

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DISSIMILARIDADE GENÉTICA**  
**E ANÁLISE DE TRILHA QUANTO A**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO GRÃO**  
**DE AVEIA BRANCA**

**LUCIANE GATTO**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Elmar Luiz Floss

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Florindo Luiz Castoldi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia-Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, novembro de 2005.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**G263d Gatto, Luciane**

Dissimilaridade genética e análise de trilha quanto a características físicas e químicas do grão de aveia branca / Luciane Gatto. – 2005.

92 f. ; 29 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Passo Fundo, 2005.

Orientador: Prof. Dr. Elmar Luiz Floss.

Co-orientador: Prof. Dr. Florindo Luiz Castoldi

1. Produção vegetal. 2. Melhoramento genético. 3. Aveia – Qualidade do grão. I. Floss, Elmar Luiz, orient. II. Castoldi, Florindo Luiz, orient.

III. Título.

CDU: 633.13

---

Catálogo: bibliotecária Schirlei T. da Silva Vaz - CRB 10/1364

Aos meus pais **Antonio e Argemira**, que, com muito amor, me mostraram os diferentes caminhos da vida, dando-me apoio e liberdade para seguir aquele que escolhi;

Ao meu noivo **Geraldo**, que sempre soube compreender minha ausência, apoiando e auxiliando para que este objetivo fosse alcançado;

Aos meus irmãos, que souberam entender e compreender os momentos difíceis que surgiram ao longo dessa trajetória.

**Dedico este trabalho.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Passo Fundo, aos seus  
professores e funcionários pela  
oportunidade de realizar o  
curso;

Ao meu orientador **Prof. Dr. Elmar Luiz Floss**, pelo valioso  
ensino, apoio, incentivo, eterno entusiasmo, pela  
convivência amigável e sincera, pela paciência e  
disponibilidade em revisar os textos, pelas  
valiosas críticas e sugestões;

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Florindo Luiz Castoldi**,  
pelos ensinamentos, constante dedicação,  
empenho e disponibilidade no  
auxílio das análises  
estatísticas;

Aos professores do curso de Mestrado em Agronomia,  
pelos ensinamentos, atenção, disponibilidade em  
todas as atividades envolvidas;

À professora **Maria Tereza Friedrich** pela disposição e  
viabilização da etapa experimental  
no laboratório físico-químico  
do CEPA;

Ao **Prof. Dr. Roberto Serena Fontaneli** e a equipe do laboratório físico-químico do **CEPA** pelo auxílio na realização das análises químicas e interpretação dos resultados;

Ao **Prof. Dr. Luiz Carlos Gutkoski** pela disponibilização de material para elaboração do projeto e da dissertação;

Aos funcionários do laboratório de Fisiologia Vegetal da FAMV da UPF **Alcir, Andréa e Daniel**; aos bolsistas **Angélica, Felipe, Francieli e Grazieli**; ao colega de mestrado **William** pelo auxílio na realização das análises físicas;

Aos colegas de mestrado pelos agradáveis momentos que passamos juntos;

À colega **Ivana Loraine Lindemann**, em quem sempre pude confiar, pela amizade sincera, pelo incentivo e apoio, antes e durante a realização do mestrado;

A **Deus**, por tudo: pela família, pelos amigos, pelo trabalho e por todos os minutos de minha vida;

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão dessa etapa.

**Muito obrigada.**

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE QUADROS .....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	
2. 1 Melhoramento genético.....	7
2. 2 Características da aveia.....	8
2. 3 O grão de aveia.....	9
2. 4 Características físicas dos grãos de aveia-branca.....	10
2. 5 Características químicas dos grãos de aveia-branca.....	13
2. 6 O uso da aveia na alimentação humana .....	20
2. 7 Análises estatísticas.....	22

## CAPÍTULO I

Dissimilaridade genética e análise de trilha em aveia-branca  
(*Avena sativa* L.) quanto a características físicas do grão

Resumo.....	24
Abstract.....	25
1 Introdução.....	26
2 Material e Métodos.....	32
3 Resultados e Discussão.....	36
3.1 Peso do hectolitro.....	36
3.2 Peso de mil grãos.....	38
3.3 Espessura de grãos.....	40
3.4 Índice de descasque.....	41
3.5 Rendimento industrial.....	43
3.6 Dissimilaridade genética.....	45
3.7 Seleção de genótipos.....	46
3.8 Análise de trilha.....	46

