

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

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DE  
GRÃOS DE CEVADA E EFEITO DA FIBRA  
ALIMENTAR NA RESPOSTA BIOLÓGICA DE  
RATOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Elveni Teresinha Mayer**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DE GRÃOS DE  
CEVADA E EFEITO DA FIBRA ALIMENTAR NA RESPOSTA  
BIOLÓGICA DE RATOS**

**por**

**Elveni Teresinha Mayer**

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 obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.**

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

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

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

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

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLOGICA DE GRÃOS DE CEVADA E  
EFEITO DA FIBRA ALIMENTAR NA RESPOSTA BIOLÓGICA DE  
RATOS**

elaborada por  
**Elveni Teresinha Mayer**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

José Laerte Nörnberg, Dr.  
(Presidente/Orientador)

---

Nerinéia Dalfollo Ribeiro, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)

---

Euclides Minella, Dr. (EMBRAPA TRIGO)

Santa Maria, 27 Fevereiro de 2007.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial à Laura, minha filha amada, pela paciência e compreensão, amo muito ela, obrigada, filha. Aos meus pais (Libório e Maria) que me deram o apoio e incentivo, mesmo a distância.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Laerte Nörnberg, agradeço aos ensinamentos que me passou, dos quais não vou esquecer pelo resto da minha vida, pois foram de grande valia e, principalmente, pela paciência e por ter acreditado em mim.

A minha colega que virou amiga Gitane (Gi), que esteve ao meu lado durante todo o ano em que desenvolvi a pesquisa, muito obrigada, pode contar sempre comigo.

A Nutri Angélica, que me ajudou em muitas análises, e em muitos momentos de desespero durante o período de mestrado. Com certeza, seremos amigas pra sempre. Obrigada.

A todos os colegas do Nidal, principalmente a Marceli, Cristiane Denardim, muito obrigada, pela ajuda de vocês. Cris vou guardar as fotos do abate dos ratos para resto da vida.

Ao curso e aos professores pelos ensinamentos que me foram passados.

A funcionária Lia, secretaria do curso e aos funcionários do Biotério central, pelos auxílios prestados.

A CAPES, pela bolsa concedida e a UFSM, por tornar possível o sonho da graduação e pós-graduação em uma universidade pública e de qualidade.

A Embrapa Trigo em especial ao pesquisador Dr. Euclides Minella, que forneceu as amostras para realização deste trabalho.

Aos meus amigos, que me deram força.

A todos aqueles, que de uma forma ou outra contribuíram para a realização desse trabalho.

A todos meus sinceros agradecimentos.

**“De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar”**

**Fernando Sabino  
(in “o encontro marcado”)**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DE GRÃOS DE CEVADA E EFEITO DA FIBRA ALIMENTAR NA RESPOSTA BIOLÓGICA DE RATOS**

Autora: Elveni Teresinha Mayer  
Orientador: José Laerte Nörnberg

Data e Local: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2007

Há, em todo o mundo, um crescente interesse e procura por alimentos que contenham componentes que influenciem em atividades fisiológicas e/ou metabólicas, ou que sejam enriquecidos com substâncias isoladas de alimentos que possuam uma destas propriedades. Considerando, a potencialidade do grão de cevada para consumo humano, este, pode ser enquadrado na categoria de alimento funcional, devido ao seu elevado teor de fibra alimentar com participação de fibra solúvel, e nesta das  $\beta$ -glucanas. Sendo assim, a presente pesquisa foi conduzida com os objetivos de determinar a composição bromatológica de grãos de diferentes cultivares de cevada, na forma integral e descascada, e classificá-los em grupos com características nutricionais distintas, bem como relacionar os efeitos da inclusão de grãos de cevada descascados como fonte de fibra na dieta, empregando-se ratos em crescimento como modelo biológico. Para isso foram analisados os teores de proteína bruta, cinzas, extrato etéreo, fibra total (fibra alimentar), fibra insolúvel, fibra solúvel e carboidratos não fibrosos de 17 cultivares de cevada. Para a avaliação dos efeitos biológicos, foram utilizados ratos machos Wistar, alimentados com rações formuladas com grãos de duas (2) cultivares de cevada descascada, por apresentarem níveis semelhantes de fibra total, mas contrastantes para fibra insolúvel e para fibra solúvel, e uma ração controle, formulada de acordo com o AIN-93. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de cinco dias e, durante o período experimental (23 dias), foram coletadas amostras para a determinação do consumo de matéria seca, ganho de peso, produção de fezes úmidas e secas, pH das fezes, excreção fecal de nitrogênio, fibra total e fibra insolúvel. Os resultados acusaram diferenças significativas entre as cultivares na forma integral para proteína bruta, cinzas, extrato etéreo, fibra total e de carboidratos não fibrosos, porém não houve diferença significativa para os teores de fibra insolúvel e fibra solúvel, enquanto nos grãos descascados, observou-se diferenças em todos parâmetros analisados. Os valores médios de ganho de peso e conversão alimentar não diferiram entre tratamentos, o que pode ser atribuído à semelhança no consumo de ração e na digestibilidade da matéria seca das rações experimentais. Variações nas medidas de composição bromatológica ocorreram devido à variabilidade genética das cultivares e em função do descascamento, assim grãos de cevada podem ser usados com propósitos distintos na nutrição humana e animal. Os efeitos biológicos favoráveis ao emprego de grãos de cevada, como fonte de fibra alimentar, foram o aumento no teor de umidade e nitrogênio nas fezes, com aumento no volume fecal, com menores valores de pH, que podem ser atribuídos à elevada digestibilidade da fibra alimentar e à presença de fibra solúvel nas dietas, com valores de 2,1 e 3,7%.

*Palavras-chave:* agrupamento, digestibilidade, efeitos biológicos, fibra solúvel

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Pos-Graduate Course of Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

Chemical characterization of barley grains and dietary fiber effects in the biological response of rats

Author: Elveni Teresinha Mayer  
Adviser: José Laerte Nörnberg

Date and Place: Santa Maria, February, 27, 2007

There is an increasing human interest for foods which have components that can influence the physiological and the metabolic activities. Furthermore, researchers have been interesting in enriched foods with isolated substances proprieties. Taking it into consideration the barleys grains potentiality to human's consume can be fit in the functional food category because of its high level of dietary fiber with soluble fiber and its  $\beta$ -glucan. Therefore, this work aims to determine the chemical compositions of different barley grains cultivars, covered and hulless types, and it also aims to classify in groups with distinctive nutritional characteristics, as well as to relate the effects of hulless barleys grains inclusion as fiber source on diets. This experiment will be applied in growing rats as a biological model. To do this, we have analysed the crude protein, ash, ether extract, total fiber, soluble fiber, insoluble fiber and non-fibrous carbohydrate in 17 barleys cultivars. To evaluate the biological effects, we used male Wistar rats; it was feed with formulated rations. This rations was prepared with barleys grains of two (2), cultivars selected, because it has similar level of total fiber, but with different soluble fiber/insoluble fiber and control ration formulated based on the AIN-93. The animals have been submitted to an adapted period of five (5) days, and we collected samples during twenty tree (23) experimental days to determine the dry matter, body weight, fecal water content, fecal pH, fecal excretion of nitrogen, total fiber and insoluble fiber. The results showed significative differences among integral cultivars to crude protein, ash, ether extract, total fiber and non-fibrous carbohydrates, but there isn't difference in the soluble and insoluble fiber content, while in the hulless grains, we can find differences in the analysed parameter. The values'average of weight and the feed conversion didn't difere in treatment and it was attributed to consume's similarity of rations and due to the digestibility of dry matter in experimental rations. Variations in the bromatological composition measure occurs because of the genetic variability of cultivars and the hulless, thus barley's grains can be used with different objectives in the human and animal nutrition. The favorable biological effects to barley'grains, as a fiber source, it has increased the water content and nitrogen in feces, with increasing stool volume, with less pH values that can be attributed due to the highest digestibility of dietary fiber and by soluble fiber on diets, with 2.1 and 3.7% values.

*Key-words:* biological effects, digestibility, grouping, soluble fiber

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	Estrutura do grão de cevada.....	15
-----------------	----------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- TABELA 1** Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (Cz), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF) de grãos de diferentes cultivares de cevada na forma integral (% da MS)..... 31
- TABELA 2** Valores médios de casca removida (%) e da composição química em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (Cz), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF) de grãos descascados de diferentes cultivares de cevada (% da MS)..... 32
- TABELA 3** Agrupamento de cultivares de cevada, considerando-se proteína bruta (PB), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF), (% da MS) na forma integral..... 33
- TABELA 4** Agrupamento de cultivares de cevada, considerando-se proteína bruta (PB), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF), (% da MS) na forma descascada..... 33

### ARTIGO 2

- TABELA 1** Análise do agrupamento de cultivares de cevada, descascada, considerando-se os valores de fibra total (FT), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) ..... 53
- TABELA 2** Composição das dietas experimentais ..... 53
- TABELA 3** Efeito das proporções de fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) em relação à fibra total(FT) no consumo de ração, ganho de peso (GP), conversão alimentar(CA), digestibilidade aparente de matéria seca (DAMS), digestibilidade da fibra total (DFT), digestibilidade da fibra insolúvel (DFI), digestibilidade da fibra solúvel (DFS), digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB), nitrogênio nas fezes (NF), produção de fezes úmidas (PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal, proteínas totais (PT), albumina (ALB), glicose (GLI), triglicerídeos (TGL) e colesterol (COL) em função dos tratamentos experimentais..... 54

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1 -</b>	Roteiro para autores / Guia para a redação e edição de artigo científico a ser submetido à Revista Alimentos e Nutrição.....	64
<b>ANEXO 2 -</b>	Roteiro para autores / Guia para a redação e edição de artigo científico a ser submetido à Revista Brasileira de Nutrição.....	68

## SUMARIO

<b>RESUMO</b> .....	6
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1. Estrutura do grão de cevada.....	14
2.2. Composição química e função nutricional.....	15
2.2.1. Carboidratos.....	16
2.2.1.1. Amido.....	16
2.2.1.2. Amilose/Amilopectina/Amido resistente.....	16
2.2.1.3. Fibra Alimentar.....	17
2.2.2. Proteína.....	20
<b>3. ARTIGOS CIENTÍFICOS</b> .....	21
3.1 Artigo 1- Caracterização bromatológica de grãos de diferentes cultivares de cevada.....	22
3.2. Artigo 2- Fibra alimentar de grãos de cevada na resposta biológica de ratos.....	40
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	57
<b>7. ANEXOS</b> .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da cevada (*Hordeum vulgare*) está concentrada no sul do Brasil, onde se localizam as melhores áreas, em termos de clima e solo, para o desenvolvimento deste cereal, para fins cervejeiros, oscilando até 100.000 hectares anuais, com produção de 235.000 e 243.000 toneladas em 2002 (IBGE, 2007). Desde o início, a maior parte da cevada produzida, destina-se à indústria cervejeira e, em menor proporção, à alimentação animal (Fujita & Figueroa, 2003). Entretanto, nos últimos anos, há um interesse crescente na utilização deste cereal para consumo humano e para usos industriais (Oscarsson et al., 1996; Bhatti, 1999; Yalçin et al., 2007). Isto porque o grão de cevada apresenta altos teores de fibra alimentar, principalmente fibra solúvel (5,31%, Xue et al., 1997).

Considerando-se a potencialidade de uso do grão de cevada para consumo humano, pode, ser enquadrado na categoria de alimento funcional, devido ao elevado teor de fibra alimentar, 12,4% e 13,7% (Yalçin et al, 2007; Xue et al., 1997, respectivamente), com participação considerável de fibra solúvel, nesta, incluídas as  $\beta$ -glucanas, com valores médios de 4,6% (Yalçin et al, 2007), que atuam no metabolismo da glicose e do colesterol, (Dongowski et al., 2002; Li et al., 2003).

Evidências na literatura indicam que as fibras exercem suas funções gastrintestinais por meio de sua ação física, capacidade de hidratação e de aumentar o volume e a velocidade de trânsito do bolo alimentar e fecal (Guillon & Champ, 2000). As fibras possuem também capacidade de complexar-se com outros constituintes da dieta, através de vários mecanismos, podendo arrastá-los para excreção fecal. Dessa forma, tanto nutrientes importantes como substâncias tóxicas, poderão ser excretadas em maior ou menor quantidade, dependendo da qualidade e da quantidade da fibra presente na dieta (Eastwood, 1992).

As fibras desempenham papel fisiológico importante na regulação do funcionamento do trato gastrointestinal, assim como no controle e/ou prevenção de algumas doenças (Behall et al., 2004). As fibras solúveis quando parcialmente fermentadas no intestino grosso, são efetivas em promover alterações benéficas sobre a microflora intestinal, em contraste com as fibras insolúveis que tem função de diminuir o tempo do trânsito intestinal e aumentar o volume do bolo fecal.

A composição química dos grãos de diferentes cultivares de cevada é afetada pelo genótipo e pelo ambiente (Yalçin et al, 2007), porém, praticamente, inexistem estudos desta natureza com avaliações das cultivares disponíveis para cultivo no Brasil.

