

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

**Avaliação Química e Sensorial do Grão da Aveia
em diferentes formas de Processamento**

Dissertação de Mestrado

Viviane Terezinha Sebalhos Dal Molin

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**Avaliação Química e Sensorial do Grão da Aveia
em diferentes formas de Processamento**

Viviane Terezinha Sebalhos Dal Molin

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. Dr. José Laerte Nörnberg

Santa Maria, RS, Brasil

2011

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

**Avaliação Química e Sensorial do Grão da Aveia
em diferentes formas de Processamento**

elaborada por
Viviane Terezinha Sebalhos Dal Molin

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

José Laerte Nörnberg, Dr.
Presidente/Orientador

Luisa Helena Rychecki Hecktheuer, Dr^a (UFMS)

Virginia Cielo Rech, Dr^a (UNIFRA)

Santa Maria, 29 de março de 2011

*Dedico este trabalho ao meu esposo,
Ricardo Simão Diniz Dalmolin, que
Sempre foi um grande incentivador
Na minha vida e caminhada acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pelo imenso e incondicional amor e à Mãe do céu que sempre me amparou e acolheu em seus braços de Mãe carinhosa.

Ao meu pai, Nilso Sebalhos (*in memoriam*) pela semente de união que deixou na nossa grande família Sebalhos e minha mãezinha Suzette Cezar Sebalhos, que sempre foi uma guerreira que nos oferta diariamente o exemplo de garra, perseverança e integridade.

Ao meu esposo, Ricardo Simão Diniz Dalmolin, pelo amor, companheirismo, dedicação, compreensão, pela disposição e pela alegria de viver, sempre agregando o amor e Deus na nossa família e familiares. Te amo e admiro muito.

Aos meus amados filhos, Riane, Ricardo Júnior e Henrique, minha razão de viver e melhorar cada vez mais, pela compreensão de muitas vezes não estar presente fisicamente. Amo imensamente e incondicionalmente vocês.

Às minhas guerreiras irmãs Lucia, Cláudia, Sandra, Any e Kátia, meu grande orgulho, pelo laço de amor que nos une numa grande família de presença e companheirismo.

À toda minha família Sebalhos e família Dalmolin, pela convivência de respeito, alegria e muito amor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Laerte Nörnberg, pelas orientações, ensinamentos e paciência nesse tempo de convivência.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) pela oportunidade de realizar o sonho de dar continuidade ao meu aperfeiçoamento acadêmico.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela contribuição no meu crescimento como profissional.

À professora Dr^a Luisa Helena R. Hecktheuer pela dedicação e orientações prestadas.

À professora Dr^a Virgínia Cielo Rech pela disponibilidade em fazer parte da banca examinadora desse trabalho.

Aos professores Moacir Cardoso Elias (UFPEL) e Luis Carlos Gutkoski (UPF) pelo auxílio prestado.

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

À amiga Mariana Novack, sempre pronta para ajudar, pelas palavras de incentivo e ânimo, dedicação, pelos ensinamentos e parceria nas técnicas realizadas para esse trabalho, na análise sensorial e principalmente das muitas madrugadas para determinações de fibras.

À amiga Gitane Fuke, obrigada pela força, ensinamentos e parceria nas realizações das técnicas e estudos dos dados obtidos.

Aos colegas do NIDAL, Rudolf Scheibler, pela paciência, atenção e ensinamentos e ao Mário Rodrigues, pela ajuda nas técnicas realizadas, especialmente nas destilações e titulometrias.

Agradeço ao Carlos Rubini, pela disponibilidade e dedicação, especialmente na leitura de minerais em espectrofotômetro.

Aos colegas de turma do Programa Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela amizade, convivência e contribuições.

À Direção, colegas e aos meus alunos do Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pelo estímulo e amizade durante todo tempo de convívio.

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

“Não podemos fazer grandes coisas na terra. Tudo o que podemos fazer são pequenas coisas com muito amor.”

“As palavras de amizade e conforto podem ser curtas e sucintas, mas seu eco é infundável. Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

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

AValiação QUÍMICA E SENSORIAL DO GRÃO DA AVEIA EM DIFERENTES FORMAS DE PROCESSAMENTO

AUTORA: Viviane Terezinha Sebalhos Dal Molin

ORIENTADOR: José Laerte Nörnberg

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de março de 2011.

A aveia é um cereal com grande potencial de produção, proveniente principalmente da região sul do Brasil. Apresenta destaque devido as suas características nutricionais com vários benefícios à saúde humana. O uso de produtos contendo fibras de aveia tem despertado grande interesse devido à funcionalidade desses alimentos, no sentido de amenizar e prevenir doença como hipercolesterolemia, diabetes e doenças cardiovasculares. O objetivo desse trabalho foi determinar a composição química, assim como avaliar sensorialmente a aparência, textura e sabor de amostras de grãos de aveia em diferentes formas de processamento. Para a composição química foram utilizadas amostras de grãos de aveia com casca, grãos de aveia descascada, grãos de aveia descascada tostada, aveia em flocos, aveia em flocos finos, farelo de aveia e farinha de aveia. Para a análise sensorial utilizou-se amostras de aveia em flocos, aveia em flocos finos, farelo de aveia e farinha de aveia. As diferentes formas de processamento da aveia foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, cinzas, proteínas, lipídeos, fibra alimentar total, fibra insolúvel, fibra solúvel, carboidratos não-fibrosos e minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês e cobre). A análise sensorial foi realizada a partir de testes afetivos de aceitabilidade, com escala hedônica de 7 pontos, teste de ordenação (preferência) e intenção de compra, com escala de 5 pontos. As amostras estudadas apresentaram diferenças na composição química. Estas diferenças estão relacionadas com a morfologia do grão, incluindo a casca. Observou-se que o grão de aveia mesmo sendo superior em nutrientes em relação a outros cereais, apresenta diferenças de teores dos nutrientes entre os seus diferentes processos. Essa diferença ocorre principalmente para o farelo de aveia, o qual possui maior concentração de fibras, proteínas, lipídeos e minerais. Os flocos e flocos finos indicaram maior intenção de compra e maior preferência, seguido do farelo de aveia, entre os julgadores. Dessa forma, a inclusão dos produtos de aveia na dieta humana, em especial o farelo por apresentar maior valor nutricional, deve ser valorizada. Para tanto é necessário mais estudos sobre o tema, considerando o atual investimento em qualidade nutricional.

Palavras-chave: aveia; avaliação química; processamento; análise sensorial.

ABSTRACT

Master's Dissertation

Master's Degree Course in Food Science and Technology
Federal University of Santa Maria

CHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF OATS IN DIFFERENT FORMS OF PROCESSING

AUTHOR: Viviane Terezinha Sebalhos Dalmolin

ADVISER: José Laerte Nörnberg

Date and Local of Defense: Santa Maria, March 29th, 2011.

Oats have high production potential, mainly from the southern region of Brazil. They are highlighted due to their nutritional characteristics with various benefits to human health. The use of products containing oat fiber has attracted great interest because of the functionality of these foods in order to alleviate and prevent disease such as hypercholesterolemia, diabetes and cardiovascular disease. The aim of this study was to determine the chemical composition and sensory changes in appearance, texture and tastes of oats in different forms of processing. For the chemical composition, the samples were grain oat, de-hulled oats, hulled oats, toasted oats, oat flakes, thin oat flakes, oat bran and oatmeal. For sensory analysis, samples of oat flakes, thin oat flakes, oat bran and oatmeal were used. The different forms of oats processing were analyzed for dry matter, ash, proteins, lipids, total dietary fiber, insoluble fiber, soluble fiber, no fiber carbohydrates and minerals (calcium, phosphorus, magnesium, potassium, zinc, iron, manganese and copper). Sensory analysis was performed through affective tests of acceptability with a 7-point scale, preference ranking test and purchase intent, with a 5-point scale. The studied samples showed differences in chemical composition. These differences are related to grain morphology, including the hull. It was observed that the oats grain even being higher in nutrients compared to other cereals, shows differences in nutrient content between its different processes. This difference occurs mainly for the oat bran, which has a higher concentration of fibers, proteins, lipids and minerals. The acceptability averaged 5.11, 5.45 and 5.37, with a maximum of seven grade, for appearance attributes, texture and flavor, respectively. The flakes and thin flakes indicated a greater buying intent and preference, followed by oat bran, among the judges. Thus, the inclusion or addition of oat products in human diet, especially the meal, should be valued due to its higher nutritional value. This requires further studies on the topic, considering the current investment in nutritional quality.

Keywords: oats; chemical evaluation, processing, sensory analysis.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Formas de processamento da aveia, os produtos resultantes e os diferentes usos na alimentação humana.....	26
Tabela 1	Teor de minerais em 171 amostras de aveia.....	30
Tabela 2	Matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) de grãos de aveia em diferentes formas de processamento.....	50
Tabela 3	Composição mineral de grãos de aveia em diferentes formas de processamento.....	55
Tabela 4	Tabela 4. Aceitação quanto aos atributos aparência, textura e sabor para grãos de aveia em diferentes formas.....	58
Tabela 5	Teste de ordenação - atributo aparência.....	71
Tabela 6	Teste de ordenação- atributo textura.....	71
Tabela 7	Teste de ordenação - atributo sabor.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Série Histórica de Área Plantada de aveia no Brasil, Safras 1976/77 a 2009/2010).....	19
Figura 2	Seções longitudinal e transversal do grão de aveia.....	22
Figura 3	Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano.....	24
Figura 4	Amostras de aveia utilizadas no estudo.....	41
Figura 5	Ficha utilizada para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra para quatro amostras de aveia em diferentes etapas do processamento devidamente codificada.....	47
Figura 6	Ficha utilizada para avaliação da preferência em quatro amostras de aveia em diferentes etapas do processamento devidamente codificada.....	48
Figura 7	Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo aparência.....	60
Figura 8	Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo textura.....	61
Figura 9	Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo sabor.....	61
Figura 10	Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo aparência.....	62
Figura 11	Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo textura.....	63
Figura 12	Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo sabor.....	64
Figura 13	Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo aparência.....	64
Figura 14	Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo textura.....	65
Figura 15	Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo sabor.....	66
Figura 16	Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo aparência.....	66
Figura 17	Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo textura.....	67

Figura 18	Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo sabor.....	68
Figura 19	Escala de 5 pontos, com nota máxima 5, referindo-se a “certamente compraria” nota mínima 1 referindo-se a “certamente não compraria”, nota 3 referindo-se a “talvez comprasse/talvez não comprasse”. AF- aveia em flocos, AFF- aveia em flocos finos, AFAR- farelo de aveia e AFA- farinha de aveia.....	70

LISTA DE SIGLAS

FDA	Food and Drug Administration.....	16, 19, 32, 36, 54
CONAB	Comissão Nacional de Abastecimento.....	18
AACC	American Association of Cereal Chemists.....	25
FAO	Food and Agriculture Organization.....	28
OMS	Organização Mundial da Saúde.....	28
RNF	Revista Funcionais Nutracêuticos.....	31
AOAC	Association of Official Analytical Chemists.....	31, 41
AACC	American Association of Cereal Chemists.....	25, 31
WHO	World Health Organization.....	32
AHF	American Health Foundation.....	32
ADA	American Dietetic Association.....	32
SBAN	Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição.....	32
SBFA	Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais.....	36
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.....	37
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.....	38, 39
IFT	Institute of Food Technologists.....	39
NIDAL	Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais...	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Dados gerais da aveia.....	18
2.2 Estrutura do grão da aveia.....	21
2.3 Processamento da aveia.....	23
2.4 Composição química da aveia.....	26
2.4.1 Lipídios.....	27
2.4.2 Proteínas.....	28
2.4.3 Carboidratos.....	28
2.4.4 Minerais.....	29
2.4.5 Vitaminas.....	30
2.4.6 Fibras.....	31
2.4.6.1- Fibras solúveis.....	33
2.4.6.2 Fibras insolúveis.....	35
2.4.6.3 Importância da ingestão da fibra de aveia na qualidade nutricional.....	36
2.5 Importância da avaliação sensorial.....	38
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1 Local do trabalho e caracterização das amostras.....	40
3.2 Preparo das amostras.....	40
3.3 Análise bromatológica.....	41
3.4 Avaliação sensorial (testes afetivos)	44
3.4.1 Teste de Aceitabilidade.....	44
3.4.2 Teste de intenção de compra.....	45
3.4.3 Teste de Preferência ou Ordenação.....	45
3.5 Procedimentos estatísticos.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49

4.1 Composição bromatológica dos grãos de aveia nas diferentes formas de processamentos.....	49
4.1.1 Composição centesimal.....	49
4.1.2 Composição mineral.....	54
4.2 Teste afetivo para análise sensorial.....	57
4.2.1 Teste de aceitabilidade.....	57
4.2.1.1 Atributo aparência.....	57
4.2.1.2 Atributo textura.....	59
4.2.1.3 Atributo sabor.....	59
4.2.2 Teste de intenção de compra.....	69
4.2.3 Teste de ordenação ou preferência.....	69
5 CONCLUSÕES.....	73
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

A aveia (*aveia sativa L.*) destaca-se como um cereal de grande potencial na produção agrícola, especialmente na região sul do Brasil. Devido a suas características nutricionais, principalmente em relação ao teor e qualidade das fibras alimentares, a aveia tem sido vista com grande relevância por pesquisadores, profissionais da área da saúde e consumidores em geral.

Muitas doenças, como hipercolesterolemia, diabetes, obesidade, hipertensão e doenças cardiovasculares podem ser prevenidas ou amenizadas pelo consumo de grãos compostos por fibras de aveia. Existem estudos demonstrando teores significativos de proteínas, ácidos graxos insaturados e fibras (em especial a fibra solúvel - betaglicanas), atribuindo excelente valor nutricional aos grãos de aveia, assim como aos alimentos que a contém.

No final da década de 90, o Food and Drug Administration (FDA) usou oficialmente a denominação de alimento funcional para a aveia, relacionando seu consumo com a redução no risco de doenças cardiovasculares, autorizando a rotulagem dessa informação em produtos com aveia ou farelo de aveia.

Este cereal pode ser consumido de diversas maneiras como farinha, flocos, flocos finos ou farelo, podendo ser misturado a frutas picadas, iogurtes, caldos, tortas e pães. Na forma de farinha ou farelo, também pode ser utilizado como ingrediente no preparo de biscoito ou mingau, pois apresentam propriedades ligantes, tornando-os úteis, portanto, para vários usos industriais, especialmente na busca de dietas saudáveis utilizando a aveia como base.

Os vários efeitos positivos da aveia na saúde humana abrem uma grande possibilidade para o uso desse cereal que pode ser consumido de diferentes maneiras. Os produtos de aveia nas diferentes formas de processamento possibilitam associações nutricionais, visto que seus constituintes não estão distribuídos uniformemente na estrutura do grão, além das diferenças sensoriais desses produtos.

Os testes sensoriais são técnicas que envolvem e estimulam os órgãos dos sentidos da visão, tato, gosto do ser humano, sendo de grande importância para avaliação de

alimentos como a aveia, pois as diferentes formas de processamento poderão ocasionar diversas percepções em relação aos atributos sabor, aparência e textura avaliados. Através da análise sensorial é possível obter informações sobre as características sensoriais de produtos contribuindo para difundir e avaliar a aceitação de um produto ofertado ou a ser inserido no mercado.

O consumo de alimentos que contém aveia permite a utilização diferenciada desse cereal pela indústria de alimentos e poderá proporcionar efeitos nutricionais variados, pois os nutrientes que apresentam eficiência em determinadas funções no corpo humano poderão estar em maior ou menor concentração no produto de aveia conforme o processamento submetido.

Trabalhos que abordam diferentes processamentos da aveia em características como aroma e compostos voláteis (KLENSPORF e JELEN, 2008), efeito de vários processos hidrotermais comerciais em níveis de antioxidantes da aveia (BRYNGELSSON et al., 2002); estabilidade de armazenamento de grão de aveia processados comercialmente (HEAD et al., 2011) são encontrados na literatura. Porém, trabalhos relatando a composição química abordando diferentes processamentos da aveia não foram encontrados na literatura.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição química do grão de aveia nas diferentes formas de processamento, assim como a aceitação, preferência sensorial e a intenção de compra desse cereal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dados gerais da aveia

A aveia é um cereal proveniente de clima temperado e subtropical, sendo que no Brasil a produção é concentrada basicamente nos estados do Sul, apesar de ser cultivada também nos estados do Mato Grosso do Sul e sul de Minas Gerais. Conforme a Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (2006), esse cereal é uma das principais culturas utilizadas nos estados do Sul do Brasil sendo que sua área de cultivo vem crescendo continuamente. Ainda segundo a Comissão... (2006), os grãos de aveia são destinados, em sua maioria para o consumo animal, sendo que apenas 20% da produção mundial são destinadas, após processos de elaboração, para o consumo humano. Dados da Comissão Nacional

de Abastecimento- CONAB (2011) mostram que a área cultivada na safra 2010 foi de 126.400 ha no Brasil (Figura 1), sendo nesse ano o maior produtor o estado do Rio Grande do Sul com 77.000 ha, seguido pelo estado do Paraná com 45.400 ha. O estado do Paraná foi, entre os anos 1988/89 até 2006/07, o maior produtor de aveia (CONAB 2011). A produtividade média da aveia no Brasil em 2010, também segundo estimativa da CONAB foi de 1931 kg ha⁻¹. Percebe-se que a área plantada no Brasil tem tido constante evolução, apesar da queda na área plantada nos anos 1994/95 e recentemente nos anos 2007/08, conforme Figura 1.

No Rio Grande do Sul, as principais áreas de cultivo para a produção de grãos situam-se nos municípios de Passo Fundo, Vacaria, Lagoa Vermelha, Ijuí, Cruz Alta, Panambi e Palmeira das Missões (Comissão... 2006).

A aveia, por apresentar um elevado valor nutricional, vem sendo largamente utilizada na alimentação humana. Nos estados do sul do Brasil, há um consumo elevado de farinha e de farelo de aveia que apresentam inúmeros benefícios para a saúde humana principalmente devido à presença de fibras em grande quantidade, o que diminui a incidência de várias doenças (WEBER et al.,2002). A aveia também apresenta um elevado teor de proteínas, amido e lipídeos.

O FDA, organismo que regulamenta a produção e comercialização de produtos alimentícios e medicamentos dos Estados Unidos admitiu que o uso da aveia na alimentação humana apresenta benefícios para a saúde, relacionando o consumo de dietas enriquecidas com aveia com a diminuição de doenças cardiovasculares (WOOD e BEER 1998).

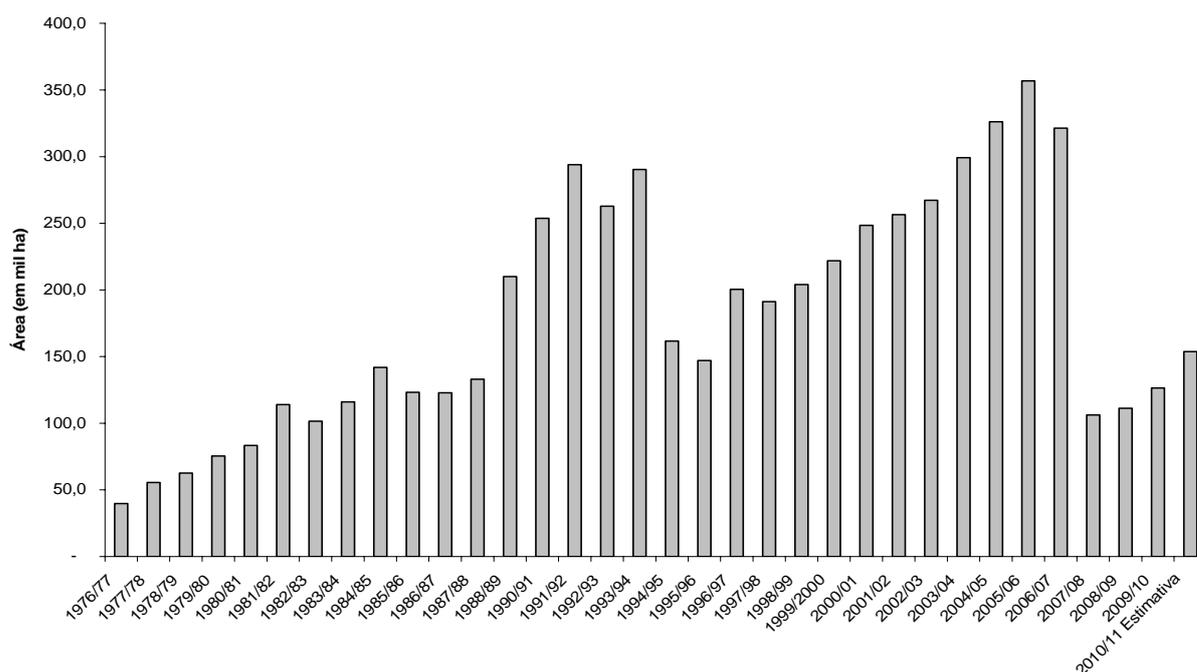


Figura 1. Série histórica de área plantada de aveia no Brasil, safras 1976/77 a 2009/10 (Fonte <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=18585&t=2#this>)

Floss (2005) fez uma ampla revisão sobre os efeitos benéficos da aveia na saúde humana, destacando que a aveia tem sido reconhecida como um alimento funcional, razão pela qual cresceu o consumo em nível mundial. O crescimento do consumo no Brasil, ainda segundo esse autor, está relacionado aos benefícios da aveia à saúde e à avaliação positiva de consumidores em relação às recomendações nacionais de dietas ricas em fibras. Conforme a Comissão... (2006), o aumento da demanda resultou no aumento da área cultivada no Brasil sendo que a utilização de cultivares adaptados, desenvolvidos por programas de melhoramento genético, deu uma grande contribuição na produção e produtividade desse cereal.