4 Conclusões.....	50
-------------------	----

## CAPÍTULO II

### Dissimilaridade genética e análise de trilha em aveia-branca (*Avena sativa* L.) quanto a características químicas do grão

Resumo.....	51
Abstract.....	52
1 Introdução.....	54
2 Material e Métodos.....	56
3 Resultados e discussão.....	62
3.1 Proteína bruta.....	62
3.2 Lipídios.....	64
3.3 Minerais.....	66
3.4 Carboidratos.....	68
3.5 Fibra alimentar total.....	70
3.6 Fibra insolúvel.....	72
3.7 Fibra solúvel.....	74
3.8 Dissimilaridade genética.....	76
3.9 Seleção de genótipos.....	77
3.10 Análise de trilha.....	78
4 Conclusões.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela	Página
1 Grupos de progenitores pelo método Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis. Passo Fundo (RS), 2005.....	46
2 Estimativa dos efeitos diretos e indiretos do RI% em aveia-branca ( <i>Avena sativa</i> L.) e seus componentes primários (PH,	

		viii
	PMG, %>2mm, ID). Passo Fundo (RS), 2005.....	49
CAPÍTULO II		
Tabela		Página
1	Grupos de progenitores pelo método Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis. Passo Fundo (RS), 2005.....	77
2	Estimativa dos efeitos diretos e indiretos da proteína bruta em aveia-branca ( <i>Avena sativa</i> L) e seus componentes primários (lipídios, fibra insolúvel, fibra solúvel, minerais e carboidratos). Passo Fundo (RS), 2005.....	79

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO I

#### Quadro

1	Identificação, genealogia, ano de lançamento e aptidão dos cultivares desenvolvidos pela UPF. Passo-Fundo (RS), 2005.....	35
2	Resumo da análise de variância quanto a características físicas do grão.....	36

### CAPÍTULO II

#### Quadro

1	Identificação, genealogia, ano de lançamento e aptidão dos cultivares desenvolvidos pela UPF. Passo Fundo (RS), 2005.....	61
2	Resumo da análise de variância quanto a características químicas do grão.....	62

## LISTA D LISTA FIGURAS

## CAPÍTULO I

## Figura

1	Peso do hectolitro (PH-kg. hL <sup>-1</sup> ) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	38
2	Peso de mil grãos (PMG-g) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	39
3	Espessura de grãos (>2mm), dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	41
4	Índice de descasque (ID%) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	43
5	Rendimento industrial (RI%) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	44

## CAPÍTULO II

1	Teores de proteína bruta (PB%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	64
---	---	----

2	Teores de lipídios (LI%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	66
3	Teores de minerais (MI%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	68
4	Teores de carboidratos (CH%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	69
5	Teores de fibra alimentar total (FT%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	71
6	Teores de fibra insolúvel (FI%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	73
7	Teores de fibra solúvel (FS%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.....	75

**DISSIMILARIDADE GENÉTICA  
E ANÁLISE DE TRILHA QUANTO A CARACTERÍSTICAS  
FÍSICAS E QUÍMICAS DO GRÃO DE AVEIA-BRANCA**

**Luciane Gatto<sup>1</sup>; Elmar Luiz Floss<sup>2</sup>; Florindo Luiz Castoldi<sup>3</sup>**

**RESUMO** - Os caracteres físicos que conferem maior qualidade ao grão como peso do hectolitro (PH-kg.hL<sup>-1</sup>), peso de mil grãos (PMG), percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm (%>2 mm), índice de descasque (ID) e rendimento industrial (RI) passaram a receber maior atenção nos programas de melhoramento genético de aveia-branca (*Avena sativa* L.). Para o melhoramento de aveia-branca buscam-se genótipos com alto potencial de rendimento aliado a um alto valor industrial e nutritivo. O objetivo do trabalho foi agrupar as maiores dissimilaridades, estudar as características através da análise multivariada e identificar as características associadas a indicadores de RI e proteína bruta dos cultivares desenvolvidos pela UPF. Para as análises físicas foram utilizados grãos de aveia inteiros e para as análises químicas os grãos foram descascados e avaliados por espectrofotometria do infravermelho próximo (NIRS). Foram utilizados grãos dos 21 cultivares de aveia-

---

<sup>1</sup>Nutricionista, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: [gcorazza@terra.com.br](mailto:gcorazza@terra.com.br);

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo e licenciado em Ciências, doutor em Agronomia, professor titular da Universidade de Passo Fundo. CP: 611. CEP: 99001-970; E-mail: [floss@upf.br](mailto:floss@upf.br);

