. A recomendação para a ingestão de fibra alimentar deve seguir a proporção fibra insolúvel: fibra solúvel de 3:1. Conforme Colli et al. (2005, p. 79), “recomenda-se em vários países a ingestão de 20 a 30g/dia de fibra alimentar”. A *World Health Organization* (WHO) sugere a ingestão de 27 a

40g de fibra alimentar/dia. A *Food and Drug Administration* (FDA) recomenda a indivíduos adultos o consumo de 25g de fibra alimentar/2000kcal/dia. Enquanto que a *American Dietetic Association* (ADA) afirma que o consumo de fibra alimentar deve ser de 20 a 35g por dia ou de 10 a 14g de fibras/1000kcal (GUTKOSKI & PEDÓ, 2000; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005; COLLI et al., 2005).

A *American Health Foundation* (AHF) aconselha as crianças e adolescentes entre 3 e 20 anos a ingestão diária de fibra alimentar, em quantidade correspondente à idade, acrescida de 5 ou 10g. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) recomenda para adultos e jovens pelo menos a ingestão diária de 20g, que corresponde ao consumo mínimo de 8 a 10g de fibra alimentar/1000kcal (COLLI et al., 2005).

O consumo adequado de fibras alimentares proporciona efeitos benéficos à saúde, prevenindo a constipação intestinal, diminuição do colesterol, aumento da saciedade, manejo do diabetes tipo 1, redução do risco de diabetes tipo 2, prevenção e tratamento de diverticuloses e redução do risco doenças cardiovasculares (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002).

Mayer (2007) em estudo com grão de cevada observou valores de fibra alimentar de 22,06% para grão integral e 11,10% para grão descascado. Valores semelhantes foram constatados por Fuke (2007) de 22,34% para grão de cevada integral e de 11,89% para grão descascado.

#### 2.3.1.1.1 Beta-glicanas

As beta-glicanas são polissacarídeos lineares não amiláceos, compostos de ligações glicosídicas  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,4, sendo componentes das fibras solúveis. Estão presentes nas paredes celulares dos grãos, com concentração aumentada na camada sub-aleurona, endosperma amiláceo e camada de aleurona (SÁ et al., 1998; MIRA et al., 2009).

Apresentam importante ação na redução do colesterol sanguíneo em indivíduos hipercolesterolêmicos, entre outras propriedades. São solúveis em água e bases diluídas, porém resistentes aos processos digestivos humanos. Apresentam

ainda tendência a formar soluções viscosas e géis, quando em contato em água. Em baixas concentrações, apresentam alta viscosidade, sendo extremamente pseudoplásticas em concentrações de 0,5% ou superiores; são estáveis na presença de açúcares e sais. Com aumento de temperatura, ocorre um decréscimo temporário na viscosidade de soluções contendo beta-glicanas, voltando a espessar com o resfriamento (SÁ et al., 1998).

As beta-glicanas contribuem para o aumento da viscosidade do bolo alimentar, tornando a digestão mais lenta e prejudicando a interação das enzimas pancreáticas com substrato, o que diminui a digestão de carboidratos pela amilase pancreática. O aumento da glicemia pós prandial é limitada pela redução da taxa de absorção de carboidratos pelo trato digestório, fato decorrente da presença de fibras alimentares que diminuem a digestão e a absorção dos carboidratos bem como da fermentação bacteriana parcial que ocorre no intestino grosso, produzindo metabólitos que afetam a ação da insulina (MIRA et al., 2009).

Segundo Antilha et al. (2004) o processamento do alimento pode alterar propriedades como a solubilidade, contribuindo para a diminuição da viscosidade de alimentos ricos em beta-glicanas. As beta-glicanas são ainda importantes no processamento de bebidas alcoólicas derivadas de malte. Quando em grandes quantidades em grãos de cevada, causam um retardo no processo de maltagem, ocasionando problemas na eficiência do processo de filtração da cerveja (FRANCISCO & SÁ, 2000).

#### 2.3.1.2 Amido

O grão de cevada é composto por 50 a 75% de amido, uma forma de carboidrato de reserva em plantas que ocorre na forma de grânulos e cuja quantidade depende de cada variedade e meio ambiente em que é cultivado. O amido é formado basicamente por dois polímeros de glicose: amilose (linear, 1-4, aproximadamente 30%), fração esta solúvel em água e amilopectina (ramificada, 1-4 e 1-6, aproximadamente 70%), fração insolúvel (HOSENEY, 1991; NUNES et al., 2006). As proporções de amilose e amilopectina diferem entre as variedades de uma

mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (TESTER et al., 2004; ELIASSON, 2004).

No grão de cevada o amido está presente exclusivamente no endosperma, porém não está distribuído uniformemente (MACGREGOR & FINCHER, 1993; WHISTLER & BEMILLER, 1999). Conforme Soares (2003), apesar da grande disponibilidade de amido em grãos de cevada, poucas pesquisas têm sido desenvolvidas com este cereal quando em comparação, por exemplo, com o milho e trigo (MACGREGOR & FINCHER, 1993; WHISTLER & BEMILLER, 1999).

O amido é classificado em função da sua estrutura físico-química e da sua susceptibilidade à hidrólise enzimática, sendo dividido em: rapidamente digerível, quando, ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível, se, nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos; e amido resistente (AR), que resiste à ação das enzimas digestivas (ENGLYST & CUMMINGS, 1992). O AR pode ser definido como a parcela do grânulo, ou de seus produtos de degradação, que não são absorvidos/digeridos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo, entretanto, serem fermentados no intestino grosso (EERLINGER & DELCOUR, 1995).

### 2.3.2 Proteína

As proteínas são compostos nitrogenados complexos, constituídos de aminoácidos em ligações peptídicas. Estão envolvidas na formação e manutenção das células e dos tecidos do corpo e dos órgãos. Desempenham papéis extremamente importantes, na maioria dos processos biológicos, atuando como enzimas, hormônios, neurotransmissores, transportadores através das membranas celulares, entre outros (ZAIA & LICHTIG, 1998; CUPPARI, 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Entre fatores que determinam a qualidade da proteína da dieta destacam-se, além do perfil de aminoácidos, a digestibilidade, a relação protéico-energética, a energia total da alimentação e os teores de minerais e vitaminas (CUPPARI, 2005).

Os teores de proteínas variam em função de fatores agronômicos e ambientais, enquanto a qualidade das proteínas é característica primeiramente genotípica (FUKE, 2007). Em relação a outros grãos, a cevada e o trigo são semelhantes no seu teor de proteínas (11-12%), porém ambos apresentam teores mais elevados do que o milho (9,5%) e o arroz (7,5%) (HELM & FRANCISCO, 2004).

O glúten da cevada é dividido em pequenas proteínas (péptidos), resultando de uma cadeia de cerca de 300 aminoácidos, composta por gliadina e glutanina, quando misturada com água, forma um complexo elástico responsável pela elasticidade na produção de pães. O glúten faz com que a massa tenha liga e possibilita a retenção de gás carbônico para o seu crescimento, dessa forma, quanto maior a proporção de glúten na farinha, melhor sua qualidade para fabricação de pães (PHILIPPI, 2003).

### 2.3.3 Lipídeos

Os lipídeos são biomoléculas insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, que desempenham várias funções no organismo. Os lipídeos fornecem mais calorias do que os carboidratos e as proteínas. Apesar desses dois últimos grupos de compostos transformarem-se em gorduras no organismo humano, alguns lipídeos têm funções biológicas específicas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

As gorduras e lipídeos constituem aproximadamente 34% da energia na dieta humana. A gordura da dieta também é essencial para a digestão, a absorção e o transporte de vitaminas lipossolúveis e fitoquímicos lipossolúveis, tais como os carotenóides e os licopenos (CUPPARI, 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Em grãos de cevada na forma integral, observaram-se valores inferiores a 2,89%, segundo estudo realizado por Mayer (2007), enquanto que Fuke (2007) encontrou valores inferiores a 1,77%.

### 2.3.4 Minerais

Os minerais representam uma grande classe de micronutrientes, sendo em sua maioria considerados essenciais. São divididos em macroelementos (cálcio,

fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) e microelementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício). Esses nutrientes são compostos inorgânicos necessários em quantidades pequenas para o crescimento, conservação e reprodução do ser humano, contribuindo, dessa forma, para a formação dos tecidos e para a regulação dos processos corpóreos, favorecendo a transmissão dos impulsos nervosos e a contração muscular bem como participando da manutenção do equilíbrio ácido-básico (CUPPARI, 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O teor de minerais nos cereais varia significativamente entre os cultivares, o que provavelmente ocorre em função da quantidade de minerais presentes no solo, do tipo de fertilizante usado e do genótipo (GUTKOSKI & PEDÓ, 2000).

### 2.3.5 Vitaminas

As vitaminas representam um grupo de micronutrientes essenciais que geralmente apresentam os seguintes critérios: componentes orgânicos, componentes naturais nos alimentos, usualmente encontrados em quantidades mínimas, não sintetizado pelo corpo em quantidades adequadas para atingir as necessidades fisiológicas normais, essencial para a função fisiológica normal (isto é, manutenção, crescimento, desenvolvimento e reprodução), por sua ausência causa uma síndrome de deficiência específica (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

São classificadas em dois grupos com base nas suas solubilidades: as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e as vitaminas hidrossolúveis (ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, biotina, ácido pantotênico, folato e cobalamina). Sendo que as vitaminas lipossolúveis são geralmente absorvidas passivamente e devem ser transportadas com lipídeos da dieta. As vitaminas hidrossolúveis são absorvidas por mecanismos passivo e ativo, transportadas por carreadores e não são armazenadas em quantidades apréciaveis no corpo (CUPPARI, 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O grão de cevada contém várias vitaminas incluindo a niacina (vitamina B3) e tiamina (vitamina B1) (NATIONAL BARLEY FOODS COUNCIL, 2010).

## 2.4 Processamento de grãos

O processamento de grãos pode ser definido como "qualquer processo físico que muda a estrutura molecular original ou a composição física" (BARMORE, 1994). O objetivo máximo de qualquer processamento é a manutenção das qualidades do produto. O processamento de grãos de cereais para o preparo de alimentos humanos obedece a diferentes processos industriais. Os grãos são classificados como deterioráveis, pois se enquadram nos produtos que deterioram lentamente. E, portanto, não necessitam de sistemas sofisticados para a sua conservação (FLOSS, 2005; PARK et al., 2007).

O grão, quando processado, aumenta sua disponibilidade de amido, além disso, o processamento pode destruir micotoxinas, sendo que os nutrientes do grão estão desuniformemente distribuídos nas diferentes partes, pois alguns nutrientes são perdidos ou concentrados nos produtos durante o processamento (GONÇALVES, 2002; ANTUNES & RODRIGUES, 2006). Com o processamento do grão podem ocorrer mudanças químicas e físicas dos nutrientes, inativação de enzimas, hidrólise de polissacarídeos e alterações nos teores de vitaminas e minerais (GONÇALVES, 2002).

A moagem fina ou grossa, tostagem e laminação são exemplos de processamentos a seco; enquanto a laminação a vapor, a flocação e o cozimento a vapor são processamentos que envolvem adição de água aos grãos, frequentemente na forma de vapor e com pressão (ANTUNES & RODRIGUES, 2006).

Os produtos resultantes do processamento apresentam diferentes usos na alimentação humana e são divididos em flocos nº 1 (flocos inteiros), utilizados principalmente na produção de granola, cereais em barra e na panificação; e flocos médios e flocos finos (instantâneos), usados principalmente na produção caseira de mingaus e sopas. O farelo é a principal fonte de fibra solúvel (beta-glicanas), usado para mingaus e outras receitas caseiras, como pães e bolachas, principalmente para indivíduos com hipercolesterolemia; enquanto a farinha é usada em panificação, confeitaria e em mingaus (MARTINS & FREITAS, 2000).



Para grãos de cevada não foram encontrados dados na literatura referente ao seu processamento. Para ser consumida pelo seres humanos, normalmente a aveia, por exemplo, passa por várias etapas de processamento, tal como está ilustrado no fluxograma abaixo (Figura 5).

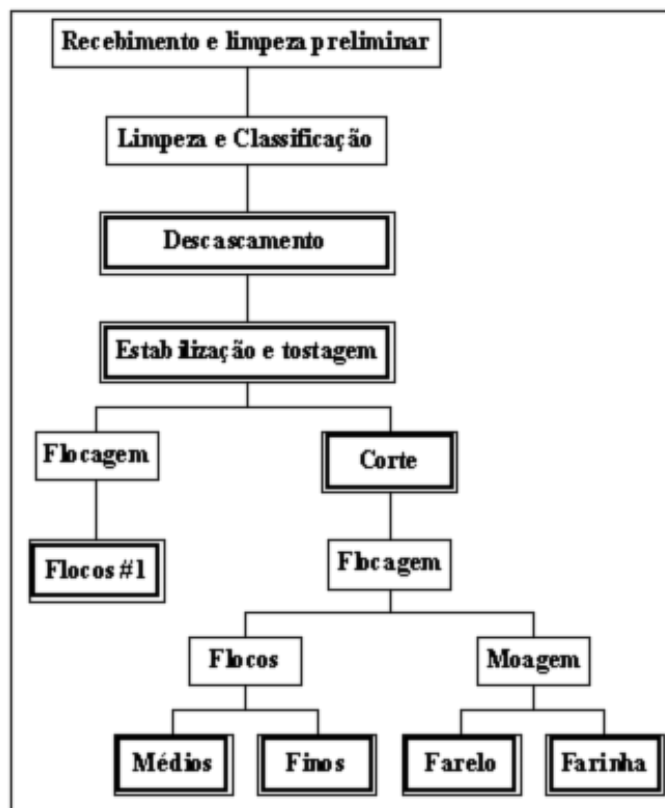


Figura 5 - Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano (Fonte: SÁ et al.1998).

#### 2.4.1 Recepção do grão

O grão, quando chega à empresa, pode ser em sacos ou a granel, é colocado em depósitos ou silos (para produtos a granel) para então ser retirada uma alíquota a ser submetida à rigorosa análise laboratorial, como testes analíticos, mecânicos e visuais. São determinados peso, teor de umidade, infestação por insetos, material e grãos estranhos, além de determinações visuais de danos causados por fungos e coloração (DORN, 1989; SILVA et al., 2008).

Para a industrialização, somente são liberados os grãos que preenchem os exigentes padrões de qualidade. Logo em seguida, o grão é encaminhado diretamente para a linha de processamento, para operação de pré-limpeza (PARIZZI & SOBRINHO, 2009).

#### 2.4.2 Pré-limpeza, limpeza e seleção do grão

O processo de limpeza e seleção do grão visa eliminar materiais estranhos e impurezas, como os fragmentos do próprio produto, poeira, torrões da terra, bem como o grão do tipo refugo. Esse refugo é utilizado para a alimentação animal (HOSENEY, 1991; GUTKOSKI & EL-DASH, 1999; PARK et al., 2007; MINELLA, 2009).

Segundo Park et al. (2007), os grãos contendo impurezas são portadores de grande quantidade de microorganismos, portanto proporcionam condições que aceleram a deterioração do produto. As impurezas sempre apresentam atividade de água maior que a do produto, assim oferecem condições favoráveis para o desenvolvimento de microorganismos.

A operação de pré-limpeza utiliza máquinas denominadas peneirões ou abanadoras, que possuem peneiras cilíndricas ou planas vibratórias, geralmente acompanhadas de um sistema de ventilação para eliminação da poeira e demais materiais leves. Enquanto que a operação de limpeza tem como finalidade separar as impurezas remanescentes da pré-limpeza, sendo que neste processo ocorre uma rigorosa separação de todos os materiais indesejáveis, como grãos de outras espécies, defeituosos e quebrados. No processo de limpeza utiliza-se normalmente uma máquina de ventilador e uma peneira, podendo ainda ser empregadas várias peneiras e mais de um ventilador, além de imãs para a retirada de resíduos metálicos (DORN, 1989; PARIZZI & SOBRINHO, 2008).

O grão é classificado em função de sua largura e comprimento, utilizando separadores de precisão, sendo que tal separação se dá em três grupos (finas, regulares e duplas), com características de descascamento e moagem diferentes. O grão fino e duplo é descartado (DORN, 1989).

### 2.4.3 Descascamento

Em estudo realizado por Symons e Fulcher (1988), observou-se que durante o processo de descascamento a proporção de grãos danificados aumenta de forma linear com o aumento do peso do grão, sendo que a maior danificação ocorre na porção proximal da cariopse, onde o eixo embrionário e o escutelo são mais frágeis.

O descascamento ocorre por impacto evitando a quebra de grãos, de modo que é fundamental neste processo a uniformidade dos grãos para que não ocorra quebra demasiada de grãos e tampouco sobra de grãos não descascados. Após o descascamento dos grãos, é realizada a separação da cariopse da casca por meio da ventilação (FLOSS, 2005).

O grão descascado apresenta um alto teor de lipídeos e, durante o processo de descascamento, as camadas externas do grão são levemente danificadas, causando a ativação das enzimas lipolíticas que entraram em contato com os lipídeos, produzindo a rancidez (DORN, 1989).