Existe ainda um potencial muito grande para aumento do consumo de aveia e seus derivados. A falta de conhecimento em relação aos benefícios nutricionais desse cereal, além da falta de produtos atrativos utilizando a aveia como base poderia estar relacionado com a limitação no consumo humano. A produção da aveia ainda é em grande parte destinada à alimentação animal e a área plantada é mínima se comparada ao seu potencial de cultivo. Floss (2005) sugere a inclusão da aveia na merenda escolar, sendo consumidos na forma de mingau, pães, bolinhos, bolachas, pastéis, entre outros. Segundo esse autor, vários seriam os benefícios, destacando-se o fornecimento às crianças de um alimento altamente nutritivo e também a melhoria da saúde de toda população consumidora.

Conforme Gutkoski e Pedó (2000), na alimentação humana a aveia é utilizada em diferentes produtos de acordo com as suas características como sabor, textura, retenção de umidade e solubilidade. A partir dessas características, os produtos deste cereal podem ser utilizados na forma de cereais quentes, na forma de flocos grandes ou instantâneos ou preparação de mingau com a farinha de aveia. Por outro lado, como cereal matinal frio, previamente processado e elaborado (cozimento pelo vapor) na indústria.

Em recente artigo publicado pela Revista Funcionais Nutracêuticos (RFN, 2010) e também em Gutkoski e Pedó (2000), há uma descrição completa sobre diversas formas de consumo desse cereal, destacando-se: a) *Cereais matinais quentes*: a forma mais utilizada é flocos grandes que necessitam de no mínimo 5 minutos de cozimento ou flocos instantaneizados que a simples adição de líquidos quentes os tornam próprios para o consumo. O uso do farelo de aveia na produção de cereais matinais quentes tem aumentado, principalmente devido aos altos teores de β -glicanas e benefícios nutricionais que trazem ao consumidor; b) *Cereais matinais frios*: na produção desse cereal é realizado o cozimento das matérias-primas com adição de saborizantes, adoçantes, estabilizantes, entre outros. A farinha é um dos produtos de aveia mais empregado na produção de cereais matinais frios. A produção de cereais prontos para consumo também requer controle da temperatura e umidade final do produto; c) *Produtos para panificação*: os produtos de aveia são usados como ingredientes na panificação devido as suas excelentes propriedades de absorção de umidade, retardando o envelhecimento do pão. A farinha de aveia tem a capacidade de estabilização dos componentes lipídicos, pela suas características antioxidantes. Assim, pode ser usada em até 30% para substituir a farinha de trigo, aumentando a vida útil do produto. Os produtos de aveia utilizados na panificação, além de melhorar os teores de proteína, fibra alimentar, e outros, aumenta a variedade de pães produzidos; d) *Biscoitos*: um dos principais componentes na formulação de biscoitos, a

aveia influencia a absorção de água na massa, sabor e a textura do produto final. A taxa de absorção de água varia conforme o tamanho e a espessura dos produtos de aveia, sendo necessário este controle para manter a consistência do produto. O uso de produtos de aveia, também fornece crocância aos biscoitos, assim como a redução no teor de gordura utilizada. e) *Alimentos infantis*: para os alimentos infantis a farinha de aveia é um dos principais ingredientes utilizados na sua formulação. Os fatores que mais favorecem a escolha de aveia são sabor, conservação, valor nutritivo, disponibilidade e economia; f) *Barras de cereais*: conforme resultados de Gutkoski et al. (2007), é permitido concluir que a aveia pode ser utilizada como ingrediente para a produção de barras de cereais por apresentar textura, sabor e aparência adequados, apresentando produtos com características de alimento rico em fibras; g) *Outras aplicações*: A aveia tem sido utilizada como um dos principais ingredientes na elaboração de granola. Ainda, usados para engrossar sopas, molhos, bem como para aumentar o volume de produtos cárneos. Da mesma forma, farinhas têm sido desenvolvidas para serem utilizadas como estabilizante em muitos produtos alimentícios. Floss (2005) apresenta uma série de receitas cujo produto principal é a aveia e seus derivados.

2.2 Estrutura do grão da aveia

A aveia é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, tribo *Aveneae* e gênero *Avena*. Este gênero, por sua vez, compreende várias espécies, como: silvestres, daninhas e cultivadas, localizadas em quase todos os continentes. Conforme Floss (1989), a aveia branca (*Avena sativa* L.) é o mais cultivado no Brasil.

O grão de aveia é uma cariopse semicilíndrica e afinada nas extremidades. A cariopse pode ser definida como um fruto-semente onde parte do fruto está fortemente aderido à semente, em que é constituída pelo germe e pelo endosperma, envolvidos pelas camadas de hialina, aleurona e testa. O endosperma, por sua vez é formado pela camada de aleurona e pelo endosperma amiláceo. A cariopse é desenvolvida em coberturas florais formando parte da palha envolvendo essas cariopses tão firmemente que permanecem aderidas mesmo após a colheita e se constituem na casca dos grãos de aveia (HOSENEY, 1991; McMULLEN, 2000; FLOSS, 2005).

Conforme McMullen (2000), a cariopse representa aproximadamente 65% a 75% do grão, enquanto a casca, os restantes 25% a 35%, sendo que essa proporção é influenciada por condições climáticas e por seus genótipos.

Na sua morfologia, o grão de aveia pode ser dividido em germe (embrião), endosperma, farelo e casca, conforme figura 2.

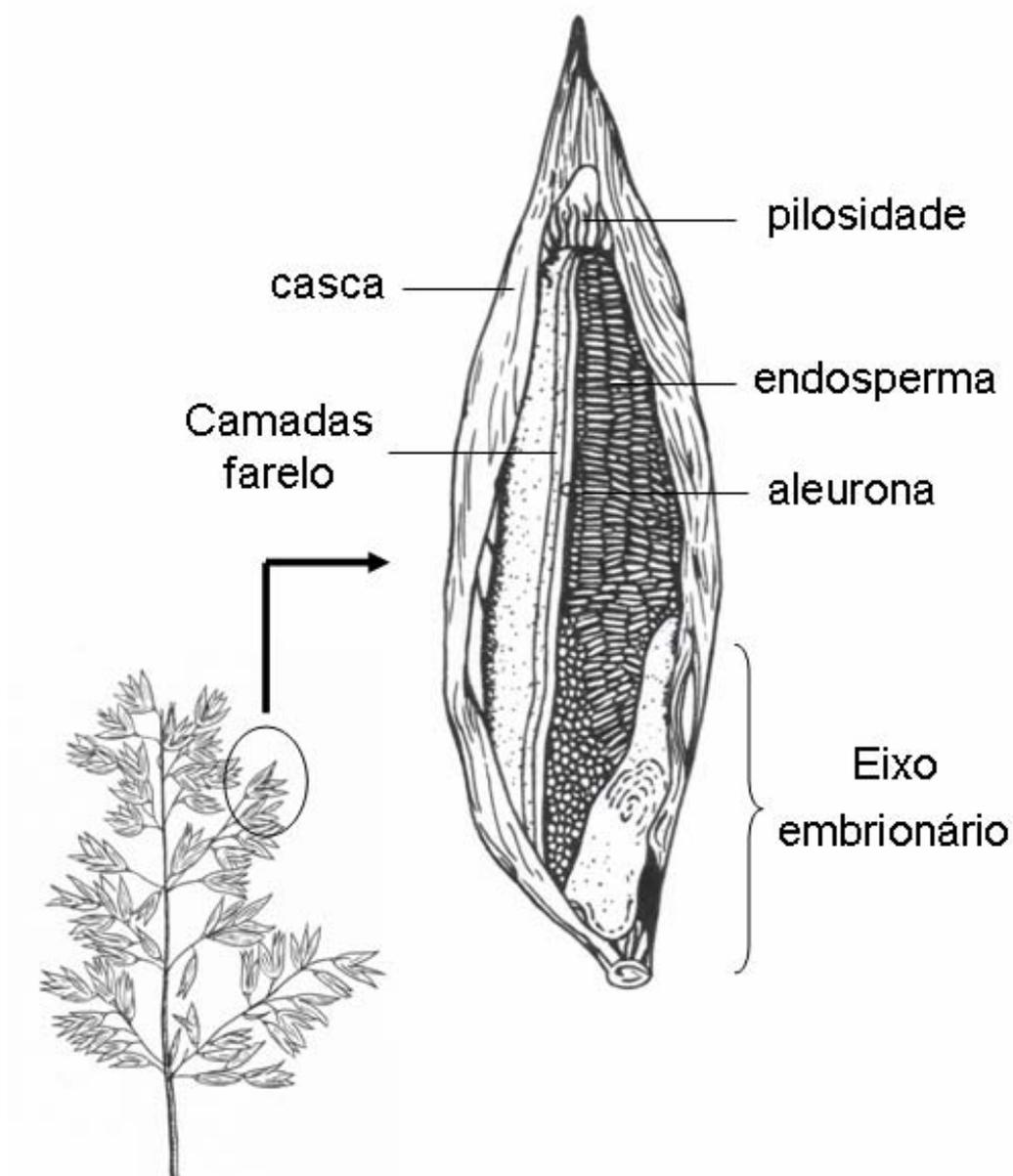


Figura 2. Panícula da aveia e detalhe das seções longitudinal e transversal do grão de aveia (adaptado de McMULLEN, 2000).

As células de aleurona secretam enzimas hidrolíticas durante a germinação, as quais digerem e mobilizam as reservas de amido, lipídeos e proteínas. As camadas externas e a aleurona formam a fração de moagem conhecida como farelo. O embrião de aveia, compreendendo escutelo e eixo embrionário, se localiza na porção anterior, onde o escutelo está em contato com o endosperma e secreta enzimas durante a germinação. O escutelo e o eixo embrionário compreendem entre 1,7% a 2,6% e 1,0% a 1,4%, respectivamente, da cariopse da aveia. A proporção das estruturas do grão de aveia e da cariopse é de 25% de casca, 9% e 12% de pericarpo, 63% e 84% de endosperma e 2,8% e 3,7% de germe, respectivamente (HOSENEY, 1991; WOOD e BEER, 1998; McMULLEN, 2000; FLOSS, 2005).

2.3 Processamento da aveia

De acordo com Gonçalves (2002), a partir do processamento de grãos, alguns nutrientes são perdidos ou concentrados, pois se encontram distribuídos nas diferentes partes do grão. Dessa forma, algumas alterações poderão ocorrer, entre elas, características físicas e químicas dos nutrientes, hidrólise de polissacarídeos, alterações enzimáticas e teores de vitaminas e minerais.

Considerando o processamento de grãos de cereais, um dos principais objetivos é a manutenção das qualidades do produto, sendo importante observar que estes são considerados deterioráveis, mas a deterioração ocorre lentamente. De acordo com Floss (2005), não há necessidade de conservação com sistemas sofisticados.

Para ser consumida, a aveia passa por várias etapas de processamento, tal como está ilustrado na Figura 3.

Para a industrialização, somente são encaminhados os grãos que atendem aos padrões de qualidade seguindo um roteiro básico composto de:

- **Armazenamento e análise:** Os grãos a granel são colocados em silos (ou depósitos), onde uma pequena parte é retirada para ser submetida à análise laboratorial. São avaliados testes analíticos, mecânicos, visuais, determinações de peso, umidade, contaminações por insetos e materiais estranhos (SILVA et al., 2008). De acordo com Park et al. (2007), os grãos com impurezas poderão agir como portadores de microorganismos pois apresentam atividade de água maior que a do produto proporcionando condições que

levam a deterioração do produto. Dessa forma, é reforçada a importância no processo de limpeza e seleção do grão.

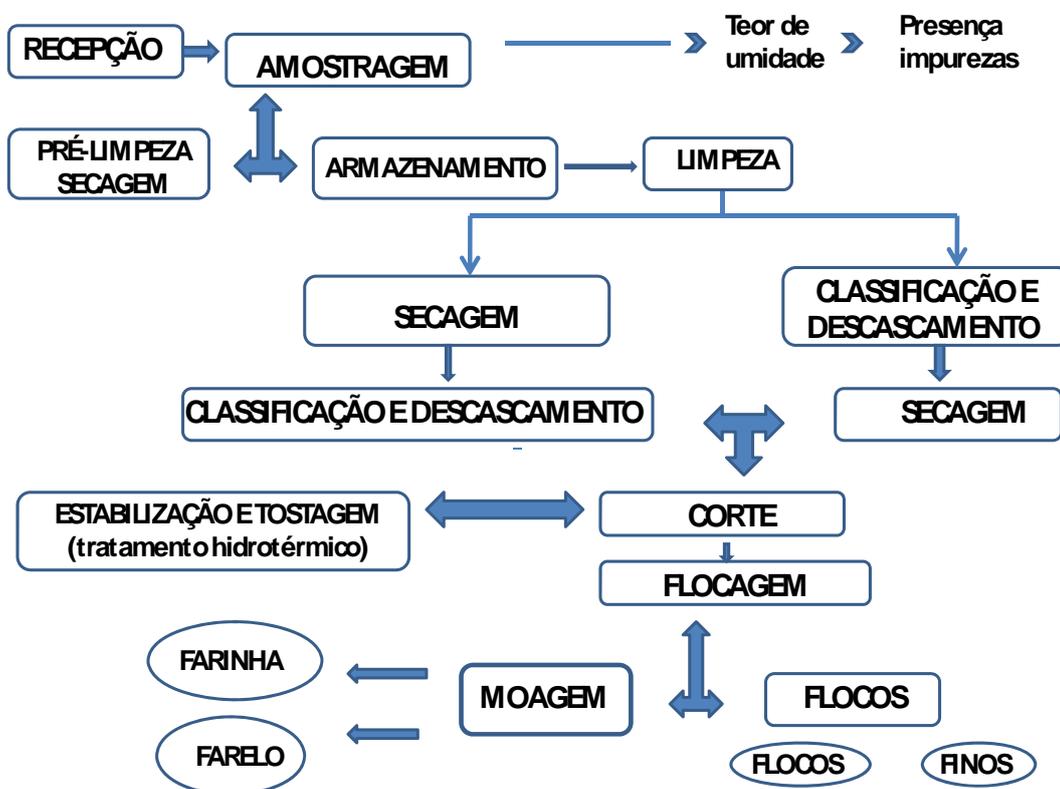


Figura 3. Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano (adaptado de SÁ et al., 1998; GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Pré-limpeza e limpeza: São necessárias operações de pré-limpeza que utilizam maquinários que possuem peneiras cilíndricas ou planas vibratórias juntamente com sistema de ventilação para eliminação dos materiais menos densos. São utilizados máquinas de ventilador, peneiras e ímãs, caso possua resíduos metálicos (PARIZZI e SOBRINHO, 2008).

- **Classificação do grão:** A classificação ocorre de acordo com a largura e comprimento do grão utilizando separadores de precisão. Os grãos poderão ser classificados em finos, regulares ou duplos (DORN, 1989). Nesse processo tem-se a aveia com casca.

Conforme Hoseneý (1991), após a limpeza, a aveia é tratada por calor ou é descascada.

- **Descascamento:** O descascamento se dá pelo impacto, onde é separado a cariopse da casca por ventilação, sendo indispensável a uniformidade dos grãos evitando a intensa quebra desses. A maior danificação ocorre na porção próxima da cariopse, onde o eixo embrionário e o escutelo são mais frágeis (FLOSS, 2005).

- **Estabilização (tostagem):** Segundo Park et al. (2007), a tostagem consiste em retirar de um produto sólido quantidade de substância volátil, normalmente água, caracterizando a umidade do material. A tostagem ocorre para evitar a rancificação dos grãos de aveia, estes são submetidos a vapor e calor, geralmente a uma temperatura elevada, 88 a 93°C, conforme McMullen (2000). Através da tostagem, ocorre a inativação de enzimas lipolíticas, fundamental para se obter produtos de boa conservação (HOSENEY, 1991; FLOSS, 2005).

- **Corte e flocagem:** Segundo Floss (2005), no processo de corte poderá ocorrer um corte (flocos grandes), dois cortes (flocos médios) e três cortes (flocos finos), em cortadores rotatórios. No processo de flocagem, ocorre a laminação do grão previamente cortado, utilizando-se cilindros de aço transformando-os em flocos de diferentes tamanhos. Após esse processo há secagem dos flocos estando prontos para empacotamento.

- **Moagem:** Nesse processo, obtêm-se a farinha de aveia, iniciada com a abertura de grãos (trituração), extração de farinha (redução), compressão e moagem. A moagem, por sua vez, separa o máximo o endosperma da casca e do germe, além de conseguir a máxima extração por meio da redução de maior quantidade de endosperma em farinha (ROSSI e NEVES, 2004). O subproduto formado no processo de moagem é constituído de casca, germe e de uma porção de endosperma aderido à casca (ROSSI e NEVES, 2004) denominado como farelo de aveia (McMULLEN 2000).

Segundo a definição da AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC), descrita por McMullen (2000), o farelo de aveia deve conter no máximo 50% da matéria-prima original (taxa de extração), no mínimo 16% de fibra alimentar total (base seca) e, desta, no mínimo 1/3 deve ser solúvel.

O quadro 1 apresenta as formas de processamento da aveia, os produtos resultantes e os diferentes usos na alimentação humana.

Forma de processamento	Principais usos
Flocos (flocos inteiros)	Produção de granola, cereais em barra e fabricação de pães;
Flocos Médios e Flocos Finos (instantâneos)	Produção de mingaus e sopas, acompanhando iogurte e frutas;
Farelo	Mingaus, pães e bolachas, acompanhando iogurte e frutas, principalmente para indivíduos com hipercolesterolemia, por ser principal fonte de fibra solúvel (beta-glucanas);
Farinha	Panificação, confeitaria e mingaus.

Quadro 1. Formas de processamento da aveia, produtos resultantes e diferentes usos na alimentação humana (adaptado de MARTINS e FREITAS, 2000).

2.4 Composição química da aveia

A composição química da aveia diferencia-se dos demais cereais pelos altos teores de proteínas, ácidos graxos insaturados e principalmente pela fração fibras, entre elas a betaglicanas (fibra solúvel), o que atribui valor funcional importante aos alimentos que as contém (LÀSZTITY, 1998; SÁ et al., 1998).

Segundo Làszitity (1998), a aveia apresenta elevado teor protéico, variando entre 12,4 a 24,5% no grão descascado e por sua elevada porcentagem de lipídeos, que varia de 3,9 a 10,9%, distribuídos por todo o grão. Os carboidratos variam entre 75-80 % do peso seco, com o amido em maior quantidade. Apresenta ainda elevada proporção de polissacarídeos não amiláceos que é o principal componente da fibra total. Pedó e Sgarbieri (1997) relatam que os lipídios da aveia apresentam predominância de ácidos graxos insaturados. Apresenta de 9 a 11% de fibra alimentar total, que é responsável por muitos benefícios à saúde humana.

Os farelos de cereais, entre eles o farelo da aveia, fornecem nutrientes como proteínas, vitaminas, minerais e especialmente fibras, de baixo custo e fácil obtenção.

Dessa forma, deveriam estar inclusos de forma mais intensiva na alimentação humana, assim como é usado em grande escala na alimentação animal. Existem alguns fatores limitantes para a nutrição humana, como a ausência de hábito alimentar e muitas vezes a falta de padrões higiênicos na obtenção do farelo.

A aveia, embora consumida mundialmente em quantidades muito menores que trigo e arroz, por exemplo, apresenta a vantagem de ser consumida integral, isso é, junto com o farelo que é uma porção rica em antioxidantes. Os antioxidantes mais abundantes na aveia são a vitamina E, ácido fítico e compostos fenólicos, os quais estão concentrados nas camadas externas dos grãos. Além disso, a aveia é considerada um alimento benéfico à saúde devido a ser fonte de proteína, vitamina e minerais (PETERSON, 2001).

De acordo com Tisian (2000), o grão de aveia, por conter diferentes constituintes químicos e pela grande variabilidade que a mesma apresenta, é utilizado de forma diferenciada pela indústria de alimentos. Portanto, é de grande importância a caracterização química das cultivares de aveia para identificar o potencial tecnológico de cada uma delas (WEBER et al., 2002).

2.4.1 Lipídios

Importantes fornecedores de energia, os lipídeos são biomoléculas solúveis em solventes orgânicos e insolúveis em água com funções biológicas específicas (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005). Os lipídios estão presentes em potencial no grão de aveia. Segundo (MORRISON, 1978), a porcentagem de lipídios no grão de aveia varia entre 5,0 e 9,0%, valor superior, se comparados com outros grãos, como trigo (2,1-3,8%), arroz (1,83-2,5%), milho (3,9-5,8%), cevada (3,3-4,6%) e centeio (2,0-3,5%). Este percentual reflete principalmente na presença de ácido palmítico e ácidos graxos insaturados, como o oléico e linoléico, representando em torno de 95% do total (GUTKOSKI e EL-DASH, 1999).