Neste contexto, os objetivos desta pesquisa foram: (1) determinar a composição bromatológica de grãos de diferentes cultivares de cevada, na forma integral e descascada, para classificá-los em conjuntos com características nutricionais semelhantes, sugerindo seu uso na alimentação de forma diferenciada; (2) avaliar o efeito da inclusão na dieta de grãos de cevada descascada com teores semelhantes de fibra alimentar, porém contrastantes nas proporções de fibra insolúvel e solúvel sobre a resposta biológica de ratos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A região sul do país destaca-se por sua grande produção de cereais, entre os quais de cevada (*Hordeum vulgare*), ocupando a quarta posição em produção de cereais no mundo (Yalçin et al., 2007), sendo superada somente pelo trigo, arroz e milho. É extensamente usada na indústria cervejeira e alimentação animal. O seu uso tem sido restrito na alimentação humana, em parte devido à ausência de uma adequada avaliação nutricional. No entanto, devido ao seu elevado teor de  $\beta$ -glucanas (Fujita & Figueroa, 2003) há um interesse crescente neste cereal para consumo humano e usos industriais (Oscarsson et al., 1996; Bhatti, 1999). Nos países da Ásia, a cevada é amplamente usada na indústria de alimentos (Bhatti & Rosnagel, 1998).

### 2.1. Estrutura do grão de cevada

A cevada é um grão com características organolépticas atraentes (cor, sabor, odor e textura). É semelhante a espigas do trigo, embora seja ligeiramente mais clara na cor. O uso do grão inteiro (integral) é relativamente desconhecido, haja vista o número limitado de pesquisas existentes em relação à sua importância nutricional. Entretanto, pesquisas com grãos de cevada, sem casca vem sendo desenvolvidas, visando à introdução deste cereal na alimentação humana (Helm & de Francisco, 2004; Holtekjolen et al. 2007). O grão de cevada é composto, basicamente, por três porções: casca, embrião e endosperma (figura 1).

A casca é a parte exterior da semente, camada resistente e tem a função de proteção, contém fibras, antioxidantes, minerais e vitaminas do complexo B. A cevada difere de muitos grãos, pois a fibra está distribuída na semente inteira e não apenas na camada externa (Yalçin et al., 2007). Assim, quando a casca, ou a camada externa é removida, apenas parte da fibra é perdida (Xue et al., 1997; Oscarsson et al., 1996). Desta forma, um produto processado a partir da camada externa do grão de cevada, como o farelo, pode ser nutricionalmente atraente com relação aos teores de fibra alimentar. O restante do grão retém ainda em torno de 50% de seu valor de fibra (Helm & de Francisco, 2004).

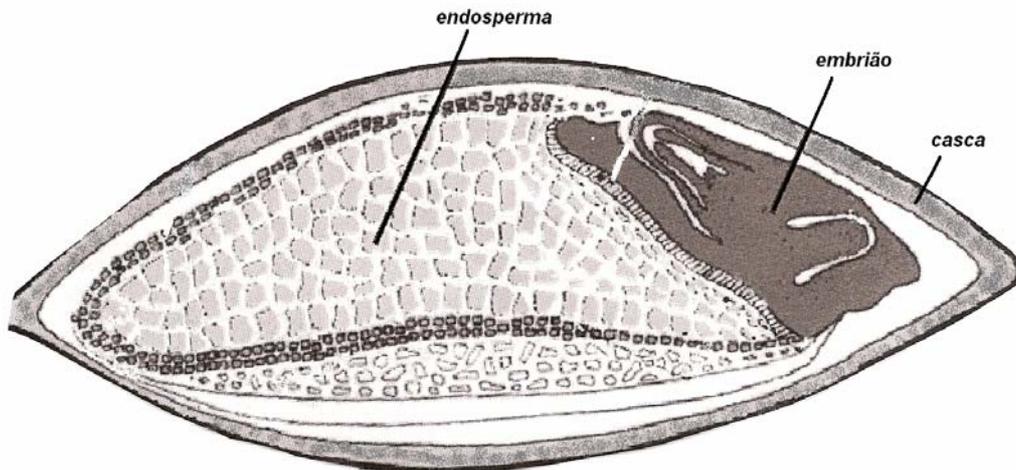


Figura 1. Estrutura do grão de cevada ([www.google.com.br/figuras](http://www.google.com.br/figuras), adaptada para)

Evers (1999) em revisão bibliográfica sobre a estrutura e composição de grãos de cereais, cita um valor de 13% de perda de casca nos grãos de cevada. Valor este que reflete diretamente o rendimento do grão, na indústria de processamento, quando descascado.

O embrião da semente. Contém vitaminas do complexo B, algumas proteínas, minerais e lipídeos. O endosperma é a fonte de nutrientes do embrião sendo a parcela da semente que contém maior quantidade de carboidratos, proteínas e quantidades pequenas de minerais e vitaminas.

## 2.2. Composição química do grão e função nutricional

Os principais componentes do grão de cevada são: o amido, a proteína e a fibra alimentar, e os componentes minoritários são os lipídeos, minerais e vitaminas (Yalçin et al., 2007). Esses grupos sofrem variações químicas por fatores genéticos e ambientais (Molina-Cano et al., 1995; Yalçin et al., 2007). Os diferentes componentes do alimento e suas quantidades exercem efeitos diferenciados no organismo. Assim, a variação na composição química de determinado alimento pode definir sua utilização.

### 2.2.1. Carboidratos

Dos carboidratos, que representam de 40 a 80% do valor energético total da alimentação diária (Bhatty, 1999; Freitas, 2002), o amido é o principal componente e, conseqüentemente, a maior fonte de glicose da dieta humana, necessárias, também para a manutenção do tecido nervoso e cerebral (Maham, 2002). Além do amido, outros carboidratos não fibrosos estão presentes em quantidades menores na forma de açúcares simples, como a sacarose (frutose e glicose) (Matsuo et al., 1995), mas representam um valor nutricional e industrial importante.

As recentes descobertas relacionadas à importância nutricional dos carboidratos complexos e aos efeitos fisiológicos têm sido modificadas. Neste grupo de nutrientes, incluem-se o amido e os polissacarídeos não-amiláceos, os quais possuem diferenças em suas estruturas químicas e em seus efeitos fisiológicos (Lobo & Silva, 2003).

#### 2.2.1.1. Amido

O amido constitui de 50% a 65% do peso dos grãos de cereais secos, e até 80% da matéria seca das raízes e dos tubérculos. Em conseqüência, desta participação, os grãos de cereais são usados na alimentação como principal fonte energética.

A quantidade de amido no grão de cevada apresenta variação entre cultivares, o que pode ser atribuído à fatores genéticos e ambientais. Pesquisas realizadas por Oscarsson et al. (1996), Xue et al. (1997) e Holtekjolen et al. (2007) com grãos de cevada sem casca, mostraram valores de 51 a 64% de amido.

#### 2.2.1.2. Amilose/Amilopectina/Amido resistente

O grânulo de amido é constituído por dois polissacarídeos, a amilose e a amilopectina (Vandeputte et al., 2003; Sandhu et al., 2004). A amilose é formada por unidades de glicose, unidas por ligações glicosídicas  $\alpha(1\rightarrow4)$ , originando uma cadeia essencialmente linear. A amilopectina é composta por unidades de glicose unidas em  $\alpha(1\rightarrow4)$  e  $\alpha(1\rightarrow6)$ , formando uma estrutura ramificada, representando cerca de 80% dos polissacarídeos. Em razão das diferenças estruturais, a amilose é

mais hidrossolúvel que a amilopectina, e essa característica pode ser usada para separar esses dois componentes.

Eerlingen & Delcour (1995), define amido resistente, com base na sua resistência à hidrólise enzimática, como a parcela do grânulo ou de seus produtos de degradação, que não são digeridos/absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo, entretanto, ser fermentado no intestino grosso. Nutricionalmente, o amido pode ser classificado como glicêmico ou resistente, sendo que o amido glicêmico é degradado à glicose por enzimas no trato digestivo.

De acordo com Englyst et al. (1992), quanto à digestão, o amido pode ser classificado, como lentamente ou rapidamente digestível no intestino delgado. Sendo que o amido resistente é a soma do amido e dos produtos de degradação que resiste à digestão no intestino delgado de indivíduos sadios, porém é fermentado no intestino grosso pela microflora bacteriana (porção distal do cólon) (Levin, 2003; Coppini, 2004), apresentando valor calórico baixo. Entretanto, por não ser digerido, ele representa um papel importante fisiologicamente, pois se torna disponível como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon (Jenkins et al., 1998). Dessa forma, se caracteriza por efeitos fisiológicos gastrointestinais semelhantes ao das fibras alimentares, sendo freqüentemente considerado como tal (Muir & O’dea, 1992). Por apresentar estas características, o amido resistente contribui para o aumento do volume fecal, conseqüentemente, contribui para melhora na constipação, hemorróidas, além de diluir compostos tóxicos potenciais formadores de células cancerosas (Yue & Warning, 1998).

### 2.2.1.3. Fibra alimentar

Naturalmente, todos os alimentos são funcionais, uma vez que proporcionam valor nutritivo, por exemplo. Entretanto, nas últimas décadas, o termo funcional está sendo aplicado a alimentos com uma característica diferente, ou seja, de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além das qualidades nutricionais básicas encontradas.

De acordo com a ANVISA (1999), alimento funcional é aquele que, além de funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica. A fibra alimentar, pela sua composição, permite que os alimentos possam

ser incluídos na categoria de alimentos funcionais, pois a sua utilização dentro de uma dieta equilibrada ou balanceada pode reduzir o risco de certas doenças (dislipidemias, diabetes melitus, doenças cardíacas, doenças relacionadas ao intestino) (FDA, 1998; FAO, 1998).

Existem varias definições, para fibra alimentar. Segundo Peterson (1992) é constituída pela soma de polissacarídeos não-amiláceos (PNA) e lignina de vegetais que não são digeridos por enzimas digestivas de seres humanos. Por sua vez a Association of Official Analytical Chemists (AOAC), órgão americano, é a parte comestível das plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes à digestão e absorção pelo intestino delgado humano, com fermentação parcial ou total no intestino grosso. Essa definição permite incluir substâncias, que fisiologicamente são semelhantes às fibras, façam parte dessa categoria de nutrientes. São elas: a inulina, os frutooligossacarídeos (FOS) e os amidos resistentes (Coppini, 2004).

As fibras podem ser classificadas de acordo com a estrutura como polissacarídeos, em relação a sua solubilidade em água e grau de fermentação (pela ação das bactérias anaeróbicas no intestino grosso) em solúveis e insolúveis. Enquanto que a fração solúvel é composta por substancias pécticas,  $\beta$ -glucanas e gomas, a fração insolúvel é constituída por celulose, lignina e hemicelulose (Guerra et al., 2004).

A partir destes conceitos e pesquisas que vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos, os grãos de cevada podem ser comparados a cereais com características de alimentos funcionais, devido a sua composição química e valor nutricional, pois seu uso em determinadas situações pode amenizar ou reduzir complicações metabólicas e fisiológicas (Dongowski et al., 2002; Li et al., 2003; Truswell, 2006).

As frações que constituem a fibra alimentar exercem efeitos fisiológicos e metabólicos distintos no organismo humano. As fibras solúveis se caracterizam por serem rapidamente degradadas no intestino grosso, possuem alto grau de fermentação, apresentando efeito metabólico no trato gastrintestinal, aumentam o volume das fezes por aumentar o crescimento microbiano, retardando o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (Bedford & Classen, 1992).

São substratos para a fermentação bacteriana que resultam em gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Estes são resultantes da degradação bacteriana de carboidratos e proteínas da dieta e os mais abundantes são o acetato, propionato e butirato. Os AGCC exercem papel importante na fisiologia do intestino, como principal fonte de energia, melhora do fluxo sanguíneo, aumento da absorção de água e sódio, diminuição do pH, fundamentais pelas propriedades ao trofismo intestinal e atuam no metabolismo da glicose e do colesterol (Moore et al., 1998; Behall, 2004; Li et al., 2004).

Presentes na fibra solúvel, as  $\beta$ -glucanas são polissacarídeos lineares, não ramificados, compostos por unidades de glicose ( $\beta$ -D-glicopiranosil) unidos por ligações glicosídicas  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,3. Os cereais apresentam quantidades variáveis de  $\beta$ -glucanas, a variabilidade ocorre em grande quantidade no endosperma e na parede celular. Nos grãos de cevada, o teor de  $\beta$ -glucanas observado tem sido de 3,01 a 9,68% (Molina-cano et al., 1997; Xue et al., 1997; Fujita & Figueroa, 2003; Helm & de Francisco, 2004), os quais são influenciados por fatores ambientais e genéticos (Yalçin et al., 2007). Comparando com os valores de 2 a 6% de  $\beta$ -glucanas presentes em cereais como a aveia (Gutkoski & Trombeta, 1999), a cevada apresenta valores mais elevados, o que faz com que o consumo desses grãos na dieta seja desejável.

A fração insolúvel faz parte da estrutura das células vegetais, apresenta efeito mecânico no trato gastrointestinal, sendo, em geral pouco fermentada, acelera o tempo de trânsito intestinal devido à absorção de água (Coppini, 2004). Como consequência, os principais efeitos são aumentar a frequência da evacuação, diminuir o tempo de trânsito no cólon, proteção contra infecção bacteriana, melhorando ou prevenindo a constipação, diminuindo o risco de hemorróidas e diverticulite (Maffei, 2004).

Embora sejam evidenciados os efeitos individuais das frações insolúvel e solúvel da fibra, deve-se considerar que, em dietas usuais, ambas serão consumidas juntas, uma vez que são partes integrantes dos alimentos. Desta forma, os efeitos sobre os processos digestivos e metabólicos não dependerão somente da variação nos seus teores individuais, mas também, da predominância de uma fração em relação à outra, da sua composição química e organização estrutural. Estes fatores determinam as propriedades físico-químicas da fibra e os seus efeitos sobre os processos digestivos e metabólicos (Vanderhoof, 1998; Li et al., 2003; Li et al., 2003; Behall, 2004). Na dieta de seres humanos, Maham (2002) sugeriu que o

consumo de fibra deva obedecer à proporção de 3 partes de fibra insolúvel para uma parte de fibra solúvel.