### 2.4.4 Estabilização

O processo de estabilização consiste em um tratamento térmico, realizado após o descascamento, com a finalidade de evitar a rancificação, sendo fundamental para inativação térmica em especial das enzimas lipases e peroxidases, responsáveis pela produção de ácidos graxos livres (DORN, 1989; FLOSS, 2005).

Esta etapa de processamento pode ser realizada através da tostagem que consiste em submeter o grão a temperatura controlada suficiente para a inativação das enzimas e/ou fatores anti-nutricionais presentes nos grãos. A tostagem é a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido, sendo que a quantidade de água presente no sólido é chamada de umidade (PARK et al., 2007).

Quando ocorre com emprego de calor e vapor, processo este denominado de extrusão. No caso de grãos de aveia, Dorn (1989) cita que o grão é submetido ao vapor e calor a uma temperatura de 100°C durante um período de aproximadamente

duas horas e meia. Após esse processo, o grão apresenta umidade de 17 a 18%. No entanto, Martins e Freitas (2000) relataram que na aveia é realizado um banho a vapor sob temperatura de 96 a 105°C durante 1 hora.

#### 2.4.5 Corte

Os grãos descascados geralmente passam por um processo de corte, que é realizado em cortadores rotatórios após sua estabilização, sendo um corte (flocos grandes), dois cortes (flocos médios) e três cortes (flocos finos) (DEANE & COMMERS, 1986; FLOSS, 2005). O corte tem o objetivo de melhorar a troca de calor no estágio de pré-cozimento (LEONEL, 2009).

#### 2.4.6 Flocagem

A flocagem consiste na laminação do grão com cilindros de aço, os quais recebem uma pressão hidráulica de aproximadamente 40 toneladas transformando-os em flocos, sendo estes produzidos com diferentes granulometrias (foco grande, foco médio e flocos finos) (DORN, 1989; FLOSS, 2005). Os flocos grandes são produzidos a partir de grãos inteiros (flocos nº 1); os flocos médios têm entre 0,5 e 0,63 mm de espessura; e os flocos finos apresentam em média 0,25 a 0,38 mm (DEANE & COMMERS, 1986).

Os flocos alimentícios são divididos em duas grandes categorias: cereais que necessitam de cozimento antes de seu consumo (farinha de aveia) e cereais complementares que são cozidos e prontos para consumo, como flocos de milho, flocos de arroz e flocos de trigo, entre outros (SHULZ et al., 1989).

Após o processamento, os flocos são resfriados e empacotados, apresentando umidade entre 9 e 11,5%. Em grãos de aveia, representam entre 50 e 60% do seu peso, dependendo da qualidade da matéria-prima e da eficiência de todas as etapas de processamento (DEANE & COMMERS, 1986).

#### 2.4.7 Moagem

Em cereais, a moagem consiste na redução gradual do tamanho de grãos formado pelo pericarpo, pela testa, hialina, aleurona e pelo germe. Contudo, a moagem não causa necessariamente a redução dos constituintes químicos do grão, devido ao germe e ao farelo normalmente não serem separados (HOSENEY, 1990; CALDWELL et al., 1991).

O processo de moagem consiste de 3 fases: trituração (abertura dos grãos), redução (extração de farinha e sêmolos finos) e compressão e moagem. A moagem separa o mais completamente possível o endosperma da casca e do germe, além de conseguir o máximo de extração por meio da redução da maior quantidade de endosperma em farinha. O subproduto formado do processo de moagem é constituído de casca, germe e de uma porção de endosperma aderido à casca, sendo chamado de farelo (ROSSI & NEVES, 2004).

Em algumas empresas, a produção de farinha e farelo é realizada por meio da moagem dos flocos, sendo separados através de peneiras por granulometria, onde o farelo é composto de fração mais grossa. As peneiras apresentam diferentes aberturas, podendo variar entre 25 mesh (710  $\mu\text{m}$ ) e 48mesh (390  $\mu\text{m}$ ) (PATON & LENZ, 1993).

Conforme Gutkoski e El-Dash (1999), cuidados especiais são necessários quando for realizada a moagem do grão de aveia descascado sem tratamento térmico, pois, devido à presença de lipase e outras enzimas, o produto fica exposto a uma rápida deterioração.

### **3. ARTIGOS CIENTÍFICOS**

## Artigo 1

Artigo em fase final de revisão para ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

– PAB

(Configuração conforme normas – Anexo 1)

### **Composição nutricional da cevada submetidos a diferentes formas de processamento**

Resumo – Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição química de grãos de cevada submetidos à diferentes processamentos. Foram analisadas amostras de cevada (*Hordeum vulgare*) da cultivar BRS 195, safra 2008, cultivada em Ponta Grossa/PR – Brasil, nos produtos grão integral, descascado, descascado tostado, flocos e farinha. As amostras foram moídas em micro-moinho, obtendo-se tamanho de partículas apropriadas para análises laboratoriais. As determinações da composição química foram realizadas conforme método descrito pela AOAC (1995); as beta-glicanas, conforme método descrito pela AACC 32-23 (1996); e os minerais, por meio de digestão nitro-perclórica e leituras por espectrofotometria e absorção atômica. Os resultados mostraram diferença significativa entre os grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos para matéria seca, cinzas, proteína bruta, fibra alimentar, fibra insolúvel, carboidratos não-fibrosos, cálcio, magnésio, potássio, zinco, ferro e manganês. Entretanto, os lipídeos, beta-glicanas e cobre, não diferiram. Através destes resultados pode-se concluir que os grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos apresentaram variações quanto à composição química, podendo deste modo serem utilizados com diferentes finalidades na nutrição humana.

Termos para indexação: cevada; composição química; processamento; beta-glicanas.

### **Nutritional composition of barley subjected in different forms of processing**

Abstract – The objective of this research was to evaluate the chemical composition of barley subjected to different processing. It was analyzed covered, hullless, roasted and hullless, flakes and flour barley samples (*Hordeum vulgare*) of cultivars BRS 195, harvest 2008, grown in Ponta Grossa/PR – Brazil. The samples were milled in a micromill in order to get the suitable size for laboratorial analysis. The determinations of the chemical composition were performed according to the method described by AOAC (1995); the beta-glucans according to the method described by AACC 32-23 (1996); and the minerals, by nitro-perchloric digestion and readings by spectrophotometry and atomic absorption. The results showed a significant difference among the barley grains under different processing for dry matter, ash, crude protein, dietary fiber, insoluble fiber, non-fibrous carbohydrates, calcium, potassium, magnesium, zinc, iron and manganese. However, lipids, beta-glucans and copper did not differ. From these results it can be concluded that barley grains under different processing showed variations in relation to the chemical composition, so that it can be used for different purposes in human nutrition.

Index terms: barley; chemical composition; processing; beta-glucans.



## Introdução

O gênero *Hordeum* L. pertence à família das gramíneas, que compreende 32 espécies das quais a *Hordeum vulgare* L. é a mais importante economicamente, representando a ordem Triticeae (FORSTER et al., 2007; SILVA et al., 2007). O cultivo de cevada (*Hordeum vulgare*) no Brasil oscila em torno de 140.000 hectares concentrados nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (SOARES, 2003; IBGE, 2009).

É um cereal de inverno que ocupa a quarta posição, em ordem de importância econômica no mundo, logo após o trigo, o arroz e o milho. O grão é utilizado na industrialização de bebidas como a cerveja, sendo que sua utilização para fins não cervejeiros inclui: ração animal, alimentação humana (composição de farinhas ou flocos para panificação) e aplicações industriais (produção de medicamentos, formulação de produtos dietéticos e sucedâneos de café), contudo seu uso alimentação humana, é restrito devido à ausência de uma adequada avaliação química (PHILIPPI, 2003; ANTONIAZZI & DESCHAMPS, 2006; ZORZAN, 2006; FUKU, 2007; SILVA et al., 2007; MINELLA, 2009).

No entanto, segundo Freitas (2006), com relação ao consumo humano têm-se observado recente interesse pelo uso deste cereal, em função da associação de suas propriedades dietéticas a benefícios com a saúde. A cevada apresenta alto teor de fibra alimentar, sendo conhecida por seu conteúdo de fibra alimentar solúvel (beta-glicanas) (ANDERSON et al., 2000). Durante o processamento dos cereais ocorre perda de fibra alimentar, sendo que o restante do grão retém ainda em torno de 50% do valor de fibra alimentar (HELM & FRANCISCO, 2004). O consumo de uma dieta rica em fibra alimentar tem sido universalmente difundido nos últimos anos devido aos seus efeitos fisiológicos benéficos sobre o organismo humano, tais como: regularização do trânsito intestinal, redução

da consistência do bolo fecal, melhora da fermentação do conteúdo intestinal, diminuição do colesterol plasmático e da glicose (FERNANDEZ et al., 2002).

Os grãos, quando processados, podem causar mudanças químicas e físicas nos seus constituintes (GONÇALVES, 2002; ANTUNES & RODRIGUES, 2006). Com respeito a cevada, pouco se conhece sobre o efeito do processamento na composição nutricional dos produtos resultantes. Desta forma, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição química de grãos de cevada submetidos à diferentes processamentos.

## **Materiais e métodos**

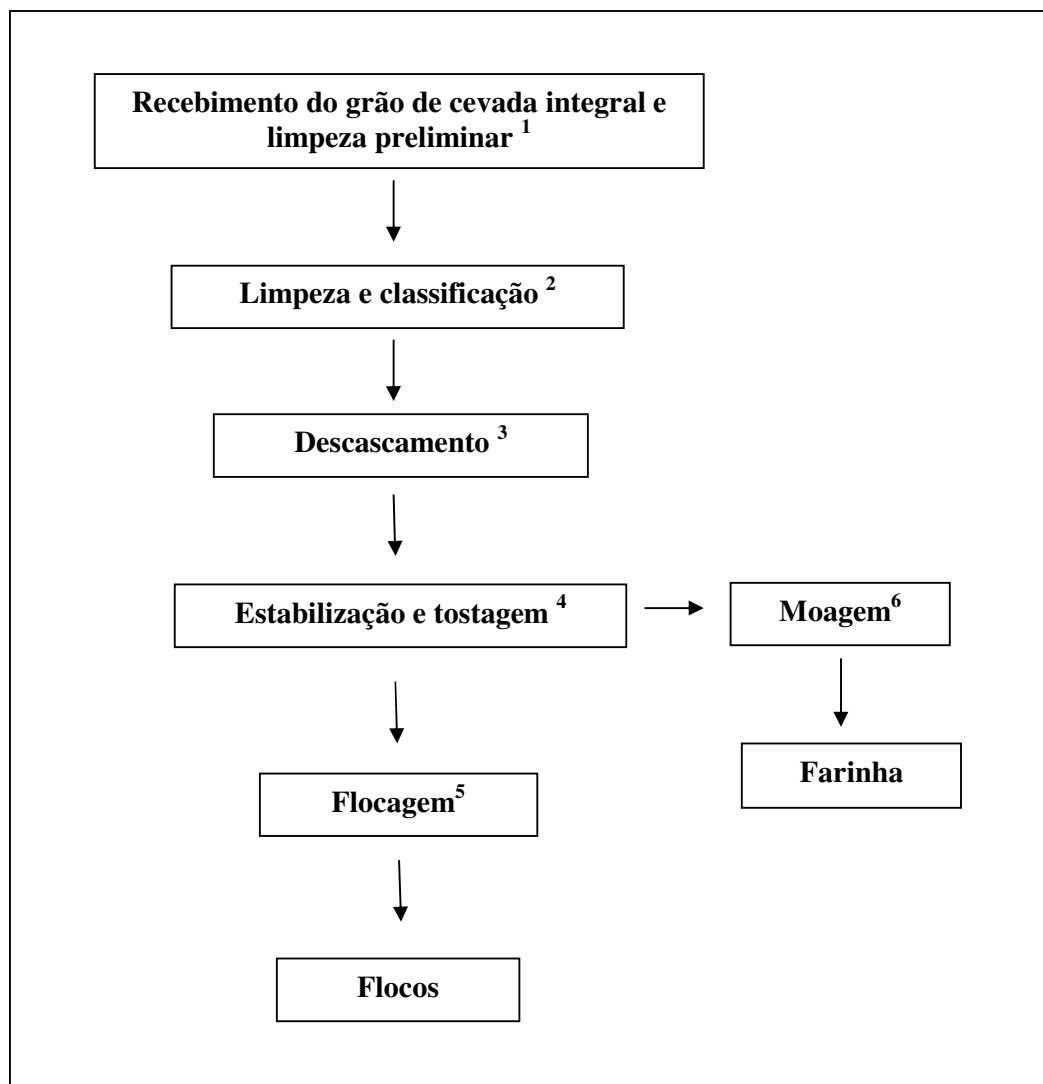
### **Local**

O trabalho foi realizado no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), pertencente ao Centro de Ciências Rurais (CCR) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS.

### **Matéria-prima**

Para o experimento, foi utilizado como matéria-prima grãos de cevada (*Hordeum vulgare*), cultivar BRS 195, cultivada no município de Ponta Grossa (PR), safra 2008, oriunda da SL Cereais e Alimentos LTDA, localizada em Mauá da Serra, Paraná, Brasil. Foram avaliados três amostras (repetições), cada uma obtida em um momento de processamento

diferente, nas seguintes formas: grão de cevada integral (CI), grão de cevada descascado (CD), grão de cevada descascado tostado (CDT), grão de cevada em flocos (CFL) e farinha de grãos de cevada (CFA), conforme ilustrado na figura 1.



**Figura 1:** Diagrama de fluxo de processamento da cevada utilizada no presente trabalho.

<sup>1</sup> Após a recepção do grão, foi retirado uma alíquota aleatoriamente para testes analíticos, mecânicos e visuais. Para a realização da pré-limpeza foi utilizado um sistema

automático de peneiramentos sucessivos e aspiração, e além de imãs para a retirada de resíduos metálicos.

<sup>2</sup> A limpeza tem por finalidade separar as impurezas remanescentes da pré-limpeza. A classificação foi realizada baseando-se na largura e comprimento dos grãos, utilizando separadores de precisão.

<sup>3</sup> Foi realizado utilizando um descascador de impacto, no qual o grão entra em um centro de um rotor de alta velocidade, que através da força centrífuga, joga-a contra um anel fixado na máquina, as cascas são destacadas dos grãos por impacto e abrasão.

<sup>4</sup> Consiste em um tratamento térmico, no qual o grão é submetido ao calor.

<sup>5</sup> Foi realizada entre dois rolos de metal que recebem uma pressão hidráulica de aproximadamente 40 toneladas.

<sup>6</sup> Os grãos descascados tostados são moídos e separados através de peneiras por granulometria.

### **Preparo das amostras**

As amostras foram moídas em micro moinho (marca Marconi®, 27.000 rpm) com tamanho de partícula inferior a 1mm e acondicionadas em sacos de polietileno devidamente identificados e armazenadas a temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises da composição química.

### **Análises químicas**

A metodologia utilizada foi conforme as técnicas descritas pela AOAC (1995) em duplicata, no qual a matéria seca (MS) foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso, em estufa a 105°C durante 12h, a qual foi empregada para ajustar os valores de composição química. As cinzas (CZ) foram obtidas por meio da incineração da amostra em mufla a 550°C por 5h, o teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método Kjeldahl ( $PB = N \times 6,25$ ). Os lipídeos (LIP) foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959). Para a determinação dos teores de fibra alimentar total (FA) e insolúvel (FI) empregou-se o método enzimático-gravimétrico utilizando as enzimas  $\alpha$ -amilase (Termamyl 120L), protease (Flavourzyme 500L) e amiloglicosidase (AMG 300L). O conteúdo de fibra solúvel (FS) foi determinado pela diferença entre a fibra total e a fibra insolúvel. A fração de carboidratos não fibrosos foi estimada por diferença:  $\% \text{ CNF} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ LIP} + \% \text{ CZ} + \% \text{ FA})$ . As beta-glicanas foram determinadas em duplicata utilizando metodologia descrita pela AACC 32-23 (1996) método enzimático/colorimétrico. Foram utilizadas as enzimas lichenase e beta-glicosidase obtidas da Megazyme International Ireland Ltd., Irlanda.

Os minerais foram determinados por digestão nitro-perclórica na proporção de 5:1, sendo que nas primeiras 12 horas foi realizada uma digestão a temperatura ambiente (21 a 23°C), após realizou-se outra digestão sob temperatura controlada (180°C). Logo em seguida, os teores de fósforo foram determinados em fotolorímetro, e o restante dos minerais (cálcio, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês, cobre) em espectrometria de absorção atômica da marca Intralab Gemini®, modelo AA 12/1475.

### **Análise estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

em que  $Y_{ij}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tipo de processamento e  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo tipo de processamento; e  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ ; sendo:  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  e  $j = 1, 2, 3$ .

Os dados foram sujeitos a investigação de *outliers* através do resíduo estudentizado, testados quanto à normalidade do erro pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância univariada pelo procedimento de modelos lineares gerais (PROC GLM) no aplicativo SAS<sup>®</sup>, sendo suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Além disso, foi efetuada análise de contraste para comparar o controle (CI) com os processados (CD, CDT, CFL, CFA).