Nutricionalmente, os lipídios da aveia são considerados importantes pela composição em ácidos graxos essenciais, mas quando aliados as enzimas hidrolíticas são responsáveis pela instabilidade no armazenamento dos grãos.

A maior quantidade de lipídios se encontra no germe (33,2% do germe), mas sua relação com a quantidade total está em torno de 7,7%, pois o germe compreende apenas 3% do peso do grão. O farelo representa em torno de 40% de lipídios, e 52,1% do

endosperma. O escutelo e o eixo embrionário apresentam baixas concentrações de ácido oléico e altas de palmítico, linoléico e linolênico, se comparado com o grão. O farelo e o endosperma são semelhantes quanto à concentração de ácido mirístico, com maiores quantidades de fosfolípidios e glicolípidios, quando comparado ao germe.

2.4.2 Proteínas

As proteínas são estruturas nitrogenadas constituídas por aminoácidos, unidos por ligação peptídica. Possuem importantes funções de enzimas, hormônios, neurotransmissores, transportadores através das membranas celulares, formação das células e tecidos do corpo e de órgãos (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005).

Conforme McMullen (2000) a qualidade e teor de proteína na aveia são reconhecidamente superiores a outros cereais que são utilizados na nutrição humana e animal, sendo que de acordo com Peterson e Brinegar (1986) os teores protéicos da aveia variam de 15 a 20%. Em trabalho de caracterização química de cultivares de aveia, Asp et al. (1992) encontraram 15,9% em média de proteína, de alta qualidade, apresentando composição aminoacídica de acordo com os padrões exigidos pela Food and Agriculture Organization (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS).

O teor de proteínas do grão de aveia é dependente do tipo de cultivar e das condições ambientais, sendo que a aveia pode ser cultivada sob condições que maximizam o teor protéico sem que ocorram perdas na qualidade nutricional, pois o aumento protéico no grão é diretamente proporcional à concentração protéica no farelo e endosperma, onde ocorre a maior concentração. Conforme McMullen (2000), a maior proporção de proteínas encontra-se no grão e a menor na casca apresentando uma variação, em diferentes espécies de aveia de 13,8 a 22,5% no grão e de 1,4 a 1,9% na casca.

2.4.3 Carboidratos

Entre os carboidratos, o maior constituinte é o amido, com concentrações entre 43,7 e 61%. Para Weber et al. (2002), porém, por ter elevada quantidade de proteínas, lipídeos e

fibras, o amido presente na aveia é baixo, se comparados a outros cereais como centeio, cevada e trigo.

De acordo com Lásztity (1998), o conteúdo de carboidratos na aveia possui no máximo 75-80% do peso seco, possuindo como componente mais abundante o amido, importante fonte de energia do grão.

O amido é constituído basicamente por polímeros de α -D-glicose, sendo do tipo amilose, de estrutura linear, e amilopectina, que se encontra intensamente ramificada. A amilose é um polímero de α -D-glicose unida por ligações glicosídicas α -1-4. Seu peso molecular é de 250.000 μ , mas varia entre os cultivares e com o estágio de maturação do grão. Já a amilopectina é formada por α -D-glicose unidas por ligações glicosídica α -1-4 e α -1-6, possuindo alto peso molecular, sendo considerada uma das maiores moléculas que se encontram na natureza. Na aveia, assim como nos demais cereais, o amido é o componente químico presente em maior quantidade.

Entre os açúcares normalmente determinados nas frações cariopse, casca, farelo e farinha de aveia estão a sacarose, rafinose, glicose, frutose, maltose, estaquiose e frutanas. As concentrações de açúcares são semelhantes as dos demais cereais, destacando-se a sacarose e rafinose.

2.4.4 Minerais

São compostos inorgânicos que em pequenas quantidades são importantes para o crescimento, conservação e reprodução do corpo humano. Os minerais são divididos em macroelementos (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) e microelementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício). Possuem papel importante na formação dos tecidos, regulação dos processos corpóreos, transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular e equilíbrio ácido-básico (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005). Morgan apud McMullen (2000) determinou o conteúdo de 171 amostras de aveia obtendo os valores contidos na tabela 1.

Tabela 1. Teor de minerais em 171 amostras de aveia (Morgan apud McMullen, 2000)

Mineral	Média	Intervalo de variação
Ca (%)	0,11	0,07 – 0,18
Mg (%)	0,13	0,10 – 0,18
K (%)	0,47	0,31 – 0,65
Na (%)	0,02	0,004 – 0,06
P (%)	0,38	0,29 – 0,59
Cl (%)	0,09	0,04 – 0,18
Cu (mg kg ⁻¹)	4,7	3,0 – 8,2
Co (mg kg ⁻¹)	0,05	0,02 – 0,17
Mn (mg kg ⁻¹)	45	22 – 79
Zn (mg kg ⁻¹)	37	21 – 70

Conforme Peterson e Brinegar (1986) o conteúdo de minerais na aveia pode ser dependente da variabilidade genética das cultivares devido à capacidade de extração dos minerais do solo.

O grão inteiro apresenta maior concentração de fósforo e magnésio do que o grão flocado. Os minerais encontram-se distribuídos na casca (31% a 47%), no farelo grosso (15% a 30%), no farelo fino (16% a 22%) e na farinha (8% a 47%). O cálcio encontra-se em quantidades significativas na casca. Entretanto, no grão descascado, o potássio, fósforo, magnésio e cálcio são os minerais presentes em maiores concentrações.

2.4.5 Vitaminas

São substâncias essenciais e importantes ao ser humano por desempenhar funções fisiológicas como manutenção, crescimento, desenvolvimento e reprodução, além de participarem do metabolismo e facilitar o processo de transferência energética e a síntese dos tecidos orgânicos, sendo que sua ausência poderá causar síndrome de deficiência

específica (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005).

As vitaminas podem ser lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, biotina, ácido pantotênico, folato e cobalamina). As vitaminas lipossolúveis são normalmente absorvidas passivamente e transportadas via lipídeos da dieta, no entanto, as vitaminas hidrossolúveis são absorvidas por mecanismos passivo e ativo, transportadas por carreadores e não são armazenadas em quantidades apreciáveis no corpo (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005).

A aveia contribui com quantidades muito pequenas de vitaminas na dieta, sendo as de maior relevância as do complexo B e vitamina E. A concentração é maior no germe, mas proporcionalmente, o farelo contém maior quantidade e o endosperma baixa concentração. A distribuição de vitaminas será significativa se suas frações passarem pelo processo de moagem, no caso de ser o grão integral, essa distribuição não é relevante (RNF, 2010).

A niacina pode estar nutricionalmente indisponível para os humanos, pois se encontra associada a polímeros de carboidratos e aminas aromáticas. A biotina, mesmo presente na aveia em grandes quantidades (1,3%), somente 32% dessa é disponível, diferente do milho, disponível 100%. As frações cariopse, farelo e farinha de aveia apresentam concentração de tocóis (vitamina E) de 4,09%, 3,48% e 2,77%, respectivamente. Os teores de vitamina E (tocoferóis totais) variam entre 2,46mg e 6,45mg por 100g (RNF, 2010).

2.4.6 Fibras

Especialmente pelo teor e qualidade das fibras alimentares a aveia tem recebido grande atenção por parte de profissionais da saúde (médicos, nutricionistas), pesquisadores, indústria e consumidores. Em 14 de janeiro de 1998, (DOU-21/01/1998), com a portaria brasileira nº 14, foi definido fibra alimentar como “*qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo o método AOAC 15ª edição 1990 (método enzimático-gravimétrico) ou edição mais atual.*”

Da mesma forma, em 1999, no Encontro Anual da AACC em Seattle, EUA, a fibra alimentar ficou assim definida: “*parte remanescente da porção comestível ou de*

carboidratos análogos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e outras substâncias associadas. A fibra alimentar promove, ao ser humano, efeitos fisiológicos benéficos, como os laxativos, atenuação do colesterol sanguíneo e/ou atenuação da glicose sanguínea” (CAMIRE, 2001).

Segundo Peterson (1992), a fibra alimentar é constituída pela soma de polissacarídeos não-amiláceos e lignina de vegetais que não são digeridos pelas enzimas humanas.

A maior parte das fibras encontra-se nos tecidos da parede celular, composta principalmente por carboidratos. A primeira camada da parede celular é composta por celulose, substâncias pécicas e hemicelulose. Na segunda camada têm-se celulose e uma matriz de hemicelulose. Também podem estar associados vários compostos presentes nos alimentos como compostos inorgânicos, oxalatos, fitatos, lignina e substância fenólicas de baixo peso molecular (FELISETTI e LOBO, 2007).

A recomendação diária de fibra alimentar por diferentes órgãos estão na mesma escala: a World Health Organization (WHO) sugere a ingestão de 27 a 40 g de fibra diárias, o FDA recomenda o consumo de 25 g de fibra por 2.000 kcal/dia a adultos e a American Health Foundation (AHF) sugere para crianças e adolescentes, com idade entre três e vinte anos, a ingestão correspondente à idade mais 5 ou 10 g/diárias. De acordo com Jorge e Monteiro (2005), a recomendação de consumo de fibra alimentar pela American Dietetic Association (ADA) é de 20 a 35g de fibra alimentar/ dia. No Brasil, de acordo com a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN), a recomendação é o consumo de 20g/dia o que corresponde de 8 a 10 g de fibra alimentar/1000 kcal (COLLI et al., 2005).

A fibra afeta o processo da digestão desde a boca, pois os alimentos ricos em fibras requerem uma mastigação mais prolongada, ocorrendo o estímulo e aumento do fluxo da saliva e do fluxo gástrico hidratando a fibra e produzindo aumento do bolo alimentar. Dessa forma, acelera e mantém a sensação de saciedade (HEATON, 1983; JORGE e MONTEIRO, 2005).

As fibras alimentares podem ser divididas em dois tipos: fibra solúvel e fibra insolúvel, de acordo com suas propriedades físicas (capacidade de retenção, absorção, adsorção de água, capacidade de troca catiônica e absorção de moléculas orgânicas) e

funções fisiológicas (ZARAGOZA et al., 2001; ARAÚJO e CRUZ, 2006; FELISETTI e LOBO, 2007).

A classificação da fibra quanto à solubilidade em água é importante, pois os efeitos fisiológicos das fibras solúveis e insolúveis são diferentes. De acordo com Mahan e Escott-Stump (1998), a ingestão diária de fibra deve seguir a proporção fibra insolúvel: fibra solúvel de 3:1.

A fibra alimentar total de aveia descascada pode variar entre 7,1 e 12,1%. Esta variação deve-se às diferenças entre cultivares e aos vários métodos de determinação utilizados. O farelo, entretanto, possui uma variação de fibra alimentar com variação de 15 a 19%. Deste total, 34 a 48% são fibras solúveis e o restante insolúveis. Considerando outros cereais, a concentração de fibra alimentar solúvel no grão de aveia é relativamente maior (GUTKOSKI e TROMBETTA, 1999).

2.4.6.1 Fibras solúveis

Conforme Walker (1993), a parte solúvel da fibra é composta por pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses.

A capacidade de captação de água das fibras solúveis é devido à estrutura dessas fibras, o pH e os eletrólitos presentes no meio e deve-se ao grande número de grupos polares livres (OH⁻) (FELISETTI e LOBO, 2007). De acordo com Dongowsky (2005), os componentes mais importantes da fibra alimentar são as β -glicanas, localizadas nas paredes celulares dos grãos.

Dependendo do cultivar, fatores genéticos e ambientais, o teor de β -glicanas na aveia é variável. A aveia integral sem a casca contém 3,41 a 4,82%; o farelo 5,81 a 8,89%; o farelo comercialmente disponível 7 a 10%, o farelo de aveia enriquecido possui em torno de 10,9 a 16,6% e a goma de aveia aproximadamente 78% (GUTKOSKI e TROMBETA, 1999).

As β -glicanas são polissacarídeos não amiláceos que fazem parte da fração solúvel da fibra alimentar, ocorrem nos cereais, principalmente na cevada e aveia. Estão contidas no endosperma da semente e são uma cadeia linear de unidades de β -D-glicopiranosil unidas por ligação $\beta(1 \rightarrow 4)$ e $\beta(1 \rightarrow 3)$. As ligações $\beta(1 \rightarrow 4)$ respondem aproximadamente

por 70% das ligações glicosídicas, e ocorrem em seqüência de duas ou três unidades de glicose, interrompidas por uma ligação $\beta(1 \rightarrow 3)$ isolada (WOOD et al., 1991).

Segundo Bitencourt (2007), o efeito benéfico das β -glicanas e fibras em geral no organismo são propostos pelo fato dessas não serem digeridas pelas enzimas e, portanto absorvidas. Permanecendo na luz intestinal, incorporam bastante água em sua estrutura e forma um gel viscoso característico devido à sua solubilidade. Este gel interfere na absorção de nutrientes, como o colesterol e carboidratos. Para esse autor, a quantidade de colesterol total circulante no organismo e também da fração que circula nas LDLs (Lipoproteínas de Baixa Densidade) em indivíduos com hipercolesterolemia é diminuída efetivamente pela ingestão da β -glicana.

A importância das fibras alimentares na saúde humana é, em especial, à β -glicana, que apresenta respostas à glicemia, insulina e colesterol. Cereais como a aveia, têm mostrado ser uma boa fonte desses ingredientes funcionais conforme estudos que mostram claramente seu benéfico potencial nutricional (BRENNAN e CLEARY, 2005).

Mallkki e Virtanen (2001), em uma ampla revisão sobre os efeitos do farelo de aveia no trato intestinal, relatam que além dos efeitos de reduzir o colesterol do sangue afetando a resposta glicêmica, as fibras de farelo de aveia demonstraram vários efeitos fisiológicos. As fibras atrasam o esvaziamento gástrico, diminuem a absorção de nutrientes, afetam a motilidade do intestino delgado, e prolonga a saciedade após a refeição. No intestino grosso, a fibra alimentar solúvel aumenta a atividade de fermentação, em especial a produção de ácido butírico, aumenta o crescimento e a colonização de algumas cepas de bactérias probióticas, aumenta a produção de massa microbiana auxiliando na remoção de nitrogênio através das fezes. Também aumenta o peso úmido das fezes, aliviando assim a constipação. Ácidos graxos de cadeia curta formados aumentam a proliferação de células da mucosa do cólon, reduzindo o risco de câncer de cólon.

Da mesma forma, Jorge e Monteiro (2005), reafirmam a ação da fibra solúvel no retardo do esvaziamento gástrico, aumentando a viscosidade do que se encontra no estômago. Quando essas fibras chegam ao intestino irão interferir na absorção de vários nutrientes pela viscosidade adquirida.

As pessoas portadoras de diabetes, no consumo de fibra alimentar possuem o benefício de diminuir a necessidade de insulina devido ao controle de glicose no sangue, reduzindo as crises hipoglicêmicas. Isso ocorre, pois as fibras solúveis diminuem a absorção de glicose devido ao retardo do esvaziamento gástrico, tempo de trânsito

intestinal e, portanto maior sensibilidade do tecido em relação à insulina. Dessa forma, há aumento de receptores de insulina sobre as células-alvo e menor absorção dos carboidratos no intestino, devido ao efeito redutor da glicose. A fibra envolve as moléculas de carboidratos, isolando-as das enzimas digestivas e do contato direto com a mucosa intestinal PEDÓ (2000).

Para o mecanismo de efeito hipocolesterolêmico da fibra solúvel, os ácidos biliares são adsorvidos pela viscosidade das fibras, diminuindo sua reabsorção e, portanto aumentando sua excreção. Essa reabsorção também é prejudicada pela diminuição do pH intestinal pela formação dos ácidos graxos de cadeia curta devido a fermentação das fibras solúveis. A redução de ácidos biliares no organismo poderá causar a conversão de uma quantidade maior de colesterol para síntese de ácidos biliares no fígado, reduzindo assim os níveis de colesterol no sangue. Da mesma forma, essa diminuição dos ácidos biliares também interfere na formação de micelas, diminuindo, a absorção de gorduras no intestino (GREGÓRIO, 2001).

2.4.6.2 Fibras insolúveis

Os componentes insolúveis da fibra alimentar são lignina, pectinas insolúveis, celulose e hemiceluloses (WALKER, 1993; ARAÚJO e CRUZ, 2006). As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, contribuindo para redução do risco de doenças do trato gastrointestinal, garante o peristaltismo intestinal facilitando a eliminação fecal (ANDERSON, 1985; MALKKI e VIRTANEN, 2001).

Conforme Jorge e Monteiro (2005), o mecanismo rápido no trânsito intestinal ocorre, pois o aumento de volume da fibra insolúvel eleva o peso do bolo alimentar reduzindo seu trajeto. No cólon, alguns tipos de fibras são fermentadas pela ação bacteriana, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico, butírico), gases (metano, hidrogênio, gás carbônico), água e provavelmente também vitaminas K e B₁₂.

De acordo com Pedó e Sgarbieri (1997), o teor de fibra insolúvel em grãos de cultivares de aveia provenientes da região sul do Brasil, pode variar entre 4,87% a 10,07%, sugerindo seu uso na alimentação devido aos efeitos metabólicos no organismo humano.

2.4.6.3 Importância da ingestão da fibra de aveia na qualidade nutricional

A fibra alimentar está cada vez mais estudada pelas organizações de saúde, pois a ingestão adequada de fibra alimentar está associada à manutenção da saúde e a prevenção de certas doenças (JORGE e MONTEIRO, 2005).

Vários estudos correlacionam o consumo de fibras e a baixa incidência de determinadas doenças como: doenças cardiovasculares, aterosclerose, câncer de colo e de mama, distúrbios gastrointestinais, dislipidemia e obesidade (SOLÁ et al., 2007).

Conforme Gregorio et al. (2001), alimentos ricos em fibras solúveis possuem grande relevância no metabolismo da glicose e lipídeos, gerando efeitos benéficos à saúde.

Das propriedades físico-químicas das fibras, a viscosidade e a fermentabilidade são as de maior relevância, reconhecidas por serem as principais responsáveis por respostas fisiológicas benéficas (DIKEMAN e FAHEY, 2006).

A presença das fibras solúveis na aveia, mais especificamente as (1,3)(1,4) β -D-glicanas, é a característica funcional de maior relevância, pois atuam na redução dos níveis de colesterol sanguíneo em indivíduos hipercolesterolêmicos, na absorção de glicose em diabéticos e na proteção contra o desenvolvimento de tumores de cólon (PACHECO e SGARBIERI, 2001; DE FRANCISCO e SÁ, 2001).

A aveia (*Avena sativa* L.), em 29 de junho de 1995 recebeu a denominação de alimento funcional autorizada pela FDA, através da seguinte declaração: "*Dietas ricas em aveia ou farelo de aveia e pobres em gordura saturada e colesterol podem reduzir o risco de doenças coronárias*" (WOOD e BEER, 1998).

De acordo com SBFA (2007), "alimento funcional é aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica".

Os alimentos funcionais vêm conquistando mercado, chegando a 7% do mercado mundial de alimentos, pois além da função nutricional, agem na prevenção e tratamento de doenças (SIBBEL, 2007).

Segundo Anderson (1987), enquanto uma dieta restrita em lipídios pode diminuir as concentrações de colesterol sérico de 5 a 10%, o uso de alimentos ricos em fibra solúvel, como farelo de aveia, podem produzir uma diminuição de 20 a 30%, devendo ser incluídos em dietas de pacientes com hipercolesterolemia.

Para Wood (1993), o consumo freqüente de aveia, especialmente o farelo desse cereal pode reduzir os níveis de colesterol e os riscos de doenças coronárias, devido principalmente às beta-glicanas, onde a concentração desta fibra é mais elevada, alterando favoravelmente a razão de lipoproteínas HDL/LDL. Há também evidências na diminuição da absorção de glicose em diabéticos e prevenção no desenvolvimento de câncer de cólon.

Vários estudos têm comprovado a eficiência do farelo de aveia na prevenção e tratamento das doenças cardiovasculares, visto que Anderson e Gustafson (1987), após oferecerem uma suplementação com farelo de aveia para oito homens hipercolesterolêmicos por dez dias, verificaram redução de 13% nos níveis de colesterol e de 14% nos níveis de LDL plasmáticos, enquanto os níveis de HDL permaneceram constantes.

O farelo de aveia, obtido da moagem do grão de aveia, tornou-se nos últimos tempos objeto de estudos mais aprofundados em função de suas propriedades funcionais e benefícios à saúde humana, por auxiliar na redução dos níveis de colesterol do sangue (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

A preparação de produtos ricos com farelo de aveia poderá aumentar o valor econômico desse cereal, além de ocupar mercados específicos de alimentos funcionais. Segundo Charalampopoulos et al. (2002) a indústria está direcionada para a área de alimentos funcionais com o intuito de oferecer alimentos mais saudáveis aos consumidores.

Na Resolução nº 40, de 21 de março de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA (Brasil, 2001), tornou-se obrigatória a informação nutricional nos rótulos de produtos industrializados e deve incluir o teor de fibra alimentar presente.

É recomendado por este órgão, no Brasil, a utilização do termo alimento ou ingrediente funcional para alimentos que além de fornecer os nutrientes indispensáveis ao organismo, proporcionam benefícios adicionais à saúde, estes que são de grande solicitação do consumidor que busca um equilíbrio entre alimento-saúde-doença (CÂNDIDO e CAMPOS, 1995; COLLI,1998).