### 2.2.2. Proteína

O conteúdo de proteína em grãos de cevada representa uma fração importante na composição bromatológica. Segundo Xue et al. (1997), Oscarsson et al. (1996) e Yaçin et al. (2007), os teores oscilam entre 10 a 16%. De acordo com esses autores fatores que podem influenciar nesta variabilidade são genéticos e ambientais.

As proteínas, formadas por uma cadeia de aminoácidos, são moléculas essenciais para manter a estrutura e o funcionamento de todos os organismos vivos e podem ter diferentes propriedades e funções. São as moléculas orgânicas mais abundantes e importantes nas células e perfazem 50% ou mais de seu peso seco, estando presentes em todas as partes de todas as células, uma vez que, são fundamentais sob todos os aspectos da estrutura e função celulares (Maham, 2002). Desta forma, necessita-se de uma identificação das cultivares, também com relação ao teor de proteínas para uso na nutrição humana.

### **3. ARTIGOS CIENTÍFICOS**

## ARTIGO 1

(Configuração conforme normas da Revista Alimentos e Nutrição – Anexo 1)

### **CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DE GRÃOS DE DIFERENTES CULTIVARES DE CEVADA**

Elveni Teresinha MAYER<sup>1</sup>, José Laerte NÖRNBERG<sup>2</sup>, Gitane FUKÉ<sup>3</sup>, Euclides MINELLA<sup>4</sup>

#### RESUMO

Objetivou-se determinar a composição bromatológica de grãos de diferentes cultivares de cevada, na forma integral e descascada, e classificá-los em grupos com características nutricionais distintas. Utilizaram-se amostras de 17 cultivares, provenientes do Centro de Pesquisa da Embrapa Trigo, de Passo Fundo/RS, da safra de 2005. As determinações químicas foram realizadas de acordo com as técnicas descritas na Official Methods of Analysis of the AOAC International. Os resultados acusaram diferenças significativas entre cultivares na forma integral para proteína bruta (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), fibra total (FT) e carboidratos não fibrosos (CNF), porém não diferiram nos teores de fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS). Por sua vez, quando os grãos foram descascados, observou-se diferenças em todos os parâmetros analisados. Com exceção da fração de CNF, o processo de descascamento promoveu redução em todas as frações avaliadas, em especial nos teores de FT e FI. Variações nas medidas de composição bromatológica ocorreram devido à variabilidade genética das cultivares e em função do descascamento, assim grãos de cevada podem ser usados com propósitos distintos na nutrição humana e animal.

Palavras-chave: análise de agrupamento, fibra alimentar, fibra insolúvel, fibra solúvel, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral

---

1. Nutricionista, Mestranda no Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA)-UFSM. Autor para correspondência. E-mail: elveni\_mayer@yahoo.com.br

2. Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), Centro de Ciências Rurais (CCR) – UFSM

3. Nutricionista, Mestranda no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA)-UFSM

4. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare*) é uma opção como cultura de inverno que ocupa a quarta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. É produzida no Brasil em escala comercial desde 1930. A área cultivada nos últimos anos aumentou substancialmente, passando de 57.018 hectares em 1992 para 81.000 em 2006, tendo o Rio Grande do Sul como maior produtor (IBGE 2007)

Desde o início, a produção brasileira vem sendo feita em resposta à demanda da indústria de malte cervejeiro, sendo que o grão também é utilizado, em pequena escala, na industrialização de bebidas destiladas e, na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos, na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos de café [20]. No entanto, a classificação atual, da cevada de acordo com a Portaria 691/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, baseia-se no destino de seus grãos para indústria cervejeira, sem levar em consideração a composição bromatológica, que é um dos atributos mais importantes para caracterizar a qualidade nutricional.

No contexto atual da ciência dos alimentos e do consenso da relação entre alimentação-saúde-doença, existe grande demanda por alimentos que, além de fornecer os nutrientes indispensáveis ao organismo, proporcionem benefícios adicionais à saúde. Nesta perspectiva, as atuais recomendações nutricionais incentivam a expansão da ingestão de cereais com características diferenciadas.

Trabalhos desenvolvidos nos últimos anos evidenciaram a existência de variação quanto à de composição química, de grãos de diferentes cultivares cevada [14, 15, 25, 21, 33], de aveia [12, 22], de arroz [9], de milho [5] e de feijão [18, 26].

Um exemplo da importância da quantificação da composição bromatológica dos grãos de cevada, diz respeito à fibra alimentar, componente importante. Embora pouco estudada, neste cereal, é de conhecimento que este componente exerce, através de suas

frações insolúvel e solúvel, efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo humano, como mudanças das características do bolo alimentar e da digesta e na diversidade e atividade dos microrganismos intestinais [30]. Deve-se considerar que, na prática, as duas frações de fibra são consumidas como parte integrante do alimento, mas são suas respectivas proporções em relação à fibra total, e não apenas os seus teores individuais, que alteram as respostas biológicas.

Pesquisas conduzidas ao longo dos anos têm demonstrado que o consumo de grãos de cevada, dentro de uma dieta balanceada, pode reduzir o risco de algumas doenças [7, 8]. Behall et al.<sup>3</sup>, demonstraram benefícios preventivos sobre a saúde, assim como Li et al.<sup>17</sup>, relataram efeitos benéficos no metabolismo lipídico e na prevenção de algumas doenças crônicas.

Visando a utilização da cevada na alimentação humana, os objetivos desta pesquisa foram determinar a composição bromatológica de grãos de diferentes cultivares, na forma integral e descascada, e com base nestes resultados inferir seus usos em estratégias específicas em dietas e indústria de alimentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

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.

Os tratamentos foram constituídos por amostras de grãos de 17 genótipos, (BRS 195, BRS 225, BRS BOREMA, BRS LAGOA, BRS MARCIANA, BRS MARIANA, EMBRAPA 127, EMBRAPA 128, MN 610, MN 698, MN 716, MN 721, MN743, PFC

2001048, PFC 2001052, PFC 200048 e PFC 99199) com três repetições, provenientes do ensaio de campo, conduzido em Passo Fundo, RS, no ano de 2005, pelo Centro de Pesquisa da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS. O local apresenta altitude de 684m, sendo que o clima foi semelhante entre os locais, favorável até setembro e desfavorável em outubro pelo excesso de chuva e/ou dias chuvosos.

A semeadura foi efetuada, mecanicamente sob plantio direto, em solo, vermelho distrófico, sem preparo de arado ou grade, no mês de junho e a colheita em outubro de 2005. A adubação foi realizada de acordo com a análise química do solo, utilizando 250kg de adubo da fórmula 5-25-20 de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio). O controle de pragas e doenças foi realizado sempre que necessário de forma que a cultura não sofresse competição. A colheita foi mecanizada e os grãos foram submetidos à secagem para redução do teor de umidade para 13% e após foi feita à limpeza e classificação, para remoção de impurezas, bem como os grãos refugo.

Os grãos de cada uma das cultivares foram analisados na forma integral e descascada. O descascamento foi feito com um descascador da marca Suzuki, regulado para queda de 8 a 16 grãos/segundo, durante 40 segundos. Nesta ocasião, determinou-se o rendimento dos grãos em função do descascamento, por meio de pesagens, para 100g de amostra.

Para realizar a análise de composição química, foram moídas em micro-moíno da marca Marconi, a 27.000 rpm, 100g de amostra de cada cultivar, na forma integral e descascada, para obter tamanho de partículas (<1mm) apropriado, sendo que foram armazenadas em sacos plásticos, em temperatura ambiente, as análises foram feitas logo após este procedimento.

As determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105°C/12h, cinzas (Cz) em mufla a 550°C/5h, extrato etéreo (EE) em aparelho Soxhlet com éter de petróleo, e proteína

bruta (PB) pelo método de Kjeldahl ( $N \times 6,25$ ), fibra alimentar total (FT) e fibra insolúvel (FI) foram realizadas de acordo com as técnicas descritas na AOAC<sup>1</sup>. O conteúdo de fibra solúvel (FS) foi determinado pela diferença entre a fibra total e a fibra insolúvel. As enzimas utilizadas na determinação da fibra foram:  $\alpha$ -amilase (Termamyl 120L®), protease (Flavourzyme 500L®) e amiloglicosidase (AMG 300L®); produzidas pela Novozymes Latin American Limited (Araucária, PR, Brasil). Todas as determinações foram realizadas em duplicata, e os valores finais ajustados para base seca. A fração de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculada por diferença:  $\%CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cz + \%FT)$ .

O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Os resultados obtidos neste estudo foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de skott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. As cultivares de cevada foram enquadrados em grupos, com características nutricionais semelhantes. Sendo que os grupos foram obtidos a partir do cálculo do quadrado das matrizes euclidianas, utilizando-se uma análise multivariada de agrupamento (Cluster analysis) de acordo com o método de Ward, conforme indicado por Hair et al.<sup>13</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística, dos dados de composição química, acusou diferença significativa entre os genótipos para teores de proteína bruta (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), fibra total (FT) e de carboidratos não fibrosos (CNF), porém não significativo para valores de fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) entre cultivares na forma integral (Tabela 1), enquanto nos grãos descascados (Tabela 2), diferenças significativas foram observadas em todos parâmetros analisados.

No que diz respeito aos teores de PB, nos grãos integrais a média foi de 13,01%, enquanto nos grãos sem casca, a média foi de 12,21%. As diferenças observadas podem ser atribuídas às características genéticas, tendo em vista que as cultivares foram cultivadas sob as mesmas condições ambientais, concordando com observações realizadas por Silva<sup>28</sup>. A amplitude de variação nos valores de PB, obtidos neste trabalho (Tabelas 1 e 2) são semelhantes aos resultados observados por Fujita & Figueroa<sup>10</sup>, HoltekjØlen et al.<sup>15</sup>, Xue et al.<sup>31</sup>, Oscarsson et al.<sup>25</sup> e por Helm & De Francisco<sup>14</sup>, o último trabalho em cevada nua. Por ser um nutriente essencial em vários processos metabólicos, na construção e manutenção dos tecidos orgânicos [19] grãos de cevada, tanto na forma integral como descascada, apresentam potencial nutricional protéico importante.

Os valores de matéria mineral (Cz), na forma integral a média foi de 2,45% (Tabela 1) e na descascada de 1,44% (Tabela 2). As diferenças mais importantes foram decorrentes do descascamento, evidenciando que os grãos integrais contêm maior teor de minerais, pois estes se encontram em maior quantidade na casca ou próximo desse (Evers et al.<sup>6</sup>).

Com relação à fração de EE, em que pese à diferença estatística entre cultivares, os valores observados, tanto nos grãos integrais como descascados, foram inferiores a 2,89% (Tabela 1 e 2), o que denota a pequena contribuição lipídica (ácidos graxos) dos grãos de cevada, característico da maioria dos grãos de cereais. Valores superiores foram observados por Oscarsson et al.<sup>25</sup> (inferiores a 3,7%) e por Fujita et al.<sup>10</sup> (inferior a 4,0%).

Os valores de fibra alimentar variaram de 24,58% (BRS LAGOA) a 19,81% (PFC 2001052) com média 22,06%, nos grãos integrais. Entretanto, nos grãos sem casca, o valor máximo foi de 13,73% (EMBRAPA 128) e mínimo de 8,25% (PFC 2001048), com média de 11,10% (Tabela 1 e 2). Teores semelhantes foram observados por Xue et al.<sup>31</sup> (em

grãos na forma integral e sem casca), assim como por Fujita & Figueroa<sup>10</sup> e Yalçın et al.<sup>32</sup> (em grãos de cultivares descascado).

Embora de grande importância nutricional, o teor de FT isolada, não indica o real potencial dessa medida, haja visto, que os efeitos fisiológicos estão relacionados às proporções de suas frações solúvel e insolúvel [23, 27]. De acordo com Guillon & Champ<sup>11</sup> e Moore et al.<sup>24</sup>, o efeito das frações dependerá da quantidade ingerida, como também da predominância de uma fração em relação à outra. Sendo assim, a quantificação das frações individuais é fundamental como indicativo do valor nutricional, e não apenas a fibra total.

Os valores observados de FI (Tabela 1) com média nos grãos integrais de 16,63% e sem casca de 6,46% (Tabela 2), são indicativos de uso em dietas que necessitam diminuição do tempo de trânsito intestinal, aumento no volume do bolo fecal, diminuindo o risco de doenças intestinais [30].

A fração de FS de grãos de cevada com média de 5,43% em grãos integrais (Tabela 1) e 4,64% em grãos sem casca (Tabela 2), é composta em grande parte por  $\beta$ -glucanas [14,31], a qual tem demonstrado efeitos positivos na redução na taxa de colesterol sanguíneo, principalmente em indivíduos hipercolesterolemicos [3] e atenuam a resposta glicêmica, o que sugere sua utilização no controle ou retardo do agravamento destas doenças [12, 17]. Também existem evidências de que as  $\beta$ -glucanas têm efeito protetor no desenvolvimento do câncer de cólon [2, 16]. Assim a fibra solúvel dos grãos de cevada, pode ser considerada como ingrediente funcional importante para a indústria alimentícia [4], podendo proporcionar benefícios nutricionais, e contribuir para o controle e redução do risco de doenças.