Objetivando reduzir a dimensionalidade do conjunto original de variáveis com menor perda de informação possível, procedeu-se análise de variância multivariada pelo procedimento PROC GLM e o comando MANOVA no aplicativo SAS<sup>®</sup>, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu_k + H_{ik} + e_{ijk}$$

em que  $Y_{ijk}$  = valor observado da  $k$ -ésima variável, sob o  $i$ -ésimo tipo de processamento e  $j$ -ésima repetição;  $\mu_k$  = média geral da  $k$ -ésima variável;  $H_{ik}$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo tipo de processamento na  $k$ -ésima variável; e  $e_{ijk}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$ ; sendo:  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $j = 1, 2, 3$  e  $k = 1, \dots, 7$ .

As variáveis empregadas na análise multivariada foram proteína bruta (PB), lipídios (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS), carboidratos não-fibrosos (CNF) e beta-glicanas. As demais variáveis foram eliminadas do modelo devido às altas correlações existentes entre as mesmas, formando matrizes de dispersão singulares e causando problemas de multicolinearidade ou dependência linear entre as variáveis.

Na análise multivariada para testar a hipótese de que os vetores de médias dos tratamentos (tipos de processamento) fossem nulos, ou seja,  $H_0 : \mu_{CI} = \mu_{CD} = \mu_{CDT} = \mu_{CFL} = \mu_{CFA}$ , foi realizado o teste de Wilks como segue:

$$\Lambda = \frac{|E|}{|A|}$$

em que:  $|E|$  é o determinante da matriz **E** referente a soma de quadrados e produtos residuais;  $|A|$  é determinante da matriz **A** referente a soma de quadrados e produtos totais.

Em seguida, foi efetuada a análise de componentes principais para ordenação dos tipos de processamento, sendo uma técnica de análise multivariada que permite o agrupamento dos processamentos similares mediante o exame visual das dispersões gráficas. Salienta-se que a unidade de medida dos componentes principais é uma combinação linear das unidades de medida de cada variável observada sendo, na maioria da vezes, sem sentido. Por isso, para melhor interpretação dos resultados, foi feita a padronização dos dados de forma que estes tivessem média zero e variância igual a um. A análise de componentes principais foi executada pelo procedimento PROC PRINCOMP no aplicativo SAS<sup>®</sup>.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistical Analysis System - SAS<sup>®</sup>* (SAS, 2002).

## Resultados e discussão

### Composição centesimal dos grãos de cevada

Na tabela 1 encontram-se as médias, P>F, coeficiente de variação e erro padrão da média da matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) dos grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos. Os resultados demonstraram diferenças significativas para a MS, CZ, PB, FA, FI e CNF, porém não houve diferenças ( $p < 0,05$ ) para os valores de LIP e FS (Tabela 1).

O valor médio de matéria seca nos grãos de cevada foi de 89,91% (Tabela 1), a CI apresentou o menor valor (88,00%); enquanto a CFA apresentou o maior valor (92,06%). As diferenças observadas podem ser atribuídas ao processo de estabilização/tostagem realizado durante o processamento do grão, o que, por sua vez, tem por finalidade reduzir o teor de água pelo calor.

Com respeito à fração de CZ, esta foi maior no grão integral (2,27%) e semelhante nos demais processamentos. Tais diferenças foram observadas em função do descascamento do grão, tornando-se evidente que os grãos integrais apresentam maior teor de minerais, já que se encontram em maior quantidade na casca ou próximo dela (EVERS et al., 1999). As diferenças observadas nos teores de CZ são semelhantes aos resultados observados por Soares (2003), Fuke (2007), Mayer (2007) e Bortolotti (2009).

A concentração proteica média das amostras de cevada foi de 11,04% (Tabela 1). A CFA apresentou o maior teor proteico (11,22%), estatisticamente diferente do CI (10,73%), não havendo diferença entre os demais processamentos. Conforme Oscarsson et al. (1996), Xue et al. (1997), e Yalçin et al. (2007), os teores de proteína em grãos de cevada oscilam



entre 10 a 16%. Mayer (2007) verificou nos grãos integrais média de 13,01%, enquanto nos grãos sem casca a média observada foi de 12,21%. Enquanto que Fuke (2007) na avaliação de grãos integrais de diferentes genótipos, foram constatados valores entre 10,74 e 12,47%, e após o descascamento dos grãos a variação foi de 9,66 a 11,42%. Comportamento semelhante, porém de forma inversa, foi observado neste estudo, sendo que tal divergência nos resultados pode ser atribuída ao uso de métodos diferentes aplicados para o descascamento na indústria.

Os teores de PB nos grãos aumentam de dentro para fora, conseqüentemente, nas farinhas eles tendem a aumentar na medida em que se eleva o grau de extração (POMERANZ, 1987). Independente da forma de processamento do grão de cevada (integral, descascado, descascado tostado, flocos e farinha), todos apresentam potencial nutricional protéico importante.

Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) quanto ao teor de lipídeos nos grãos em diferentes processamentos, com valor médio de 2,43% (Tabela 1). Tais valores vão de encontro com os de Soares (2003), Fujita e Figueroa (2003) em cultivares de cevada na forma integral e demonstram pequena contribuição lipídica dos grãos de cevada, característica da maioria dos cereais.

Com relação aos teores de fibra alimentar total houve variação de 26,13% (CI) a 17,93% (CFA), com média de 20,51% (Tabela 1). Por meio destes resultados pode-se observar que os grãos de cevada e os produtos resultantes do processamento (descascado, descascado tostado, flocos e farinha) podem contribuir significativamente para o aporte de fibra da dieta dos consumidores. Quando ocorre a remoção da casca parte da fibra é perdida (OSCARSSON et al., 1996; XUE et al., 1997). No grão de cevada as cascas correspondem a cerca de 10 a 13% do grão (ROSA et al., 2007). Portanto, a diminuição pode ser atribuída à remoção da casca, onde estão contidos principalmente celulose, hemicelulose, ligninas e pectinas, o que contribui para o conteúdo de fibra alimentar total na cevada. Desta forma,

apesar de pouco utilizada na alimentação humana, a cevada possui um potencial considerável como alimento funcional devido ao seu alto teor de fibra alimentar.

Os teores de fibra insolúvel demonstraram diferença significativa, com maior teor para CI (18,46%) e menor para CFA (9,88%) (Tabela 1). As diferenças atribuídas a fibra alimentar total foi observado na fração insolúvel. Valores inferiores de fibra insolúvel em grãos integrais (13,53%) foram observados por Soares (2003). Através desses resultados pode-se constatar que, quando ocorre o processo de descascamento, as camadas mais externas são removidas, ocasionando conseqüentemente maior remoção de fibra alimentar total e insolúvel nos grãos de cevada. No entanto, mesmo sofrendo o processamento, grãos de cevada continuam apresentando alto teor de fibra alimentar. A variação observada quanto aos teores de fibra insolúvel é um indicativo de que estes grãos, processados ou não, podem ser utilizados com diferentes propósitos na nutrição humana, a fim de potencializar os efeitos benéficos desta fração. As fibras insolúveis devem ser incluídas na dieta, pois promovem diminuição no tempo de permanência do bolo alimentar no sistema digestivo e alterações na umidade da digesta e das fezes (FLOSS, 2005).

Os valores de fibra solúvel não acusaram diferenças significativas com valores entre 7,67 e 8,33% (Tabela 1). Para grão de cevada integral, Mayer (2007) observou valor médio de 5,43% e descascado de 4,64%. Em estudo com farinha de cevada integral e farinha de cevada, Bortolotti (2009) observou uma redução de 20% nos teores de FS com a remoção da casca na moagem. É amplamente aceito na literatura que a ingestão de fibra solúvel proporciona capacidade de inibição da absorção de colesterol e de ácidos biliares (MATIAS, 2007), além de atuar na resposta glicêmica, gerar efeito protetor no desenvolvimento do câncer de cólon e regular o apetite (MIRA et al., 2009). Uma vantagem da cevada, que difere de muitos grãos, é que a fibra está distribuída na semente inteira, e não apenas na camada externa (YALÇIN et al., 2007).

É importante ressaltar que, embora as frações de fibra alimentar exerçam efeitos diferentes no organismo humano, elas serão consumidas concomitantemente, uma vez que são partes integrantes dos alimentos. Todavia, os efeitos sobre os processos digestivos e metabólicos por elas realizados não dependerão somente da variação nos seus teores, mas também da predominância de uma fração em relação a outra (FUKE, 2007; BORTOLOTTI, 2009).

Ao se analisar o resultado da comparação das médias para CNF nos diferentes processamentos da cevada, foram constatados valores de 64,09%, variando de 58,55 a 66,30% (Tabela 1), respectivamente. Estes valores vão de encontro com aqueles observados por Fujita e Figueroa (2003). No entanto, Fuke (2007) observou valores superiores a deste estudo, com média de 62,41% para grãos integrais e 75,33% para grãos descascados. Os carboidratos não-fibrosos são digeríveis no organismo e absorvidos, sendo a principal fonte energética. O amido é o principal componente desta fração, o qual representa de 40 a 80% do valor energético total da alimentação diária humana (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Quando foi aplicada a análise de variância com desdobramento por contraste, entre o grão de cevada integral com o grão de cevada descascado, grão de cevada descascado tostado, cevada em flocos e farinha de cevada, observou-se resultados estatisticamente significativos para as seguintes variáveis: MS, CZ, PB, FA, FI e CNF (Tabela 1). A explicação para tanto está baseada na hipótese de que, quando comparado o grão de cevada integral com os demais produtos (descascado, descascado tostado, flocos e farinha), o processo de remoção da casca proporciona uma variação significativa na maioria dos parâmetros da composição química.

### **Beta-glicanas dos grãos de cevada**

A concentração média de beta-glicanas está apresentada na tabela 2, sendo que a análise estatística não demonstrou diferença significativa entre os processamentos. Os resultados de beta-glicanas demonstraram valor médio de 3,21%, oscilando entre 3,10 a 3,34%. Todos os valores encontrados para  $\beta$ -glicanas para grão de cevada na forma integral vão de encontro àqueles citados na literatura (KALRA & JOOD, 2000; ZHANG et al., 2001; SOARES, 2003). O teor de beta-glicanas sofre influência genética e ambiental. Em anos de clima seco, seu teor é aumentado provavelmente em decorrência do aumento de sua síntese. No entanto, anos úmidos e chuvosos exercem efeitos negativos no seu teor. Além disso, existem outras variáveis que podem influenciar, como: temperatura, duração do dia, suprimento de água e disponibilidade de elementos minerais no solo (LEE et al., 1997; BHATTY, 1999).

As beta-glicanas são componentes das fibras solúveis e a esta fração são atribuídos alguns benefícios à saúde, tais como: redução da taxa de colesterol sanguíneo; atenuação da resposta glicêmica e efeito protetor no desenvolvimento do câncer do cólon (HELM & FRANCISCO, 2004).

Os valores médios de beta-glicanas, quando analisados pelo teste de contraste ( $p < 0,05$ ) entre o grão de cevada integral com o grão descascado, descascado tostado, flocos e farinha, não demonstraram diferença significativa (Tabela 2). Isso se deve ao fato de que as beta-glicanas fazem parte das paredes celulares dos grãos, com concentração aumentada na camada sub-aleurona, endosperma amiláceo e camada aleurona, camadas estas que possivelmente não sofreram influência do processamento (MIRA et al., 2009).

### **Composição mineral dos grãos de cevada**

A composição de minerais da cevada, considerando o efeito de processamento, está apresentada na tabela 3. Verificou-se diferença significativa para os seguintes elementos: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco, ferro e manganês. Porém, não houve diferença ( $p < 0,05$ ) para os valores de cobre.

Ao serem analisados os resultados da comparação das médias do cálcio nas diferentes formas de processamento da cevada, observou-se valor médio de 0,59g/kg (Tabela 3), valor este semelhante (0,55g/kg) ao citado pelo IBGE (1999). De acordo com dados da USDA (2001), o grão de cevada integral apresenta 0,33g/kg de cálcio, todavia o grão de cevada descascado obteve valor de 0,29g/kg e a farinha de cevada de 0,32g/kg. As funções do cálcio estão diretamente relacionadas à formação dos ossos e dos dentes, além de participar no crescimento e ser um co-fator/regulador em reações bioquímicas (FRANCO, 1999).

O grão de cevada descascado apresentou o menor teor de fósforo (2,90g/kg), sendo semelhante aos flocos (3,20g/kg) (Tabela 3). A concentração de fósforo no grão integral observada por Demirbas (2005) foi de 2,70g/kg. A USDA (2001) apresenta valores inferiores ao deste estudo para grão de cevada integral (2,64g/kg), grão de cevada descascado (2,21g/kg) e farinha de cevada (2,96g/kg). Valores semelhantes foram citados pelo IBGE (1999) para grãos de cevada na forma integral (3,40g/kg), porém para grão de cevada tostado valores inferiores foram detectados (2,53g/kg). O fósforo participa de várias funções essenciais do corpo. Ajuda a formar e a manter os ossos e os dentes saudáveis, em conjunto com o cálcio (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O valor médio de magnésio (Tabela 3), neste estudo, foi de 0,40g/kg. O grão integral (0,47g/kg) foi diferente ( $p < 0,05$ ) do grão descascado (0,38g/kg), cevada em flocos (0,36g/kg) e farinha de cevada (0,40g/kg). Conforme citado pela a USDA (2001), o grão de cevada

integral apresenta 1,33g/kg de magnésio, no entanto, o grão de cevada descascado obteve valor de 0,79g/kg e a farinha de cevada de 0,96g/kg. Este mineral atua principalmente nos músculos e ossos, auxiliando na contração muscular e no metabolismo energético, sendo que sua deficiência ocasiona diminuição gradativa da resistência, uma vez que o baixo nível deste mineral, na circulação, está associado à diminuição da capacidade aeróbica (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Com relação ao conteúdo de potássio, o grão de cevada integral apresentou valor significativamente superior (6,30g/kg) e a cevada em flocos, inferior (5,12g/kg) aos demais (Tabela 3). Todavia, a USDA (2001), citou valores inferiores (4,52g/kg) para grão de cevada na forma integral. A ingestão adequada de potássio é de extrema importância, já que sua deficiência está relacionada com arritmia cardíaca, fraqueza muscular, fadiga e intolerância à glicose (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005; CUPPARI, 2006).

A concentração média de zinco nos grãos de cevada foi de 26,53mg/kg (Tabela 3), valor inferior ao encontrado por Demirbas (2005), que observou 42,4mg/kg para grão integral. A cevada em flocos demonstrou valores inferiores ( $p < 0,05$ ) aos demais. Segundo Mahan e Escott-Stump (2005), o zinco está distribuído em todo o corpo humano de forma abundante. É um íon intracelular, funciona em associação com mais de 300 enzimas diferentes. Este mineral participa de reações que envolvem ou a síntese ou a degradação de metabólitos principais (carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos).

Com relação ao teor de ferro, o CI (42,81mg/kg) apresentou valor superior ( $p < 0,05$ ) aos demais produtos resultantes do processamento (Tabela 3). Demirbas (2005) observou valor médio de 28,7mg/kg e IBGE de 45mg/kg para grãos de cevada integral. A ingestão de ferro adequada é essencial para a função normal do sistema imune. A deficiência de ferro, precursora da anemia, é a mais comum de todas as doenças nutricionais, sendo um dos distúrbios mais comuns na infância (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

O teor médio de manganês foi de 13,59mg/kg nesta pesquisa (Tabela 3). Tais valores, para grão de cevada integral, são inferiores àqueles citados na literatura (USDA, 2001; DEMIRBAS, 2005). O manganês tem papel importante na formação dos ossos e no metabolismo de aminoácidos, lipídeos e carboidratos (CUPPARI, 2006).

Para os teores de cobre não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes processamentos do grão de cevada, com valor médio de 4,89mg/kg. O cobre é componente de diversas enzimas, as quais desempenham importantes funções no organismo (CUPPARI, 2006).

Segundo Evers et al. (1999), o processo de descascamento pode interferir na composição química de alguns nutrientes, inclusive dos minerais, uma vez que sua maior concentração está na casca dos grãos de cevada.

O grão de cevada integral, quando comparado com o grão de cevada descascado/ descascado tostado/ flocos/ farinha, demonstrou diferença significativa pelo teste de contraste ( $p < 0,05$ ) para os seguintes minerais (Tabela 3): cálcio, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês e cobre. As diferenças observadas podem ser atribuídas à remoção da parte externa do grão no descascamento, no qual apresenta em geral maior teor de minerais.

Na tabela 4 encontram-se os efeitos do processamento do grão de cevada na análise multivariada, via teste de Wilks, por meio do qual se obteve  $\Lambda < 1$ , caracterizando presença de diferenças sistemáticas entre os processamentos. Sendo assim, os efeitos foram significativos ( $p < 0,05$ ), ou seja, existe divergência na composição química da cevada entre os diferentes processamentos, indicando a presença de contrastes significativos entre os vetores de médias (Tabela 4). Com isso, faz-se necessária a utilização da técnica de componentes principais para a ordenação dos grãos processados (Figura 2).