Para tanto, Bitencourt (2007), relata que a ação hipocolesterolêmica pela ingestão da beta-glucana é fortemente apoiada por estudos científicos, que relacionam sua ingestão a uma efetiva redução do colesterol total circulante no organismo e também da fração que circula nas Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDLs), em indivíduos com hipercolesterolemia.

2.5 Importância da avaliação sensorial

De acordo com Amerine et al. (1965), apud Dutcosky (1996), a análise sensorial foi definida como a área científica de importante propósito de medir, analisar e interpretar diferentes reações das características dos alimentos e dos seus produtos e a percepção organoléptica pela visão, olfato, tato, audição e gosto dos provadores. Para Costell e Duran (1981), apud Dutcosky (1996) após a evolução das metodologias de avaliação de qualidade sensorial, foi definido que a qualidade sensorial de um produto alimentício é o resultado da interação entre o alimento e o homem, que é inserido no contexto fisiológico, psicológico e sociológico do indivíduo ou grupo de avaliadores. A ABNT (1993) definiu a Análise Sensorial como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais e como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

Conforme DURÁN (1999), a análise sensorial compreende o conjunto das sensações percebidas que o julgador deve expressar com palavras ou números quando ingere um alimento. Essas sensações estão relacionadas com características do produto como, por exemplo, a cor, sabor, aroma e textura.

Segundo Konkel et al. (2004), a análise sensorial é um campo de grande importância, pois contribui para muitas orientações nutricionais, como controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, assim como redução de custos e interação entre o processo de formulação, ingredientes e os aspectos sensoriais.

Os testes sensoriais complementam determinadas análises, onde são utilizados os órgãos dos sentidos como “instrumentos” de medida, garantindo expressivamente a qualidade nutricional de um produto, por ser uma medida que poderá relatar, por exemplo, a aceitação de um produto por parte dos consumidores (DELLA TORRE, 2003).

Para isso, conforme Pereira (2003) pode-se dispor de métodos afetivos, os quais medem aspectos subjetivos como aceitação ou preferência de um produto de forma individual ou em relação a outros. O teste de aceitação, por sua vez, é essencial no processo de desenvolvimento de um produto e envolve uma série de procedimentos com a intenção de obter informações sobre as características sensoriais do mesmo.

Para IFT (1981) e também Ferreira et al. (2000), os testes afetivos são utilizados para avaliar a preferência e/ou a aceitação de produtos, onde um grande número de julgadores é requerido para essas avaliações, representando uma população alvo.

Para medir a preferência de produtos alimentícios por uma população é usada a escala hedônica, que relata os estados agradáveis ou desagradáveis no organismo ou mede o gostar ou desgostar de um alimento (IFT, 1981).

O teste de ordenação é um teste onde três ou mais amostras são apresentadas simultaneamente. É solicitado ao provador que ordene as amostras de acordo com a intensidade ou grau de atributo específico (ABNT, 1994).

Portanto, é possível através dos testes afetivos, comparar produtos concorrentes e avaliar a competitividade entre eles com a intenção de auxiliar na produção de novos produtos, otimizar a qualidade de produtos, ter acesso ao mercado ou identificar o quanto encontra-se ideal a intensidade de atributos de um determinado alimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do trabalho e caracterização das amostras

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

Para a realização do presente trabalho, utilizaram-se grãos de aveia (*Avena sativa*) formado por uma mistura de cultivares, safra 2009, oriundas do estado do Paraná, Brasil. O processamento foi realizado na SL Cereais e Alimentos LTDA obtendo-se as amostras abaixo e ilustradas na figura 4.

- grão de aveia com casca (AC) = grão inteiro da aveia com casca
- grão descascado (AD) = grão inteiro da aveia descascado
- grão descascado tostado (ADT) = grão inteiro da aveia descascado e com tratamento térmico
- aveia em flocos (AF) = lâminas do grão com 1 corte
- aveia flocos finos (AFF) = lâminas do grão com 2 ou 3 cortes
- farelo de aveia (AFAR) = subproduto da moagem do grão
- farinha de aveia (AFA) = partículas que passaram pelo processo de moagem

3.2 Preparo das amostras

As amostras foram moídas em micro moinho (marca Marconi®, 27.000 rpm) com dimensão de partícula inferior a 1mm e acondicionadas em sacos de polietileno identificadas e armazenadas a temperatura de – 18°C para análises da composição química. Na análise bromatológica, para cada tratamento (AC, AD, ADT, AF, AFF, AFAR e AFA), utilizou-se três repetições.

3.3 Análise bromatológica

As análises foram realizadas de acordo com metodologias preconizadas pela AOAC (1995), descritas a seguir:

- **Matéria seca (MS)** – a MS foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso, em estufa a 105°C durante 12h. Determinada a MS, a diferença de 100 é a umidade.

- **Cinzas ou Resíduo Mineral Total (CZ)** – a CZ foi obtida por meio da incineração de 2 gramas de matéria parcialmente seca (MPS) em cadinho de porcelana, previamente calcinado e pesado. Cada cadinho foi levado à mufla a 550°C por 5h. Na seqüência, os cadinhos foram colocados em dessecador até esfriar, pesado juntamente com as cinzas para posterior cálculo da fração cinzas.

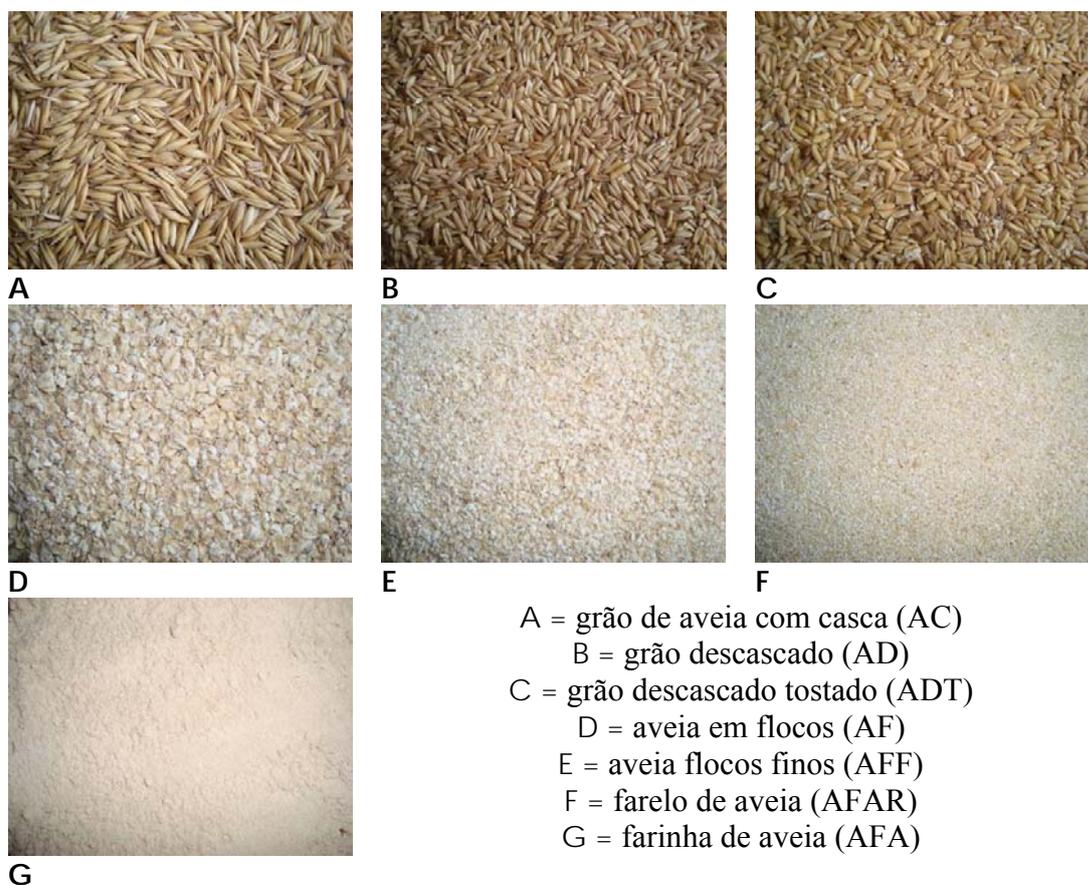


Figura 4. Amostras de aveia utilizadas no estudo.

- **Proteína Bruta (PB)** - a PB foi determinada pelo método Kjeldahl ($PB = N \times 6,25$), compreendendo três etapas: *1ª fase: digestão ou mineralização*: Ocorre oxidação da matéria orgânica e o Nitrogênio é transformado em sulfato de amônio (NH_4SO_4). Foram pesados 0,2 gramas de amostra em balança analítica e transferida para tubos de digestão. Foi adicionado uma dose de mistura catalítica ($K_2SO_4 + CuSO_4$), 2 mL de ácido sulfúrico concentrado e fenolftaleína para proceder a digestão em bloco digestor, a $375^\circ C$, até atingir a limpidez do líquido. Após a retirada do bloco digestor, o material foi resfriado e diluído até 20 mL com água destilada. *2ª fase destilação*: Foi colocado o tubo do bloco digestor no destilador e adicionado 10mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% que reage com o sulfato de amônio e por ação do calor, libera amônia. (NH_3). Com a ponta do destilador mergulhada em erlenmeyer de 50 mL na solução de ácido bórico é formado borato de amônio ($(NH_4)_3BO_3$). *3ª fase: titulação*: Foi colocado o destilado para a titulação com solução de ácido sulfúrico 0,051813471N, onde o borato de amônio formado é proporcional à quantidade de nitrogênio da amostra. A titulação se completa com o aparecimento da cor violeta, indicando o ponto final.

- **Lipídeos (LIP)** - o LIP foi determinado pelo método de Bligh e Dyer (1959), onde 2g de amostra foi pesada em tubo de ensaio de aproximadamente 70mL e adicionados 8 mL de clorofórmio ($CHCl_3$), 16 mL de metanol (CH_3OH) e 6,4 mL de água destilada, na proporção de 1:2:0,8 onde os três solventes coexistem em solução homogênea e colocados os tubos em agitador rotatório por 30 minutos. Na seqüência foi adicionada mais 8 mL de clorofórmio e 8mL de solução de Sulfato de sódio 1,5% e agitado por mais dois minutos. Na mudança de proporção de clorofórmio, metanol e água ocorreu a separação total do clorofórmio que carrega os lipídeos (camada inferior) através da centrifugação a 1000 rpm por 2 minutos. Dessa forma, todo o LIP da amostra ficou dissolvido em 20mL de clorofórmio, onde foi retirado entre 13 a 15 mL dessa camada e transferido para tubo de ensaio de aproximadamente 30 mL com 0,8 g de sulfato de sódio anidro, sob agitação. Essa mistura foi filtrada com papel filtro em funil pequeno, recolhidos 5 mL do filtrado límpido, despejado em béquer previamente pesado e colocado em estufa a $105^\circ C$ até evaporar o solvente. Após o material lipídico foi resfriado em dessecador e pesado.

- **Fibra Alimentar Total (FA)** - As determinações de fibra alimentar total (FT) e fibra insolúvel (FI) foram realizadas conforme o método enzimico-gravimétrico.

Com antecedência, os cadinhos sinterizados com fundo poroso foram calcinados por 3 horas em mufla à $525^\circ C$. Após alcançar temperatura ambiente, foi moldado nos cadinhos lã de vidro umedecida em água destilada. Na seqüência, o recipiente foi levado

por 5 horas à mufla em temperatura de 525°C e posteriormente levado à estufa por 12 horas para ser pesado. Pesou-se 1 g de amostra em béquer de 400mL (conduzidos 4 béqueres para cada amostra a ser analisada) com a adição de 50 mL de tampão fosfato (pH=6) e homogeneizado. Utilizou-se 100µL de enzima α -amilase (Termamyl 120L) e homogeneizado para incubação por 30 minutos em banho-maria estacionário a 100°C. Após foi resfriado à temperatura ambiente, com a correção do pH para $7,5 \pm 0,2$ com solução de NaOH 0,275N. Na seqüência foi adicionado 100µL da enzima protease (Flavourzyme 500L), homogeneizado e incubado por 30 minutos em banho-maria com agitação a 60°C. Quando resfriado à temperatura ambiente o pH foi corrigido para $4,5 \pm 0,2$ com solução de HCl 0,325N. Por fim, foi adicionado 300µL da enzima amiloglicosidase (AMG 300L) e da mesma forma, homogeneizado e incubado por 30 minutos em banho-maria com agitação a 60°C.

Em dois dos quatro béqueres, foi adicionado 280mL de etanol (C₂H₆O) 95%, aquecido a 60°C e deixados em repouso por 1 hora para precipitação da fibra solúvel.

O resíduo da fibra insolúvel foi filtrado em cadinho de vidro sinterizado, lavado com 3 x 20 mL de água destilada morna, 2 x 20 mL de etanol 95% e 2 x 10 mL de acetona. Após a precipitação da fibra solúvel, para o resíduo da fibra total, foi filtrado a solução remanescente em cadinho sinterizado, lavado com 3 x 20 mL de água etanol 78%, 2 x 20 mL de etanol 95% e 2 x 10 mL de acetona. Terminada a filtração, os cadinhos foram levados para a estufa a 105°C por uma noite e depois pesados com o resíduo seco.

Da duplicata de cada uma das frações de fibra determinada (insolúvel ou total), um dos cadinhos foi incinerado em mufla a 525°C por 5 horas para a correção de cinzas e o resíduo remanescente foi utilizado para análise de nitrogênio e posterior correção para proteína bruta. O teor de fibra solúvel (FS) foi determinado pela diferença entre a fibra total e a fibra insolúvel.

- *Minerais*

- *cálcio, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês, cobre* - Os minerais foram determinados por digestão nitro-perclórica na proporção de 5:1, onde após pesar 0,5g de amostra foram adicionados 5 mL de solução nitroperclórica e nas 12 horas iniciais foi realizada uma digestão a temperatura ambiente (21 a 23°C). Nas horas seguintes realizou-se outra digestão em temperatura controlada até 180°C, obtendo-se em torno de 1 mL de amostra. Após resfriar, acrescentou-se água destilada até 50 mL. Para cálcio e magnésio utilizou-se 50 mL de óxido de lantânio 12g/L. Após foi realizado a leitura em equipamento de espectrometria de absorção atômica, da marca Intralab Gemini®, modelo AA 12/1475.

- **Fósforo** - Foi preparado a solução para a leitura do fósforo com 0,1 g de cinzas com 2mL de H₂SO₄ 10N e 50 mL de água destilada em balão volumétrico de 50mL. Dessa solução, foram retirados 10 mL e diluído para 100 mL. Da solução diluída, foram retirados 5 mL e misturados a 2mL de reagente misto (molibdato de amônio 5% + vanadato de amônio 0,25%). Os teores de fósforo foram determinados em fotocolorímetro.

- **Carboidratos não fibrosos (CNF)** - A fração de carboidratos não fibrosos foi estimada por diferença: % CNF= 100 - (% PB + % LIP + % CZ + % FA).

3.4 Avaliação sensorial (testes afetivos)

Para cada provador não treinado, de ambos os sexos e idade variada foram disponibilizados quatro amostras de aveia em diferentes formas de processamento: aveia em flocos (AF), aveia em flocos finos (AFF), farelo de aveia (AFAR) e farinha de aveia (AFA), devidamente codificadas com três dígitos, ao acaso. Foram avaliados os testes de aceitação nos atributos aparência, textura e sabor, preferência entre essas amostras e a intenção de compra. A avaliação sensorial seguiu metodologia citada por Dutcosky (1996).

3.4.1 Teste de Aceitabilidade

Foi realizado o teste afetivo de aceitabilidade utilizando escala hedônica de 7 pontos ancorada nos seus extremos, com os termos: “gostei muitíssimo” (7) e “desgostei muitíssimo” (1). A aceitação do produto foi avaliada de forma global quanto aos atributos sensoriais aparência, sabor e textura.

As amostras foram servidas, uma por vez, de forma seqüencial a 75 provadores não-treinados, individualmente, em copos plásticos descartáveis, com iogurte de morango (a temperatura de refrigeração) como acompanhamento. Entre as provas foi oferecido água. Solicitou-se ao avaliador marcar em ficha apropriada (Figura 5) a resposta que melhor refletisse seu julgamento em relação à aceitação. Dos participantes, a faixa etária de até 20 anos correspondeu a 30,7% dos avaliadores; de 21 a 30 anos, 42,7%; e acima de

30 anos representaram 26,6% do público. Entre os avaliadores, 48% pertenciam ao sexo masculino e 52% do sexo feminino.

3.4.2 Teste de intenção de compra

Da mesma forma, foi avaliada a intenção de compra com os mesmos provadores do teste acima, nas mesmas condições, utilizando escala de 5 pontos ancorada nos seus extremos, com os termos “certamente compraria” e “certamente não compraria”.

Os provadores relataram seus julgamentos quanto à intenção de compra em ficha apropriada (Figura 5).

3.4.3 Teste de preferência ou ordenação

O teste de ordenação foi aplicado a 55 provadores não-treinados para que as amostras fossem comparadas quanto à preferência do julgador.

O avaliador recebeu as amostras no mesmo momento, classificando-as em ordem crescente de preferência quanto aos atributos sensoriais textura, sabor e aparência, de forma que melhor refletisse seu julgamento, em ficha apropriada (Figura 6).

A posição das amostras foi casualizada com relação aos provadores. A faixa etária de até 20 anos correspondeu a 33,96% dos avaliadores; de 21 a 30 anos, 26,41% e acima de 30 anos representaram 39,7% do público. Dos avaliadores, 45,28% pertenciam ao sexo masculino e 54,72% do sexo feminino.

3.5 Procedimentos estatísticos

Para avaliação estatística foi realizada análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância para a análise bromatológica e teste afetivo de aceitabilidade.

Para análise sensorial de ordenação foi utilizado o teste de Friedman, a fim de comparar diferentes amostras ao mesmo tempo, em função de algum atributo para verificar se essas diferem entre si. Foi solicitado ao provador que ordene as amostras recebidas em ordem crescente ou decrescente em relação ao atributo avaliado. Para análise dos resultados foi utilizado a tabela de Newel e MacFarlane, que indica a diferença crítica entre os totais de ordenação, a nível de 5%, de acordo com o número de tratamentos testados e o número de julgamentos realizados. Se a diferença entre duas amostras for maior ou igual ao número tabelado (diferença crítica), entende-se que há diferença significativa entre elas ($p \leq 0,05$).

O valor da diferença mínima significativa (dms) entre os totais de ordenação foi calculado pela fórmula abaixo:

$$dms = Q \cdot \sqrt{\frac{p \cdot t \cdot (t + 1)}{12}}$$

Onde:

Q = valor tabelado em função do número de tratamentos- valores da amplitude Q a ser usado nas comparações múltiplas não-paramétricas.

T = número de tratamentos

P = número de provadores.

Para fins estatísticos, o arredondamento é feito pelo número inteiro imediatamente superior.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – PPGCTA
AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Data: ___ / ___ / ___

Código da amostra: _____

Faixa etária: () até 20 anos () de 21 a 30 anos () acima de 30 anos

Sexo: ()M ()F

Você está recebendo amostra codificada de um cereal. Por favor, prove-as e avalie de forma global, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou. Marque com um X a posição que melhor reflita seu julgamento

	Aparência	Textura	Sabor
7. Gostei muitíssimo			
6. Gostei muito			
5. Gostei			
4. Não gostei / Nem desgostei			
3. Desgostei			
2. Desgostei muito			
1. Desgostei muitíssimo			

Com base em sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo, sua atitude, se você encontrasse estas amostras à venda. Se eu encontrasse este produto à venda eu:

	Marque com um X a posição que melhor reflita seu julgamento.
5. Certamente compraria	
4. Possivelmente compraria	
3. Talvez comprasse / talvez não comprasse	
2. Possivelmente não compraria	
1. Certamente não compraria	

Figura 5. Ficha utilizada para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra para quatro amostras de aveia em diferentes etapas do processamento devidamente codificada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – PPGCTA
AVALIAÇÃO SENSORIAL- Teste de ordenação

Nome: _____ Data: ___/___/___

Faixa etária: () até 20 anos () de 21 a 30 anos () acima de 30 anos

Sexo: () M () F

Você está recebendo 4 amostras codificadas de um cereal. Por favor, prove-as, classificando-as quanto à sua preferência, avaliando quanto aos itens citados abaixo. Indique no espaço disponível a ordem crescente (1ª a 4ª ordem) que melhor reflita seu julgamento.

Amostras	1º	2º	3º	4º
Aparência				
Sabor				
Textura				

Figura 6. Ficha utilizada para avaliação da preferência em quatro amostras de aveia em diferentes etapas do processamento devidamente codificada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica dos grãos de aveia nas diferentes formas de processamentos

4.1.1 Composição centesimal

Na tabela 2 encontram-se as médias, $P > F$, coeficiente de variação e desvio padrão da matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) dos grãos de aveia submetidos a diferentes processamentos.

Os resultados demonstraram diferenças significativas para CZ, PB, LIP, FA, FI, FS e CNF, porém não houve diferenças ($p > 0,05$) para os valores de MS, com média de 90,65%. Os processamentos não afetaram os teores de umidade em relação aos grãos.

Provavelmente, o processo de estabilização/tostagem realizado durante o processamento do grão não foi suficiente para indicar diferença significativa na umidade das amostras nas diferentes formas de processamento.