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor adjunto da Universidade de Passo Fundo. E-mail: [castoldi@upf.br](mailto:castoldi@upf.br).

branca desenvolvidos pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Os grãos destes cultivares foram produzidos no Campo Experimental da UPF em 2003, em parcelas de 2m<sup>2</sup>, com delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os genótipos avaliados diferiram significativamente para todas as variáveis mensuradas. Para as características físicas, na análise de trilha, observa-se que, entre os componentes primários do RI, a % >2 mm e o PMG são os caracteres com maior potencialidade para seleção indireta. O melhor cruzamento entre os cultivares estudados, visando o aumento da variabilidade genética, é entre o cultivar UPF 17 e os genótipos UPF 94174-1, UPFA 20 – Teixeira, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22 – Temprana, UPF 16, UPF 11 e UPF 9. Quanto características químicas, para o aumento dos teores de proteína bruta, a fibra solúvel é o caráter de maior potencialidade como estratégia de seleção indireta para genótipos superiores em aveia. Os melhores cruzamentos dos cultivares estudados, visando o melhoramento genético para o aumento do teor de proteína bruta, é entre os cultivares UPF 8 e UPF1 e os cultivares UPF 2, UPF 14, UPF 18, UPF 4, UPF 5, UPF 7, UPF 10 e UPF 9.

**Palavras-chave:** qualidade do grão; melhoramento genético; variabilidade genética.

**GENETIC DISSIMILARITY AND PATH ANALYSIS RELATED  
TO THE GRAIN PHYSICAL AND CHEMICAL  
CHARACTERISTICS ON WHITE-OAT**

**ABSTRACT** - The physical characteristics which give better quality to the grain, such as hectoliter weight (PH-kg.hL<sup>-1</sup>), thousand kernel weight (TGW-g), percentage of grains thicker than 2 mm (% > 2 mm), groat percentage (ID%) and industrial yield (RI%) have received more attention in recent years for improvement programs of oats (*Avena sativa* L.). Oats are above other cereals in relation to their nutritional value and because of the high amount of protein, lipid and dietary fiber. For oat improvement, it is necessary to search for genotypes with high productivity potential to a coupled high nutritional value. This study was done in order to group the highest dissimilarities, the variability through multivariate analysis and identify the characteristics related to RI and raw protein. For this work, the physical characteristics PH, TGW, % > 2 mm, ID and RI, view considered and the chemical characteristics of raw protein, lipids, minerals, carbohydrates, total, insoluble and soluble dietary fiber. The technique used was that of near infrared spectroscopy (NIRS). White-oat grains were utilized from the 21 cultivars developed by Passo Fundo University (Universidade de Passo Fundo). The grains from these cultivars were produced in the Experimental Field during 2003, in 2m<sup>2</sup> plots, on the field, with random blocks, and four replications. The evaluated genotypes showed a very significant difference for all the measured. In the PATH analysis, was observed a correlation between RI, and %2 >mm and the TGW. So, it's possible to predict that the best

crosses for increasing genetic variability, should be among the cultivar UPF 17 and the genotypes: line UPF 94174-1, UPFA 20-Teixeirinha, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22-Temprana, UPF 16, UPF 11 and UPF 9. In relation to the chemical characteristics in the PATH analysis, we noticed that, among the primary components, for increasing the proteins levels, the soluble fiber is the characteristic with highest potential for superior genotypes selection in oat. From the obtained results, it's possible to affirm that the best crosses to get the genetic improvement toward the protein levels, should be among UPF 8 and UPF 1, and the cultivars UPF 2, UPF 14, UPF 18, UPF 4, UPF 5, UPF 7, UPF 10 and UPF 9.

**Key words:** grain quality; genetic improvement; genetic variability.

## INTRODUÇÃO

A aveia apresenta características diferenciadas em relação aos grãos dos demais cereais, o que possibilita o seu uso diferenciado, bem como o desenvolvimento de novos produtos, agregando valor final. Com as mudanças nos padrões alimentares, a aveia, devido as suas características diferenciadas, tem sido uma importante fonte de proteínas (SHANDS e CHAPMAN, 1961) e de fibra solúvel que está sendo usada cada vez mais na elaboração de produtos para alimentação humana (FEDERIZZI e ALMEIDA, 1998).

Para o desenvolvimento de novos produtos de aveia a principal preocupação está em obter um grão adequado ao consumo humano. É necessário combinar os processos tecnológicos que induzem a modificações físico-químicas, funcionais e nutricionais a fim de que se obtenham produtos adequados às exigências do mercado consumidor (BARATA et al., 2001).