Para a fração de carboidratos não fibrosos (CNF), na forma integral, com média de 60,40% e nos grãos descascados, com média de 73,51% (Tabela 1 e 2). Estes são valores representativos como fonte de energia, já que o amido é o principal componente desta fração,

o qual representa de 40 a 80% do valor energético total da alimentação diária dos seres humanos [9]. Molina – Cano et al.<sup>21</sup> e Xue et al.<sup>31</sup>, verificaram valores de amido, em grãos de cevada, entre 52,7 a 59,6%.

Na Tabela 2, pode-se observar uma variação significativa entre as cultivares com relação à porcentagem de casca, o que reflete diretamente no rendimento dos grãos na indústria de processamento e no direcionamento do seu uso, tanto do grão, quanto da fração removida. As cultivares com maior resíduo de casca foram, PFC2001048 (24,67%), MN 721 (24,67%) e PFC 99199 (24,33%), com média de 19,80% (Tabela 2). Os valores médios observados de porcentagem de casca foram superiores aos 13% mencionados por Evers et al.<sup>6</sup>.

Os valores comparativos da composição química de grãos de cevada em função da casca estão apresentados na Tabelas 1 e 2 . O valor médio de FT dos grãos na forma integral foi aproximadamente o dobro (22,06%) dos grãos sem casca, e de FI foi cerca de 2,5 vezes maior (16,63%) do que na forma descascada (11,40% e 6,46%), respectivamente. Assim, grãos na forma integral, em razão do elevado teor de FT e FI podem ser utilizados no enriquecimento de produtos, ou como ingrediente da dieta, visando explorar os benefícios desta fração na saúde dos seres humanos.

Considerando o grande número de cultivares disponíveis e as variações observadas na composição química das mesmas, efetuou-se uma análise multivariada de agrupamento, a fim de classificar as cultivares em grupos com características de composição química diferenciadas, na forma integral e descascada (Tabela 3 e 4). Os resultados obtidos possibilitaram a formação de três grupos, com características diferenciadas, considerando os parâmetros avaliados, tanto na forma integral como descascada. Considerando a potencialidade do emprego dos grãos de cevada na alimentação como fonte de fibra alimentar e em especial de fibra solúvel, que tem demonstrado efeitos benéficos na saúde [3, 4, 11, 17,

32], destacaram-se os cultivares do grupo 2, sendo também o grupo que mais adicionou cultivares, tanto na forma integral como descascada.

**Tabela 1.** Valores médios, em percentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (Cz), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF) de grãos de diferentes cultivares de cevada na forma integral (expressos em % da MS)

Cultivar	MS*	PB	Cz	EE	FT	FI	FS	CNF
BRS 195	89,76	11,72 <sup>c</sup>	2,56 <sup>a</sup>	1,90 <sup>c</sup>	21,64 <sup>b</sup>	16,64*	5,00*	62,80 <sup>a</sup>
BRS 225	89,53	12,9 <sup>b</sup>	2,58 <sup>a</sup>	2,16 <sup>b</sup>	23,26 <sup>a</sup>	16,01	7,25	59,12 <sup>b</sup>
BRS BOREMA	89,79	12,00 <sup>c</sup>	2,31 <sup>a</sup>	1,95 <sup>c</sup>	21,21 <sup>b</sup>	17,28	3,92	62,53 <sup>a</sup>
BRS LAGOA	89,51	13,33 <sup>b</sup>	2,57 <sup>a</sup>	1,90 <sup>c</sup>	24,58 <sup>a</sup>	16,79	7,79	57,61 <sup>b</sup>
BRS MARCIANA	89,48	12,77 <sup>b</sup>	2,55 <sup>a</sup>	2,20 <sup>b</sup>	21,40 <sup>b</sup>	16,41	4,98	61,07 <sup>a</sup>
BRS MARIANA	89,54	13,25 <sup>b</sup>	2,57 <sup>a</sup>	2,24 <sup>b</sup>	23,51 <sup>a</sup>	18,23	5,29	58,43 <sup>b</sup>
EMBRAPA 127	89,43	13,17 <sup>b</sup>	2,54 <sup>a</sup>	2,02 <sup>c</sup>	21,07 <sup>b</sup>	15,73	5,34	61,20 <sup>a</sup>
EMBRAPA 128	89,52	12,54 <sup>b</sup>	2,52 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	24,05 <sup>a</sup>	16,96	7,09	58,05 <sup>b</sup>
MN 610	89,65	13,79 <sup>a</sup>	1,83 <sup>b</sup>	1,81 <sup>c</sup>	21,11 <sup>b</sup>	16,11	5,01	65,45 <sup>a</sup>
MN 698	89,78	14,30 <sup>a</sup>	2,51 <sup>a</sup>	1,79 <sup>c</sup>	20,86 <sup>b</sup>	15,98	4,88	60,54 <sup>b</sup>
MN 716	89,55	13,24 <sup>b</sup>	2,52 <sup>a</sup>	1,97 <sup>c</sup>	22,51 <sup>a</sup>	17,13	5,38	59,77 <sup>b</sup>
MN 721	89,51	13,98 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>	2,26 <sup>b</sup>	21,53 <sup>b</sup>	17,12	4,40	59,75 <sup>b</sup>
MN 743	89,53	10,49 <sup>d</sup>	2,51 <sup>a</sup>	1,83 <sup>c</sup>	21,63 <sup>b</sup>	17,11	4,52	63,54 <sup>a</sup>
PFC 2001048	89,71	14,09 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	20,91 <sup>b</sup>	14,88	6,03	59,76 <sup>b</sup>
PFC 2001052	89,62	13,16 <sup>b</sup>	2,44 <sup>a</sup>	1,68 <sup>c</sup>	19,81 <sup>b</sup>	15,90	3,93	62,90 <sup>a</sup>
PFC 200048	89,71	12,84 <sup>b</sup>	2,28 <sup>a</sup>	1,65 <sup>c</sup>	23,44 <sup>a</sup>	17,21	6,23	59,79 <sup>b</sup>
PFC 99199	89,80	13,70 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,23 <sup>b</sup>	22,56 <sup>a</sup>	17,27	5,30	59,01 <sup>b</sup>
<b>Média</b>	89,49	13,01	2,45	2,08	22,06	16,63	5,43	60,40
<b>DP **</b>	0,28	1,02	0,21	0,39	1,80	1,40	1,72	2,17
<b>CV(%)***</b>	0,31	7,84	8,57	18,75	8,15	8,41	31,67	3,59

Medias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de skott-knott em nível de 5 % de probabilidade de erro.

\* Os dados de MS não foram submetidos a análise estatística, em função da padronização usada na pré-secagem para facilitar o descascamento.

\* ns = não significativo

\*\* DP = Desvio Padrão

\*\*\*CV = Coeficiente de variação

**Tabela 2.** Valores médios em percentagem de casca removida (%) e da composição química em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (Cz), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF) de grãos descascados de diferentes cultivares de cevada (expressos em % da MS)

Cultivar	% casca	MS*	PB	Cz	EE	FT	FI	FS	CNF
BRS 195	20,50 <sup>c</sup>	91,99	11,02 <sup>b</sup>	0,94*	1,50 <sup>c</sup>	11,24 <sup>c</sup>	6,90 <sup>b</sup>	4,36 <sup>b</sup>	75,30 <sup>b</sup>
BRS 225	20,67 <sup>c</sup>	91,94	12,37 <sup>a</sup>	1,10	1,30 <sup>d</sup>	11,50 <sup>c</sup>	4,93 <sup>e</sup>	6,57 <sup>a</sup>	73,73 <sup>c</sup>
BRS BOREMA	22,00 <sup>c</sup>	93,06	10,77 <sup>b</sup>	1,67	1,83 <sup>c</sup>	8,48 <sup>e</sup>	5,66 <sup>d</sup>	2,82 <sup>c</sup>	77,25 <sup>a</sup>
BRS LAGOA	20,33 <sup>c</sup>	93,16	12,76 <sup>a</sup>	1,30	2,09 <sup>b</sup>	12,09 <sup>b</sup>	6,33 <sup>c</sup>	5,75 <sup>a</sup>	70,29 <sup>d</sup>
BRS MARCIANA	16,67 <sup>d</sup>	92,59	12,98 <sup>a</sup>	1,75	1,64 <sup>c</sup>	11,98 <sup>b</sup>	6,94 <sup>b</sup>	5,04 <sup>a</sup>	71,66 <sup>d</sup>
BRS MARIANA	23,33 <sup>b</sup>	92,98	12,49 <sup>a</sup>	1,40	1,15 <sup>d</sup>	11,74 <sup>c</sup>	6,32 <sup>c</sup>	5,42 <sup>a</sup>	73,23 <sup>c</sup>
EMBRAPA 127	16,00 <sup>d</sup>	92,72	12,57 <sup>a</sup>	1,72	1,74 <sup>c</sup>	10,82 <sup>c</sup>	6,89 <sup>b</sup>	3,94 <sup>b</sup>	73,14 <sup>c</sup>
EMBRAPA 128	17,67 <sup>d</sup>	92,65	12,58 <sup>a</sup>	1,60	1,66 <sup>c</sup>	13,73 <sup>a</sup>	7,50 <sup>b</sup>	6,23 <sup>a</sup>	70,44 <sup>d</sup>
MN 610	20,33 <sup>c</sup>	92,17	12,40 <sup>a</sup>	1,32	1,67 <sup>c</sup>	10,11 <sup>d</sup>	5,03 <sup>e</sup>	5,08 <sup>a</sup>	70,50 <sup>b</sup>
MN 698	17,67 <sup>d</sup>	92,67	13,25 <sup>a</sup>	1,80	1,65 <sup>c</sup>	11,53 <sup>c</sup>	7,24 <sup>b</sup>	4,29 <sup>b</sup>	71,90 <sup>d</sup>
MN 716	16,67 <sup>d</sup>	92,71	12,37 <sup>a</sup>	1,69	1,65 <sup>c</sup>	10,91 <sup>c</sup>	6,26 <sup>c</sup>	4,65 <sup>b</sup>	73,40 <sup>c</sup>
MN 721	24,67 <sup>a</sup>	93,12	12,00 <sup>a</sup>	1,47	1,29 <sup>d</sup>	10,84 <sup>c</sup>	6,41 <sup>c</sup>	4,42 <sup>b</sup>	74,40 <sup>b</sup>
MN 743	16,33 <sup>d</sup>	91,74	12,54 <sup>a</sup>	1,07	2,35 <sup>a</sup>	12,09 <sup>b</sup>	8,84 <sup>a</sup>	3,24 <sup>c</sup>	71,96 <sup>d</sup>
PFC 2001048	24,67 <sup>a</sup>	92,31	11,66 <sup>b</sup>	1,09	1,52 <sup>c</sup>	8,25 <sup>e</sup>	4,18 <sup>f</sup>	4,07 <sup>b</sup>	77,47 <sup>a</sup>
PFC2001052	16,67 <sup>d</sup>	92,05	11,57 <sup>b</sup>	1,69	1,81 <sup>c</sup>	10,54 <sup>c</sup>	6,27 <sup>c</sup>	4,28 <sup>b</sup>	74,38 <sup>b</sup>
PFC 200048	21,33 <sup>c</sup>	93,17	12,25 <sup>a</sup>	2,58	2,48 <sup>a</sup>	10,05 <sup>d</sup>	7,12 <sup>b</sup>	2,93 <sup>c</sup>	73,64 <sup>c</sup>
PFC 99199	24,33 <sup>a</sup>	92,05	12,01 <sup>a</sup>	1,43	0,77 <sup>e</sup>	12,70 <sup>b</sup>	6,97 <sup>b</sup>	5,74 <sup>a</sup>	73,09 <sup>c</sup>
Média	19,80	92,47	12,21	1,44	1,65	11,10	6,46	4,64	73,51
DP**	3,04	0,01	0,77	0,30	0,42	1,51	1,11	1,30	2,22
CV(%)***	15,35	0,01	6,30	20,83	25,45	13,60	17,18	28,02	3,02

Medias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de skott-knott em nível de 5 de probabilidade de erro.

\* Os dados de MS não foram submetidos a análise estatística, em função da padronização usada na pré-secagem para facilitar o descascamento

\* ns = não significativo

\*\* DP = Desvio Padrão

\*\*\*CV=Coeficiente de variação

**Tabela 3.** Agrupamento de cultivares de cevada, considerando-se proteína bruta (PB), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF), na forma integral expressos em base seca

Grupos	Médias				Cultivares
	PB	FI	FS	CNF	
1	11,84 <sup>b</sup>	16,73 <sup>a</sup>	4,34 <sup>b</sup>	62,78 <sup>a</sup>	BRS195, BRS BOREMA, MN 743, PFC 2001052
2	13,22 <sup>a</sup>	17,09 <sup>a</sup>	6,09 <sup>a</sup>	58,94 <sup>c</sup>	BRS 225, BRS LAGOA, BRS MARIANA, EMBRAPA 128, MN 716, MN 721, PFC 200048, PFC 99199
3	13,62 <sup>a</sup>	15,82 <sup>b</sup>	5,24 <sup>ab</sup>	60,80 <sup>b</sup>	BRS MARCIANA, EMBRAPA 127, MN 610, PFC 2001048, MN 698

Letras distintas entre médias, na coluna, indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), pelo teste Duncan

**Tabela 4.** Agrupamento de cultivares de cevada, considerando-se proteína bruta (PB), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não fibrosos (CNF), na forma descascada expressos em base seca

Grupos	Medidas				Cultivares
	PB	FI	FS	CNF	
1	11,40 <sup>b</sup>	5,88 <sup>b</sup>	3,99 <sup>b</sup>	77,76 <sup>a</sup>	BRS 195, BRS BOREMA, MN 721, PFC 2001048 e PFC 2001052
2	12,45 <sup>a</sup>	6,39 <sup>ab</sup>	5,41 <sup>a</sup>	72,02 <sup>b</sup>	BRS 225, BRS LAGOA, BRS MARCIANA, BRS MARIANA, EMBRAPA 128, MN 610, MN 698, MN 716 e PFC 99199
3	12,57 <sup>a</sup>	7,61 <sup>a</sup>	3,37 <sup>b</sup>	72,91 <sup>b</sup>	EMBRAPA 127, MN 743 e PFC 200048

Letras distintas entre médias, na coluna, indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) pelo teste Duncan.