Monteiro (2005) na análise de matéria seca para grãos inteiros e descascado (cariopse) de diferentes cultivares de aveia, encontrou média de 86,06%, valor aproximado também encontrado por Weber et al. (2002) que obteve média de 88,11% de matéria seca.

Em relação à fração cinzas (CZ), a média encontrada nos diferentes processamentos de aveia foi de 2,47%. O farelo de aveia obteve maior teor (4,5%) e as outras formas de processamento, AC, ADT, AFA, AD, AF e AFF, não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$). Tais diferenças evidenciam a maior presença de minerais no farelo, pois de acordo com Betchel (1989) seus componentes, pericarpo e camada de aleurona, são ricos em cinzas. Gutkoski e Pedó (2000), concordam e reforçam a presença de cinzas em maior concentração nas porções externas da cariopse.

Os valores encontrados nos teores de CZ são semelhantes aos resultados observados por Simioni et al. (2007), com teor de cinzas de 1,92 e 1,97 para cariopses inteiras de duas cultivares analisadas, respectivamente. Weber et al. (2002) encontraram resultados semelhantes em análise de cariopses, obtendo média de 1,95% no teor de cinzas.

Da mesma forma, com relação a cinzas, o teor encontrado por Pedó e Sgarbieri (1997) em cariopses de aveia ficou próximo aos 2,00%.

Tabela 2. Matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), lipídeos (LIP), fibra alimentar (FA), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF) de grãos de aveia em diferentes formas de processamento.

	MS*	CZ	PB	LIP	FA	FI	FS	CNF
%MS								
Amostras								
AC	89,00 ^a	2,41 ^b	12,51 ^d	7,59 ^{bcd}	33,34 ^a	30,91 ^a	2,42 ^b	44,15 ^c
ADT	90,82 ^a	2,04 ^b	17,11 ^c	6,46 ^d	12,94 ^c	9,97 ^c	2,98 ^b	61,45 ^a
AFA	91,82 ^a	2,08 ^b	18,62 ^{bc}	7,29 ^{cd}	13,03 ^c	8,84 ^c	4,20 ^{ab}	58,95 ^{ab}
AD	90,41 ^a	2,18 ^b	16,85 ^c	6,73 ^d	12,19 ^c	9,35 ^c	2,85 ^b	62,05 ^a
AF	90,74 ^a	1,94 ^b	17,72 ^{bc}	8,06 ^{abc}	12,17 ^c	8,18 ^c	3,99 ^{ab}	60,12 ^{ab}
AFF	90,11 ^a	2,17 ^b	20,29 ^b	8,76 ^{ab}	12,82 ^c	10,52 ^c	2,29 ^b	56,17 ^b
AFAR	91,67 ^a	4,5 ^a	23,77 ^a	9,14 ^a	25,80 ^b	19,90 ^b	5,90 ^a	36,78 ^d
Média	90,65	2,47	18,12	7,72	17,47	13,95	3,52	54,24
P>F	0,0845	>0,0001	>0,0001	>0,0001	>0,0001	>0,0001	0,0026	>0,0001
CV(%)**	1,19	10,46	5,48	6,03	4,81	8,60	25,53	2,93
Desvio padrão	1,07	0,26	0,99	0,46	0,84	1,2	0,9	1,59

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

* Não houve diferença significativa entre os diferentes processamentos.

** CV = coeficiente de variação

AC = aveia com casca, ADT = grão de aveia descascada tostada, AFA = farinha de grão de aveia, AD = Grão de aveia descascada, AF = grão de aveia em flocos, AFF = grão de aveia em flocos finos, AFAR = Farelo de grão de aveia.

A concentração protéica média das amostras de aveia foi de 18,12%, onde se observou um maior valor para AFAR (23,77%) e menor valor para AC (12,51%), não havendo diferença significativa para teor protéico entre AFF, AF e AFA, e entre AD, ADT, AFA E AF, as quais representam amostras de aveia sem casca em diferentes formas de processamento.

Os valores encontrados eram esperados, pois segundo Betchel (1989), o germe e ainda, o pericarpo e aleurona, principais componentes do farelo, apresentam maior concentração de proteínas.

Floss (2005) relata comparação de teores de proteínas na aveia sem casca (16 %) e aveia com casca (12,5%) realizada pela Agri-Education, EUA (1976), indo ao encontro com os resultados obtidos nesse trabalho, onde o teor protéico de AC foi de 12,51% e o grão descascado nos diferentes processos, variou de 16,85% a 20,29%.

Helm et al. (2002), encontraram valor protéico para o farelo de cultivares variando entre 18,67% e 21,33% e para farinha de aveia variando de 14,98% a 17,81%. Já Wang et al. (2007), obtiveram 10,38 e 14,8% como valores de proteínas para grãos inteiros e descascados de duas cultivares de aveia .

O aumento protéico no grão é diretamente proporcional à concentração protéica no farelo e endosperma, onde ocorre a maior concentração, que fica entre 48,6% e 45,1%, do peso do grão, respectivamente. (RFN, 2010).

A média protéica verificada por Gatto (2005) em cariopses inteiras de aveia foi de 15,2%, com variação da proteína bruta entre 13,1 e 18,1%, resultados que vão de encontro aos obtidos nesse trabalho.

Para Weber et al. (2002), a média da concentração de proteínas na cariopse de aveia foi de 15,07%, valor próximo à média de 15,01% encontrada por Pedó e Sgabieri (1997) ao caracterizar cultivares de aveia.

Milach et al. (2000) em estudo de 25 diferentes genótipos de aveia na forma de grão inteiro e descascados cultivados em diferentes regiões do Sul do Brasil, encontraram teores protéicos que variaram 12,7 e 16,9%. Da mesma forma, Costa Beber et al. (2002), obtiveram média de 16,8% para cariopses inteiras de cultivares de aveia , durante dois anos, em três diferentes locais de cultivo. Conforme Gutkoski et al. (2005), o teor de proteína bruta no grão pode sofrer variações entre cultivares, ou no mesmo cultivar por influência do ambiente de cultivo e pela adubação nitrogenada.

Foram observadas neste estudo, pequenas variações na comparação de média com alguns autores, sendo que tal divergência nos resultados pode ser atribuída também ao uso de métodos diferentes aplicados para o descascamento na indústria. Porém, independente da forma de processamento do grão de aveia, todos apresentam potencial nutricional protéico importante. Isso remete as afirmações de Welch (1995) que embora não se compare à qualidade de proteínas de origem animal, a aveia contém destacável teor proteico.

Com relação aos lipídeos, o maior valor encontrado foi para o AFAR (9,14%), sem diferença significativa em relação à AFF e AF. Também não houve diferença significativa entre AFF, AF e AC. O menor teor encontrado foi para ADT (6,46%), que não diferiu significativamente com AD, AFA e AC. A média verificada entre as amostras foi de 7,72%.

Conforme Young (1972), a maior quantidade de lipídeos encontra-se no germe com 33,2%, mas na proporção com o grão total, soma somente 7,7%, pois o germe representa 3% do peso do grão. A fração farelo possui em torno de 40% de lipídeos e todo o endosperma, o restante. A casca possui pequena concentração de lipídeos em relação ao total de grão de aveia.

Helm et al. (2002), analisando teores de lipídeos para farelo de aveia de diferentes cultivares encontram valores entre 13,75 e 13,84%, enquanto que para farinha de aveia os teores foram de 6,72%.

Wang et al. (2007), obtiveram 9,75 e 14,93% como valores médios de lipídeos para grãos inteiros e descascados de duas cultivares de aveia, respectivamente.

Avaliando teor de lipídeos em cariopses de aveia, Simioni et al. (2007) encontraram média de 7,3% , valor semelhante encontrado por Weber et al. (2002), que verificaram valor médio de 7,04%, também considerando o grão descascado.

Embora com papel nutricional importante, os lipídeos quando associados a enzimas hidrolíticas são considerados responsáveis pela instabilidade de armazenamento do grão de aveia. Dessa forma aumenta a tendência de rancidez, conferindo sabor e aroma desagradáveis (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Em relação à fibra alimentar, a média encontrada para as amostras foi de 17,47% (Tabela 2), sendo que o maior valor foi para AC (33,34%), diferindo estatisticamente do AFAR (25,80%), que obteve o segundo maior teor. As demais amostras, ADT (12,94%), AFA (13,03%), AD (12,19%), AF (12,17%) e AFF (12,82%) não tiveram diferenças significativas.

Quando ocorre a remoção da casca parte da fibra é perdida. No grão de aveia as cascas correspondem a 25% do grão (MaCMULLEN, 2000). Portanto, a diminuição da fibra pode ser atribuída à remoção da casca, onde estão contidos principalmente celulose, hemicelulose, ligninas e pectinas, o que contribui para o conteúdo de fibra alimentar total na aveia.

O teor de fibra alimentar para o AFAR obtido no presente trabalho vai ao encontro com os dados obtidos por Helm et al. (2002), que encontraram teores de fibra alimentar no farelo de diferentes cultivares entre 23,23 % e 24,75%.

Os teores de fibra encontrados nesse trabalho para o grão descascado (AD e ADT), concordam com Simioni et al. (2007) que verificou uma média de 12,9% de fibra alimentar em grão descascado. Também vão ao encontro dos valores verificados por Wang et al. (2007), que foi de 11,38% também em grãos inteiros e descascados. Gatto (2005) encontrou, em diferentes cultivares, teores variando de 11,6% a 12,1% para fibra alimentar no grão de aveia.

Malkki e Virtanen (2001), em uma revisão sobre os benefícios da aveia na saúde humana relataram valores de fibras totais variando 6 a 9% em grãos de aveia descascados, enquanto que no farelo esses teores variaram de 12 a 24%.

Para fibra insolúvel, o maior valor encontrado foi para AC (30,91%), diferindo estatisticamente do AFAR (19,9%), que obteve segundo maior teor. As demais amostras não tiveram diferenças significativas, variando de 8,18 a 10,52%. A média das amostras foi de 13,95%.

O valor elevado para AC pode ser explicado pela quantidade de fibras contidas na casca do grão de aveia.

Para Gatto (2005) quanto aos teores de fibra insolúvel, as cariopses inteiras de aveia avaliadas apresentaram teores, variando de 8,2% a 8,4%.

Possíveis divergências de resultados podem ser atribuídas a retirada da casca na grande maioria das análises, pois é na casca onde encontram-se maior concentração de fibras.

Através desses resultados observa-se que, quando ocorre o processo de descascamento, as camadas mais externas são removidas, portanto, há maior remoção de fibra alimentar total e insolúvel nos grãos. No entanto, mesmo sofrendo diferentes processamentos, grãos de aveia possuem alto teor dessas fibras, tornando-os indicado para diversos propósitos na nutrição humana. Wood (1993) relata que devido às funções benéficas, as fibras devem ser incluídas na dieta humana.

Observando os valores encontrados para fibra solúvel, o maior teor detectado foi para o AFAR (5,9%) e a média das amostras de aveia nas diferentes formas de processamento foi de 3,52%. A AFA apresentou 13,03% de fibra alimentar, sendo 4,20% solúvel e 8,84% insolúvel. Deste total, 32,11% correspondeu à fração fibra solúvel, onde se encontram as β -glicanas, responsáveis pelos efeitos benéficos à saúde humana.

Resultado semelhante observou-se na AF, com 32,79% de fibras solúveis e para AFAR, com 22,87% de fibras solúveis, no total de fibras.

O teor de fibras solúveis caracterizam a importância da fibra alimentar, pois apresentam a função que caracteriza a aveia como alimento funcional pela redução dos níveis de colesterol, tornando esse alimento altamente recomendado para consumo humano (ANDERSON et al.,1987). Conforme Mira et al. (2009), além de atuar na resposta glicêmica, as fibras solúveis podem gerar efeito protetor no desenvolvimento do câncer de cólon e regular o apetite. O FDA autorizou o uso de farelo de aveia como fonte de fibras solúveis para serem utilizadas em benefício à saúde. A interação entre uma dieta de baixo colesterol e gordura saturada e rica em fibras solúveis podem influenciar favoravelmente os níveis de lipídios no sangue, como o colesterol total e, portanto, oferecer menor risco de doença cardíaca. Ainda, segundo o FDA, para cada 100g de fonte de farelo bruto de aveia têm-se 7g de fibra solúvel; para farelo de trigo: 3g; farelo de arroz: de 3-9g e farelo de milho: 2-3 g de fibra solúvel.

Para carboidratos não fibrosos, o maior teor encontrado foi para AD (62,05%) que não diferiu significativamente de ADT, AFA e AF. A média encontrada foi de 54,24%. Como era esperado, o AFAR obteve o menor teor (36,78%), diferindo estatisticamente das demais formas de processamento. Isso ocorre devido ao farelo apresentar maiores teores de fibras, proteínas, lipídeos e minerais, portanto menor concentração de carboidratos não-fibrosos.

O teor de carboidratos não fibrosos encontrado por Simioni et al. (2007) em grãos inteiros de aveia atingiu uma média de 50% enquanto que Gatto (2005), também analisando grãos inteiros de diferentes cultivares obteve teores de carboidratos variando de 69,8 a 75,7%.

4.1.2 Composição mineral

Em relação à composição mineral da aveia em diferentes formas do processamento (Tabela 3), verificou-se diferença significativa ($p > 0,05$) para todos os elementos analisados: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco, ferro, manganês e cobre.

Na avaliação do cálcio, observou-se valor médio de $0,33\text{g kg}^{-1}$ (Tabela 3) para aveia nas diferentes formas de processamento. O maior valor encontrado foi para AFAR

(1,60 g kg⁻¹). As outras formas de processamento não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

O cálcio tem grande importância para a formação dos ossos e dentes, além da influência no crescimento e como co-fator/regulador em reações bioquímicas (FRANCO, 1999).

Em relação ao fósforo, a média das amostras 0,40 %, não demonstrou diferença significativa entre ADT, AFA, AD e AF e também entre AC, AFF e AFAR. Os teores de fósforo nos grãos inteiros (AD e ADT) foram de 0,47 e 0,45%, muito próximos aos teores obtidos por Wang et al. (2007), respectivamente 0,37% \pm 0,06 e 0,47% \pm 0,09 para duas cultivares diferentes de grãos inteiros de aveia. Juntamente com o cálcio, uma das principais funções do fósforo é manter ossos e dentes saudáveis (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005).

Tabela 3. Composição mineral de grãos de aveia em diferentes formas de processamento.

Amostras	P	Ca	Mg	K	Zn	Fe	Mn	Cu
	%	-----g kg ⁻¹ -----			-----mg kg ⁻¹ -----			
AC	0,34 ^b	0,21 ^b	0,55 ^c	6,68 ^b	27,21 ^d	70,98 ^a	53,72 ^b	4,39 ^d
ADT	0,45 ^a	0,07 ^b	0,66 ^{bc}	6,18 ^b	42,92 ^b	19,04 ^b	47,36 ^{bc}	7,56 ^{ab}
AFA	0,45 ^a	0,16 ^b	0,68 ^{bc}	6,61 ^b	34,43 ^{cd}	15,42 ^b	47,09 ^{bc}	7,03 ^{abc}
AD	0,47 ^a	0,02 ^b	0,69 ^b	6,76 ^b	35,54 ^{bc}	19,04 ^b	45,71 ^c	5,49 ^{bcd}
AF	0,46 ^a	0,06 ^b	0,65 ^{bc}	5,74 ^b	33,77 ^{cd}	33,09 ^{ab}	45,43 ^c	4,99 ^{cd}
AFF	0,29 ^b	0,21 ^b	0,73 ^b	6,59 ^b	38,74 ^{bc}	17,29 ^b	52,74 ^b	6,83 ^{abcd}
AFAR	0,32 ^b	1,60 ^a	1,50 ^a	10,93 ^a	56,56 ^a	34,99 ^{ab}	126,19 ^a	8,30 ^a
Média	0,40	0,33	0,78	7,07	38,45	29,21	59,75	6,37
P>F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0 0001	0,0036	0,0001	0,001
CV(%)	8,78	48,10	6,30	7,37	7,20	50,56	4,21	14,30
desvio padrão	0,001219	0,16	0,05	0,52	2,77	14,77	2,52	0,91

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

CV = coeficiente de variação

AC = aveia com casca, ADT = Grão de aveia descascada tostada, AFA = farinha de grão de aveia, AD = Grão de aveia descascada, AF = grão de aveia em flocos, AFF = grão de aveia em flocos finos, AFAR = Farelo de grão de aveia.

AFAR indicou maior teor de magnésio (1,50 g kg⁻¹), diferindo significativamente da AFF, AD, AF, AFA e AD, semelhantes estatisticamente. Da mesma forma, obtiveram semelhança, AC, AFA, ADT e AF. O menor teor encontrado foi para AC (0,55 g Kg⁻¹). A

média verificada foi de $0,78 \text{ g kg}^{-1}$.

Wang et al. (2007), obtiveram valores de magnésio de 0,12 a 0,15% para duas cultivares diferentes de grãos inteiros de aveia. De acordo com Mahan e Escott-Stump, (2005), a principal atuação do magnésio é no auxílio da contração muscular, estrutura óssea e metabolismo energético. A falta desse mineral provoca gradativa diminuição da resistência e, portanto da capacidade aeróbica.

Novamente, o maior teor de potássio foi para AFAR ($10,93 \text{ g kg}^{-1}$), diferindo significativamente dos demais processos, que demonstraram semelhanças estatísticas em seus teores. A média observada foi de $7,07 \text{ g kg}^{-1}$, teor acima da variação encontrada entre 3,1 a $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ por Morgan apud McMullen (2000) e 3,7 a $3,8 \text{ g kg}^{-1}$ verificados por Wang et al. (2007), em grão inteiros de cultivares de aveia.

A deficiência na ingestão de potássio reflete em arritmia cardíaca, fraqueza muscular, fadiga e intolerância à glicose.

O maior teor de zinco foi para AFAR ($56,56 \text{ mg kg}^{-1}$) e o menor para AC ($27,21 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo que a concentração média foi de $38,45 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre AD, ADT, e AFF. Da mesma forma, foram semelhantes os resultados entre AFA, AD, AF E AFF. Esses resultados vêm ao encontro com Morgan apud McMullen (2000), que obteve valores de zinco variando entre 21 a 70 mg kg^{-1} . De acordo com Mahan e Escott-stump (2005), no corpo humano, o zinco encontra-se associado às diversas enzimas, participando de reações de síntese ou degradação de carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucléicos.

Em relação ao teor de ferro, a AC ($70,98 \text{ mg kg}^{-1}$) apresentou valor superior, mas foi semelhante estatisticamente ao AF e AFAR. A média das concentrações encontradas foi de $29,21 \text{ mg Kg}^{-1}$. A deficiência de ferro no corpo humano, responsável pela anemia, é comum principalmente na infância, sendo esse mineral de extrema importância nutricional para o sistema imune (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005).

Para o manganês, o teor médio foi de $59,75 \text{ mg kg}^{-1}$ sendo o máximo teor para AFAR ($126,19 \text{ mg kg}^{-1}$), com diferença significativa em relação aos outros processos. Não houve diferença significativa nos teores de manganês entre AC, ADT, AFA e AFF. Da mesma forma não diferiram estatisticamente ADT, AFA, AD e AF. Morgan apud McMullen (2000), encontraram teores de manganês em amostras de aveia variando entre 22 a 79 mg kg^{-1} . Conforme Cuppari (2006), esse mineral apresenta importância na participação do metabolismo de aminoácidos, lipídeos e carboidratos, além de auxiliar a formação dos ossos.

Com relação ao teor de cobre, encontrou-se variação de 4,39 a 8,30 mg kg⁻¹, sendo que não houve diferença significativa entre ADT, AFA, AFF e AFAR, assim como não houve diferença significativa entre ADT, AFA, AD e AFF. A média encontrada para teores de cobre foi de 6,37 mg kg⁻¹, resultado dentro da variação citada por Morgan apud McMullen (2000) que obteve valores entre 3,0 a 8,2 mg kg⁻¹ para amostras de aveia. O cobre é componente de várias enzimas, as quais atuam em importantes funções no organismo (CUPPARI, 2006).

Considerando os benefícios dos macromelementos (P, K, Ca e Mg) e microelementos (Cu, Zn, Mn e Fe), descritos acima, é de grande relevância observar os valores elevados para o farelo de aveia (AFAR), pois de acordo com Evers et al. (1999), o processo de descascamento pode interferir na composição dos minerais, uma vez que sua maior concentração está na porção exterior dos grãos de aveia. Da mesma forma, Frolich e Nymam, (1988), Apud Gutkoski e Pedó (2000), concordam que a concentração de minerais como cálcio, magnésio, fósforo e potássio encontram-se nas camadas mais externas do grão de aveia. Esses autores reforçam que a concentração de minerais pode variar quanto aos aspectos ambientais, assim como nos diferentes tecidos do grão de aveia.

Peterson et al. (1975) apud MacMullen (2000), em tabela comparativa da concentração de minerais entre o farelo e frações de endosperma da aveia, verificou diferenças significativa, sendo que para o macromelemento fósforo, os valores encontrados foram 1,02 % no farelo e 0,26 % no endosperma enquanto que para o macrolelento potássio, os teores foram de 1% no farelo e 1,16% no endosperma. Considerando os microelementos zinco, foram encontrados teores de 58,5 mg kg⁻¹ no farelo e 24,3 mg kg⁻¹ no endosperma; para o manganês, 87,8 mg kg⁻¹ para o farelo e 30,8 mg kg⁻¹ para o endosperma.