A identificação dos genótipos de grãos de aveia-branca (*Avena sativa* L.), bem como suas características físico-químicas, são importantes quando destinados à indústria, levando em consideração a qualidade nutricional para o consumo humano. A baixa qualidade física dos grãos muitas vezes resulta em baixo rendimento e, conseqüentemente, afeta a qualidade nutricional e industrial. A otimização quanto às características físicas e químicas é necessário para o melhoramento da qualidade do grão para o consumo humano, ainda hoje restrito, pois, conhecendo as propriedades dos genótipos é possível agrupar aqueles que possuem

semelhanças e garantir a potencialização por meio do melhoramento genético para o uso na alimentação humana.

Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott e Knott, com 5% de significância. Como medidas de dissimilaridade das técnicas multivariadas, foi utilizada a distância generalizada de Mahalanobis,  $D^2$ . Com o objetivo de estabelecer grupos de genótipos para fins de cruzamento para o melhoramento, foi usado o método de otimização proposto por Tocher (CRUZ e RAGAZZI, 1994). Os grupos foram comparados com a genealogia dos genótipos (Quadro1) para verificar a existência de parentesco entre os mesmos. Para a seleção de genótipos foi utilizado o Índice co Base em Soma de Postos proposto por Mulamba e Mock (1978) e as correlações genótípicas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha (CARVALHO, 1999).

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a dissimilaridade genética em aveia-branca quanto às características físicas e químicas dos grãos e como objetivos específicos determinar as características físicas e químicas; estudar as características físicas e químicas pelo método de análise multivariada; agrupar os genótipos com melhores qualidades físicas e químicas; estudar a qualidade física e química dos grãos dos diferentes genótipos e identificar as características associadas a indicadores de rendimento industrial e do aumento dos teores de proteína bruta através da análise de trilha.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 Melhoramento genético da aveia

Os programas de melhoramento em aveia tem pouco mais de trinta anos, no Brasil, revelam a força do melhoramento de plantas. Com a disponibilidade de aveia de boa qualidade no mercado nacional, surgiu um grande número de indústrias de pequeno porte de processamento de grãos de aveia para utilização na alimentação humana. A aveia é um cereal de inverno que tem grande utilização na alimentação humana e animal, sendo um componente no sistema de produção adotado pelos agricultores do sul do Brasil (FEDERIZZI, 2002).

O programa de melhoramento genético de aveia da Universidade de Passo Fundo-UPF, que iniciou em 1977, tem como objetivo selecionar novos cultivares com alto potencial de rendimento, adaptados às diferentes regiões, e, com boa qualidade industrial e nutricional de grãos (FLOSS et al., 2004a). Durante estes 28 anos de atividade (1977-2005), foram desenvolvidos pelo programa de melhoramento da Universidade de Passo Fundo 21 cultivares de aveia-branca (UPF 1, UPF 2, UPF 3, UPF 4, UPF 5, UPF 6, UPF 7, UPF 8, UPF 9, UPF 10, UPF 11, UPF 12, UPF 13, UPF 14 , UPF 15, UPF 16, UPF 17, UPF 18, UPF 19, UPFA 20 - Teixeira, UPFA 22-Temprana), que representam um significativo avanço no desenvolvimento da cultura de aveia-branca no Brasil (FLOSS, 2002).

Além da UPF, atualmente, também são desenvolvidos programas de melhoramento genético de aveia na Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (Porto Alegre-RS), Universidade Federal de Pelotas (Pelotas-RS) e Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), em Guarapuava – PR, responsáveis pelos 19 cultivares de aveia-branca atualmente recomendados para o cultivo no sul do Brasil, pela Comissão Brasileira de Pesquisa em Aveia.

## **2 Características da aveia**

A aveia é um cereal de clima temperado, originário da Ásia e do Mediterrâneo, hoje devido a sua variabilidade, amplamente distribuído nas diferentes regiões do mundo (COFFMAN, 1961 e 1977). A aveia-branca é hexaplóide ( $2n=6x=42$ ) sendo destinada basicamente à produção de grãos de alta qualidade industrial, caracterizada pelo maior tamanho da cariopse, alto peso do hectolitro e alto rendimento industrial. Sua difusão na antigüidade estaria associada como planta daninha das culturas mais importantes da época, o trigo e a cevada, e quando chegou à Europa, a aveia encontrou condições de solo e de clima favoráveis a sua disseminação. Em função disso, trabalhos de melhoramento genético proporcionaram o desenvolvimento de cultivares de aveia conhecidos atualmente (FLOSS, 1988).