Quando realizada a análise de componentes principais, os dois primeiros eixos explicam 88,02% da variação total presente na matriz de covariância, sendo que o primeiro componente principal explicou cerca de 66,21% e o segundo componente principal, cerca de 21,22% da variação total. No primeiro componente principal, a ordenação do efeito do tipo de processamento foi de CFA (1,79), CDT (1,28), CFL (0,87), CD (0,58) e CI (-4,53). Já no segundo componente principal o efeito de processamento ordenou-se da seguinte forma: CD (1,80), CFL (1,26), CI (-0,39), CFA (-1,04) e CDT (-1,62). O efeito do processamento dos grãos de cevada no espaço dos dois primeiros componentes principais demonstrou formação de diferentes grupos (Figura 2). Os grãos processados CFA e CDT apresentaram semelhança entre si; o mesmo ocorreu com CD e CFL. No entanto, CI apresentou maior divergência em relação aos demais, de modo que tais resultados podem ser atribuídos principalmente ao processo de descascamento a que o grão foi submetido.

### **Conclusões**

O tipo de processamento empregado no beneficiamento do grão de cevada promoveu modificações na composição química, com aumento nos teores MS, PB, CNF e diminuição nos teores CZ, FA (total e insolúvel), Ca, Mg, K, Zn, Fe e Mn. Desta forma, essas informações podem servir como subsídios para a escolha do tipo de processamento que melhor atenda o objetivo de sua utilização. Sendo que na alimentação humana os produtos resultantes do processamento poderão ser utilizados com propósitos distintos.



## Agradecimentos

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao suporte financeiro na forma de bolsa de mestrado. À SL Cereais e Alimentos pelo fornecimento das amostras de cevada.

## Referências

**AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC.** 9. ed. Approved Methods. St Paul, Minnesota, EUA, 1996.

ANDERSON, A. A. M. ANDERSON, R.; MAN, P. Air classification of barley flours. **Cereal Chemistry.**, v. 77, p. 463-467, 2000.

ANTONIAZZI, N.; DESCHAMPS, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamento com elicitores e fungicidas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1065-1071, jul./ago., 2006.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismo de carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 151-182, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed. Virgínia: AOAC International, 1995. V. 1.

BHATTY, R. S. Non malting uses of barley. In: MAC GREGOR, A. W.; BHATTY, R. S. **Barley chemistry and Technology**. St Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemistry, 1993.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BORTOLOTTI, C. M. **Caracterização de farinhas de cevada e o Efeito da sua incorporação sobre a qualidade do pão de forma.** 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CUPPARI, L. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto.** 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

DEMIRBAS, A. b-Glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. **Food Chemistry**, v.90, n.4, p.773-777, 2005.

EVERS, A.D. et al. Cereal structure and composition. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.629-50, 1999.

FERNANDEZ, S. A. V. et al. Efeito de dietas ricas em fibras sobre ratos em crescimento: estudo experimental. **Revista de Pediatria**, São Paulo, v. 24, n.1/2. P. 32-37.2002.

FLOSS, E. L. **Uso de aveia na nutrição humana: aveia, faz bem ao coração.** Passo Fundo, Rs: UPF, 2005. 149 p.

FORSTER, B. P. et al. The Barley Phytomer. **Annals of Botany**, v. 100, p. 725-733, 2007.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999. 307 p.

FREITAS, G. L. D. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagaço de brassagem.** 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FUJITA, A. H.; FIGUEROA, M. O. R. Composição centesimal e teor de  $\beta$ -glucanas em cereais e derivados. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.2, p.116-120, maio-ago, 2003.

FUKE, G. **Uso de grãos de cevada: caracterização bromatológica de cultivares e resposta biológica de ratos em crescimento.** 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GONÇALVES, A. A. **Cereais e farinhas.** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

HELM, C. V.; FRANCISCO, A. D. Chemical characterization of brazilian hulless barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Scientia Agricola**, v. 61, n.6, p.593-597, nov./dez. 2004.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 16 abr. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Tabelas de composição de alimentos**. 5. ed. Rio de janeiro: IBGE, 1999.137 p.

KALRA, S.; JOOD, S. Effect of Dietary Barley b-Glucan on Cholesterol and Lipoprotein Fractions in Rats. **Journal of Cereal Science**, v. 31, p. 141–145, 2000.

LEE, C. J.; HORSLEY, R. D.; MANTHEY, F. A.; SCHWARZ, P. B. Comparisions of b-glucan content of barley and oat. **Cereal Chemistry**, v.74, n.5, p.571-575, 1997.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MATIAS, A. C. G. **Avaliação do efeito fisiológicos da fração fibra aliemntar dos grãos de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. 2007. 111 f. Tese (Doutor em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MINELLA, E. **Cevada brasileira: situação e perspectivas**. 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm)>. Acesso em: 17 jun. 2009.

MINELLA, E. et al. **Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira nas safras de 2009 e 2010**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2009.

MIRA, G. S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B.. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, p. 11-20, jan./mar. 2009.

OSCARSON, M. et al. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. **Journal of Cereal Science**, v. 24, n. 2, p.161-170, 1996.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri, SP: Manole, 2003. 390 p.

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486p.

ROSA, C. F.; BETA T.; FULCHER, G.; FRANCISCO, A. D. Efeito do perolamento na atividade antioxidante e composição fenólica de cevada. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 1, p. 69-75, jan./mar. 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **The SAS system for windows**. v. 9.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SILVA, D. B. D. et al. Intercâmbio e conservação de germoplasma de cevada a longo prazo no Brasil. **Magistra**, v. 19, n. 4, p. 399-403, out./dez 2007.

SOARES, R. M. D. **Caracterização parcial de amido em cultivares brasileiros de cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. 2003. 127f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. **USDA Nutrient Database for Standard Reference**, 2001.

XUE, Q. et al. Influence of the hullness, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. **Journal of Cereal Science**, v. 26, n. 2, p. 2251-2257, 1997.

YALÇIN, E. et al. Effects of genotype and environment on  $\beta$ -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chemistry**, v.101, p.171-176, 2007.

ZHANG, G. C., J.; WANG, J.; DING, S. Cultivar and environmental effects on (1-3, 1-4)- $\beta$ -D-glucan and protein content in malting barley. **Journal of Cereal Science**, v.34, p.295-301, 2001.

ZORZAN, M. H. S. **Avaliação de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca**. 2006. 53 f. Dissertação (Doutorado: Programa de Pós-graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

**Tabela 1.** Matéria mineral (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) de grãos de cevada em diferentes formas de processamento.

Amostras	MS	CZ	PB	LIP	FA	FI	FS	CNF
	.....%MS.....							
CI	88,00 <sup>c</sup>	2,27 <sup>a</sup>	10,73 <sup>b</sup>	2,31*	26,13 <sup>a</sup>	18,46 <sup>a</sup>	7,67*	58,55 <sup>d</sup>
CD	88,48 <sup>d</sup>	1,89 <sup>b</sup>	11,09 <sup>ab</sup>	2,34	20,14 <sup>b</sup>	11,81 <sup>b</sup>	8,33	64,55 <sup>c</sup>
CDT	89,58 <sup>c</sup>	1,79 <sup>b</sup>	11,21 <sup>ab</sup>	2,38	19,61 <sup>bc</sup>	11,94 <sup>b</sup>	7,67	65,00 <sup>bc</sup>
CFL	91,33 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	10,96 <sup>ab</sup>	2,42	18,76 <sup>cd</sup>	10,48 <sup>c</sup>	8,28	66,07 <sup>ab</sup>
CFA	92,06 <sup>a</sup>	1,85 <sup>b</sup>	11,22 <sup>a</sup>	2,71	17,93 <sup>d</sup>	9,88 <sup>c</sup>	8,05	66,30 <sup>a</sup>
Média	89,91	1,92	11,04	2,43	20,51	12,51	8,00	64,09
P>F	<0,0001	0,0015	0,0378	0,1735	<0,0001	<0,0001	0,1924	<0,0001
CV (%)**	0,1497	5,7411	1,6046	8,1919	2,3016	1,9089	5,0395	0,7326
Erro padrão da média	0,4525	0,0540	0,0617	0,0582	0,7834	0,8231	0,1163	0,7677
Contraste CI/CDT-CFA-CD-CFL	<0,0001	<0,0001	0,0073	0,2731	<0,0001	<0,0001	0,1418	<0,0001

As médias seguidas da mesma letra não tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05)

\* Não houve diferença significativa entre os diferentes processamentos.

\*\*CV = Coeficiente de variação

CI = Grão de cevada integral, CD = Grão de cevada descascada, CDT = Grão de cevada descascada tostada, CFL = Grão de cevada em flocos, CFA = Farinha de grãos de cevada.

**Tabela 2.** Teor de beta-glicanas de grãos de cevada em diferentes formas de processamento.

<b>Amostras</b>	<b>Beta-glicanas (%)</b>
CI	3,22*
CD	3,34
CDT	3,10
CFL	3,27
CFA	3,13
Média	3,21
P>F	0,3029
CV (%)**	4,5804
Erro padrão da média	0,0401
Contraste CI/CDT-CFA-CD-CFL	0,9276

As médias seguidas da mesma letra não tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05)

\* Não houve diferença significativa entre os diferentes processamentos.

\*\*CV = Coeficiente de variação

CI = Grão de cevada integral, CD = Grão de cevada descascada, CDT = Grão de cevada descascada tostada, CFL = Grão de cevada em flocos, CFA = Farinha de grãos de cevada.

**Tabela 3.** Composição mineral de grãos de cevada em diferentes formas de processamento.

<b>Amostras</b>	<b>Ca</b> (g/kg <sup>-1</sup> )	<b>P</b> (g/kg <sup>-1</sup> )	<b>Mg</b> (g/kg <sup>-1</sup> )	<b>K</b> (g/kg <sup>-1</sup> )	<b>Zn</b> (mg/kg <sup>-1</sup> )	<b>Fe</b> (mg/kg <sup>-1</sup> )	<b>Mn</b> (mg/kg <sup>-1</sup> )	<b>Cu</b> (mg/kg <sup>-1</sup> )
CI	0,63 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	6,30 <sup>a</sup>	27,59 <sup>a</sup>	42,81 <sup>a</sup>	14,58 <sup>a</sup>	4,11*
CD	0,58 <sup>ab</sup>	2,90 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	5,66 <sup>b</sup>	26,74 <sup>a</sup>	38,55 <sup>b</sup>	14,19 <sup>a</sup>	4,86
CDT	0,58 <sup>ab</sup>	3,50 <sup>a</sup>	0,41 <sup>ab</sup>	5,56 <sup>b</sup>	27,53 <sup>a</sup>	29,36 <sup>c</sup>	12,75 <sup>ab</sup>	5,13
CFL	0,60 <sup>ab</sup>	3,20 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>b</sup>	5,12 <sup>c</sup>	23,78 <sup>b</sup>	27,04 <sup>c</sup>	11,96 <sup>b</sup>	5,26
CFA	0,56 <sup>b</sup>	3,60 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	5,87 <sup>b</sup>	27,01 <sup>a</sup>	26,81 <sup>c</sup>	14,46 <sup>a</sup>	5,16
Média	0,59	0,33	0,40	5,70	26,53	32,91	13,59	4,89
P>F	0,0449	0,0066	0,0014	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0062	0,0653
CV (%)**	4,0886	5,4337	5,6258	1,8091	2,0864	4,2487	5,6585	9,1048
Erro padrão da média	0,0088	0,0077	0,0112	0,1133	0,3961	1,7750	0,3256	0,1548
Contraste CI/CDT-CFA-CD-CFL	0,0092	0,0958	0,0003	<0,0001	0,0041	<0,0001	0,0322	0,0077

As médias seguidas da mesma letra não tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05)

\* Não houve diferença significativa entre os diferentes processamentos.

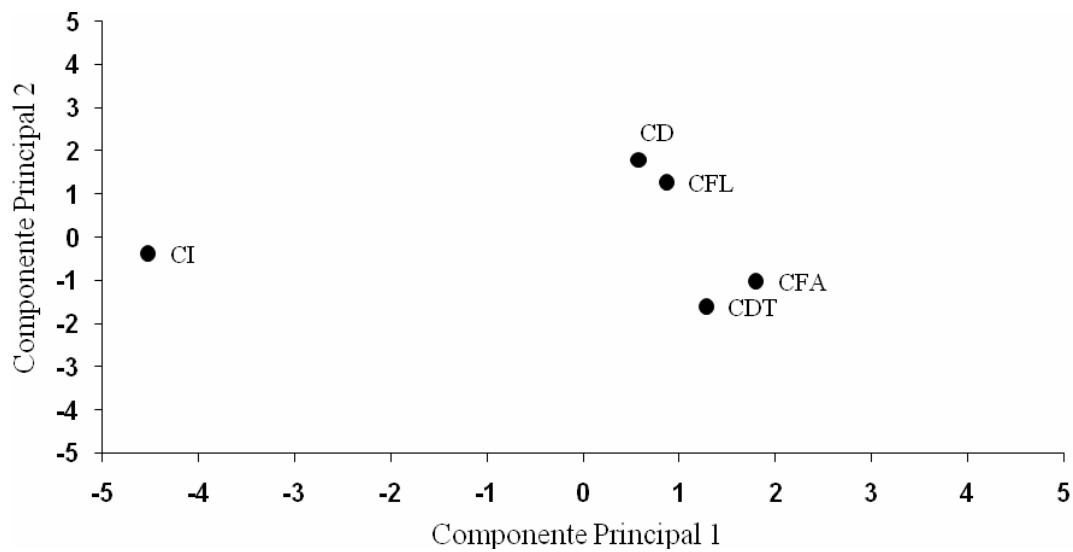
\*\*CV = Coeficiente de variação

CI = Grão de cevada integral, CD = Grão de cevada descascada, CDT = Grão de cevada descascada tostada, CFL = Grão de cevada em flocos, CFA = Farinha de grãos de cevada.

**Tabela 4.** Análise de variância multivariada (MANOVA) das diferentes formas de processamento do grão de cevada, utilizando o teste da razão de máxima verossimilhança (Wilks).

Fonte de Variação		Teste de Wilks				
		$\Lambda$	Valor de F	GL num	GL den	Pr> F
Processamento	do	0.0000005	11.93	36	9.2322	0.0002
grão de cevada						





**Figura 2:** Ordenação das diferentes formas de processamento (CI = Grão de cevada integral, CD = Grão de cevada descascada, CDT = Grão de cevada descascada tostada, CFL = Grão de cevada em flocos, CFA = Farinha de grãos de cevada) do grão de cevada.

## Artigo 2

Artigo em fase final de revisão para ser submetido à Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition  
(Configuração conforme normas – Anexo 2)

**Efeito do processamento de grãos de cevada na resposta biológica de ratos *Wistar***

**Effects of barley grain processing in biological response of Wistar rats**

### RESUMO

#### **Objetivos**

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os possíveis efeitos da inclusão de grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos na resposta biológica.

#### **Métodos**

O experimento foi conduzido por um período de 42 dias. Utilizou-se 35 ratos *Wistar* machos, com 21 dias de idade, distribuídos em 5 grupos de 7 animais que receberam ração AIN-93G, variando a fonte de fibra alimentar (FA): tratamento CONT (controle), com 5% de celulose; tratamento CI, com 5% FA de grão de cevada integral; tratamento CD, com 5% FA de grão de cevada na forma descascada; tratamento CDT, com 5% FA grão de cevada descascada tostada; e tratamento CFL, com 5% de FA de flocos de cevada. No presente estudo investigou-se o efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração, ganho de peso, tempo de trânsito gastrointestinal, peso fígado, gordura epididimal, rins, intestino delgado, intestino grosso e coração e parâmetros sanguíneos.

#### **Resultados**

As dietas experimentais interferiram significativamente no peso seco das fezes, na umidade das fezes, no tempo de trânsito gastrointestinal, nos níveis sanguíneos de albumina, peso do intestino delgado e peso do ceco completo.

#### **Conclusão**

A fibra alimentar presente em grãos de cevada integral assim como em produtos resultantes do seu processamento (grão descascado, grão descascado tostado e flocos) proporcionou um crescimento e desenvolvimento adequado dos animais.

**Palavras-chave:** cevada; fibra alimentar; processamento; ratos; resposta biológica.

## **ABSTRACT**

### **Objectives**

The objective of this research was to evaluate the possible effects of the inclusion of barley subjected to different processing in the biological response.

### **Methods**

The experiment was performed for 42 days. It was used 35 male Wistar rats at 21 days old distributed in 5 groups of 7 animals which received AIN-93G diet varying the source of dietary of fiber (DF): CONT treatment (control) with 5% cellulose; treatment CI with 5% DF of covered barley; treatment CD with 5% DF of hulless barley; treatment CDT with 5% DF of hulless roasted barley fiber, and treatment CFL with 5% DF of barley flakes. In this study it was investigated the effect of treatments on feed intake, weight gain, transit time gastrointestinal, liver weight, epididymal fat, kidney, small intestine, large intestine and heart and blood parameters.