Dessa forma, observa-se a maior concentração de macro e microelementos no farelo em relação às outras frações do endosperma, reforçando a importância da utilização do farelo de aveia na dieta humana, conferindo maior funcionalidade aos produtos de aveia que o contem.

4.2 Teste afetivo para análise sensorial

4.2.1 Teste de aceitabilidade

4.2.1.1 Atributo aparência

Para a avaliação da aparência (Tabela 4), não houve diferença significativa ($P>0,05$), para AF e AFF, que obtiveram as maiores notas, 5,85 e 5,33, respectivamente. Houve diferença significativa ($p<0,05$) entre AFAR e AFA. A menor nota no atributo aparência foi designada para AFA (4,25).

O resultado obtido retrata a percepção do consumidor em associar o cereal aveia na forma de flocos (AF) ou flocos finos (AFF). A farinha de aveia (AFA), de forma geral recebeu a pior nota no atributo aparência por estar bastante distante dessa percepção.

Tabela 4. Aceitação quanto aos atributos aparência, textura e sabor para grãos de aveia em diferentes formas.

Amostras	Atributos		
	Aparência	Textura	Sabor
AF	5,85 ^a	5,29 ^{ab}	5,67 ^a
AFF	5,53 ^a	5,45 ^a	5,76 ^a
AFAR	4,80 ^b	4,89 ^b	5,35 ^a
AFA	4,25 ^c	4,23 ^c	4,72 ^b
<i>P>F</i>	>0,0001	>0,0001	>0,0001
<i>CV(%)</i> [*]	22,24	24,73	21,37
<i>Desvio padrão</i>	1,14	1,23	1,15

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

^{*}CV = coeficiente de variação

AF = aveia em flocos, AFF = aveia em flocos finos, AFAR = farelo de aveia. AFA = farinha de aveia

4.2.1.2 Atributo textura

No atributo textura, o maior valor obtido foi para AFF (5,45) e o menor valor (4,23) para AFA, comportando-se de forma diferenciada das outras amostras (Tabela 4). Não houve diferenças estatísticas para AF e AFF, assim como não houve diferenças para AFF e AFAR.

4.2.1.3 Atributo sabor

A amostra com maior aceitabilidade quanto a esse atributo foi a AFF, não havendo diferenças significativas entre AF, AFF e AFAR. Somente AFA diferiu com o valor da nota atribuída mais baixa (4,72).

Em trabalho comparativo com a substituição da farinha de trigo por farinha de aveia para produção de biscoitos, Assis et al. (2009), observaram que as diferentes amostras não diferiram significativamente quanto ao índice de aceitação, concluindo ser possível substituir a farinha de trigo por farinha de aveia sem afetar o índice de aceitabilidade dos biscoitos.

Conforme Borges et al. (2006), a formulação de bolo com 30% de farinha de aveia e 70% de farinha de trigo apresentou boa aceitação, considerando os atributos sabor, textura e impressão global em teste afetivo com escala hedônica de 9 pontos.

Considerando-se a aceitabilidade da aveia para os diferentes tratamentos, aveia em flocos, flocos finos, farelo de aveia e farinha de aveia, nos atributos aparência, textura e sabor, para 75 avaliadores, obteve-se os resultados, os quais estão representados nas figuras 7 a 18.

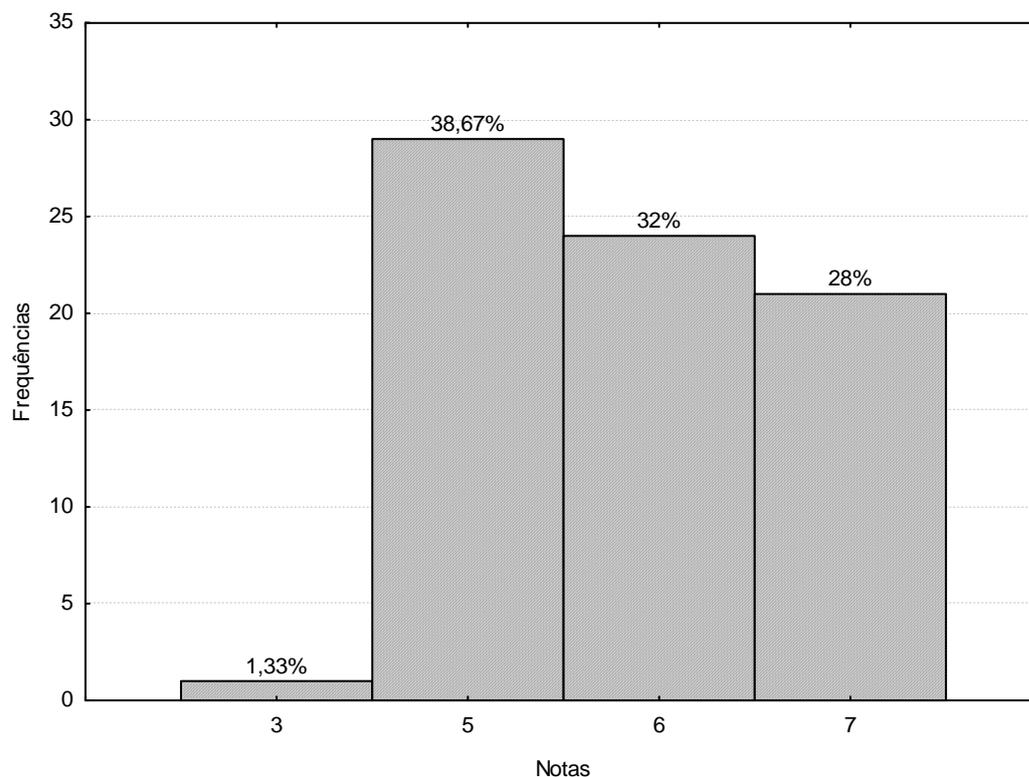


Figura 7. Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo aparência.

Em relação ao atributo aparência, os flocos de aveia apresentaram grande aceitação, onde 38,67% dos julgadores atribuíram nota 5; 32% atribuíram nota 6 e 28% atribuíram nota máxima, ou seja, 7. Apenas 1,33% dos julgadores atribuíram nota 3, revelando “desgostei” conforme pode ser observado na figura 7.

Em relação ao mesmo tratamento, no atributo textura, 45,33% dos julgadores atribuíram nota 5; 30,67% atribuíram nota 6 e 9,33% atribuíram nota 7. Apenas 5,33% demonstraram desgostar da textura dessa amostra e 9,33% demonstraram indiferença quanto à aparência da aveia em flocos, conforme figura 8.

Considerando o sabor da aveia em flocos, obteve-se grande aceitabilidade, conforme resultados apresentados na figura 9, sendo que 29,33% dos julgadores atribuíram nota 5; 36% atribuíram nota 6 e 22,67% atribuíram nota máxima 7. Somente 2,67% desgostaram da amostra, com nota 3 e 9,33% apresentaram indiferença para o atributo sabor.

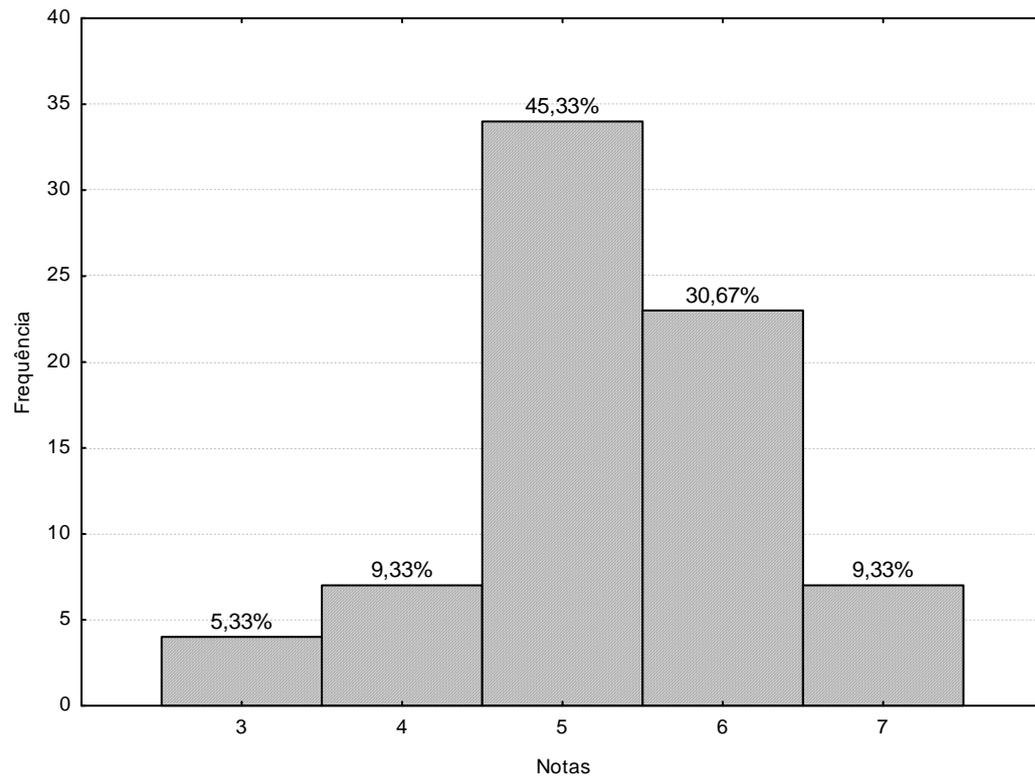


Figura 8. Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo textura.

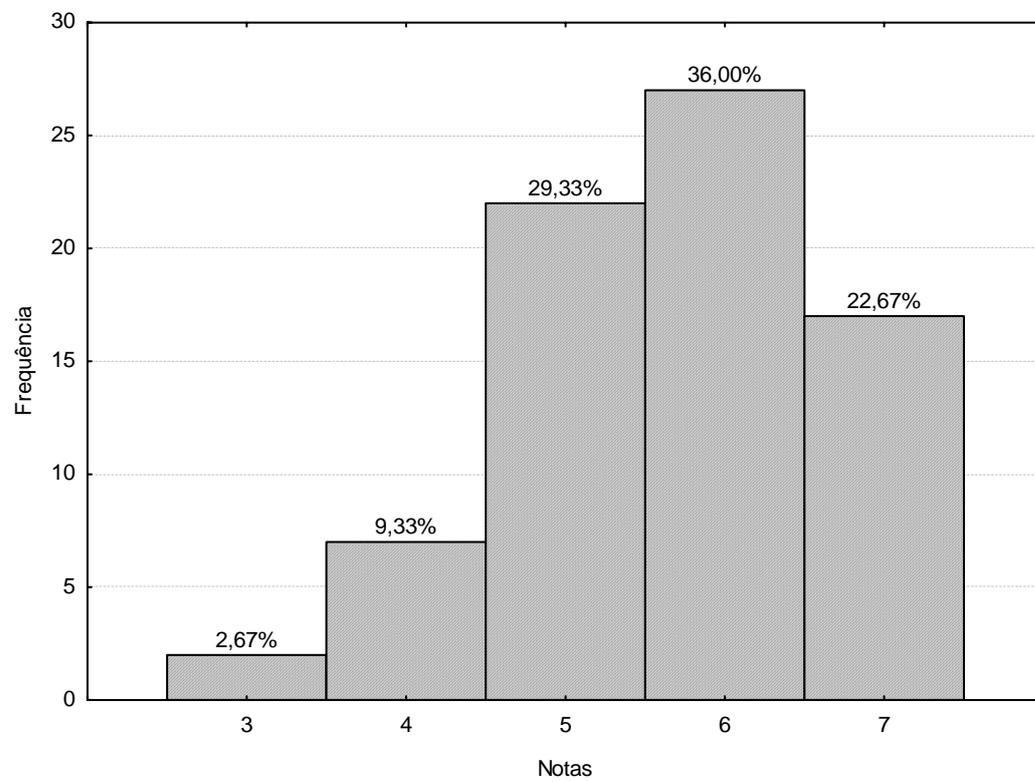


Figura 9. Aceitabilidade para flocos de aveia, no atributo sabor.

Considerando a utilização de flocos de aveia na formulação de biscoitos, Gutkoski e Pedó (2000), relatam que o uso de flocos grandes mantém sua forma enquanto flocos finos produzem biscoitos de menor textura após cozimento. O uso de produtos de aveia confere crocância aos biscoitos, além da redução de gordura utilizada.

Para aveia em flocos finos, no atributo aparência, 32% dos julgadores aceitaram a amostra com nota 5; 38,67% atribuíram nota 6 e 16% atribuíram a nota máxima. Dos julgadores, apenas 4% desgostaram e 9,33% demonstraram indiferença, conforme figura 10.

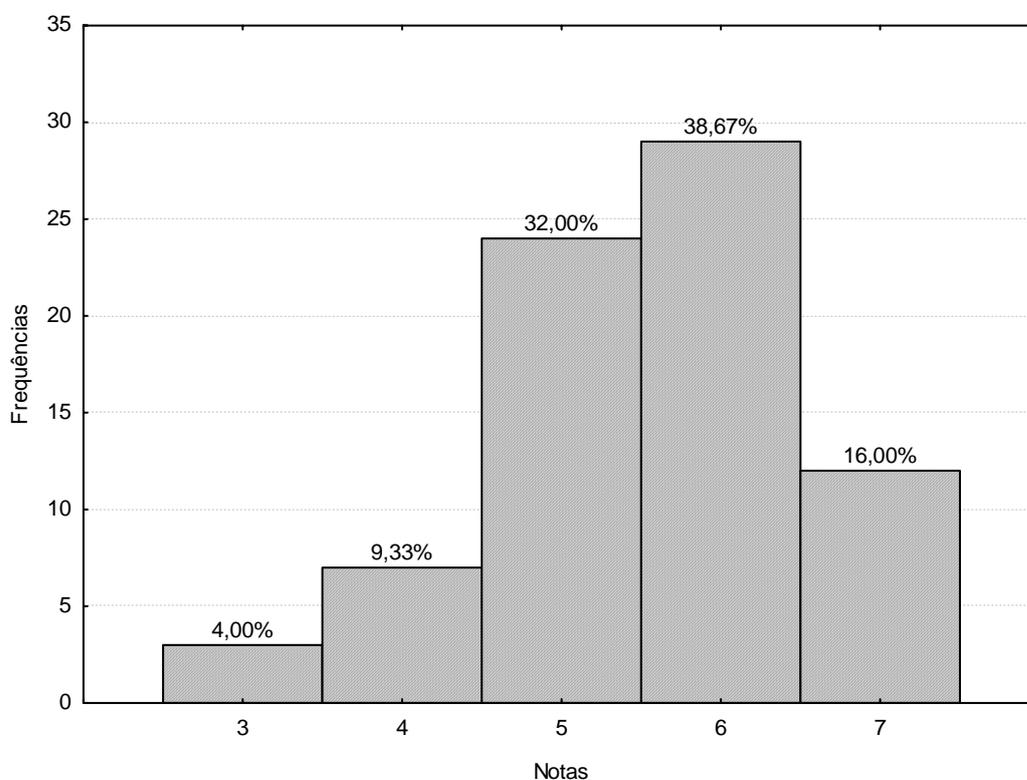


Figura 10. Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo aparência.

Considerando a textura da aveia em flocos finos, 34,67% dos julgadores atribuíram nota 5; 30,67% atribuíram nota 6 e 17,33% aceitaram a amostra com nota máxima, ou seja, nota 7. Somente 2,67% rejeitaram a amostra com nota 3 e 14,67% manifestaram indiferença atribuindo nota 4, conforme figura 11.

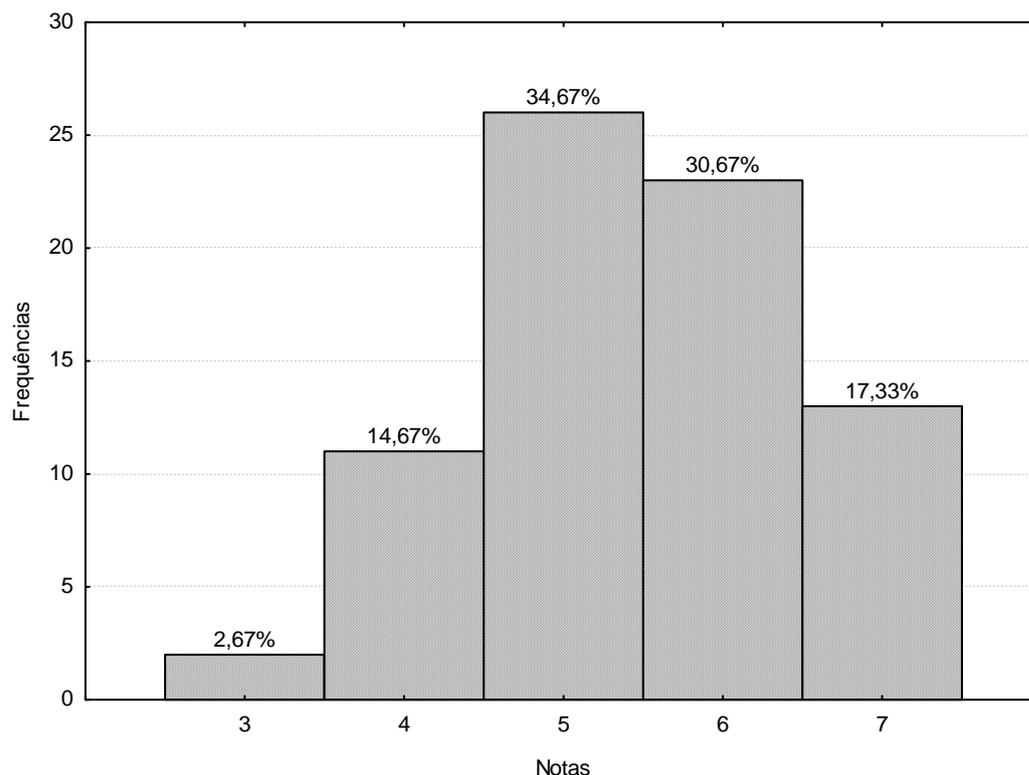


Figura 11. Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo textura.

Para o atributo sabor para a aveia em flocos finos, a aceitabilidade foi muito relevante. Não houve manifestações de desgostar sendo que 26,67% atribuíram nota 5; 38,67% atribuíram nota 6 e 24% atribuíram nota máxima 7. Apenas 10,67% demonstraram indiferença, conforme pode ser observado na figura 12.

Para o farelo de aveia, no atributo aparência, foi observada boa aceitabilidade, onde 33,33% dos julgadores atribuíram nota 5; 16,00 % atribuíram nota 6 e 10,67 atribuíram nota 7. Manifestaram indiferença 25,33% dos julgadores, 13,33% desgostou da aparência e apenas 1,33% desgostou muitíssimo da amostra, conforme figura 13.

Para o atributo textura, o farelo de aveia obteve aceitabilidade com nota 5 para 24,00% dos julgadores, com nota 6 também para 24 % dos julgadores e com nota máxima 7 para 10,67%. Manifestaram indiferença 26,67% dos julgadores e 14,67% desgostaram da textura da amostra atribuindo nota 3, conforme figura 14.

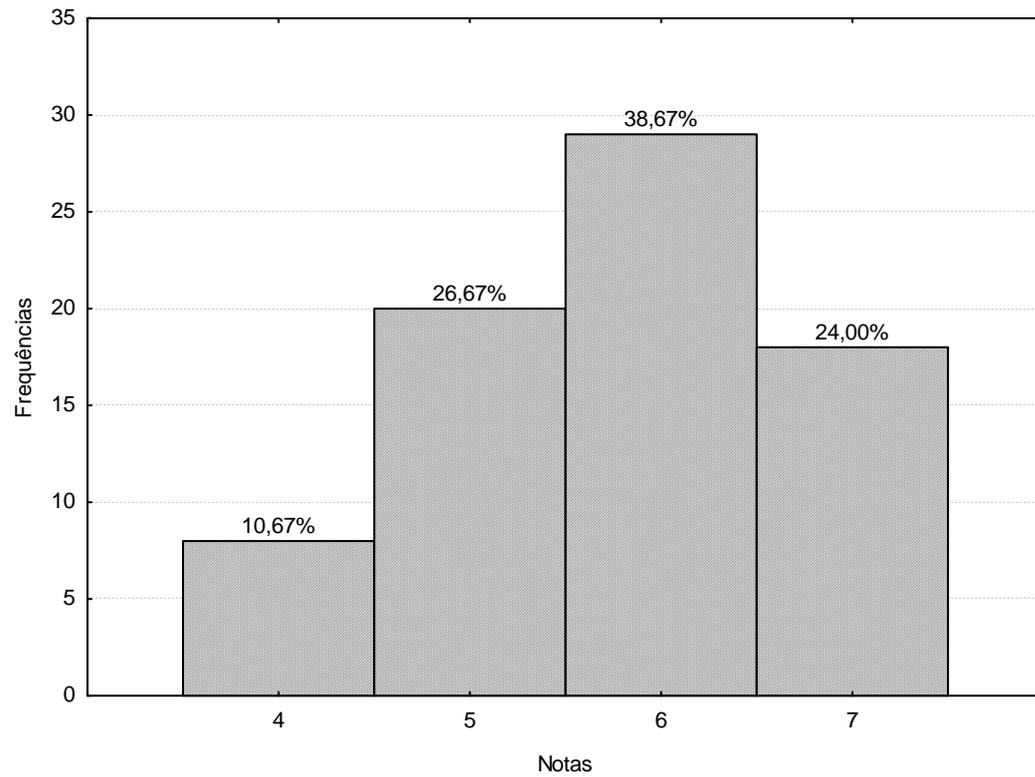


Figura 12. Aceitabilidade para flocos finos de aveia, no atributo sabor.