## CONCLUSÕES

- Os grãos de cevada analisados apresentaram variações quanto a composição bromatológica devido à variabilidade genética entre cultivares.

- O descascamento causou redução na concentração de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra solúvel, e em especial nos teores de fibra total e de fibra insolúvel.

- A análise de agrupamento possibilitou identificar três grupos de cultivares com características nutricionais distintas.

- Os grãos de cevada analisados poderão ser usados com propósitos distintos na nutrição humana, em função do cultivar e/ou do descascamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido na forma de bolsa, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a EMBRAPA Trigo, Passo Fundo/RS, pelo fornecimento dos grãos de cevada para o estudo.

## **ABSTRACT**

This work aims to determine the chemical composition of different covered and hullless barley cultivars grains. It was also classified in distinctive nutritional groups. To do this analysis, we used 17 cultivars, from 2005's crop. These cultivars come from Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), in Passo Fundo, RS, Brazil. The chemical determinations have been realized based on the methods described in AOAC (1995). The results showed differences between integral cultivars to crude protein, ash, ether extract, total fibre and non-fibrous carbohydrate, however, there are not difference in the fiber content and soluble fiber. In the hullless grain, we can find differences in the analysis. The non-fibrous carbohydrate is an exception and, in this case, the hull's process promoted the fraction's reduction, specially in the total fiber and insoluble fiber content. Variation in the bromatological composition occurs because of the genetic variability of cultivars and due to the hullless, consequently, barley grains can be used with distinctive objectives in the human and animal nutrition.

**Key-words:** ash, crude protein, dietary fiber, ether extract, grouping analysis, insoluble fiber, soluble fiber

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., supplement 1998. Washington: AOAC, 1995, 1018p.
2. AUSMAN, L.M. Fiber and colon cancer: does the current evidence justify a preventive policy? **Nutr. Reviews**. v.51, n.2, p.57-63,1993.
3. BEHALL, K.M. et al. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **Am. J. Clin. Nutr.** v.80, n.5, p.1185-1193, 2004.
4. BRENNANA, C.S.; CLEARYB L.J. The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-glucans as functional food ingredients. **J. Cereal Sci.**, v.42, n.1, p.1-13, 2005.
5. CALLEGARO, M.G.L. et al. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.2, p.271-274, 2005.
6. EVERS, A.D. et al. Cereal structure and composition. **Aust. J. Agric. Res**, Austrália, v.50, n.5, p.629-50, 1999.

7. FAO/WHO (1997). Food and Agricultural Organization / World Health Organization. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of s Joint FAO/WHO Expert Consultation, **Food and Nutr. paper**, FAO, Rome, v.140, p.14-18,1997.
8. FDA (1998) Food And Drug Administration. Center for Food. Safety & Applied. **Nutr.** A good labeling guide: appendix C Health Claims. 1998.
9. FREITAS, M.C.J. Amido resistente: propriedades funcionais, **Nutrição Brasil**, v.1, p.40-48, 2002.
10. FUJITA, A.H.; FIGUEROA, M.O.R. Composição centesimal e teor de  $\beta$ -glucanas em cereais e derivados. **Cienc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.23, n.2, p.116-120, 2003.
11. GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int.**, Ontario, v.33, n.3-4, p.233-245, 2000.
12. GUTKOSKI, L.C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glucanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.19, n.3, 1999.
13. HAIR Jr., J.F. et al. **Multivariate data analysis**. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 1998. 730p.

14. HELM, C.V.; DE FRANCISCO, A. Chemical characterization of Brazilian hulness barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Sci. Agríc.**, Piracicaba, v.61, n 6, 2004.
15. HOLTEKJØLEN, A.K. et al. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. **Food chem.**, Norway. v.102, n.3, p.954-955, 2007.
16. HOWE, G.R. et al. Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. **J. Nation. Cancer Inst.**, v.84, n.24, p.1887-96, 1992.
17. LI, J. et al. Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. **Nutrit.** Japão, v.19, n.11/12, p.926-929, 2003.
18. LONDERO, P.M.G. et al. Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, v.41, p.51-58, 2006.
19. MAHAM, L.K. & SCOTT-STUMP, S. M. A. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10 Ed. São Paulo: Roca, 2002, 1157p.
20. MINELLA, E. Cevada brasileira: situação & perspectivas. [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm), acessada nem 04/01/2007.
21. MOLINA-CANO, J.L. et al. Genetic and environmental variation in malting and feed Quality of barley. **J. Cereal Sci.**, Spain, n.25, p.37-47, 1997.

22. MONTEIRO, F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos.** 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria/RS.
23. MONRO, J.A. Evidence-based food choice: the need for new measures of food effects. **Trends Food Sci. Tech.**, Ontario, v.11, n.4-5, p.136-144, 2000.
24. MOORE, M.A. et al. Soluble and insoluble fiber influence on cancer development. **Critic. Rev. oncology/hematology.** v.27 p.229-242, 1998.
25. OSCARSSON, M. et al. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. **J. Cereal Sci.** Sweden, v.24, p.161-170, 1996.
26. RIBEIRO, N. D. et al. Dissimilaridade genética para teor de proteína e fibra em grãos de feijão dos grupos preto e de cor. **Rev. Bras. Agrop.**, Pelotas, v.11, n.2, p.167-173, 2005.
27. SILVA, M.A.M. et al. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos Wistar. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.27, n. 6, p.1321-1329, 2003.
28. SILVA, D.B. et al. BRS 180: Cevada cervejeira para cultivo irrigado no cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.8, p.1689-1694, 2000.

29. STORK, C.R. **Variação na composição química de cultivares de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos.** 2004. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria/RS.
30. WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de aves intactas, cecotomizadas e fistuladas no íleo terminal.** 1996. 125f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.
31. XUE, Q. et al. Influence of the hullness, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. **J. Cereal Sci.**, n.26, p.2251-257, 1997.
32. YALÇIN, E. et al. Effects of genotype and environment on  $\beta$ -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chem**, Turkey, v.101, p.171-176, 2007.

## ARTIGO 2

(Configuração conforme normas da revista Brasileira de Nutrição – Anexo 2)

### **FIBRA ALIMENTAR DE GRÃOS DE CEVADA NA RESPOSTA BIOLÓGICA DE RATOS**

### **DIETARY FIBER OF BARLEY'S GRAINS IN THE BIOLOGICAL RATS' RESPONSE**

Elveni Teresinha Mayer<sup>1</sup>

José Laerte Nörnberg<sup>2</sup>

Gitane Fuke<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Nutricionista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal de Santa Maria–USFM. CEP: 97105-900. Fone: (55) 32208547. Santa Maria, RS, Brasil. Autor para correspondência. E-mail: elveni\_mayer@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor do Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos(DTCA), Centro de Ciências Rurais(CCR), UFSM

<sup>3</sup> Nutricionista, Mestranda no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA)-UFSM.

**Termos de indexação:** digestibilidade, fibra insolúvel, fibra solúvel, pH das fezes, umidade das fezes.

**Indexing terms:** digestibility, fecal water content, fiber insoluble, fiber soluble, pH fecal

**Título resumido:** Fibra de cevada na resposta biológica

**Órgãos Financiadores:** NIDAL, PPGCTA e CAPES.

## RESUMO

O aumento no consumo de fibra alimentar vem sendo aconselhado como parte na prevenção e no tratamento de várias doenças relacionadas à alimentação. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi de avaliar os efeitos da inclusão de grãos de cevada descascados como fonte de fibra na dieta, empregando-se ratos em crescimento como modelo biológico, com período experimental de 23 dias. Foram utilizados 30 ratos machos Wistar ( $46,5 \pm 7,3$ g) desmamados, alimentados com rações formuladas com grãos das cultivares de cevada descascada (MN 743 e BRS LAGOA), por apresentarem níveis semelhantes de fibra total, mas contrastantes para fibra insolúvel e para fibra solúvel, e uma ração controle, formulada de acordo com o AIN-93. Os valores médios de ganho de peso e conversão alimentar não diferiram entre os tratamentos, o que pode ser atribuído à semelhança no consumo de ração e na digestibilidade da matéria seca das rações experimentais. Grãos de cevada descascados podem ser empregados como fonte de nutrientes substituindo até 64,8% de uma dieta padrão do AIN-93, sem comprometer o desempenho e a saúde de ratos em crescimento. Os efeitos biológicos favoráveis ao emprego de grãos de cevada, dos cultivares MN 743 e BRS LAGOA, como fonte de fibra, foram o aumento no teor de umidade e nitrogênio nas fezes, com aumento no volume fecal, com menores valores de pH, que podem ser atribuídos à elevada digestibilidade da fibra alimentar e pela presença de fibra solúvel nas dietas, com valores de 2,1 e 3,7% respectivamente.

## ABSTRACT

The increasing dietary fiber's consume have been suggested as part of prevention and treatment of several sickness in relation to feeds. In this context, this research aims to evaluate the inclusion effects of hulness barley grains as fiber source on diet. It used growth rats as a biological model, during a period of 23 days. We used 30 weaned male wistar rats

(46.5±7.3g), feed with ration formulated by grains of barley cultivars hulless (MN 743 e BRS LAGOA). This selection was done because there were similar dietary, but, with different soluble/insoluble fiber furthermore, it used a control ration formulated by the AIN-93. The values'average of weight and feed conversion cannot difere in treatment and it was attributed to consume similarity of feed and due to the digestibility of dry matter in experimental rations. Hulness barley grains can be used as nutrients source, substituing 64.8 % of a standard diet at the AIN-93, without involving the performance of growth rats' health. The favorable biological effects to barley'grains of MN 743 and BRS LAGOA cultivars, as a fiber source, it has been humid increasing content and fecal in the nitrogen with increasing fecal volume with less pH values that can be attributed to a highest digestibility of dietary fiber and by soluble fiber on diets, with 2.1 and 3.7% respectively.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, sabe-se que algumas doenças são decorrentes de uma alimentação inadequada, muitas delas relacionadas ao consumo insuficiente de fibras. Embora essa fração exerça efeitos biológicos importantes à manutenção da saúde, seu consumo é restrito devido, especialmente, às suas propriedades sensoriais, visto que a adição de fontes tradicionais de fibra, provocam alterações no sabor dos alimentos<sup>1</sup>, o que os torna indesejáveis para a utilização em dietas.

A fibra alimentar é constituída pela soma de polissacarídeos e lignina de vegetais resistentes à ação de enzimas digestivas humanas<sup>2</sup>, e podem ser classificadas quanto a sua solubilidade, em fibra solúvel e insolúvel. A fibra solúvel é composta por pectinas,  $\beta$ -glucanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses, enquanto a insolúvel é constituída de lignina, pectinas insolúveis, celulose e hemicelulose<sup>3</sup>.

Um grande número de experimentos na área da saúde humana tem demonstrado que as frações insolúveis e solúveis da fibra exercem efeitos metabólicos e fisiológicos diferenciados e podem atuar, na prevenção e/ou melhora de doenças do sistema digestório e cardiológico, no controle glicêmico e no perfil metabólico<sup>4, 5, 6, 7</sup>. Esses efeitos podem ser decorrentes de alterações, bem como do mecanismo de ação da fibra alimentar no cólon, como a taxa de excreção endógena e a passagem do alimento pelo trato digestivo, alterações nas características do bolo alimentar e da digesta, tais como a capacidade de hidratação, o volume, o pH e a fermentabilidade ou ainda, por alterações nas populações e na atividade da microbiota intestinal<sup>8,9</sup>.

O aumento nos teores de fibra insolúvel na dieta pode provocar diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal<sup>10</sup>, causando efeito laxativo<sup>11</sup> e diluição da energia e, conseqüente, aumento compensatório no consumo<sup>12</sup>.

A influencia da fibra solúvel no trato alimentar está relacionada à sua habilidade de reter água e formar géis e também no seu papel como substrato para fermentação de bactérias colonicas<sup>13</sup>. Sendo que o aumento destas geralmente é associado com um incremento na viscosidade das fezes, o que contribui para um trânsito mais lento, da digesta no trato gastrointestinal<sup>14</sup>. A fração solúvel, através das  $\beta$ -glucanas (presentes em grãos de cevada), pode atuar no metabolismo do colesterol, triglicerídeos e na glicemia<sup>6, 15, 16</sup>.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar o efeito da inclusão na dieta de grãos de cevada, com teores semelhantes de fibra alimentar, porém contrastantes nas proporções de fibra insolúvel e solúvel na resposta biológica de ratos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A partir dos resultados da análise bromatológica, de grãos descascados de 17 cultivares de cevada, os dados das frações de fibra alimentar total (FT), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) foram submetidos à análise multivariada de agrupamento (cluster analysis) de acordo com o método de Ward, conforme indicado por Hair<sup>17</sup>, selecionou-se duas cultivares (MN 743 e BRS LAGOA) para comporem as dietas experimentais, por apresentarem níveis semelhantes de FT, mas contrastantes em FI e FS (Tabela 1).