### **Results**

The experimental diets interfered significantly in dry weight of feces, the moisture from feces, in gastrointestinal transit time, blood levels of albumin, large intestine weight and total caecum weight.

### **Conclusion**

The dietary fiber present in covered barley grains as well as in products which result from its processing (hulless grain, hulless roasted grain and flakes) provided suitable growing and development for animals.

**Keywords:** barley; dietary fiber; processing; rats; biological response.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se difundido mundialmente a importância da ingestão de uma dieta rica em fibra alimentar devido aos seus efeitos benéficos na saúde humana (WAITZBERG, 2001). Tais benefícios foram constatados através de estudos clínicos e epidemiológicos, como: diminuição do colesterol, prevenção da constipação, aumento da saciedade, redução do risco de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares, prevenção e tratamento de diverticuloses e manejo do diabetes tipo 1 (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002). No Brasil, ocorreu uma diminuição no consumo de fibra alimentar nas últimas décadas em função da mudança do perfil socioeconômico da população, o que tem ocasionado mudanças no estilo de vida e nos hábitos alimentares dos indivíduos (CATALANI et al., 2003).

Os cereais são a maior fonte de fibra alimentar, pois são consumidos com conteúdo inferior de umidade ao de frutas e hortaliças, podendo conter teores acima de 15% do produto fresco (GUTKOSKI & PEDÓ, 2000). No entanto, a distribuição de fibra alimentar nos grãos de cereais é bastante variável, dependendo da espécie, do cultivar, das condições de desenvolvimento, das práticas culturais, do tamanho do grão, além dos fatores mencionados, o processamento também afeta a composição. Durante o processamento dos cereais, ocorre perda de fibra alimentar, sendo que o restante do grão retém ainda em torno de 50% do valor de fibra alimentar (HELM & FRANCISCO, 2004).

A recomendação para a ingestão de fibra alimentar deve seguir a proporção fibra insolúvel: fibra solúvel de 3:1. Conforme Colli et al. (2005, p. 79), “recomenda-se em vários países a ingestão de 20 a 30g/dia de fibra alimentar”. A *World Health Organization* (WHO) sugere a ingestão de 27 a 40g de fibra alimentar/dia. A *Food and Drug Administration* (FDA) recomenda a indivíduos adultos o consumo de 25g de fibra alimentar/2000kcal/dia. A *American Dietetic Association* (ADA) afirma que o consumo de fibra alimentar deve ser de 20 a 35g por dia ou de 10 a 14g de fibras/1000kcal (GUTKOSKI & PEDÓ, 2000; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002; COLLI et al., 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

A *American Health Foundation* (AHF) aconselha a crianças e adolescentes entre 3 e 20 anos a ingestão diária de fibra alimentar, em quantidade correspondente à idade, acrescida de 5 ou 10g. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) recomenda para adultos e jovens pelo menos a ingestão diária de 20g, que corresponde ao consumo mínimo de 8 a 10g de fibra alimentar/1000kcal (COLLI et al., 2005).

Tendo em vista as propriedades funcionais exercidas pela fibra alimentar de grãos de cevada e as modificações que podem ocorrer durante o processamento, objetivou-se com

esta pesquisa avaliar os possíveis efeitos da inclusão de grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos na resposta biológica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local

O trabalho foi realizado no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), pertencente ao Centro de Ciências Rurais (CCR) e no Biotério Central da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS.

### Matéria-prima

Os grãos de cevada (*Hordeum vulgare*) nas diferentes formas de processamento utilizados nesse experimento foram fornecidos pela SL Cereais e Alimentos LTDA, do Paraná, nas seguintes formas: grão de cevada integral, grão de cevada descascado, grão de cevada tostado e grão de cevada em flocos. As amostras utilizadas foram da cultivar BRS 195, cultivadas no município de Ponta Grossa (PR), provenientes da safra 2008.

### Análise química

As análises químicas dos grãos de cevada nas diferentes formas de processamento foram realizadas segundo as técnicas descritas pela AOAC (1995) em duplicata, no qual a matéria seca (MS) foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso, em estufa a 105°C durante 12h, a qual foi empregada para ajustar os valores de composição química. As cinzas (CZ) foram obtidas por meio da incineração da amostra em mufla a 550°C por 5h. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método Kjeldahl ( $PB = N \times 6,25$ ). Os lipídeos (LIP) foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959). Para a determinação dos teores de fibra alimentar total (FT) e insolúvel (FI) foram realizadas por método enzimico-gravimétrico utilizando as enzimas  $\alpha$ -amilase (Termamyl 120L), protease (Flavourzyme 500L) e amiloglicosidase (AMG 300L), O conteúdo de fibra solúvel (FS) foi determinado pela

diferença entre a fibra total e a fibra insolúvel. A fração de carboidratos não fibrosos foi estimada por diferença:  $\%CNF = 100 - (\%PB + \%LIP + \%CZ + \%FT)$ . A composição química dos grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos estão apresentados na tabela 1

### **Dietas experimentais**

As dietas experimentais foram preparadas segundo formulação da Reeves et al. (1993) de acordo com recomendações da *American Institute of Nutrition* (AIN), conforme tabela 2. As dietas foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas (20%), lipídios (7%), fibra alimentar (5%), carboidratos não fibrosos (62,95%), minerais (3,5%), e vitaminas (1%), no qual os ajustes foram realizados pela modificação na quantidade adicionada de grãos de cevada, caseína, amido de milho e de óleo de soja. Os animais receberam os seguintes tratamentos:

- Tratamento CONT (controle): dieta formulada com celulose microcristalina como fonte de fibra alimentar de acordo com a AIN.
- Tratamento CI: dieta formulada com farinha de grãos de cevada integral;
- Tratamento CD: dieta formulada com farinha de grãos de cevada descascada;
- Tratamento CDT: dieta formulada com farinha de grãos de cevada descascada tostada;
- Tratamento CFL: dieta formulada com farinha de flocos de cevada.

### **Animais e condução do experimento**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê e Ética de Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob Processo de nº 23081.020121/2008-86, onde todos os procedimentos estavam de acordo com o que preconiza Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), cumprindo a constituição do Estado sob a Lei n.º 11.915, artigo 82, inciso IV de 21 de maio de 2003 (RIO GRANDE DO SUL, 2003), e somente teve início após a aprovação.

O ensaio biológico foi realizado entre os meses de julho e agosto de 2009. Utilizou-se 35 ratos (7 ratos/tratamento) selecionados aleatoriamente de um grupo de 60 animais e alocados nos diferentes tratamentos. Os animais utilizados foram ratos machos albinos da

linhagem *Wistar*, com 21 dias de vida, recém desmamados, com peso corporal médio de 49,19±2,44g.

O experimento teve duração de 42 dias, sendo que nos primeiros 7 dias os animais foram submetidos a um período de aclimatização ao ambiente e a dieta experimental (período pré-experimental). Durante todo o ensaio os animais foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais equipadas com bebedouro, comedouro e bandeja coletora de fezes, onde a água e a ração foram oferecidas diariamente e a vontade. As condições ambientais do biotério foram temperatura de 21±2°C e a luminosidade com ciclo claro/escuro de 12horas.

### Parâmetros avaliados

Durante o período experimental foi avaliado o peso corporal dos animais com intervalo de três dias consecutivos, utilizando balança de precisão. Para a observação do consumo de matéria seca em 24h por gaiola, foi pesada a alimentação ofertada em cada gaiola, no início do dia (8 horas) e a quantidade remanescente no início do dia seguinte. Esse procedimento foi realizado diariamente. A conversão alimentar (CA) foi determinada utilizando os seguintes dados: CA = Matéria seca ingerida / Ganho de peso. O coeficiente de eficiência alimentar (CEA) foi calculado utilizando os dados: CEA = Ganho de peso/Matéria seca ingerida.

O índice nutricional multivariado biológico (INMB) foi determinado através da análise de variância multivariada – MANOVA, complementada pela primeira função discriminante canônica de Fisher. Logo, as variáveis ganho de peso (g/d) e consumo de matéria seca (g/d) foram submetidas a MANOVA em delineamento inteiramente casualizado, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu_k + \alpha_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que,  $Y_{ijk}$  = valor observado da  $k$ -ésima variável, sob o  $i$ -ésimo tratamento na  $j$ -ésima repetição;  $\mu_k$  = média geral da  $k$ -ésima variável;  $\alpha_{ik}$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento na  $k$ -ésima variável; e  $\varepsilon_{ijk}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$  pressuposto NIID  $(0, \sigma^2)$ ;  $\forall i = 1, \dots, 5$ ;  $\forall j = 1, 2, 3$  e  $\forall k = 1, 2$ .

A partir da MANOVA calcularam-se os autovalores determinando as raízes características da equação:

$$|E^{-1}H - \lambda I| = 0$$

em que,  $E^{-1}$  = inversa comum da matriz das somas de quadrados e de produtos residuais;  $H$  = matriz das somas de quadrados e de produtos referente a tratamentos;  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$  = autovalores da matriz  $E^{-1}H$ ; e  $I$  = matriz identidade de ordem  $p = 2$ .

Após, estimou-se o autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor por meio da solução do sistema de equações:

$$(E^{-1}H - \lambda_1 I) \underline{v} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow (E^{-1}H - \lambda_1 I) \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

em que,  $\lambda_1$  = maior autovalor;  $\underline{v}$  = autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor;  $a$  e  $b$  = coeficientes canônicos; e  $E^{-1}$ ,  $H$  e  $I$  = como definidos anteriormente.

Posteriormente, efetuou-se a normalização do autovetor pela solução do sistema linear, conforme a restrição:

$$\underline{\ell}' \frac{E}{n_e} \underline{\ell} = 1 \Rightarrow [a' \ b'] \frac{E}{n_e} \begin{bmatrix} a' \\ b' \end{bmatrix} = 1$$

em que,  $\underline{\ell}$  = autovetor normalizado associado ao maior autovalor;  $\underline{\ell}'$  = transposta do autovetor normalizado;  $E$  = matriz das somas de quadrados e de produtos residuais;  $n_e$  = número de graus de liberdade do resíduo;  $a'$  e  $b'$  = coeficientes canônicos.

Em seguida, procedeu-se o cálculo da função discriminante linear de Fisher (FDLF) ou primeira variável canônica ( $VC_1$ ), definida por:

$$Z = a'Y + b'X$$

em que,  $Z$  = função discriminante linear de Fisher ou primeira variável canônica;  $Y$  = transformação animal (GP, g/d);  $X$  = consumo alimentar (CR, g/d);  $a'$  e  $b'$  como definidos anteriormente. Os valores dessa função foram denominados de índice nutricional multivariado biológico – INMB (GUIDONI, 1994).

A excreção de fezes úmidas, seca e umidade das fezes foram obtidas através das coletas realizadas diariamente. O total de fezes coletadas durante este período foi parcialmente seca a 55°C por 72 horas e o material resultante desta secagem foi moído em micro moinho, homogenizado e retirada uma alíquota para secagem a 105°C até peso constante (AOAC, 1995). No 34º e 37º dias experimentais realizou-se a determinação do tempo de trânsito gastrintestinal. Primeiramente os animais ficaram em jejum durante 24 horas e logo em seguida receberam 20g das rações experimentais com 0,1g de corante carmin da marca INLAB, fornecida pela Interlab (São Paulo, SP, Brasil). Com a finalidade de estabelecer o tempo de trânsito gastrintestinal realizou-se o registro do horário de início da



ingestão da ração e a primeira excreção de fezes avermelhadas, esse procedimento foi realizado individualmente com os animais.

Nas 12 horas que precederam a operação para a coleta do sangue, os animais permanecerão em jejum. Ao final do experimento, os animais foram anestesiados para a coleta das amostras de sangue através da punção cardíaca, no momento do sacrifício. O sangue coletado foi colocado em tubos, centrifugados para a obtenção do soro e armazenado sob refrigeração para posteriores análises bioquímicas. As análises constaram da dosagem de proteínas totais, albumina, hemoglobina, glicose, colesterol total, colesterol HDL e triglicerídeos, realizadas através de métodos enzimático-colorimétricos por meio de kits comerciais fornecidos pela Doles® (Goiânia, GO, Brasil).

O coração, fígado, rins, tecido adiposo epididimal, intestino delgado e grosso foram retirados e pesados em balança analítica, sendo que o peso foi expresso em g por 100g de peso corporal. O ceco completo (com conteúdo) foi delimitado e pesado, logo em seguida, aferiu-se o pH do conteúdo do ceco que foi obtido a partir da introdução direta com eletrodo específico. Na seqüência o conteúdo do ceco foi desprezado e o ceco foi lavado com água destilada e pesado vazio, o resultado foi expresso em g por 100g de peso corporal.

### **Análise estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e sete repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_1(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

em que,  $Y_{ij}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tipo de processamento e  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tipo de processamento;  $b_1$  = coeficiente angular da reta de  $Y_{ij}$  em função do peso vivo inicial (PVI);  $X_{ij}$  = peso vivo inicial do  $j$ -ésimo animal sob o  $i$ -ésimo tipo de processamento;  $\bar{X}$  = média geral do peso vivo inicial dos animais;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$ .

Os dados foram sujeitos a investigação de outliers através do resíduo estudentizado, testados quanto à normalidade do erro pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância univariada pelo procedimento PROC GLM do SAS®, sendo suas

médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (*Least Squares Means*) do SAS® e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Devido às variáveis colesterol e peso intestino grosso não terem apresentado normalidade residual; a variável umidade das fezes não ter apresentado homocedasticidade; e a variável consumo de ração não terem apresentado nem normalidade residual e nem homocedasticidade; as mesmas foram analisadas pelo método de modelos lineares generalizados (MLG), utilizando o procedimento PROC GENMOD do SAS®, pressupondo distribuição normal e função de ligação identidade.

Objetivando reduzir a dimensionalidade do conjunto original de variáveis com menor perda de informação possível, procedeu-se análise de variância multivariada pelo procedimento PROC GLM e o comando MANOVA no aplicativo SAS®, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu_k + H_{ik} + e_{ijk}$$

em que  $Y_{ijk}$  = valor observado da  $k$ -ésima variável, sob o  $i$ -ésimo tipo de processamento e  $j$ -ésima repetição;  $\mu_k$  = média geral da  $k$ -ésima variável;  $H_{ik}$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo tipo de processamento na  $k$ -ésima variável; e  $e_{ijk}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$ ; sendo:  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $j = 1, \dots, 7$  e  $k = 1, \dots, 12$ .

As variáveis empregadas na análise multivariada foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, peso seco das fezes, albumina, peso do fígado, peso dos rins, peso da gordura epididimal, peso do intestino grosso, peso do ceco vazio, pH fecal e tempo de trânsito gastrintestinal. As demais variáveis foram eliminadas do modelo devido às altas correlações existentes entre as mesmas, formando matrizes de dispersão singulares e causando problemas de multicolinearidade ou dependência linear entre as variáveis.

Na análise multivariada para testar a hipótese de que os vetores de médias dos tratamentos (tipos de processamento) fossem nulos, ou seja,  $H_0 : \mu_C = \mu_{CI} = \mu_{CD} = \mu_{CDT} = \mu_{CFL}$ , foi realizado o teste de Wilks como segue:

$$\Lambda = \frac{|E|}{|A|}$$

em que:  $|E|$  é o determinante da matriz E referente a soma de quadrados e produtos residuais;  $|A|$  é determinante da matriz A referente a soma de quadrados e produtos totais.

Em seguida, foi efetuada a análise de componentes principais para ordenação dos tipos de processamento, sendo uma técnica de análise multivariada que permite o

agrupamento dos processamentos similares mediante o exame visual das dispersões gráficas. Salienta-se que a unidade de medida dos componentes principais é uma combinação linear das unidades de medida de cada variável observada sendo, na maioria da vezes, sem sentido. Por isso, para melhor interpretação dos resultados, foi feita a padronização dos dados de forma que estes tivessem média zero e variância igual a um. A análise de componentes principais foi executada pelo procedimento PROC PRINCOMP no aplicativo SAS®.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistical Analysis System* - SAS® (SAS, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos efeitos dos tratamentos no consumo da ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), coeficiente de eficiência alimentar (CEA), índice nutricional multivariado biológico (INMB), produção de fezes úmidas (PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal e tempo de trânsito gastrointestinal (TTG) estão apresentados na tabela 3.