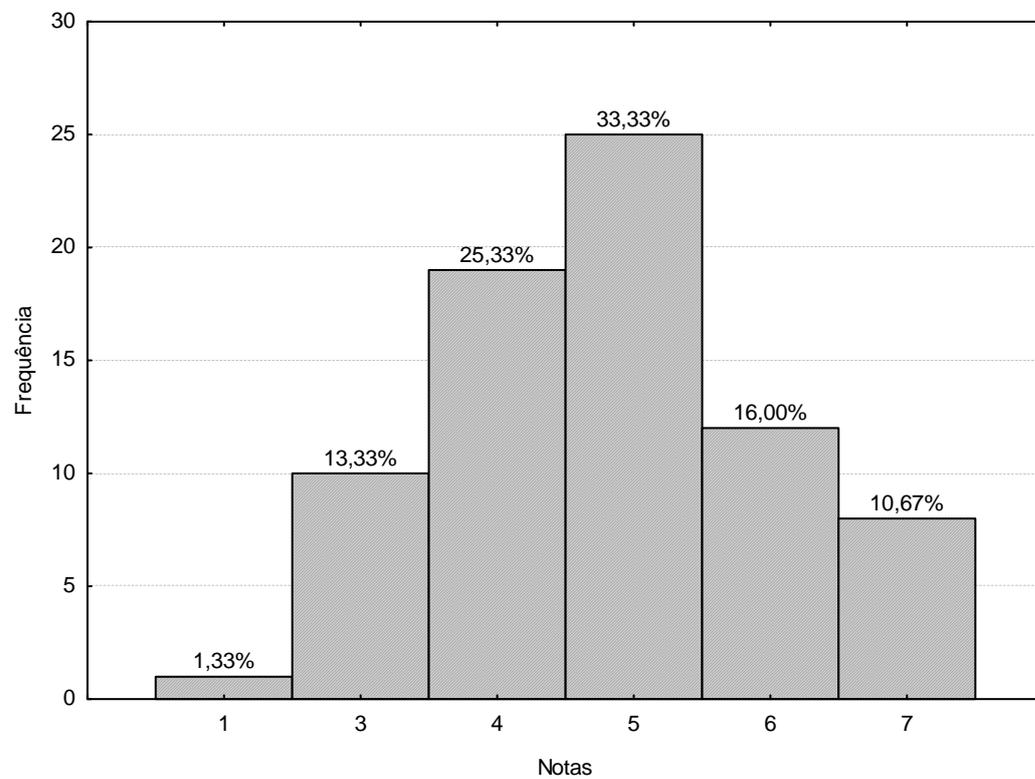


Figura 13. Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo aparência.

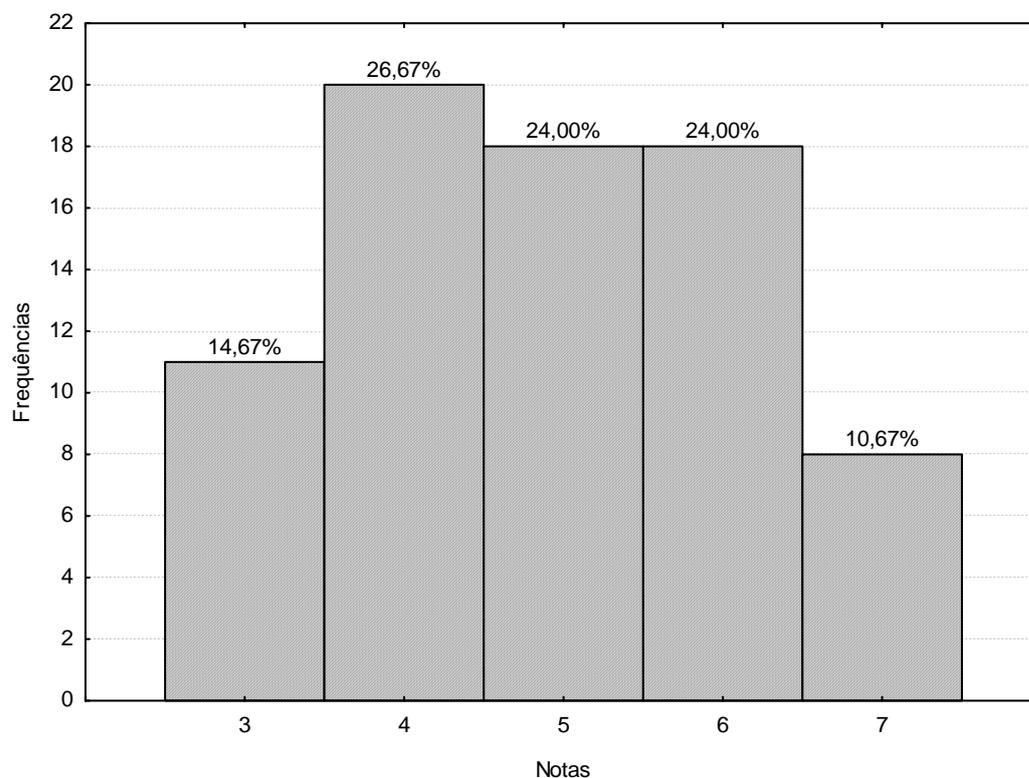


Figura 14. Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo textura.

Considerando o sabor do farelo de aveia, a aceitabilidade foi elevada pois 36% dos julgadores atribuíram nota 5, 14,67% nota 6 e 25,33% atribuíram nota máxima 7. Demonstraram indiferença para o sabor do farelo de aveia 17,33% e 6,67% dos julgadores desgostaram da amostra atribuindo nota 3, conforme figura 15.

Na avaliação da farinha de aveia, atributo aparência, 21,33% atribuíram nota 5; 12,00% atribuíram nota 6 e 6,67% nota 7. Demonstraram indiferença para aparência dessa amostra, 26,67% dos julgadores. Manifestaram desgostar da amostra no atributo aparência, 28,00% e, desgostaram muito 4% e desgostaram muitíssimo 1,33% dos julgadores, conforme figura 16.

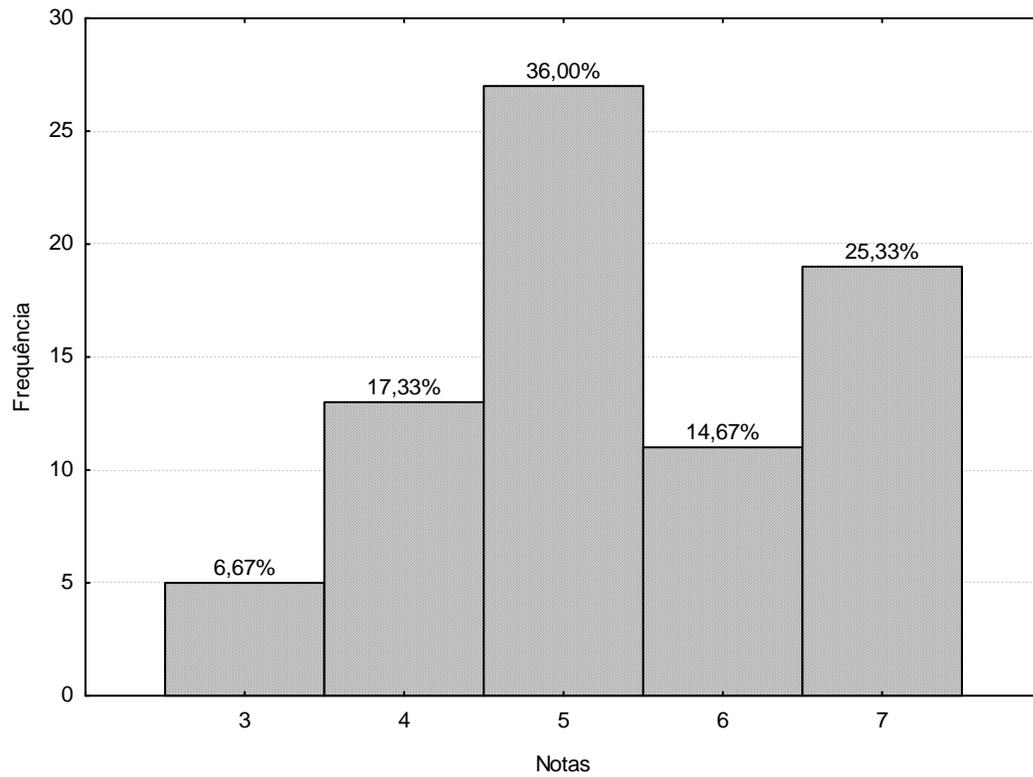


Figura 15. Aceitabilidade para farelo de aveia, no atributo sabor.

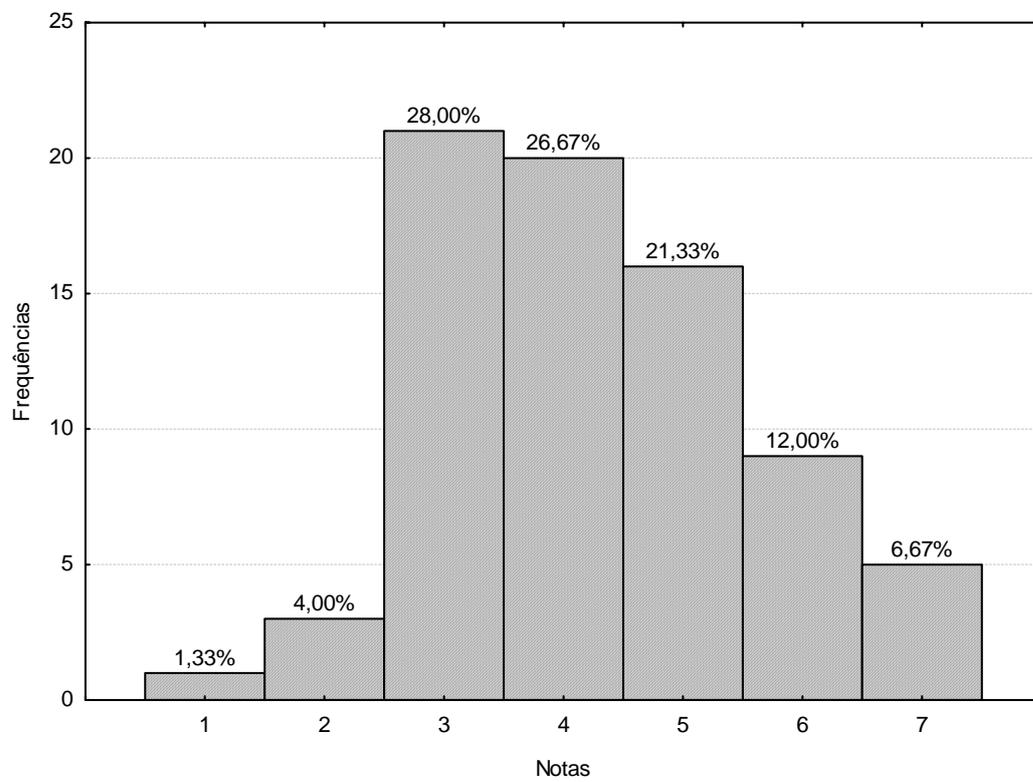


Figura 16. Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo aparência

No atributo textura da farinha de aveia, 21,37% atribuíram nota 5, 10,67% nota 6 e da mesma forma 10,67% atribuíram nota máxima 7. Manifestaram indiferença para essa amostra, 22,67% dos julgadores. Desgostaram da textura dessa amostra, 21,33%, desgostaram muito 9,33% e 4,00% desgostaram muitíssimo, conforma figura 17.

Na figura 18, observou-se que 32,00% dos julgadores gostaram do sabor da amostra atribuindo nota 5, 12,00% gostaram muito atribuindo nota 6 e 12,33% dos julgadores gostaram muitíssimo atribuindo nota máxima 7. Manifestaram indiferença no sabor da farinha de aveia, 22,67%. Desgostaram dessa amostra 17,33% dos julgadores, desgostaram muito apenas 1,33% e desgostaram muitíssimo somente 1,33%, conforme figura 18.

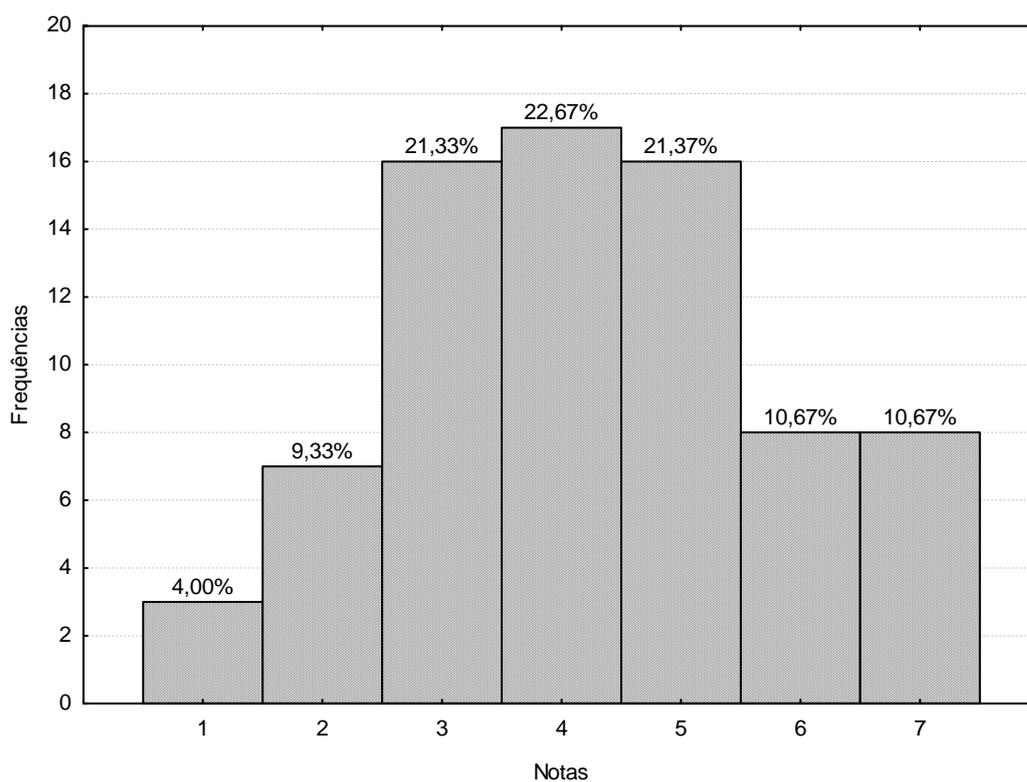


Figura 17. Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo textura.

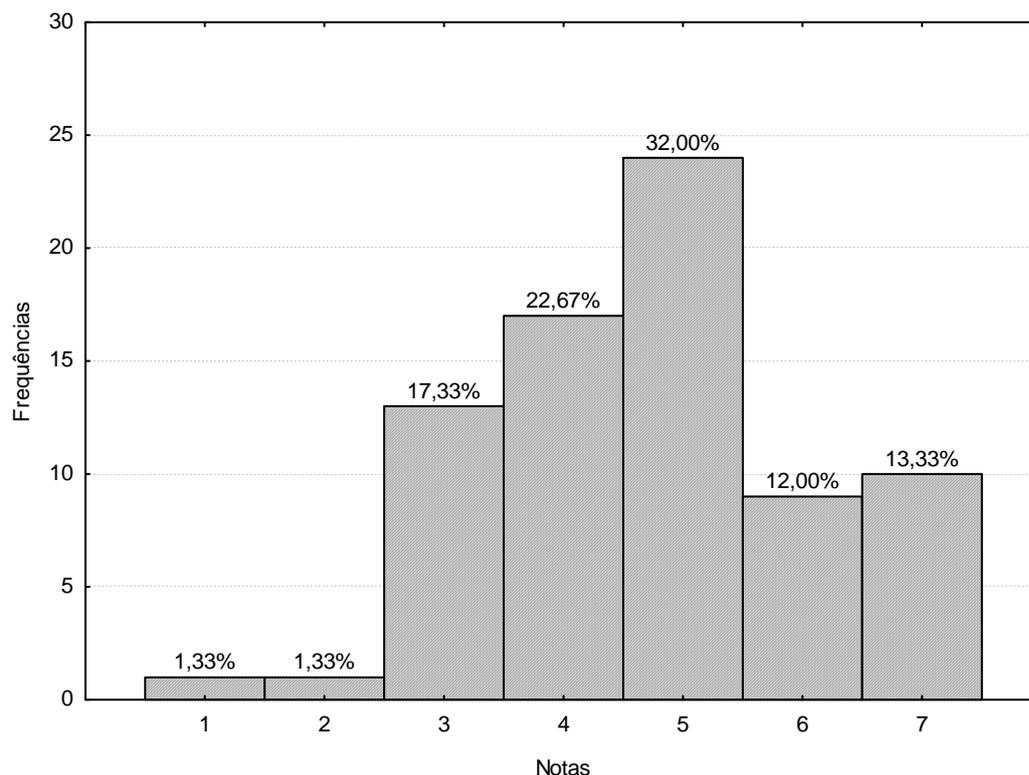


Figura 18. Aceitabilidade para farinha de aveia, no atributo sabor.

Segundo Teixeira et al. (1987), para que um produto seja considerado aceito, considerando suas características sensoriais, é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade no mínimo de 70%. Dessa forma, conforme os índices encontrados para aveia nas diferentes formas de processamento observa-se que o produto avaliado, no geral, apresentou uma boa aceitação na aparência e sabor, independente de o avaliador estar acostumado a consumir este tipo de cereal.

O teste de aceitação com amostras representativas de consumidores tem grande importância, pois pode indicar as perspectivas de algum produto no mercado ou ainda se requer algum melhoramento (CHAVES, 1998).

Especial atenção tem sido dada aos riscos das dietas contendo considerável quantidade de gorduras. Dessa forma, há grande valorização de produtos com quantidades reduzidas desse componente, com alternativa da substituição dessa gordura por fibras, otimizando o produto alimentício e destacando a importância da alimentação para os consumidores pelos setores de desenvolvimento nas indústrias (FERNANDES et al., 2007).

Conforme vários estudos realizados e fartamente encontrados na literatura, a aveia

é um dos cereais mais indicados para uma dieta com elevado teor em fibras e importante fonte protéica, com efeitos benéficos ao organismo.

Para Wood (1991), dentre os principais benefícios desse cereal, pode-se destacar: redução do risco de doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia, obesidade, diabetes assim como alguns tipos de câncer e doenças gastrointestinais.

Dessa forma, torna-se de grande importância o conhecimento dos benefícios da aveia e sua inclusão na dieta humana

4.2.2 Teste de intenção de compra

Considerando a intenção de compra para a aveia, observou-se a partir dos resultados (Figura 19) que a forma de processamento que indicou maior intenção de compra foi o AF (77%) e AFF (76%), AFAR demonstrou dúvida na intenção de compra (52%) e a AFA indicou maior rejeição (46,7%).

Esse resultado talvez esteja associado com o hábito de consumir, ainda que eventualmente a aveia em flocos e por desconhecer qual das formas de processamento apresenta maior aporte nutricional.

4.2.3 Teste de ordenação ou preferência

Pela tabela de Newell e Mac Farlane, a diferença crítica entre os totais de ordenação à nível de 5% é de 35.

Considerando que \sum (tabelas 5, 6 e 7) é o total de ordenação para cada tratamento em relação aos valores dados em ordem crescente de preferência (1 a 4), todas as amostras que diferirem entre si por um valor maior ou igual a 35 (diferença crítica), são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Dessa forma, é possível comparar diversas amostras ao mesmo tempo, conforme o atributo a ser analisado, verificando qual a preferência do consumidor.