As dietas foram formuladas segundo Reeves et al.<sup>18</sup>, conforme recomendações do American Institute of Nutrition (AIN), com fibra insolúvel de trigo moída (extraída do farelo de trigo por fervura com detergente neutro, seguida de lavagens e filtrações sucessivas com água destilada e seca em estufa a 55-60°C por 72h) como fonte de fibra na dieta controle. Nos demais tratamentos, efetuou-se a substituição total da fibra insolúvel de trigo e parcial do óleo de soja, da caseína, do amido de milho e da sacarose, por grãos descascados e moídos de cultivares selecionadas de cevada, mantendo-se fixos os demais ingredientes (Tabela 2). Desta forma, os tratamentos experimentais foram caracterizados como: T1= ração com grãos descascados e moídos da cultivar MN 743; T2= ração com grãos descascados e moídos da cultivar BRS LAGOA; CONT= ração controle formulada de acordo com o AIN.

O ensaio biológico foi realizado nas dependências do Biotério Central da Universidade Federal de Santa Maria, no qual foram utilizados 30 ratos, (10 ratos para cada tratamento), machos Wistar (46,5±7,3g) desmamados, com 21 dias de idade, distribuídos aleatoriamente entre três tratamentos, alojados em gaiolas de metabolismo individuais, com acesso livre à ração e à água. Durante todo o período experimental, o ambiente foi mantido a 25±2°C e a luminosidade com ciclo claro/escuro (12/12h). O ensaio teve a duração de 28 dias, sendo cinco dias destinados à adaptação dos animais e 23 dias de avaliação. No período de avaliação, diariamente, determinou-se a quantidade de ração consumida (diferença entre o

oferecido e as sobras) e a quantidade de fezes excretadas, enquanto o peso corporal foi realizado com intervalos de três dias consecutivos. Paralelamente a coleta de dados, amostras foram reunidas para a determinação do consumo de matéria seca, umidade nas fezes, produção de fezes úmidas e secas, pH das fezes, excreção fecal de nitrogênio, bem como de fibra total e de fibra insolúvel.

Ao final do período experimental, os animais foram anestesiados com éter etílico e eutanasiados por punção cardíaca, quando coletou-se amostras de sangue. O sangue coletado foi imediatamente centrifugado, durante 10 minutos a 10.000 rpm, para separação do soro, o qual foi conservado sob congelamento até as análises bioquímicas.

As determinações de umidade (estufa a 105°C/12horas), nitrogênio (micro-Kjeldahl) e fibra alimentar total, foram realizadas segundo metodologias descritas na AOAC<sup>19</sup>. O pH fecal foi obtido a partir de uma solução de 1g de fezes em 10ml de água destilada, diretamente com eletrodo específico. A fibra insolúvel foi determinada pela técnica da fibra em detergente neutro (FDN) descrita por Van Soest et al.<sup>20</sup> e o valor da fibra solúvel obtido pela diferença entre os valores de FT e FI.

O experimento foi conduzido em um delineamento completamente casualizado, com dez repetições por tratamento (10 ratos/tratamento), sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados dos efeitos dos tratamentos no consumo de ração, ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), digestibilidade aparente de matéria seca (DAMS), digestibilidade da FT (DFT), FI (DFI) e FS (DFS), e digestibilidade aparente da proteína de bruta (DAPB), nitrogênio fecal (NF), produção de fezes úmidas

(PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal, proteínas totais (PT), albumina (ALB), glicose (GLI), triglicerídeos (TGL) e colesterol (COL).

A semelhança no consumo médio diário de ração entre tratamentos demonstra que a substituição parcial de ingredientes, de uma dieta padrão do AIN-93 (CONT) para ratos em crescimento, por grãos de cevada dos cultivares MN 743 (T1) e BRS LAGOA (T2), não afeta o consumo voluntário dos animais, embora houvesse variações nos teores de fibra alimentar total e de fibra solúvel (T1=2,10%; T2=3,72%; CONT=zero). Estes resultados se assemelham aos observados por Mongeaum et al.<sup>21</sup> e Zhao et al.<sup>22</sup>, que também não observaram efeito no consumo de alimento de ratos em crescimento, recebendo dietas com variações nas frações de FI e/ou FS.

O ganho de peso médio diário dos ratos também não diferiu para as dietas utilizadas, o que pode ser atribuído à semelhança no consumo de ração e na digestibilidade da matéria seca das rações experimentais. Portanto, a presença na dieta de fibra solúvel e diferentes relações entre FI/FS não afetaram estas variáveis. Nesse sentido, Raupp & Sgarbieri<sup>23</sup> ao avaliarem as propriedades físicas, químicas, nutricionais e fisiológicas atribuídas às fibras dos alimentos, constataram que alguns componentes da fibra alimentar influenciam distintamente no processo da digestão e da absorção de nutrientes. A presença, de fibra solúvel nas dietas com grãos de cevada poderia interferir na digestibilidade, aumentando a viscosidade do bolo alimentar, atuando como barreira física, dificultando a ação de enzimas, e sais biliares, causando redução na digestão e absorção de nutrientes, conforme relatado por Almirall & Esteve-Garcia<sup>14</sup> em experimento realizado com aves.

Entretanto, no presente trabalho, estes efeitos não foram observados. Assim, a conversão alimentar, resultado da relação entre consumo de ração e ganho de peso, demonstrou eficiência semelhante entre as dietas experimentais.

A digestibilidade da fibra alimentar total foi maior nas rações formuladas com grãos de cevada, acusando um maior desaparecimento da fibra no trato digestivo, em comparação com a fibra da dieta controle. Este resultado foi decorrente da maior digestibilidade da fibra insolúvel presente nos grãos de cevada, assim como pela participação de fibra solúvel nestes tratamentos, concordando com o que foi observado por Monteiro<sup>24</sup> ao estudar os efeitos de diferentes relações entre FI e FS de grãos de aveia na dieta de ratos em crescimento. Provavelmente, os efeitos observados sejam decorrentes da composição da fibra insolúvel da cevada em relação à fibra insolúvel de trigo e a presença de FS, com maior acessibilidade dos microrganismos da região ceco-cólica, os quais são seletivos e, em ordem de preferência, a FS é degradada em detrimento da FI, o que pode justificar também os dados observados de maior digestibilidade da fibra solúvel em relação a insolúvel. Ao mesmo tempo, a digestibilidade aparente da proteína bruta foi menor nas dietas com grãos de cevada, o que pode ser atribuído a maior excreção de nitrogênio fecal nestes tratamentos.

A digestibilidade aparente da proteína pode ser influenciada pela natureza da fibra alimentar, digestibilidade dos carboidratos da dieta, proporção de proteína na dieta, tempo de trânsito e degradabilidade da fibra<sup>25</sup>. Considerando que a diferença básica entre os tratamentos consistiu na presença de fibra solúvel nos tratamentos com grãos de cevada, pode-se inferir que a FS por ser mais degradável, com maior proliferação de bactérias, gerou maior massa microbiana eliminada nas fezes, concordando com as observações de Schweizer & Edwards<sup>26</sup>.

A maior umidade nas fezes dos animais que receberam dietas com grãos de 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<sup>12</sup>. Dongowski et al.<sup>27</sup>, avaliaram o efeito da fibra de grãos de cevada na dieta, no trato gastrointestinal de ratos, com

7-12g/100g de cevada extrusada ou misturada, em comparação a uma dieta sem cevada, no qual observaram um aumento da massa fecal nos animais que foram alimentados com fibra de cevada. Freitas et al.<sup>28</sup>, evidenciaram com polissacarídeo de soja aumento no peso das fezes em comparação a uma dieta de ratos com celulose, com aumento da umidade das fezes, atribuindo os efeitos a maior fermentação no cólon. Um aumento na produção e volume das fezes é importante para prevenir constipação e hemorróidas assim como para fornecer substrato ao crescimento bacteriano, o que aumenta a produção e concentração de produtos potencialmente protetores, enquanto dilui a produção e concentração de compostos potencialmente tóxicos.

A diminuição nos valores de pH das fezes dos animais que consumiram rações com grãos de cevada, também pode estar relacionada, a presença de fibra solúvel nestas dietas, a qual segundo Jenkins et al.<sup>29</sup> é mais facilmente fermentada pelas bactérias do que a fibra insolúvel. A fibra alimentar, na região ceco-cólica, é assimilada e fermentada pelas bactérias colônicas, sendo convertida em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Ao mesmo tempo, microrganismos específicos produzem ácido láctico que, juntamente com os AGCC, promovem diminuição do pH da massa fecal. Este efeito da fibra solúvel é benéfico, pois cria um meio que é antagonista ao crescimento de bactérias patogênicas e putrefativas. Quantidades aumentadas de AGCC também media o crescimento do epitélio intestinal, parcialmente como fonte direta de energia (efeito butirato) e parcialmente via estimulação do hormônio do crescimento. Estes efeitos resultam em aumento na espessura e saúde da parede intestinal.

As PT, ALB, GLI, TGL e COL avaliados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Esses resultados demonstram que grãos de cevada, independente das proporções entre FI e FS, podem ser usados como fonte de fibra alimentar na dieta, sem alterar os valores bioquímicos sanguíneos. Entretanto, não foi verificado efeito das dietas com grãos de cevada na redução dos níveis sanguíneos de triglicerídeos e

colesterol, como observado em outros trabalhos com inclusão nas dietas de fibra alimentar, em especial de fibra solúvel. A ausência de efeitos, possivelmente, se deva ao consumo insuficiente de fibra solúvel e ao curto período experimental (23 dias). Glore et al.<sup>30</sup> observaram reduções de 10 a 14% nos níveis de colesterol, quando adicionaram fibra solúvel em dietas, enquanto Silva et al.<sup>31</sup> verificaram redução nos níveis de triglicerídeos no sangue de ratos com período experimental de 63 dias, com 15% de farelo de trigo e aveia em comparação aos níveis de 5 e 10% dos mesmos farelos. De forma semelhante Fietz & Salgado<sup>32</sup>, estudaram o efeito de níveis de pectina e celulose (5, 10, 15 e 20%), concluíram que dietas com 10 e 15% de pectina reduzem os níveis sanguíneos de colesterol e triglicerídeos.

## CONCLUSÕES

Grãos de cevada descascados podem ser empregados como fonte de nutrientes substituindo até 65,8% de uma dieta padrão do AIN-93, sem comprometer o desempenho e a saúde de ratos em crescimento. Os efeitos biológicos, favoráveis ao emprego de grãos de cevada, das cultivares MN 743 e BRS LAGOA como fonte de fibra foram o aumento no teor de umidade e nitrogênio nas fezes, com aumento no volume fecal, com menores valores de pH, que podem ser atribuídos à elevada digestibilidade da fibra alimentar e a presença de fibra solúvel nas dietas, com valores de 2,1 e 3,7% respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yue P.; Waring S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, 1998; 43:690-695.

2. Peterson MP. Composition and nutritional characteristics oat grain and product. In: MARSHALL, H.G.; SOLLELLS, M.S. (Ed.) Oat science and tecnologia. Madison. **Amerian Society Agronomy**, 1992; p.266-287.
3. Guerra NB; David PRS; De Melo DD; Vasconcelos ABB; Guerra MRM. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Rev Nutrição** 2004; 17:45-52.
4. Guillon F; Champ M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int.**, Ontario, 2000; 33(3-4): 233-245.
5. Kalra S; Jood S. Effect of Dietary Barley b-Glucan on Cholesterol and Lipoprotein Fractions in Rats. **J Cereal Sci.** 2000; 31:141–145.
6. Li J; Kaneko T; Qin L-Q; Wang J; Wang Y. Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. **Nutrition.** 2003; 19(11/12):926-929.
7. Truswel AS. **Cereal grains and coronary heart disease.** Biochemistry Department. 2006
8. Van Soest PJ. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaka: Cornell University Press, 1994, 476p.
9. Wenk C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Anim. Feed Sci. Tech.** 2001; 90(1):21-33.
10. Warner ACI. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutr. Abstr. Rev.** (Series 'B'), Farnham Royal 1981; 51(12):789-975.
11. Eastwood MA The physiological effect of dietary fiber: an update. **Annu Rev. Nutr.** 1992; 12(1):19-35.
12. Warpechowski MB. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal.** 1996. 125f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996

13. Maham LK.; Scott-Stump, SMA. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10<sup>a</sup> ed. São Paulo: Roca, 2002.
14. Almirall M; Esteve-Garcia E. Rate of passage of barley diets with chromium oxide: influence of age and poultry strain and effect of  $\beta$ -glucanas e supplementation. **Poult. Sci.**1994; 73(9):1433-1440.
15. Yalçın E et al. Effects of genotype and environment on  $\beta$ -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chem.** 2007; 101:171-176.
16. Li J; Wang, J; Kaneko T; Qin L-Q; Sato A. Effects of fiber intake on the blood pressure, lipids , and heart rate in Goto Kakizaki rats. **Nutrition.** 2004; 20:1003-1007.
17. Hair Jr., JF; Anderson RE; Tahman RL.; Black WC. **Multivariate data analysis**. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 730p.
18. 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. **J. Nutrit.** 1993; 23(11):1939-1951.
19. AOAC - Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16<sup>th</sup> ed. Washington, D.C., 1995.
20. Van Soest PJ; Robertson JB; Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 1991; 74:3583.
21. Mongeau R; Siddiqui IR; Emery J; Brassard R. Effect of dietary fiber concentrated from celery, parsnip, and rutabaga on intestinal function, serum cholesterol, na blood glucose response in rats. **J. Agric. Food Chem.** 1990;38(2):195-200.
22. Zhao X; Jorgensen H; Eggum BO. The influence of dietary fibre on body composition visceral, organ Weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **Br. J. Nutr.** 1995; 73(5):687-699.