Com relação ao consumo alimentar das rações experimentais, os resultados apresentaram-se semelhantes. Isso comprova que a substituição parcial de ingredientes de uma dieta padrão da AIN-93 (CONT) para ratos em crescimento, por grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos, não afeta o consumo voluntário dos animais. O aumento do peso é resultado do acúmulo de proteína, gordura e cinzas associadas à energia (MILLER et al., 1991). Os animais do grupo CONT tiveram ganho de peso médio diário de  $14,84 \pm 0,71$ g e os grupos experimentais de  $15,21 \pm 0,69$ g (CI),  $14,36 \pm 0,65$ g (CD),  $15,74 \pm 0,72$ g (CDT) e  $16,00 \pm 0,64$ g (CFL) (Tabela 3), não diferindo entre os tratamentos, isso pode ser atribuído à semelhança no consumo de ração. Esses resultados demonstram que, apesar da diferença no tipo de fibra alimentar fornecida nas dietas experimentais, houve um aporte de nutrientes adequados para a promoção do crescimento e desenvolvimento em todos os tratamentos. Dados semelhantes em outros estudos com dietas apresentando diferentes níveis de FI e FS, foram observados por Mayer (2007) e Mongeau et al. (1990), os quais não verificaram diferença estatística para o consumo alimentar médio e ganho de peso entre os tratamentos experimentais. No entanto, Fuke (2007) observou efeitos distintos para consumo alimentar e ganho de peso com dietas contendo grãos de cevada integral.

Dessa forma, neste estudo o processamento da cevada não influenciou tais variáveis, mesmo com dietas apresentando níveis semelhantes de FT mais contrastantes de FI e FS.

Não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) para CA, CEA e INMB entre os tratamentos experimentais (Tabela 3). A CA foi semelhante entre os tratamentos, sugerindo que a substituição de parte da dieta por grãos de cevada não interferiu nesse parâmetro. Valores semelhantes de CEA demonstram que uma dieta contendo grão de cevada sobre diferentes formas de processamento apresentam semelhança na eficiência do ganho de peso com relação à quantidade de alimento ingerido. Dessa forma, a presença de fibra solúvel nas dietas experimentais (CI, CD, CDT, CFL) não promoveu um aumento da saciedade dos animais, conseqüentemente não afetou essas variáveis. A CA é a média aritmética e para sua recíproca ( $CEA = 1/CA$ ) é a medida harmônica, bem como a média aritmética é maior que a média harmônica. Quando se usa, a CA a eficiência biológica é subestimada, se for usado o CEA, ela é superestimada. A CA e o CEA, não atendem aos pressupostos do modelo linear ordinário normal de Gauss-Markov. Assim, convencionou-se utilizar o INMB, pois aproveita a informação conjunta das variáveis envolvidas e pelo caráter discriminatório (GUIDONI, 1994). Deste modo, o mesmo foi definido a partir da equação a seguir:  $INMB = (-0,7981 \times GP) + (0,5719 \times CR)$ . Em vista disso, quanto maior for o valor de INMB, pior (menos eficiente) foi o animal, pois o coeficiente canônico associado ao ganho de peso foi negativo e o coeficiente associado ao consumo foi positivo.

O PFU não diferiram significativamente entre os tratamentos, no entanto, após a secagem em estufa, o PFS do tratamento CONT foi superior ( $p < 0,05$ ) ao da fibra de grão de cevada do CD, CDT e CFL. Segundo Lameiro et al. (2007), as fibras insolúveis por resistirem à digestão pela microflora colônica, são eliminadas intactas e mantêm a água retida, gerando grande volume fecal. Existe uma relação direta entre ingestão de fibra alimentar e peso fecal. Segundo Warpechowski (1996), os alimentos que apresentam alto conteúdo de fibra insolúvel tendem a apresentar partículas sólidas até o final do trato gastrointestinal. A fibra presente na dieta inclui um grande número de componentes e cada grupo pode ter efeitos distintos sobre a passagem da digesta e o volume das fezes. Quando o volume do bolo fecal aumenta, pode-se relacionar uma melhora no trânsito intestinal (MATIAS, 2007).

A UF do tratamento CONT diferiu ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos experimentais, apresentando valor de  $28,45 \pm 1,81\%$ . A maior UF foi nos tratamentos CI, CD e CDT, sendo  $42,72 \pm 1,73\%$ ,  $46,91 \pm 1,64\%$  e  $45,47 \pm 1,71\%$ , respectivamente. A explicação para estes resultados pode estar baseada na hipótese de que as frações da fibra alimentar, de acordo com a suscetibilidade à fermentação microbiana da sua fonte de origem, pode influenciar de forma distinta no teor de umidade das fezes. O efeito de maior UF dos animais que

consumiram cevada pode ser atribuída aos efeitos da fibra solúvel, a qual apresenta-se mais ramificada e com grande quantidade de grupos hidrofílicos, o que lhe confere maior capacidade de hidratação, caracterizando esta maior umidade da massa fecal. O aumento da umidade das fezes dos animais é importante para prevenir constipação e hemorróidas, bem como fornecer substrato ao crescimento bacteriano (CHERBUT et al., 1997).

As fibras solúveis presentes nas dietas com grãos de cevada são mais facilmente fermentadas pelas bactérias colônicas do que as fibras insolúveis, o que ocasiona uma produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), responsáveis pela diminuição do pH, em especial na região ceco-cólica (FERREIRA, 1994). A acidificação do meio colônico inibe o crescimento de bactérias patogênicas, principalmente *clostridium*, aumenta a absorção indiretamente de minerais e reduz a absorção de amônia (WONG et al., 2006). No entanto, neste estudo não foi observada redução do pH do conteúdo do ceco com a utilização de dietas contendo teores de fibra solúvel provenientes de grãos de cevada, tendo em vista que não acusaram diferença significativa para os valores de pH do conteúdo do ceco entre os tratamentos experimentais (Tabela 3).

O maior TTG dos animais foi observado no tratamento CONT, sendo diferente ( $p < 0,05$ ) do tratamento que consumiram dieta formulada com grão de cevada descascado (Tabela 3). A cevada contém tanto teores de fibra solúvel como insolúvel, esta fração age no cólon causando a motilidade intestinal e, conseqüentemente, o tempo de trânsito gastrointestinal. As fibras solúveis contribuem retardando o esvaziamento gástrico por possuírem facilidade de incorporação de água e formação de géis, o que faz com que o processo seja mais lento. No entanto o aumento de fibra insolúvel na dieta pode provocar diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal (WARNER, 1981). No entanto, neste trabalho os animais que receberam dietas contendo celulose (fibra insolúvel) como fonte de fibra alimentar (CONT) apresentaram maior tempo de trânsito gastrointestinal em comparação com o CD que apresentou, em sua formulação, teores de fibra solúvel. Estes valores vão de encontro com aqueles apontados por Gohl e Gohl (1977).

Na tabela 3, estão apresentados os resultados dos efeitos dos tratamentos sobre o peso do fígado (PF), peso da gordura epididimal (PGE), peso dos rins (PR), peso do intestino delgado (PID), peso do intestino grosso (PIG), peso do ceco completo (PCC), peso do ceco vazio e peso do coração (PC) dos animais experimentais. O PF não apresentou diferença significativa entre os tratamentos experimentais, sugerindo que a substituição de parte da dieta por grãos de cevada sobre diferentes processamentos não interfere nesse parâmetro, demonstrando que tratamento algum ocasionou sobrecarga hepática. Verificou-se ainda que não houve diferença ( $p < 0,05$ ) para o PGE entre as

diferentes dietas experimentais, parâmetro esse que estima a quantidade de gordura armazenada (PAWLAK et al., 2001).

Com relação ao PR, PIG, PCV e PC também não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos experimentais (Tabela 3). Contudo, foram encontradas diferenças significativas, devido aos tratamentos para o PID, sendo CI (2,63g/100g) diferente do CFL (2,30g/100g), enquanto CONT (2,31g/100g), CD (2,60g/100g) e CDT (2,51g/100g) não diferiram entre si (Tabela 3). Além da digestão e absorção do alimento em si, o papel do intestino como parte do sistema imune é extremamente importante (LI et al., 1990). Constatou-se alteração significativa ( $p < 0,05$ ) no PCC, demonstrando que o tratamento CONT (1,20g/100g) e o CFL (1,14g/100g) diferiram do CI (0,79g/100g). De acordo com dados da literatura, a administração de AGCC estimula o crescimento das células da mucosa intestinal, quando introduzidos diretamente no cólon (MATIAS, 2007). Não foram encontrados trabalhos avaliando o peso de órgãos em resposta ao consumo de grão de cevada em animais.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos quando comparados com a dieta controle para os seguintes parâmetros sanguíneos avaliados: proteínas totais (PT), hemoglobina (HB), glicose (GLI), colesterol total (COL), colesterol HDL (COL HDL) e triglicerídeos (TGL) (Tabela 4). Desta forma a substituição da fibra da dieta AIN-93, independente da forma de processamento do grão de cevada, pode ser utilizada como substituto de fibra nas dietas sem alterar os índices bioquímicos sanguíneos referentes à faixa de normalidade. A explicação destes resultados pode estar baseada nas hipóteses do consumo insuficiente de fibra solúvel e ainda ao curto período experimental (42 dias). Mayer (2007), em estudo com grão de cevada descascado, também não observou diferença significativa para os mesmos parâmetros bioquímicos deste estudo, enquanto que Fuke (2007) verificou efeitos benéficos das dietas com grãos de cevada na forma integral para a redução dos níveis sanguíneos de proteínas totais, colesterol e triglicerídeos.

É importante salientar que uma dieta com cevada em diferentes formas de processamento proporcionou diferença significativa para o parâmetro sanguíneo de albumina. Houve diferenças entre os tratamentos CONT (3,24/dL) e CD (2,89g/dL); enquanto o CI (3,00g/dL), CDT (3,00g/dL) e CFL (3,01g/dL) não diferiram dos demais (Tabela 4). A albumina é abundante no soro, estável, altamente solúvel em água e facilmente purificada. Tem função de manter a pressão coloidosmótica do plasma e carrear pequenas moléculas, apesar de muito utilizada na prática, a vida média longa a torna um índice pouco sensível às rápidas variações do estado nutricional (CUPPARI, 2005; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Está apresentada na tabela 5 a análise multivariada para os efeitos das dietas experimentais, utilizando o teste de Wilks, por meio do qual se obteve  $\Lambda < 1$ , demonstrando presença de diferenças sistemáticas entre os tratamentos experimentais em que foram empregadas diferentes dietas. Sendo assim, os tratamentos experimentais foram significativos pelo teste Wilks, ou seja, existe divergência entre os tratamentos experimentais avaliados, indicando a presença de contrastes significativos entre os vetores de médias (Tabela 5). Com isso, faz-se necessária a utilização da técnica de componentes principais para a ordenação dos tratamentos experimentais (Figura 1).

Quando realizada a análise de componentes principais, os dois primeiros eixos explicam 75,16% da variação total presente na matriz de covariância, sendo que o primeiro componente principal explicou cerca de 44,16% e o segundo componente principal, cerca de 31,00% da variação total. No primeiro componente principal a ordenação dos tratamentos experimentais foi de CONT (4,89), CI (-1,07), CDT (-1,14), CD (-1,30) e CFL (-1,38). O segundo componente principal ordenou-se da seguinte forma: CFL (3,43), CDT (0,68), CONT (0,10), CD (-2,10) e CI (-2,10). O efeito das dietas experimentais no espaço dos dois primeiros componentes principais mostrou formação de grupos distintos (Figura 1). O tratamento CONT, dieta contendo somente fibra insolúvel, apresentou-se diferente dos demais tratamentos que continham fibra insolúvel e solúvel (CI, CD, CDT e CFL) em diferentes proporções. Os tratamentos CI, CD, CDT e CFL foram semelhantes entre si, formando dessa forma um grupo. Portanto, o processamento do grão de cevada utilizado nas dietas experimentais, causou variação na composição de fibra insolúvel. Mesmo contendo o mesmo teor de fibra alimentar total, as dietas apresentavam valores contrastantes de fibra insolúvel e solúvel em relação a dieta controle. Desse modo as diferenças encontradas podem ser atribuídas as variações nas frações de fibra alimentar das dietas experimentais, enquanto que os demais nutrientes apresentavam os mesmos teores.

## CONCLUSÕES

Dietas formuladas com grãos de cevada integral, assim como os produtos resultantes do seu processamento (grão descascado, descascado tostado e flocos), promoveram um crescimento e desenvolvimento normais dos animais experimentais.

A inclusão de grãos de cevada nas diferentes formas de processamento à dieta reduziu a produção de fezes secas, dessa forma aumentou os teores de umidade nas fezes,

promovendo maior retenção de água no conteúdo do trato gastrointestinal dos animais do que a dieta controle. Podendo ser uma fonte alternativa de fibra alimentar na alimentação humana.

### **AGRADECIMENTOS**

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao suporte financeiro na forma de bolsa de mestrado. À SL Cereais e Alimentos pelo fornecimento das amostras de cevada. À Interlab Distribuidora de Produtos Científicos S. A pelo fornecimento do corante carmin. À Doles pelo fornecimento dos kits para as análises sanguíneas.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.
2. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 2002; 102:993-1000.
3. Catalani AL et al. Fibras alimentares. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, 2003; 18:178-182,
4. Gutkoski LC, Pedó I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo: Varela, 2000.
5. Helm CV, Francisco AD. Chemical characterization of brazilian hullless barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. *Scientia Agricola*, 2004; 61 (6):593-597.
6. Colli C, Sardinha F, Filisetti TMCC. Alimentos Funcionais. In: Cuppari L. Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.
7. Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.



8. Association Of Official Analytical Chemists- AOAC. Official methods of analysis. 16th ed. Virginia: AOAC International, 1995. V. 1.
9. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 1959; 37:911-917,
10. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey Jr. GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. The Journal of Nutrition 1993 23(11):1939-1951.
11. Rio Grande do Sul. Lei 11.915, de 21 de maio de 2003. Institui o Código Estadual de Proteção aos Animais. Constituição do Estado, art. 82 inc. IV, 29 mai. 2003.
12. Guidoni AL. Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, 1994.
13. Statistical Analysis System - SAS. The SAS system for windows. v. 9.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
14. Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ. Swine Nutrition. Boston: Butterworth-Hainemann, 673 p. 1991.
15. Mayerb ET. Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
16. Mongeau R, Siddiqui IR, Emer J, Brassar DR. Effect of dietary fiber concentrated from celery, parsnip, and rutabaga on intestinal function, serum cholesterol, na blood glucose response in rats. Journal Agricultural and Food Chemistry, 1990; 38(2):195-200.
17. Fuke G. Uso de grãos de cevada: caracterização bromatológica de cultivares e resposta biológica de ratos em crescimento [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
18. Lameiro MDGS et al. Efeito das fibras de trigo e maracujá na umidade das fezes de ratos Wistar adultos. In: XVI Congresso de Iniciação científica pesquisa e responsabilidade ambiental. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, Brasil; 2007.

19. Warpechowski MB. Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de matrizes machos pesados intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal [dissertação] Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
20. Matias ACG. Avaliação do efeito fisiológicos da fração fibra alimentar dos grãos de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.) [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.
21. Cherbut C et al. Digestive and metabolic effect of potato and maize fibers in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 1997; 77: 33-46.
22. Ferreira WM. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31, 1994. Simpósio Internacional de Produção de Não-ruminantes, p. 85-113, 1994.
23. Wong JMW et al. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 2006; 40: 235- 243.
24. Warner ACI. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutrition Abstracts & Reviews*, 1981; 51(12):789-975.
25. Gohl BO, Gohl I. The effect of viscous substances on the transit time of barley digesta in tas. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 1977; 28: 911-915.
26. Pawlak DB et al. High glycemic index starch promotes hypersecretion of insulin and higher body fat in rats without affecting insulin sensitivity. *Journal of Nutrition*, 2001; 131: 99-104.
27. Li DF et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *Journal of Animal Science*, 1990; 68: 1790-1799.
28. Cuppari L. Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto. 2. ed. Barueri, SP: Manole; 2005.

**Tabela 1.** Composição química (g%) de grãos de cevada em diferentes formas de processamento empregadas no ensaio biológico.

<b>Amostras</b>	<b>MS</b>	<b>CZ</b>	<b>PTN</b>	<b>LIP</b>	<b>FA</b>	<b>FI</b>	<b>FS</b>	<b>CNF</b>
	.....%MS.....							
Cevada integral	88,00	2,27	10,73	2,31	26,13	18,46	7,67	58,55
Cevada descascada	88,48	1,89	11,09	2,34	20,14	11,81	8,33	64,55
Cevada descascada tostada	89,79	1,79	11,21	2,38	19,61	11,94	7,67	65,00
Cevada em flocos	91,33	1,78	10,96	2,42	18,76	10,48	8,28	66,07

**Tabela 2.** Composição das dietas fornecidas aos animais de acordo com os tratamentos experimentais.

Ingredientes	CONT	CI	CD	CDT	CFL
Amido de milho	52,95	41,75	36,92	36,37	35,34
Caseína	20	17,95	17,25	17,14	17,08
Sacarose	10	10	10	10	10
Óleo de soja	7	6,56	6,42	6,39	6,36
Mix mineral *	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mix vitamínico *	1	1	1	1	1
L-cistina	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Celulose microcristalina	5	-	-	-	-
BHT	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Cevada integral	-	19,13	-	-	-
Cevada descascada	-	-	24,83	-	-
Cevada descascada tostada	-	-	-	25,50	-
Cevada em flocos	-	-	-	-	26,65

\*Mix mineral (mg/kg): K 102,86g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,028g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg. \*Vitamínico (mg/kg): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de Ca 1,60g; pyridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; B<sub>12</sub> 2,50g; Vit E 15,00g; Vit A 0,80g; Vit D<sub>3</sub> 0,25g; Vit K<sub>1</sub> 0,075g.