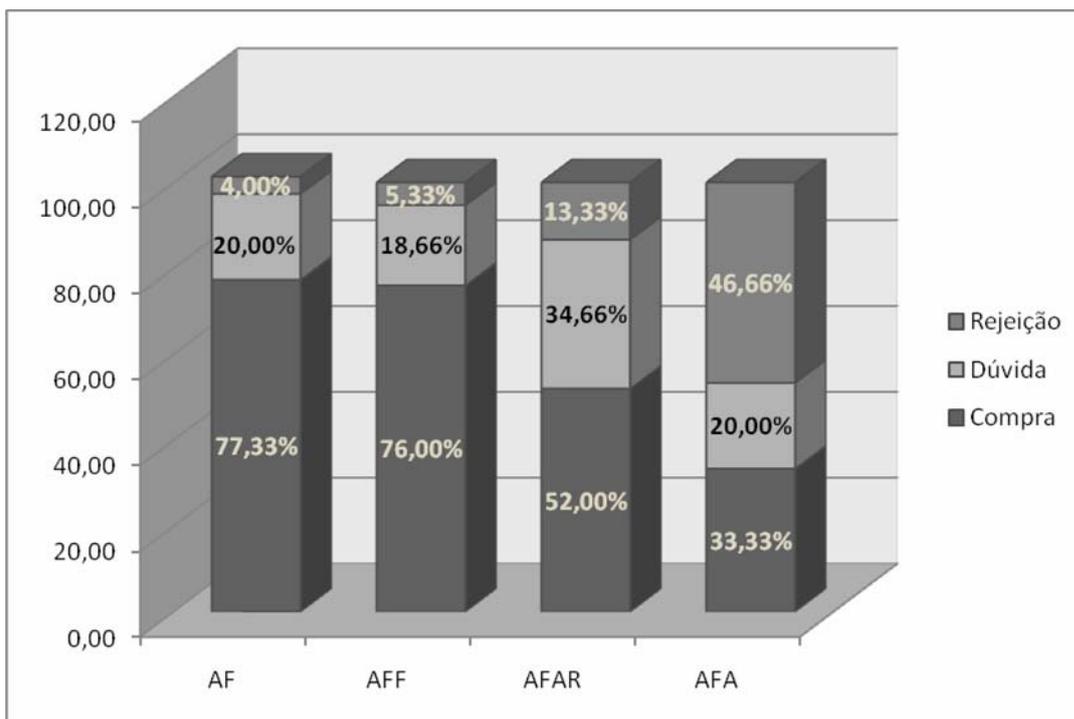


Figura 19. Escala de 5 pontos, com nota máxima 5, referindo-se a “certamente compraria” nota mínima 1 referindo-se a “certamente não compraria”, nota 3 referindo-se a “talvez comprasse/talvez não comprasse”. AF- aveia em flocos, AFF- aveia em flocos finos, AFAR- farelo de aveia e AFA- farinha de aveia.

De acordo com os resultados, observou-se que na preferência do atributo aparência (Tabela 5), não há diferença significativa nas amostras de aveia em flocos e flocos finos, assim como não diferem no mesmo atributo as amostras de farelo e farinha de aveia. Por outro lado, nesse atributo, a amostra de maior preferência foi a aveia em flocos e a de menor nesse atributo foi a farinha de aveia, ao nível de significância a 5%.

Da mesma forma, observa-se que a preferência, no atributo textura, não há diferença significativa nas amostras AF e AFF (Tabela 6), assim como não diferem no mesmo atributo as amostras de AFAR e AFA. Por outro lado, nesse atributo, a amostra de maior preferência foi AF e a de menor foi o AFAR, ao nível de significância a 5%.

De acordo com os resultados de preferência, observa-se que no atributo sabor, não há diferença significativa nas amostras AF e AFF, assim como não diferem no mesmo atributo as amostras de AFAR e AFA (Tabela 7).

Por outro lado, no atributo sabor, a amostra de maior preferência e foi a AFF e a de menor preferência nesse atributo foi a AFA, ao nível de significância a 5%.

Tabela 5. Teste de ordenação - atributo aparência

Comparação entre as amostras	$\Sigma(1)$	$\Sigma(2)$	Diferença entre os Σ das amostras
AF (1) e AFF (2)	87	106	19
AF(1) e AFAR(2)	87	168	81
AF(1) e AFA(2)	87	186	99
AFF(1) e AFAR(2)	106	168	62
AFF(1) e AFA(2)	106	186	80
AFAR(1) e AFA(2)	168	186	18

AF=aveia em flocos; AFF= aveia em flocos finos AFAR = farelo de aveia; AFA= farinha de aveia

Nº de tratamentos = Nº de amostras = 4 Nº de julgamentos = 55 Diferença crítica = 35;

$\Sigma(1$ ou $2)$ = total de ordenação para cada tratamento em relação aos valores dados em ordem crescente de preferência (1 a 4).

Para 2 amostras \rightarrow Diferença crítica $>$ Diferença entre os Σ das amostras \rightarrow não há diferença significativa ($p > 0,05$)

Tabela 6 Teste de ordenação- atributo textura

Comparação entre as amostras	$\Sigma(1)$	$\Sigma(2)$	Diferença entre os Σ das amostras
AF (1) e AFF (2)	94	121	27
AF(1) e AFAR(2)	94	169	75
AF(1) e AFA(2)	94	165	71
AFF(1) e AFAR(2)	121	169	48
AFF(1) e AFA(2)	121	165	44
AFAR(1) e AFA(2)	169	165	4

AF=aveia em flocos; AFF= aveia em flocos finos AFAR = farelo de aveia; AFA= farinha de aveia

Nº de tratamentos = Nº de amostras = 4 Nº de julgamentos = 55 Diferença crítica = 35;

$\Sigma(1$ ou $2)$ = total de ordenação para cada tratamento em relação aos valores dados em ordem crescente de preferência (1 a 4).

Para 2 amostras \rightarrow Diferença crítica $>$ Diferença entre os Σ das amostras \rightarrow não há diferença significativa ($p > 0,05$)

Segundo Teixeira et al. (1987), a preferência pode expressar o grau máximo de gostar ou não gostar e implica na escolha de uma amostra ou de um produto em relação a outro. De acordo com essa preferência, o teste de ordenação foi realizado com o objetivo de selecionar a forma de processamento da aveia de melhor preferência.

Observou-se que, no geral, a AF e AFF, obtiveram maior preferência entre os julgadores, na seqüência, o farelo (AFAR) e a menor preferência foi para a AFA.

Tabela 7. Teste de ordenação - atributo sabor

Comparação entre as amostras	$\Sigma(1)$	$\Sigma(2)$	Diferença entre os Σ das amostras
AF (1) e AFF (2)	113	112	1
AF(1) e AFAR(2)	113	157	44
AF(1) e AFA(2)	113	167	54
AFF(1) e AFAR(2)	112	157	45
AFF(1) e AFA(2)	112	167	55
AFAR(1) e AFA(2)	157	167	10

AF=aveia em flocos; AFF= aveia em flocos finos AFAR = farelo de aveia; AFA= farinha de aveia

Nº de tratamentos = Nº de amostras = 4 Nº de julgamentos = 55 Diferença crítica = 35;

$\Sigma(1$ ou $2) =$ total de ordenação para cada tratamento em relação aos valores dados em ordem crescente de preferência (1 a 4).

Para 2 amostras \rightarrow Diferença crítica $>$ Diferença entre os Σ das amostras \rightarrow não há diferença significativa ($p > 0,05$)

Os três atributos avaliados nesse trabalho mostraram resultados desfavoráveis para a farinha de aveia. Vale destacar, porém que essa amostra foi testada utilizando iogurte como acompanhante, o que não é comum em termos de consumo. A farinha de aveia é muito utilizada e com aceitação muito grande em pães, biscoitos, bolos, como substituinte de parte da farinha de trigo, de forma à obter produtos com características funcionais.

5 CONCLUSÕES

As diferentes formas de processamento, aveia com casca, aveia em flocos, aveia em flocos finos, aveia descascada, aveia descascada tostada, farinha de aveia e farelo de aveia, apresentaram diferenças na composição química. Estas diferenças estão relacionadas com a morfologia do grão como um todo, incluindo a casca. Nesse trabalho, observou-se que o grão de aveia mesmo sendo superior em nutrientes em relação a outros cereais, apresenta diferenças de teores dos nutrientes entre os seus processos. Essa diferença ocorre principalmente para o farelo de aveia, o qual possui maior concentração de fibras, proteínas, lipídeos e minerais, com ênfase nas fibras solúveis (β -glicanas) conferindo, portanto caracterização de alimento funcional.

Quando avaliada a aceitação, preferência e intenção de compra entre as diferentes formas do grão de aveia, aveia em flocos, aveia em flocos finos, farelo de aveia e farinha de aveia, observou-se que a aveia em flocos e flocos finos, seguidos do farelo de aveia, obtiveram maior aceitação e, portanto maior intenção de compra e preferência dos julgadores que participaram dos testes afetivos.

O uso da farinha de aveia conforme apresentada nesse trabalho, não apresentou boa aceitação, porém em outras formas de apresentação e/ou consumo apresenta uma vasta utilização como base na panificação como substituinte de farinhas brancas e gorduras na elaboração de produtos ricos em nutrientes.

Os produtos contendo grãos de aveia podem ser utilizados na alimentação de diversas formas, agregando valor nutricional elevado, pois os nutrientes que apresentam eficiência em determinadas funções no corpo humano poderão estar em maior ou menor concentração no produto de aveia conforme o processamento submetido.

Da mesma forma, alimentos que contêm aveia possuem valores sensoriais agradáveis como textura, aparência e sabor da aveia nos diferentes processamentos. Portanto, fornece várias opções de usos tanto pela indústria quanto pelo consumidor.

O farelo de aveia, em especial, quando consumidos em quantidades adequadas, poderá trazer benefícios para a saúde humana devido à elevada concentração de fibras. Da mesma forma, essa fração por apresentar maior valor nutricional deve ser valorizado e utilizado com maior frequência na alimentação humana, para tanto se tornam necessários mais estudos sobre o tema, maiores esclarecimentos aos consumidores de cereais, considerando o atual investimento em qualidade nutricional.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Committee adopts oat bran definition. **Cereal Food World**, Saint Paul, v. 34, n. 12 p. 1034, 1989.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia –São Paulo: ABNT, 1993.

_____. **NBR 13170**: teste de ordenação em análise sensorial. Rio de Janeiro:ABNT, 1994.

ANDERSON, J. W. Dietary fiber, lipidis and atherosclerosis. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 60, p. 17-22, 1987.

ANDERSON, J. W. Physiological and metabolic effects of dietary fiber. **Federation Proceedings**, Washington, v.44, n.14, p.2902-2906, 1985.

ANDERSON, J. W.; GUSTAFSON, N. J. Dietary fiber in desease prevention an treatment. **Comprehensive Therapy**, Skokie, v. 13, n. 1, p. 43-53, 1987.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995.

ARAÚJO, R. A.; CRUZ, W. M. S., Suplementação de fibra alimentar. **Nutrire**. São Paulo, v.31, n. 2, p. 91-102, 2006.

ASSIS, L. M. et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.1, p. 15-24, 2009.

ASP, N.G.; MATTSON, B.; ONNING, G. Variation in dietary fibre, b-glucan, starch, protein, fat and hull content of oats grown in Sweden 1987-1989. **European Journal Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. 1, p. 31-37, 1992.

BETCHEL, D. B. How the structure of the wheat cariopsis should be modified to increase its end-use value. In: POMERANZ, Y. **Wheat is unique: structure, composition, processing, end-use properties, and products**. Saint Paul: American Association Cereal Chemists, Cap. 5, p.71-83, 1989.

BITENCOURT, B. **Aveia**: Descobrimdo suas propriedades. Departamento de Nutrociência Assessoria em Nutrologia. Universidade de São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://www.nutrociencia.com.br>>. Acesso em 14 jan. 2011.

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

BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC no 40, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embaladas. **Diário Oficial da União**, n.57-E, 22 mar. 2001.p.22-25.

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

BRYNGELSSON, S. DIMBERG, L.H.; KAMAL-ELDIN, A. Effects of Commercial Processing on Levels of Antioxidants in Oats (*Avena sativa* L.). **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 50, p.1890-1896, 2002.

CAMIRE, M. E. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 46, n. 3, p. 112-124, 2001.

CÂNDIDO, L. M. B; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais- uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v.9, n.2, p.193-203, 1995.

CHARLALAMPOPOULOS D. et al. Application of cereals and cereal components in functional food: a review. **International Journal of Food Microbiology**, London, v. 79, n. 1-2, p. 131-141, 2002.

CHAVES, J. P. B. **Métodos de diferenças de avaliação sensorial em alimentos e bebidas**. Viçosa, Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1998. 31 p.

COLLI, C. Nutracêutico é uma nova concepção de alimento. **Informativo da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, ano VII, n. 1, p.1-2, 1998.

COLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M.C.C. **Alimentos funcionais**. In: CUPPARI, Lílian (Coord.). *Guia de Nutrição: nutrição clínica no adulto*. 2 ed. São Paulo:Manole, 2005. Cap. 5, p.71-87

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia** / Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Guarapuava: A Comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82p.

CONAB (<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=18585&t=2#this> - acessado em 12.01.2011)

COSTA BEBER, R. et al. Caracterização química de genótipos brasileiros de aveia (*Avena sativa* L.) – Influência genética e ambiental. **Acta científica Venezuelana**, Caracas, v.53, p. 202 – 209, 2002.

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

DE FRANCISCO, A.; SÁ, R. M. β -glicanas: localização, propriedades e utilização. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO,F; WITTIG DE PENNA, E.; DE MENEZES, E. W. (Ed.). **Fibra dietética en Iberoamerica: tecnología y salud**. São Paulo: Varela, 2001. p. 91-101.

DELLA TORRE, J. C. de M. et al. Sensory evaluation and consumer test of minimally processed orange juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 105-111. 2003

DIKEMAN, C. L.; FAHEY, G. C., Viscosity as related to dietary fiber : a review. **Critical reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 46, p. 649-663, 2006.

DONGOWSKI, G. et al. Rheological behaviour of β -glucan preparations, from oat products. **Food Chemistry**, v. 93, n. 2, p. 279-291, 2005.

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

DURÁN, L. Evaluacion de la textura. Correlacion entre medidas sensoriales e instrumentales. In: ALMEIDA, T.C. et al. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999, 286p.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat. 1996. 123 p.

EVERS, A.D.; BLAKENEU, A.B.; O'BRIEN, L. Cereal structure and composition. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.50, n.5, p.629-50, 1999.

FIETZ, V. R.; SALGADO, J. M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.318-321, 1999.

FILISZETTI, T. M. C. C.; LOBO, A. R. Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2007, cap. 7, pag. 175-215.

FERNANDES, M. S.; PRATES, D. F.; TEIXEIRA, A. M.; RODRIGUES, R. S. Efeito da adição do farelo de aveia (rico em beta-glucana) na elaboração de requeijão. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPEL, 16, 2007. Pelotas. **Anais... Pelotas**, 2007.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A. de; PETTINELLI, M. L. C. de V.; SILVA, M. A. A. P. da; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Manual: série qualidade. Campinas, SBCTA, 2000. 127p.

FLOSS, E. L. **Aveia**. In BAIER, A.C.; FLOSS, E.L.; AUDE, M.I.S. **As lavouras de inverno – 1**, aveia – centeio – triticales – colza – alpiste. 2º ed. São Paulo: Globo, 1989. 172p.

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

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

GATTO, L. **Dissimilaridade genética e análise de trilha quanto a características físicas e químicas do grão de aveia branca**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, **Passo Fundo**, 2005.

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

GREGORIO, S.R.; AREAS, M.A.; REYES, F.G.R. Fibras alimentares e doença cardiovascular. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. São Paulo, v.22, p.109-120, 2001.

GUTKOSKI, L.C.; EL-DASH, A.A. Efeito do cozimento por extrusão na estabilidade oxidativa de produtos de moagem de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 119-127, 1999.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Livraria Varela, 2000. 191p

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**. Vol. 19 nº3. Campinas. p.387-390, set/dez, 1999.

GUTKOSKI, L. C. et al. Caracterização química do cultivar de aveia UPFA 20 - Teixeira. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. **Anais... Resultados Experimentais**. Ponta Grossa: IAPAR. p. 261-264, 2005.

GUTKOSKI, L.C. et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 2, p.355-363, 2007

HEAD, D. et al. Storage stability of oat groats processed commercially and with superheated steam. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 261 – 268, 2011.

HEATON, J. W. Dietary fiber in perspective. **Human Nutrition Clinical Nutrition**, n.37C, p.151-170, 1983.

HELM, C. V. et al. Composição química do farelo, farinha e resíduo procedente da indústria de aveia (*Avena sativa*). In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 22, 2002. Passo Fundo. **Anais... Passo Fundo: UPF**, 2002.

HOSENEY, R. C. **Principios de ciencia y tecnología de los cereales**. Zaragoza, Españã: Acribia, 1991. 321p.

IFT. INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 11, p.50-57, 1981.

JORGE, J.S.; MONTEIRO, J.B.R., O efeito das fibras alimentares na ingestão, digestão e absorção dos nutrientes. **Revista Nutrição Brasil**, Rio de Janeiro, ano 4, n.4, p.218-229, jul. ago. 2005

KLENSPORF, D.; JELEN, H.H. Effect of heat treatment on the flavor of oat flakes. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 656–661, 2008

KONKEL, F. N.; OLIVEIRA, S.M.R.; SIMÕES, D.R.S.; DEMIATE, I. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p.249-254, 2004.

LÀSZTITY, R. Oat grain- A wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances, **Food Reviews International**, v. 14, n.1, p. 99-119, 1998.

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

MALKKI, Y.; VIRTANEN, E. Gastrointestinal Effects of Oat Bran and Oat Gum. A Review. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Lebensm, V. 34, P.337-347, 2001.

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

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

McMULLEN, M.S. Oats. **In: KULP, K.; PONTE Jr, J. G. Handbook of cereal science and technology**. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 127-147. 2000.

MILACH, S.C.K. et al. Conteúdo de proteína em genótipos de aveia cultivados em diferentes ambientes do sul do Brasil. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 20, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2000.

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

MONTEIRO, F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos**. 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia dos alimentos) – Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MORRISON, W.R. Cereal lipids. In: POMERANZ, Y. **Advances in Cereal Science and Technology**. Saint Paul, v. 2, p.221-288, 1978.

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

PARK, K. J. et al. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. Campinas: Unicamp, 2007. 127p.

PEDÓ, I. Fibra Alimentar. **In: GUTKOSKI, L.C.; PEDÓ, I. Aveia: Composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela editora e livraria Ltda, 2000. Cap. 3, p. 77-93.

PEDÓ, I.; SGARBIERI, V.C. Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa* L), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n.2, p. 78-83, 1997.

PEREIRA, A. J. et al. Características físico-químicas, microbiológicas e sensorial da polpa de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e dos produtos reestruturados. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.14, n. 2, p.211-2117, 2003.

PETERSON, M. P. Composition and nutritional characteristics oat grain and product. In: MARSHALL, H.g.; SOLLELLS, M. S. (Ed.) **Oat science and tecnologia**. Madison: American Society of Agronomy, Inc., 1992. p. 266-287

PETERSON, D.M. Oat antioxidant. **Journal of Cereal Science**, v. 33, p. 115–129, 2001

PETERSON, D.M., BRINEGAR, AC. Oat storage proteins. In: WEBSTER, EH.(ed.). **Oats: Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota, EUA: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1986. p.153-203.

RAW, I.; COLLI, W. **Fundamentos de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Edart, 1969. v.2.

RFN - Revista Funcionais Nutracêuticos. **Aveia: um cereal polivalente**. 8p. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/92.pdf> acesso em: 09 dez. 2010.

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

SÁ, R.M.; DE FANCISCO, A.; SOARES, F.C.T. Composição química do cultivar de aveia (*Avena sativa* L) IAC 7 e influência do processamento térmico sobre suas características. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1998.

SBAF. Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais. **Alimentos Funcionais**, disponível em: <http://www.sbaaf.org.br/SBAF/alimentos_funcionais.htm>, acesso em: 04 dez. 2010.

SIBBEL, A. The sustainability of functional foods. **Social Science and Medicine**, v. 64, p. 554-561, 2007

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

SIMIONI, D et al. Caracterização química de cariopse de aveia. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p.191-196, 2007

SOLÁ, R. et al. Effectes of soluble fiber (plantogo ovata husk) on plasma lipides, lipoproteins, and apolipoproteins, in men with ischemic hearth disease. **The American journal of Clinical Nutrition**. Bethesda, v. 85. n.4, p.1157-1163, 2007.

TEIXEIRA, E. ; MEINERTE, E. M.; BARBETA, P. A., **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis,UFSC, 1987, 180 p.

TISIAN, L.M. et al. Influência da interação genótipo x ambiente na qualidade do amido da aveia. In: XX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 20, 2000. **Anais...** PELOTAS: UFPEL, 2000

WALKER, A. R. P. Does the dietary fiber hypothesis really "work"? **Cereal Foods World**, v. 38, n. 3, p. 128-134, 1993.

WANG, R.; KOUTINAS, A.A.; CAMPBELL, G.M. Dry processing of oats – Application of dry milling. **Journal of Food Engineering**, v. 82, p. 559–567, 2007.

WEBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Caracterização química de cariopses de aveia (*Avena sativa* L) da cultivar UPF 18. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 39-44, 2002.

WELCH, R. W. The chemical composition of oats. In: WELCH, R. W.(ed.). **The oat crop**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 279-320.

WOOD, P.J.; WEISZ, J.; BLACKWELL, B. A., Molecular characterization of cereal β – D- glucans. Structural analysis oat β –D- glucans and rapid structural evaluation of β –D- glucans from different sources by high-performance liquid chromatography of oligosaccharides released by lichenase. **Cereal Chemistry**, v. 68, p. 31-39, 1991.

WOOD, P.J. Physicochemical characteristics and physiological properties of oat (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-Glucan. In: WOOD, P. J. (ed). **Oat Bran**. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1993. p. 83-112

WOOD, P.J.; BEER, M.U. Productos funcionales de avena. In: MAZZA, G. **Alimentos Funcionales**. Technomic Publishing Company Inc. Ed Acriba, SA. Zaragoza, p.1-37. 1998.

YOUNGS, V. L. Protein distribution in the oat kernel. **Cereal Chemistry**, v.49, n.4, p.407-411, 1972.

ZARAGOZA, M. Z.; PÉREZ, M. R.; NAVARRO, Y. T. G. Propriedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. In: LAJOLO, F.M.; SAURACALIXTO, F.E.W.; MENEZES, E.W. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud**. São Paulo: Varela, 2001. p. 195-209.