23. Raupp DS; Sgarbieri VC. Efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 1996; 16(2):100-107.
24. Monteiro F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos.** 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria/RS.
25. Eggum BO; Beames RM.; Wolstrup J; Buch knudsen KE. The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. **Br. J. Nutr.** 1984; 51:305-314.
26. Schweizer TF; Edwards CA. (Eds.) **Dietary Fibre - A Component of Food, Nutritional function in health and disease.** London: Edited by. Springer-Verlag, 1992, 354p.
27. Dongowski G; Huth M; Gebhardt E; Flamme W. Dietary fiber-rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats. The American Society for Nutritional Sciences. **J. Nutr.** 2002; 132:3704-3714.
28. Freitas KC; Motta MEFA; Amâncio OMS; Neto UF; Morais MB. Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento; **J. Ped.** 2004; 80(3).
29. Jenkins DJ; Wolever TM, et al. Fiber and starch foods: gut function and implications in disease. **Am. J. Gastr.** 1986.
30. Glore SR; Treeck DV; Knehans AW et al. Soluble Fiber and Serum Lipids: Literature Review. In **J. Am. Diet. Assoc.** 1994; 94 (4):425-36.
31. Silva MAM; et al. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos Wistar. **Ciênc Agrotec.** 2003; 27 (6):1321-1329.
32. Fietz VR; Salgado JM. Efeito da pectina e da cellulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hipercolesterolemicos. **Cienc.Tecnol. Aliment.** 1999; 19(3).

**Tabela 1.** Análise do agrupamento de cultivares de cevada descascada, considerando-se os valores de fibra total (FT), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS)

CULTIVAR	FT	FI	FS	GRUPOS*
BRS 195	11,24	6,90	4,36	1
BRS BOREMA	8,48	5,66	2,82	
MN 721	10,84	6,41	4,42	
PFC 2001048	8,25	4,18	4,07	
PFC 2001052	10,54	6,27	4,28	
Média	9,87	5,88	3,99	
BRS 225	11,50	4,93	6,57	2
BRS LAGOA	12,09	6,33	5,75	
BRS MARCIANA	11,98	6,94	5,04	
BRS MARIANA	11,74	6,32	5,42	
EMBRAPA 128	13,73	7,50	6,23	
MN 610	10,11	5,03	5,08	
MN 698	11,53	7,24	4,29	
MN716	10,91	6,26	4,65	
PFC 99199	12,70	6,97	5,74	
Média	11,81	6,39	5,41	
EMBRAPA 127	10,82	6,89	3,94	3
MN 743	12,09	8,84	3,24	
PFC 200048	10,05	7,12	2,93	
Média	10,98	7,61	3,37	

\*Grupos 1, 2 e 3 diferem entre si pelo teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2.** Composição das dietas experimentais em g/100g

Ingredientes	T1*	T2*	CONT*
Óleo de soja	5,72	5,83	7,00
Mistura mineral*	3,50	3,50	3,50
Mistura vitamínica*	1,00	1,00	1,00
L-cistina	0,3	0,3	0,3
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25
BHT	0,0014	0,0014	0,0014
Sacarose	5,13	5,25	10,00
Caseína	11,47	10,86	20,00
Amido de milho	7,78	8,16	52,95
Fibra insolúvel de trigo	-----	-----	5,00
Cevada MN 743	64,85	0,00	0,00
Cevada BRS LAGOA	0,00	64,85	0,00
Kcal (kcal/100g)	407,70	409,08	420,04

\* T1 – Tratamento com grãos de cevada MN 743

\*T2 – tratamento com grãos de cevada BRS LAGOA

\*CONT – Tratamento com fibra insolúvel de trigo

\*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; piridoxina-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.

**Tabela 3.** Efeito das proporções de fibra insolúvel (FI) e de fibra solúvel (FS) em relação a fibra total (FT) sobre o consumo de ração, ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), digestibilidade aparente de matéria seca (DAMS) digestibilidade da fibra total (DFT), digestibilidade da fibra insolúvel (DFI), digestibilidade da fibra solúvel (DFS), digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB), nitrogênio nas fezes (NF), produção de fezes úmidas (PFU), produção de fezes secas (PFS), umidade das fezes (UF), pH fecal, proteínas totais (PT), albumina (ALB), glicose (GLI), triglicerídeos (TGL) e colesterol (COL) em função dos tratamentos experimentais

Variáveis	T1	T2	CONT
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Consumo(g)	26,79 ± 1,62*	25,08 ± 2,25	25,97 ± 1,03
GP(g)	16,34 ± 1,97*	15,00 ± 1,98	16,15 ± 1,19
CA(g)	4,74 ± 0,34*	5,02 ± 0,68	4,64 ± 0,25
DAMS(%)	95,66 ± 0,31*	95,79 ± 0,45	95,79 ± 0,21
DFT(%)	76,50 ± 2,89 <sup>a</sup>	78,78 ± 3,92 <sup>a</sup>	42,20 ± 10,59 <sup>b</sup>
DFI(%)	76,29 ± 3,44 <sup>a</sup>	70,45 ± 5,62 <sup>a</sup>	56,71 ± 7,73 <sup>b</sup>
DFS(%)	94,41 ± 3,30 <sup>a</sup>	88,16 ± 7,39 <sup>b</sup>	-----
DAPB(%)	92,52 ± 0,59 <sup>b</sup>	93,06 ± 0,95 <sup>b</sup>	94,56 ± 0,71 <sup>a</sup>
NF(%)	5,66 ± 0,20 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,58 <sup>ab</sup>	4,16 ± 0,47 <sup>b</sup>
PFU(g)	1,86 ± 0,23 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,49 <sup>ab</sup>	1,47 ± 0,47 <sup>b</sup>
PFS(g)	1,02 ± 0,11*	0,93 ± 0,16	0,96 ± 0,07
UF(%)	45,07 ± 3,92 <sup>a</sup>	42,63 ± 8,29 <sup>a</sup>	34,41 ± 5,08 <sup>b</sup>
pH fecal	5,64 ± 0,24 <sup>b</sup>	5,73 ± 0,33 <sup>b</sup>	6,63 ± 0,21 <sup>a</sup>
PT	6,17 ± 0,42*	6,31 ± 0,76	5,98 ± 0,24
ALB	3,07 ± 0,08*	2,93 ± 0,24	2,95 ± 0,14
GLI	135,90 ± 32,34*	111,32 ± 28,64	126,53 ± 16,48
TGL	61,26 ± 27,65*	52,34 ± 27,97	48,31 ± 14,67
COL	88,62 ± 16,14*	80,13 ± 19,16	78,36 ± 12,57

Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

\* = não significativo

DP= desvio padrão

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda por produtos com conteúdo calórico reduzido não decorre apenas do interesse do consumidor por produtos relacionados a dietas de controle de peso, mas da crescente preocupação com os benefícios trazidos pelos mesmos para a saúde. Esta preocupação se deve, principalmente, à grande controvérsia sobre as implicações nutricionais do consumo de gorduras e pelos benefícios do aumento do consumo de fibra na dieta.

Várias doenças são decorrentes de uma alimentação desequilibrada, muitas delas causadas pelo consumo excessivo de alimentos processados e refinados, com baixa quantidade de fibra. Embora os efeitos benéficos dessa fração sejam extensamente estudados e relatados, seu consumo é pouco estimulado devido à alteração nas características organolépticas provocados pela inclusão da fibra nos alimentos.

Trabalhos sobre as fibras têm sido realizados nos últimos tempos e vêm constatando seus inúmeros benefícios para a saúde, tanto no tratamento como na prevenção de doenças como diabetes, hiperlipidemias, obesidade, constipação e câncer de cólon. Neste contexto, vê-se a necessidade da ingestão de alimentos que não somente preencham as necessidades energéticas, mas também contribuam com nutrientes fundamentais para manter a saúde, como fibras e proteínas.

Atualmente a cevada, baseia-se nas recomendações em relação ao valor nutricional, no qual, os de maior importância presentes em maior quantidade são amido, proteínas e fibras e suas frações, insolúvel e solúvel, e nesta as  $\beta$ -glucanas, que conferem benefícios a saúde,

Dentre as características dos nutrientes majoritários, amido, proteína e fibra componentes do grão de cevada, merecem ser avaliados pela importância nutricional. No artigo 1, os resultados obtidos evidenciam que é possível a formação de grupos, com características diferenciadas, considerando os parâmetros avaliados, tanto na forma integral como descascada. A partir dessas diferenças, grãos de cevada poderão ser usados com diferentes objetivos na nutrição humana, agregando valor nutricional a um alimento e melhorando a qualidade do mesmo, além de servir de referência para o melhoramento genético na produção de grãos com características diferenciadas.

Outro aspecto importante a ressaltar, além da composição nutricional, está relacionado ao processamento (descascamento) do grão de cevada, o qual pode alterar a composição nutricional do mesmo. Essa alteração foi observada no artigo 1, onde se observou uma redução significativa no teor de FT, FI, FS quando os grãos de cevada foram descascados. Também pode-se observar uma variação significativa entre as cultivares em relação à porcentagem de casca, o que reflete diretamente no rendimento dos grãos na indústria de processamento e no direcionamento do seu uso.

Sabe-se que as frações da fibra alimentar exercem efeitos diferenciados sobre o organismo humano, auxiliando na prevenção ou melhora de várias doenças. Sendo assim, através dos resultados do artigo 2, pode-se atribuir uma melhora com o uso de grãos de cevada nas doenças relacionadas ao trato gastrointestinal, dentre elas o aumento do volume fecal, diminuição do pH, maior umidade das fezes, o que pode ser atribuída a presença da FS por sua capacidade de hidratação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., supplement 1998. Washington: AOAC, 1995, 1018p.

ALMIRALL M; ESTEVE-GARCIA E. Rate of passage of barley diets with chromium oxide: influence of age and poultry strain and effect of  $\beta$ -glucanas e supplementation. **Poultry Science**, v.73, n.9, p.1433-1440, 1994.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **A portaria nº 398 de 30/04/99**. Aprova o regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem.

AUSMAN, L.M. Fiber and colon cancer: does the current evidence justify a preventive policy? **Nutrition Reviews**. v.51, n.2, p.57-63,1993.

BEDFORD, M.R.; CLASSEN, H.L.. An in vitro assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. **Poultry Science**, Champaing, v. 72, n.1, p.137-143, 1992.

BEHALL, K.M. et al. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **American Journal Clinical of Nutrition**, v.80, n.5, p.1185-1193, 2004.

BHATTY, R.S.  $\beta$ -glucan and flour yield of hull-less barley. **Cereal Chemistry**, v.76, p.314-315, 1999.

BHATTY, R.S.; ROSSNAGEL, B.G. Comparison of Pearled and Unpearled Canadian and Japanese Barleys. **Cereal Chemistry**, v.75, p.15-21, 1998.

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

CALLEGARO, M.G.L. et al. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.271-274, 2005.

COPPINI, L.Z. Fibra Alimentar. **Congresso Brasileiro de Nutrição e Câncer**. São Paulo, 2004.

DONGOWSKI, G. et al. Dietary fiber-rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats. **Journal of Nutrition**, Germany, v.132, p.3704-3714, 2002.

EASTWOOD, M.A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Annual Reviews of Nutrition** v.12, n.1, p.19-35, 1992.

EGGUM, B.O.; BEAMES, R.M.; WOLSTRUP, J.; BUCH KNUDSEN, K.E. The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. **British Journal of Nutrition**. v.51, p.305-314, 1984.

ENGLYST, H.N., KINGMAN, S.M., CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, p.S33-S50, 1992.

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

EVERS, A.D. et al. Cereal structure and composition. **Aust. Journal Agric. Res**, Austrália, v.50, n.5, p.629-50, 1999.

FAO/WHO (1997). Food and Agricultural Organization / World Health Organization. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of s Joint FAO/WHO Expert Consultation, **Food and Nutrition paper**, FAO, Rome, v.140, p.14-18,1997.

FDA (1998) Food And Drug Administration. Center for Food. Safety & Applied. **Nutrition**. A good labeling guide: appendix C Health Claims. 1998.

FIETZ, V.R.; SALGADO, J.M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hipercolesterolemicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, 1999.

FREITAS, K.C. et al. Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento; **Jornal de Pediatria**, v. 80, n.3, 2004.

FREITAS, M.C.J. Amido resistente: propriedades funcionais, **Nutrição Brasil**, v.1, p.40-48, 2002.

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

GLORE, S.R. et al. Soluble Fiber and Serum Lipids: Literature Review. In **Journal American Diet. Association**, v.94 n.4, p.25-36, 1994.

GUERRA, N.B. et al. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição**, v.17, p.45-52, 2004..

GUILLO, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int.**, Ontario, v.33, n.3-4, p.233-245, 2000.

GUTKOSKI, L.C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glucanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, 1999.

HAIR Jr., J.F. et al. **Multivariate data analysis**. 5.ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 1998. 730p.

HELM, C.V.; DE FRANCISCO, A. Chemical characterization of Brazilian hulness barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n 6, 2004.

HOLTEKJØLEN, A.K. et al. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. **Food Chemistry**, Norway. v.102, n.3, p.954-955, 2007.

HOWE, G.R. et al. Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. **Journal National Cancer Inst.**, v.84, n.24, p.1887-96, 1992.

JENKINS, D.J.; WOLEVER, T.M., et al. Fiber and starch foods: gut function and implications in disease. **American Journal of Gastrology**, 1986.

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

LEVIN, R.J. Carboidratos. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C., **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9ª ed. São Paulo: Manole; 2003. p.56 – 57.