CONT = Dieta controle, formulada com celulose microcristalina; CI = Dieta formulada com farinha de grãos de cevada integral; CD = Dieta formulada com farinha grãos de cevada descascada; CDT = Dieta formulada com farinha grão de cevada descascada tostada; CFL = Dieta formulada com farinha de flocos de cevada.

**Tabela 3.** Efeito do processamento do grão de cevada sobre o consumo da ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (CEA), índice nutricional multivariado biológico (INMB), produção de fezes úmidas (PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal, tempo de trânsito gastrointestinal (TTG), peso do fígado (PF), gordura epididimal (PGE), rins (PR), intestino delgado (PID), intestino grosso (PIG), ceco cheio (PCC), ceco vazio (PCV), coração (PC) dos animais alimentados com diferentes dietas experimentais (g/100g).

Variáveis	CONT	CI	CD	CDT	CFL	Pr>F
	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	
CR (g) <sup>1</sup>	14,84±0,71 <sup>*</sup>	15,21±0,69	14,36±0,65	15,74±0,72	16,00±0,64	0,4349
GP (g)	4,80±0,20 <sup>*</sup>	5,11±0,20	4,81±0,19	5,34±0,19	5,35±0,19	0,1790
CA (g)	3,09±0,06 <sup>*</sup>	2,98±0,06	2,98±0,06	3,06±0,06	3,01±0,06	0,5817
CEA (g)	0,32±0,00 <sup>*</sup>	0,33±0,00	0,33±0,00	0,32±0,00	0,32±0,00	0,6254
INMB	4,64±0,19 <sup>*</sup>	4,62±0,18	4,36±0,17	4,90±0,19	4,64±0,18	0,4047
PFU (g)	52,13±2,89 <sup>*</sup>	53,89±2,76	51,56±2,62	54,36±2,73	49,28±2,57	0,6801
PFS (g)	37,06±1,64 <sup>a</sup>	30,88±1,57 <sup>ab</sup>	27,34±1,49 <sup>b</sup>	29,45±1,55 <sup>b</sup>	28,53±1,46 <sup>b</sup>	0,0011
UF (%) <sup>1</sup>	28,45±1,81 <sup>c</sup>	42,72±1,73 <sup>ab</sup>	46,91±1,64 <sup>a</sup>	45,47±1,71 <sup>ab</sup>	42,23±1,61 <sup>b</sup>	<0,0001
pH fecal	6,84±0,25 <sup>*</sup>	6,58±0,24	6,57±0,22	7,08±0,23	7,02±0,22	0,3673
TTG (h)	9,65±0,39 <sup>a</sup>	8,30±8,30 <sup>ab</sup>	7,67±0,36 <sup>b</sup>	8,73±0,37 <sup>ab</sup>	8,40±0,35 <sup>ab</sup>	0,0104
PF	3,36±0,12 <sup>*</sup>	3,43±0,11	3,35±0,11	3,41±0,11	3,18±0,10	0,4792
PGE	1,23±0,12 <sup>*</sup>	1,18±0,12	1,22±0,11	1,23±0,12	1,14±0,11	0,9727
PR	0,76±0,03 <sup>*</sup>	0,80±0,03	0,75±0,03	0,73±0,03	0,72±0,03	0,3698
PID	2,31±0,09 <sup>ab</sup>	2,63±0,08 <sup>a</sup>	2,60±0,08 <sup>ab</sup>	2,51±0,08 <sup>ab</sup>	2,30±0,08 <sup>b</sup>	0,0157
PIG <sup>1</sup>	1,85±0,13 <sup>*</sup>	1,39±0,13	1,72±0,11	1,62±0,12	1,68±0,11	0,1828
PCC	1,20±0,07 <sup>a</sup>	0,79±0,08 <sup>b</sup>	1,05±0,07 <sup>ab</sup>	0,89±0,07 <sup>ab</sup>	1,14±0,06 <sup>a</sup>	0,0032
PCV	0,38±0,04 <sup>*</sup>	0,35±0,04	0,40±0,04	0,37±0,04	0,42±0,4	0,6593
PC	1,22±0,12	1,18±0,12	1,22±0,11	1,23±0,12	1,14±0,11	0,9727

As médias seguidas da mesma letra na linha não tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.

<sup>1</sup>  $Pi > \chi^2$  = valor probabilístico pelo teste da razão de verossimilhança com aproximação dada por estatística quiquadrado.

CONT = Dieta controle, formulada com celulose microcristalina; CI = Dieta formulada com farinha de grãos de cevada integral; CD = Dieta formulada com farinha grãos de cevada descascada; CDT = Dieta formulada com farinha grão de cevada descascada tostada; CFL = Dieta formulada com farinha de flocos de cevada.

**Tabela 4.** Efeito das dietas experimentais sobre proteínas totais (PT), albumina (ALB), hemoglobina (HB), glicose (GLI), colesterol (COL), HDL-colesterol (HDL), triglicerídeos (TGL) no soro sanguíneo dos animais.

Variáveis	CONT	CI	CD	CDT	CFL	Pr>F
	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	Média±EPM	
PT (g/dl)	5,55±0,12 <sup>*</sup>	5,76±0,12	5,68±0,12	5,72±0,11	5,86±0,11	0,4405
ALB (g/dl)	3,24±0,08 <sup>a</sup>	3,00±0,07 <sup>ab</sup>	2,89±0,07 <sup>b</sup>	3,00±0,07 <sup>ab</sup>	3,01±0,06 <sup>ab</sup>	0,0390
HB (g/dl)	14,22±0,80 <sup>*</sup>	14,61±0,78	14,29±0,73	13,90±0,80	14,57±0,72	0,9039
GLI (mg/dl)	172,69±7,89 <sup>*</sup>	175,47±7,58	173,86±7,61	163,14±7,83	182,62±7,04	0,4767
COL(mg/dl) <sup>1</sup>	98,25±7,09 <sup>*</sup>	91,63±6,71	99,77±6,75	93,37±6,67	92,95±6,67	0,9064
HDL (mg/dl)	81,67±7,00 <sup>*</sup>	78,15±6,67	79,97±6,73	77,37±6,59	67,37±6,20	0,5583
TGL (mg/dl)	45,16±6,23 <sup>*</sup>	55,23±5,94	40,37±5,99	44,00±5,86	37,19±5,52	0,2647

As médias seguidas da mesma letra na linha não tem diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

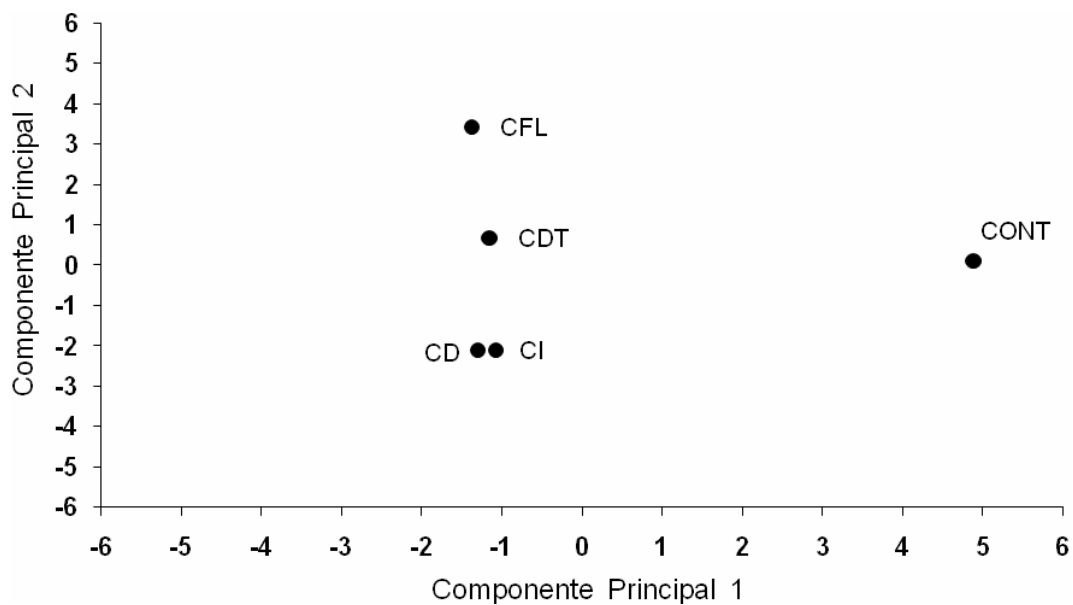
\* Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.

<sup>1</sup>  $Pi > \chi^2$  = valor probabilístico pelo teste da razão de verossimilhança com aproximação dada por estatística quiquadrado.

CONT = Dieta controle, formulada com celulose microcristalina; CI = Dieta formulada com farinha de grãos de cevada integral; CD = Dieta formulada com farinha grãos de cevada descascada; CDT = Dieta formulada com farinha grão de cevada descascada tostada; CFL = Dieta formulada com farinha de flocos de cevada.

**Tabela 5.** Análise de variância multivariada (MANOVA) dos tratamentos experimentais, utilizando o teste da razão de máxima verossimilhança (Wilks).

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Teste de Wilks</b>				
	Valor	Valor de F	GL num	GL den	Pr> F
Tratamentos	0.00028534	3,47	68	33,713	<0.0001



**Figura 1:** Ordenação dos tratamentos experimentais (CONT = Dieta controle, formulada com celulose microcristalina; CI = Dieta formulada com farinha de grãos de cevada integral; CD = Dieta formulada com farinha grãos de cevada descascada; CDT = Dieta formulada com farinha grão de cevada descascada tostada; CFL = Dieta formulada com farinha de flocos de cevada).



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população tem sido acometida mais frequentemente por várias doenças relacionadas a uma alimentação inadequada. Isso é decorrente das mudanças no estilo de vida devido às facilidades encontradas para aquisição dos alimentos, o que diminui, portanto, o consumo de fontes de fibra alimentar, qual é essencial para a manutenção da saúde e redução dos riscos de doenças.

Tendo em vista a qualidade nutricional dos grãos de cevada e dos produtos resultantes de seu processamento (grão descascado, descascado tostado, flocos e farinha), estes poderão ser uma alternativa de consumo para a população, proporcionando benefícios distintos à saúde. Isso porque os grãos de cevada analisados demonstram possuir componentes nutricionais que permitem considerá-los como fonte de nutrientes, especialmente carboidratos não-fibrosos, proteínas, fibra alimentar e suas frações insolúvel e solúvel e, nestas, as beta-glicanas.

Embora a composição química dos grãos de cevada venha sendo estudada, ainda não foram encontrados registros na literatura para o efeito do processamento sobre sua composição nutricional. Neste contexto, observa-se que o processamento do grão de cevada causa uma redistribuição dos componentes nutricionais, havendo um aumento da matéria seca, proteína bruta, carboidratos não-fibrosos, bem como uma diminuição nos teores de fibra alimentar, fibra insolúvel, cálcio, magnésio, potássio, zinco, ferro e manganês. É importante salientar também que o processamento, além de estar relacionado com a composição nutricional do grão, reflete diretamente no rendimento desde a indústria até o direcionamento de sua utilização.

O consumo de cevada sobre diferentes formas, grão integral, descascado, descascado tostado e flocos, promoveram efeitos positivos na resposta biológica. Na prática, esses efeitos proporcionaram maior umidade das fezes e redução no tempo de trânsito gastrointestinal, podendo então a cevada ser empregada na prevenção e no tratamento de enfermidades relacionadas à constipação intestinal. Estes resultados fundamentam o uso de grão de cevada e seus produtos (grão descascado, descascado tostado e flocos) para fins específicos na nutrição humana.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUINAGA, A. J. Q. **Cevada**. 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/mpcerea/cevada/t%20bibli.htm>>CEVADA> Acesso em: 28 set. 2009.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 102, p. 993-1000, 2002.

ANDERSON J. W.; SMITH, B. M.; GUSTAFSON N. J. Health benefits and practical aspects of high – fiber diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n.1, p.1242-1247, 1994.

ANTILHA, H.; SONTAG-STROHM, T.; SALOVAARA, H. Viscosity of beta-glucan in oat products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 13, p. 80-87, 2004.

ANTONIAZZI, N.; DESCHAMPS, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamento com elicitores e fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1065-1071, jul./ago., 2006.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismo de carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal : Funep, p. 151-182, 2006.

ARIAS, G. N. **Cevada, uma alternativa de inverno**. 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2009.

BARMORE, J. A. New calf management practices enhance production efficiency. **Feedstuffs**, n. 14, n. 1, p.12-14, 1994.

BORTOLOTTI, C. M. **Caracterização de farinhas de cevada e o Efeito da sua incorporação sobre a qualidade do pão de forma**. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

BRENNAN, C.S.; CLEARYB L.J. The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-glucans as functional food ingredients. **Journal of Cereal Science**, v.42, n.1, p.1-13, 2005.

CAIERÃO, E.; ACOSTA, A. S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.9, p.1277-1282, set. 2007.

CAIERÃO, E.; MINELLA, E.; ANTONIAZZI, N. Novas Cultivares MN 716: nova cultivar de cevada com estabilidade de produção e qualidade cervejeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p.1063-1065, jun. 2006.

CALLEGARO, Maria da Graça Kolinski et al. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, n. 2, p. 271-274, abr./jun. 2005.

CALDWEEL, E. F. et al. **Breakfast cereals**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1991.

CATALANI, A. L. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, p.178-182, 2003.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M. C. C. Alimentos funcionais. In: CUPPARI, Lílian. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

CUPPARI, L. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

DEANE, D.; COMMERS, E. Oat cleaning and processing. In: WEBSTER, F. H. **Oats: Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota, EUA: American Association of Cereal Chemists, Inc., p. 371-412, 1986.

DORN, V. New machinery in oat milling. **Association of operative millers: Bulletin**. p. 5493-5502, Jul./1989.

EERLINGEN, R. C.; DELCOUR, J. A. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 22, p.129-138, 1995.

ELIASSON, A. C. **Starch in food; Structure, function and applications**. New York: Boca Raton, CRC Press; 2004.

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, n.2, p.33-50, 1992.

FLOSS, E. L. **Uso de aveia na nutrição humana: aveia, faz bem ao coração**. Passo Fundo, Rs: UPF, 2005. 149 p.

FORSTER, B. P. et al. The Barley Phytomer. **Annals of Botany**, v. 100, p. 725-733, 2007.

FRANCISCO, A. de; SÁ, R. M. de. Beta-glucanas: localização, propriedades e utilização. In: CYTED. **Fibra alimentar en Iberoamérica - Projeto XI-6**. Equador: 2000.

FREITAS, G. L. D. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagaço de brassagem**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FUKE, G. **Uso de grãos de cevada: caracterização bromatológica de cultivares e resposta biológica de ratos em crescimento**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GONÇALVES, A. A. **Cereais e farinhas**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000.

GUTKOSKI, L. C.; EL-DASH, A. A.. Avaliação de características físicas e químicas de frações de moagem de aveia. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1, 2, p. 149-154. 1999.

HELM, C. V.; FRANCISCO, A. D. Chemical characterization of brazilian hullless barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Scientia Agricola**, v. 61, n.6, p.593-597, nov./dez. 2004.

HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1996. 19 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 16 abr. 2009.

KULP, K.; PONTE, J. G. J. **Handbook of cereal science and technology**. New York: Marcel Dekker, 2000.

LEONEL, M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão**. Botucatu, SP: unesp/cerat, 2009. Disponível em: <<http://www.abbabatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 13 set. 2009.

MACGREGOR, A. W.; FINCHER, G. B. Carbohydrates of the barley grain. In: MACGREGOR, A. W.; BHATTY, R. S. **Barley: Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota - USA: AACC, 1993. p. 73-128.

MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional: com que fibra suplementar? **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 3, p. 167-168, maio/jun. 2004.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MARTINS, F. T.; FREITAS, T. S. D. **Flocos de cereais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 50-55, fev. 2000.

MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MINELLA, E. **Cevada brasileira: situação e perspectivas**. 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm)>. Acesso em: 17 jun. 2009.

MINELLA, E. et al. **Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira nas safras de 2009 e 2010**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2009.

MIRA, G. A.; GRAF, H.; CÂNDIDO, M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento da diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, jan./mar., 2009.

NATIONAL BARLEY FOODS COUNCIL. **Barley: a nutritional powerhouse**. 2010. Disponível em: < <http://www.barleyfoods.org/nutrition.html#top>>. Acesso em 28 fev. 2010.

NEWMAN, R. K.; ORE, K. C.; ABBOT, J.; NEWMAN, C. W. Fiber enrichment of baked products with a barley milling fraction. **Cereal Foods World**, v. 43, n. 1, p. 23-25, 1998.

NUNES, A. G. et al. **Processos enzimáticos e biológicos na panificação**. Florianópolis, SC: UFSC, 2006.