LI, J. et al. Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. **Nutrition**, Japan, v.19, n.11/12, p.926-929, 2003.

LI, J. et al. Effects of fiber intake on the blood pressure, lipids, and heart rate in Goto Kakizaki rats. **Nutrition**, Japan, v. 20, p.1003-1007, 2004.

LOBO, A. R.; LEMOS SILVA, G.M. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, 16(2): 219-226, abr./jun., 2003.

LONDERO, P.M.G. et al. Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.51-58, 2006.

MAHAM, L.K. & SCOTT-STUMP, S. M. A. Krause: **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10 ed. São Paulo: Roca, 2002, 1157p.

MAFFEI, H.V.L. Constipação crônica funcional. Com que fibra suplementar? **Jornal de pediatria**, v.80, n.3, 2004

MATSUO, T. et al. Science of the rice Plant. Vol. II, Physiology. **Food and Agriculture policy Research center**, Tokyo, 1995.

MINELLA, E. Cevada brasileira: situação & perspectivas. [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co2t1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm), acessada em 04/01/2007.

MOLINA-CANO, J.L. et al. Genetic and Environmental Variation in Malting and Feed Quality of Barley. **Journal of Cereal Science**, Spain, n.25, p.37-47, 1997.

MONGEAU, R. et al. Effect of dietary fiber concentrated from celery, parsnip, and rutabaga on intestinal function, serum cholesterol, and blood glucose response in rats. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.38, n.2, p.195-200, 1990.

MONTEIRO, F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos.** 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MONRO, J.A. Evidence-based food choice: the need for new measures of food effects. **Trends Food in Science & Technology**, Ontario, v.11, n.4-5, p.136-144, 2000.

MOORE, M.A. et al. Soluble and insoluble fiber influence on cancer development. **Critical Review oncology/hematology**, v. 27 p.229-242, 1998.

MUIR, J. G.; O'DEA, K. Measurement of resistant starch: factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.56, p.123-127, 1992.

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

PETERSON, M.P. Composition and Nutritional Characteristics Oat Grain and Product. In: MARSHALL, H.G.; SOLLELLS, M.S. (Ed.) Oat science and technology. Madison. **Amerian Society of Agronomy**, 1992; p.266-287.

RAUPP, D.S.; SGARBIERI, V.C. Efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 16, n.2, p.100-107, 1996

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, Jr. G.C. 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**, v.23, n.11, p.1939-1951, 1993.

RIBEIRO, N. D. et al. Dissimilaridade genética para teor de proteína e fibra em grãos de feijão dos grupos preto e de cor. **Revista Brasileira Agrociencia**, Pelotas, v.11, n.2, p.167-173, 2005.

SANDHU, K. S.; SINGH, N.; KAUR, N. Characteristics of the different corn types and their grain fractions: physicochemical, thermal, morphological, and rheological properties of starches. **Jounal of Food Engeneering**, v. 64, p. 119-127, 2004.

SCHWEIZER, T.F.; EDWARDS, C.A. (Eds.) **Dietary Fibre - A Component of Food, Nutritional function in health and disease**. London: Edited by. Springer-Verlag, 1992, 354p.

SILVA, M.A.M. et al. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos Wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n. 6, p.1321-1329, 2003.

SILVA, D.B. et al. BRS 180: Cevada cervejeira para cultivo irrigado no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1689-1694, 2000.

STORK, C.R. **Variação na composição química de cultivares de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos**, RS. 2004. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TRUSWEL, A.S. Cereal grains and coronary heart disease. Biochemistry Department. 2006.

VANDEPUTTE, G.E. et al. Rice starch. I. Structural aspects provide insight into crystallinity characteristics and gelatinisation behavior of granular starch. **Journal of Cereal Science**. v.38, p.43-52, 2003.

VANDERHOOF, J.A. Immunonutrition: The role of carbohydrates. **Nutrition Research**., New York, v. 14, n. 7/8, p.595-598, 1998.

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

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

WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Anim. Feed of Science Technology**, v.90, n. 1, p.21-33, 2001.

WARNER, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstract Rev.** (Series 'B'), Farnham Royal, v. 51, n.12, p.789-975, 1981.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de aves intactas, cecotomizadas e fistuladas no íleo terminal.** 1996. 125f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 1996.

XUE, Q. et al. Influence of the hullness, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. **Journal of Cereal Science**, n.26, p.2251-257, 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**, Turkey, v.101, p.171-176, 2007.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, v. 43, p.690-695, 1998.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B.O. The influence of dietary fibre on body composition visceral, organ Weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **British Journal of Nutrition**, Cambridge. v.73, n.5, p.687-699, 1995.

## ANEXO 1

### ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

#### **Apresentação**

Os trabalhos devem ser apresentados em duas vias e cópia das ilustrações. Textos em disquetes serão acompanhados do printer (cópia impressa fiel, do disquete), no programa word; apresentados em lauda-padrão - A4 (30 linhas de 70 toques e espaços duplos); os textos devem ter de 15 a 30 páginas, no máximo.

#### **Estrutura do trabalho**

Os trabalhos devem obedecer à seguinte seqüência: Título; Autor(es) (por extenso e apenas o sobrenome em maiúscula);Filiação científica do(s) autor(es) (indicar em nota de rodapé: Departamento, Instituto ou Faculdade, Universidade-sigla, CEP, Cidade, Estado, País); Resumo (com o máximo de 200 palavras); Palavras-chave (com até 7 palavras retiradas de Thesaurus da área, quando houver); Texto (Introdução, Material e Método(s), Resultado(s), Discussão, Conclusão); Agradecimentos; Abstract e keywords (versão para o inglês do resumo e palavras-chave precedida pela Referência Bibliográfica do próprio artigo); Referências Bibliográficas (trabalhos citados no texto).

#### **Referências bibliográficas**

Devem ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e numeradas consecutivamente, seguir a NBR 6023 (agosto2000) da ABNT.

#### **Livros e outras monografias**

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários. 2. Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1978. 144p.

#### **Capítulos de livros**

DEL NEGRO, G. Doenças produzidas por fungos. In: GUIMARÃES, R.X.; GUERRA, C. C. Clínica e laboratório: interpretação P.255-259 clínica das provas laboratoriais. São Paulo:Sarvier,1976.p.255-259.

**Dissertações e teses**

VEIGA NETO, E. R. Aspectos anatômicos de glândula lacrimal e de sua inervação no macaco-prego (*Cebus apella*), (Linnaeus, 1758). 1988. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

**Artigos de periódicos**

Os títulos de periódicos deverão ser abreviados conforme o Biological Abstract, Chemical Abstract, Index Medicus, Current Contents. Exemplos:

SOUZA, V. Indicação de grampos para extremidades livres. Rev. Odont. UNESP, São Paulo, v.20, p.299-310, 1991.

**Trabalhos de congressos ou similar (publicado)**

TRAINA JUNIOR, C. GEO: um sistema de gerenciamento de base de dados orientado a objeto: estado atual de desenvolvimento e implementação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCOS DE DADOS, 6, 1991, Manaus. Anais...Manaus: Imprensa Universitária da FUA, 1991. P.193-207.

**Citação no texto**

Utilizar sistema numérico. A citação de um autor no texto (quando necessária) deverá ser pelo sobrenome e o número da referência na entrelinha superior. No caso de dois autores, os sobrenomes devem ser separados por &. Mais de dois autores, indicar apenas o sobrenome do primeiro seguido de et al.

**Notas**

Devem ser reduzidas ao mínimo e colocadas no pé de página. As remissões para o rodapé devem ser feitas por asteriscos, na entrelinha superior.

**Anexos e/ou apêndices**

Serão incluídos somente quando imprescindíveis à compreensão do texto.

## **Tabelas**

Devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos e encabeçadas pelo título.

## **Figuras**

Desenhos, gráficos, mapas, esquemas, fórmulas, modelos (em papel vegetal e tinta nanquim, ou computador); fotografias (em papel brilhante); radiografias e cromos (em forma de fotografia). As figuras e suas legendas devem ser claramente legíveis após sua redução no texto impresso de 10 X 17cm. Devem-se indicar, a lápis, no verso: autor, título abreviado e sentido da figura. Legenda das ilustrações nos locais em que aparecerão as figuras, numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e iniciadas pelo termo FIGURA.

## **Unidade de medida e símbolos**

Devem restringir-se apenas àqueles usados convencionalmente ou sancionados pelo uso. Unidades não usuais devem ser claramente definidas no texto. Nomes comerciais de drogas citados entre parênteses, utilizando-se no texto, o nome genérico das mesmas. Fórmulas e equações escritas em linha, por exemplo, escreva a/b, x, escreva  $ex/2$ . Os dados e conceitos emitidos nos trabalhos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade dos autores. Os trabalhos que não se enquadrarem nestas normas serão devolvidos aos autores, ou serão solicitadas adaptações, indicadas por carta pessoal.

## **Indexação/Indexing**

Os artigos publicados na ALIMENTOS E NUTRIÇÃO são indexados por:/The articles published in ALIMENTOS E NUTRIÇÃO are indexed by:

Abstracts on Tropical Agriculture; Base de Dados IALINE; Biological and Agricultural Index; CAB Abstracts; CAS DDS; Chemical Abstrats; Food Science and Technology Abstracts (FSTA); Foods Adlibra; Key to the World's Food Literature; Francis – Leather-Head Food Research Abstracts; Industries Agro-Alimentaires: Bibliographie Internationale; Nutrition Abstracts and Reviews; Periodica: Indice de Revistas Latinoamericanas en Ciências; Science and Technology Abstracts journal; Survey of Periodic Publications; Survey Food Literature.

**Assinatura/Subscribe**

Solicita-se permuta/Exchange desired

Endereço/Address

Envio dos trabalhos

Correspondência e artigos para publicação deverão ser encaminhados a:/ Correspondence and articles should be addressed by:

**ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP

Rodovia Araraquara-Jaú, Km 1

Caixa Postal 502

14801-902 Araraquara, SP - Brasil

Fax:(0XX16)222-0073 Email to: [revistas@fcfar.unesp.br](mailto:revistas@fcfar.unesp.br)

## ANEXO 2

### REVISTA BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO

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 humanos 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.

## **Forma e preparação de manuscritos**

### **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 proceder ajustes de gramática 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. A carta deve indicar o nome, endereço, números de telefone e fax do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

**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 nome de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima, podendo, nesse caso, figurar na seção Agradecimentos.

Os manuscritos devem conter, ao final, 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 duplo, com fonte Times New Roman tamanho 12 e limite máximo de 25 páginas para Artigo Original ou de Revisão, 10-15 páginas para Comunicação e Ensaio e 5 páginas para Nota Científica. 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. Aceitam-se trabalhos escritos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês. Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50.

**Página de título:** deve conter: a) título completo; 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; d) endereço completo para correspondência com os autores, incluindo o nome para contato, telefone, fax e e-mail.

**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 indicar formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações. 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. **Metodologia:** deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

**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 independente-mente 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. A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações e gráficos), que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente). Sugere-se nanquim ou impressão de alta qualidade. **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. Se incluídas na seção *Discussão*, não devem ser repetidas.

**Agradecimentos:** podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração 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 às 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 consecutivamente, seguindo a ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no estilo *Vancouver*. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. A ordem de citação no texto obedecerá esta numeração. 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*.

**Citações bibliográficas no texto:** deverão ser colocadas 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 mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.**

### **Exemplos**

#### **Livros**

Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

**Capítulos de livros**

Monteiro CA. La transición epidemiológica en el Brasil. In: Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

**Artigos de periódicos**

Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nutritional sciences in Brazil: the pioneer work of institutions and scientists. *Nutrition*. 2004; 20(2):174-6.

**Dissertações e teses**

Moutinho AE. Representações sociais na manutenção do peso corporal. O que e quem o discurso revela [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

**Trabalhos apresentados em congressos, simpósios, encontros, seminários e outros**

Moreira EAM, Fagundes RLM, Faccin GL, Couto MM, Torres MA, Wilhelm Filho D. The effect of alcohol ingestion during lactation on oxidative stress. In: *Annals of the 17th International Congress of Nutrition & Metabolism*; 2001 Aug; Austria, Vienna; 2001. Abstract 6.06.135.

**Material Eletrônico.****Periódicos eletrônicos, artigos**

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. *Rev Nutr [periódico eletrônico]* 2002 [citado em 2002 Jun 10];15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

**Texto em formato eletrônico**

World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>

**Programa de computador**

Dean AG, *et al.* *Epi Info* [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do *Committee of Medical Journals Editors* (Grupo Vancouver) (<http://www.icmje.org>).

## **LISTA DE CHECAGEM**

Declaração de responsabilidade e transferência de Direitos Autorais assinada por cada autor

Enviar ao editor quatro vias do manuscrito

Incluir título do manuscrito, em português e inglês

Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências está reproduzido com letras *Times New Roman*, corpo 12 e espaço duplo, e margens de 3 cm

Incluir título abreviado (short title), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas impressas

Incluir resumos estruturados para trabalhos e narrativos, para manuscritos que não são de pesquisa, com até 150 palavras nos dois idiomas português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação

### **Legenda das figuras e tabelas**

Página de rosto com as informações solicitadas

Incluir 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, ano de defesa e número de páginas

Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo *Vancouver*, ordenadas na ordem em que foram mencionadas a 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, para pesquisa com seres humanos

## **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.

Primeiro autor:

Autor responsável pelas negociações: Título do manuscrito:

1. Declaração de responsabilidade: todas as pessoas relacionadas como autores 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, exceto o descrito em anexo.

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

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   /