OSCARSON, M. et al. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. **Journal of Cereal Science**, v. 24, n. 2, p.161-170, 1996.

PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C.. Beneficiamento de grãos. In: SILVA, Juarez de Sousa. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. 2. ed. Viçosa, MG: 2008.

PARK, K. J. et al. Conceitos de processo e equipamentos de secagem. **Campinas: Unicamp, 2007**.

PATON, D.; LENZ, M. K. 1993. Processing: Current practice and novel processes. In: WOOD, P. J. **Oat Bran**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1993.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri, SP: Manole, 2003. 390 p.

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486 p.

POSSAMAI, T. N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

RAUPP, D. D. S. et al. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 395-402, jul./set. 2000.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

SÁ, R. M. D. **Fracionamento de farinha de aveia (*Avena sativa* L.) para a concentração de nutrientes**. 1998. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SÁ, R. M.; FRANCISCO A.; SOARES, F. C. T. Concentração de  $\beta$ -glucanas nas diferentes etapas do processamento da aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 425-427, out./dez. 1998.

SAMPAIO, C. R. P. **Desenvolvimento e estudo das características sensoriais e nutricionais de barras de cereais fortificadas com ferro**. 2009. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTOS JÚNIOR, J. C. M. Constipação intestinal. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v. 25, n. 1, p. 79-93, jan./mar. 2005.

SANTOS, P. H. dos et al. **Sistemas de rotação de culturas com cevada para a região sul do Brasil, sob sistema plantio direto**. 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm)>. Acesso em: 17 jun. 2009.

SCHULZ, J. G.; FREITAS, R. J. S. D.; FUGMANN, H. A. J. Tecnologia simplificada para obtenção de flocos alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 7, n.1, p. 17-22. jan./jun. 1989.

SILVA, D. B. D. et al. Intercâmbio e conservação de germoplasma de cevada a longo prazo no Brasil. **Magistra**, v. 19, n. 4, p. 399-403, out./dez 2007.

SILVA, J. D. S.; CORRÊA, P. C.. In: SILVA, J. D. S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. 2. ed. Viçosa, MG: 2008.

SMITH, B.; ANDRESON, J. W. The role of Fiber in the Diabetic Diet. The importance of Dietary FIBRE for Adults. **Postgraduate Healthcare**, Divison of MRA Publications Inc., and General Mills. Greenwich Ct 1995.

SOARES, R. M. D. **Caracterização parcial de amido em cultivares brasileiros de cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. 2003. 127f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOUSA, P. H. M. de; SOUZA NETO, M. A. de; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 3, n.2, p. 127-135, jul./dez. 2003.

SYMONS, S. J.; FULCHER, R. G. Relationship between oat kernel weight and milling yield. **Journal of Cereal Science**, v. 7, n. 3, p. 215-217. 1988.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch: composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n.1, p. 151-165, 2004.

VICENZO, R. **Tópicos avançados em alimentos II – Bebidas**. Universidade do Noroeste do Estado do RS (UNIJUI). Disponível em: <[http://www.sinprors.org.br/paginasPessoais/layout2/..%5Carquivos%5CProf\\_394%5CAPOSTILA\\_%20TECNOLOGIA%20DE%20ALIMENTOS\\_NUTRI%C3%87AO.pdf](http://www.sinprors.org.br/paginasPessoais/layout2/..%5Carquivos%5CProf_394%5CAPOSTILA_%20TECNOLOGIA%20DE%20ALIMENTOS_NUTRI%C3%87AO.pdf)>. Acesso em: 18 de dez. 2009.

VIEIRA, R. A. M. et al. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.889-897, May/June. 2000.

WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. 2. ed. Minnesota: eagan press, 1999. 241 p.

XUE, Q. et al. Influence of the hullness, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. **Journal of Cereal Science**, v. 26, n. 2, p. 2251-2257, 1997.

YALÇIN, E. et al. Effects of genotype and environment on  $\beta$ -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chemistry**, v.101, p.171-176, 2007.

ZAIA, D. A. M.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**, v. 21, n. 6, p. 787-793. 1998.



ZORZAN, M. H. S. **Avaliação de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca.** 2006. 53 f. Dissertação (Doutorado: Programa de Pós-graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

## ANEXO 1

### **Manual para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB**

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

## **Escopo e política editorial**

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

## **Análise dos artigos**

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

## **Forma e preparação de manuscritos**

- Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados

simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

### **Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos**

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria. Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo "Idioma do formulário", e selecionar "English". Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o "title", "abstract" e os "index terms" nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.)

No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

**Como fazer:** Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

### **Organização do Artigo Científico**

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

### **Título**

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

### **Nomes dos autores**

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

**Endereço dos autores**

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula

**Resumo**

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

**Termos para indexação**

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

### **Introdução**

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

### **Material e Métodos**

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.



- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
  
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
  
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
  
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
  
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

## **Resultados e Discussão**

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
  
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
  
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
  
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
  
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
  
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
  
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

### **Conclusões**

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

- Não podem consistir no resumo dos resultados.

- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

### **Agradecimentos**

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).

- Devem conter o motivo do agradecimento.

## **Referências**

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos).

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Tese

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

## Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

- A autocitação deve ser evitada.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

### **Fórmulas, expressões e equações matemáticas**

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

## **Tabelas**

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas.

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); \* e \*\* (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

## **Figuras**

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.



- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

### **Notas Científicas**

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.
- Apresentação de Notas Científicas.
- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
  - Resumo com 100 palavras, no máximo.
  - Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
  - Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

**Outras informações**

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: [pab@sct.embrapa.br](mailto:pab@sct.embrapa.br) ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB Caixa Postal 04031 CEP 70770 901 Brasília, DF

## ANEXO 2

### Manual para publicação na Revista de Nutrição

#### Instruções aos Autores

A **Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition** é um periódico especializado que publica artigos que contribuem para o estudo da Nutrição em suas diversas subáreas e interfaces; está aberta a contribuições da comunidade científica nacional e internacional, com periodicidade bimestral.

A Revista publica trabalhos inéditos nas seguintes categorias:

**Original:** contribuições destinadas à divulgação de resultados de pesquisas inéditas tendo em vista a relevância do tema, o alcance e o conhecimento gerado para a área da pesquisa.

**Especial:** artigos a convite sobre temas atuais.

**Revisão:** síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente, de modo a conter uma análise crítica e comparativa dos trabalhos na área, que discuta os limites e alcances metodológicos, permitindo indicar perspectivas de continuidade de estudos naquela linha de pesquisa. Serão publicados até dois trabalhos por fascículo.

**Comunicação:** relato de informações sobre temas relevantes, apoiado em pesquisas recentes, cujo mote seja subsidiar o trabalho de profissionais que atuam na área, servindo de apresentação ou atualização sobre o tema.

**Nota Científica:** dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

**Ensaio:** trabalhos que possam trazer reflexão e discussão de assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

#### Pesquisas envolvendo seres humanos

Resultados de pesquisas relacionadas a seres vivos devem ser acompanhados de cópia do parecer do Comitê de Ética da Instituição de origem, ou outro credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde. Além disso, deverá constar, no último parágrafo do item Métodos, uma clara afirmação do cumprimento dos princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000), além do atendimento a legislações específicas do país no qual a pesquisa foi realizada.

## **Procedimentos editoriais**

### **1) Avaliação de manuscritos**

Os manuscritos submetidos à Revista, que atenderem à política editorial e às "instruções aos autores", serão encaminhados ao Comitê Editorial, que considerará o mérito científico da contribuição. Aprovados nesta fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores *ad hoc* previamente selecionados pelo Comitê. Cada manuscrito será enviado para três relatores de reconhecida competência na temática abordada.

O processo de avaliação por pares é o sistema de *blind review*, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto dos autores quanto dos revisores. Por isso os autores deverão empregar todos os meios possíveis para evitar a identificação de autoria do manuscrito.

No caso da identificação de conflito de interesse da parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminhará o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Os pareceres dos consultores comportam três possibilidades: a) aceitação integral; b) aceitação com reformulações; c) recusa integral. Em quaisquer desses casos, o autor será comunicado.

A decisão final sobre a publicação ou não do manuscrito é sempre dos editores, aos quais é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgarem necessários. Na detecção de problemas de redação, o manuscrito será devolvido aos autores para as alterações devidas; o trabalho reformulado deve retornar no prazo máximo determinado.

Após aprovação final, encaminhar em disquete 3,5, empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

**Manuscritos aceitos:** manuscritos aceitos poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da Revista.

## 2) Submissão de trabalhos.

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso.

**Autoria:** o número de autores deve ser coerente com as dimensões do projeto. O crédito de autoria deverá ser baseado em contribuições substanciais, tais como concepção e desenho, ou análise e interpretação dos dados. Não se justifica a inclusão de nomes de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima, podendo, neste caso, figurar na seção Agradecimentos.

Os manuscritos devem conter, na página de identificação, explicitamente, a contribuição de cada um dos autores.

## 3) Apresentação do manuscrito

Enviar os manuscritos para o Núcleo de Editoração da Revista em quatro cópias, preparados em espaço entrelinhas 1,5, com fonte Arial 11, acompanhados de cópia em disquete ou CD-ROM. O arquivo deverá ser gravado em editor de texto similar ou superior à versão 97-2003 do Word (Windows). Os nomes do(s) autor(es) e do arquivo deverão estar indicados no rótulo do disquete ou CD-ROM.

Das quatro cópias descritas no item anterior, três deverão vir sem nenhuma identificação dos autores, para que a avaliação possa ser realizada com sigilo; porém, deverão ser completas e idênticas ao original, omitindo-se apenas esta informação. É fundamental que o escopo do artigo **não contenha qualquer forma de identificação da autoria**, o que inclui referência a trabalhos anteriores do(s) autor(es), da instituição de origem, por exemplo.

O texto deverá ter de 15 a 20 laudas. As folhas deverão ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deverá apresentar o número 1). O papel

deverá ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50.

Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo.

**Versão reformulada:** a versão reformulada deverá ser encaminhada em três cópias completas, em papel, e em disquete ou CD-ROM etiquetado, indicando o número do protocolo, o número da versão, o nome dos autores e o nome do arquivo.

### **O(s) autor(es) deverá(ão) enviar apenas a última versão do trabalho**

O texto do artigo deverá empregar fonte colorida (cor azul) para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta Revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito. Se houver discordância quanto às reco-mendações dos revisores, o(s) autor(es) deverão apresentar os argumentos que justificam sua posição. O título e o código do manuscrito deverão ser especificados.

**Página de título:** deve conter:

a) título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como “avaliação do....”, “considerações acerca de...” ‘estudo exploratório....”;

b) short title com até 40 caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol) e inglês;

c) nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deverá(ão), portanto, escolher, entre suas titulações e filiações institucionais, aquela que julgar(em) a mais importante.

d) Todos os dados da titulação e da filiação deverão ser apresentados por extenso, sem siglas.

e) Indicação dos endereços completos de todas as universidades às quais estão vinculados os autores;

f) Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico;

**Observação:** esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

**Resumo:** todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras.

Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês.

Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicando formas de continuidade do estudo.

Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações.

O texto não deve conter citações e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme.

**Texto:** com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota científica e Ensaio, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

**Introdução:** deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

**Métodos:** deve conter descrição clara e sucinta do método empregado, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex.  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ) devem ser mencionados.

Informar que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde e fornecer o número do processo.

Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas.

**Resultados:** sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto.

Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. **É imprescindível a informação do local e ano do estudo.** A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros e tabelas terão as bordas laterais abertas.

O(s) autor(es) se responsabiliza(m) pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que deverão permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente); **não é permitido o formato paisagem.** Figuras digitalizadas deverão ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 DPI.

A publicação de imagens coloridas, após avaliação da viabilidade técnica de sua reprodução, será custeada pelo(s) autor(es). Em caso de manifestação de interesse por parte do(s) autor(es), a Revista de Nutrição providenciará um orçamento dos custos envolvidos, que poderão variar de acordo com o número de imagens, sua distribuição em páginas diferentes e a publicação concomitante de material em cores por parte de outro(s) autor(es).

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deverá(ão) efetuar depósito bancário. As informações para o depósito serão fornecidas oportunamente.

**Discussão:** deve explorar, adequada e objetivamente, os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.



**Conclusão:** apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. **Não serão aceitas citações bibliográficas nesta seção.**

**Agradecimentos:** podem ser registrados agra-decimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva cola-boração para o trabalho.

**Anexos:** deverão ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

**Abreviaturas e siglas:** deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

### **Referências de acordo com o estilo Vancouver**

**Referências:** devem ser numeradas consecutiva-mente, seguindo a ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto, conforme o estilo Vancouver. Nas referências com dois até o limite de seis autores, citam-se todos os autores; acima de seis autores, citam-se os seis primeiros autores, seguido de et al. As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o Index Medicus.

**Não serão aceitas** citações/referências de **monografias** de conclusão de curso de graduação, **de trabalhos** de Congressos, Simpósios, Workshops, Encontros, entre outros, e de **textos não publicados** (aulas, entre outros).

Se um trabalho não publicado, de autoria de um dos autores do manuscrito, for citado (ou seja, um artigo in press), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.

Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados pelo manuscrito, será necessário incluir uma carta de autorização, do uso dos mesmos por seus autores.

**Citações bibliográficas no texto:** deverão ser expostas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo “&”; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor, seguido da expressão et al.

**A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e men-cionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.** Todos os autores cujos trabalhos forem citados no texto deverão ser listados na seção de Referências.

### **Exemplos**

#### **Artigo com mais de seis autores**

Nascimento E, Leandro CVG, Amorim MAF, Palmeiras A, Ferro TC, Castro CMMB, et al. Efeitos do estresse agudo de contenção, do estresse crônico de natação e da administração de glutamina sobre a liberação de superóxido por macrófagos alveolares de ratos. Rev Nutr. 2007; 20(4): 387-96.

#### **Artigo com um autor**

Traverso-Yépez MA. Dilemas na promoção da saúde no Brasil: reflexões em torno da política nacional. Interface: Comunic, Saúde, Educ. 2007; 11(22):223-38.

#### **Artigo em suporte eletrônico**

Mendonça MHM, Giovanella L. Formação em política pública de saúde e domínio da informação para o desenvolvimento profissional. Ciênc Saúde Coletiva [periódico na Internet]. 2007 jun [acesso 2008 jan 28]; 12(3):601-610. Disponível em: doi:10.1590/S1413-81232007000 300010.

**Livro**

Rouquayrol MZ, Almeida Filho N. Epidemiologia & saúde. 6a. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2005.

**Livro em suporte eletrônico**

World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007. [cited 2008 Jan 30]. Available from:

**Capítulos de livros**

Monteiro CA. Ther underweight/overweight double burden for the poorest in low-income countries. In: Dube L, Bechara A, Dagher A, Drewnowski V, LeBel, James P, et al., editors. Obesity prevention: the role of society and brain on individual behavior. New York: Elsevier; 2007. v.1.

**Capítulo de livro em suporte eletrônico**

New health threats in the 21st century. In: World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007. [cited 2008 Jan 30]. Available from: .

**Dissertações e teses**

Franco AC. Educação nutricional na formação do nutri-cionista: bases teóricas e relação teoria-prática [mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2006.

**Texto em formato eletrônico**

World Health Organization. Malaria elimination: a field manual for low and moderate endemic countries. Geneva, 2007. [cited 2007 Dec 21]. Available from:

**Programa de computador**

Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, SmithDC, Burton AH, et al. Epi Info, version 6: a word processing, database, and statistics program for public health on

IBM-compatible microcomputers. Atlanta (Georgia): Centers for Disease Control and Prevention; 1996.

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do Committee of Medical Journals Editors (Grupo Vancouver)

### **LISTA DE CHECAGEM**

λ Declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor. Enviar ao editor quatro vias do original (um original e três cópias) e um disquete ou CD-ROM, etiquetado com as seguintes informações: nome do(s) autor(es) e nome do arquivo. Na reapresentação incluir o número do protocolo. Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letras Arial, corpo 11 e entrelinhas 1,5 e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm). Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas. Preparar página de rosto com as informações solicitadas.

λ Incluir o nome de agências financiadoras e o número do processo. Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, o ano de defesa e o número de páginas. Incluir título do manuscrito, em português e inglês. Incluir título abreviado (short title), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas. Incluir resumos estruturados para trabalhos originais e narrativos para manuscritos que não são de pesquisa, com até 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação.

λ Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo Vancouver, ordenadas na ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto e se todas estão citadas no texto. Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas. Parecer do Comitê de Ética da Instituição.

### **DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS**

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais, nos quais constarão:

- Título do manuscrito:

- Nome por extenso dos autores (na mesma ordem em que aparecem no manuscrito).

- Autor responsável pelas negociações:

**1. Declaração de responsabilidade:** todas as pessoas relacionadas como autoras devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

– “Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo”;

– “Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista de Nutrição, quer seja no formato impresso ou no eletrônico”.

**2. Transferência de Direitos Autorais:** “Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Revista de Nutrição passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista”.

Assinatura do(s) autores(s) Data //