A aveia chegou ao sul do Brasil pelos países da Prata e, por muito tempo, foi utilizada somente como forrageira e seus grãos na alimentação animal (FEDERIZZI, 2002).

Das seis espécies de aveia-branca existentes, mais de 75% do total cultivado no mundo é de *Avena sativa* L., sendo adaptada a climas frios e úmidos. A produção mundial de aveia no ano de 2004 foi de

aproximadamente de 26 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2005). A produção brasileira da safra 2004-2005 foi de 433 mil toneladas sendo 317mil toneladas produzidas no estado do Paraná, 19 mil toneladas no estado de Santa Catarina e 97 mil toneladas no estado do Rio Grande do Sul (CONAB, 2005). Destas, estima-se que 47 mil toneladas (DE FRANCISCO, 2002), 45 a 48 mil toneladas (FLOSS, 2005) ou 60 mil toneladas (FERENCZI, 2005)<sup>1</sup> são utilizadas por ano para a alimentação humana, seja para o consumidor direto, seja como ingrediente na forma de flocos, farinha ou farelo para outras indústrias.

A demanda de aveia no Brasil tem crescido nos últimos anos, tanto para a utilização de grãos para a indústria de alimentos humanos, quanto para arraçãoamento de animais.

### **3 O grão de aveia**

Cariopse é o termo usado para designar o grão de aveia caracterizado botanicamente como, frutos pequenos, secos, indeiscentes, semente única por fruto com uma fina camada de pericarpo. Origina-se do ovário superior e se desenvolve dentro de coberturas florais, que na realidade são folhas modificadas chamadas de glumas, que formam parte da palha (HOSENEY, 1994).

O grão de aveia pode ser dividido em duas partes principais: o pericarpo e a semente. O pericarpo é composto pelas camadas da epiderme, hipoderme, células finas, células intermediárias, células

---

<sup>1</sup> FERENCZI, A. Industrialização de aveia. In: I Jornada sobre o uso da aveia na alimentação humana. Passo Fundo, (FAMV) UPF, 2005 (Informação pessoal).

cruzadas e células tubulares. A semente é formada pelo endosperma e pelo germe os quais estão recobertos pelas camadas de aleurona. A cariopse de aveia apresenta tamanho e cor variável, formato fusiforme e as extremidades pontiagudas cobertas de numerosos tricomas (HOSENEY, 1994).

#### **4 Características físicas dos grãos de aveia-branca**

Entre as principais decisões que os melhoristas de aveia-branca (*Avena sativa* L.) tomam constantemente, está a escolha de genitores que, cruzados, darão origem às populações segregantes, nas quais é feita a seleção com o intuito de obter-se linhagens com melhores características físicas (REIS, 1999) ou químicas do grão.

A aveia apresenta características diferenciadas em relação aos grãos dos demais cereais, o que possibilita o seu uso diferenciado, bem como o desenvolvimento de novos produtos, agregando valor final (FEDERIZZI e ALMEIDA, 1998).

Quando o grão de aveia é destinado à indústria para o preparo de alimentos, é exigida uma qualidade mínima, aspecto importante considerado no melhoramento genético, devido à influência da morfologia do grão no beneficiamento industrial (BOTHONA e MILACH, 1998). A qualidade da aveia é especificada em função do destino que se dá ao grão, sendo que as indústrias de alimentos para consumo humano apresentam limites de pureza e tolerância sobre os componentes que acompanham o grão (COMISSÃO..., 2003). Essas especificações para padronização, classificação e comercialização de

aveia-branca atendem à Portaria Ministerial n. 191, de 14 de abril de 1975. Entretanto, as indústrias de alimentos para o consumo humano, objetivando a manutenção de altos padrões de qualidade, têm maior exigência qualitativa para aquisição dos grãos, como: não ter mais que 2% de aveia-preta, peso do hectolitro igual ou superior a  $50 \text{ kg.hL}^{-1}$ , máximo de 3% de grãos manchados ou escuros, grãos com espessura maior que 2 mm, baixos níveis de acidez e ter alto rendimento industrial (BRASIL, 1975).

Com o intuito de aumentar o consumo de aveia na alimentação humana, pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar parâmetros de qualidade industrial e nutricional (DE FRANCISCO, 2002).

O peso do hectolitro ( $\text{PH-kg.hL}^{-1}$ ), de maneira indireta dá uma idéia da quantidade de reservas que possui o grão. É um parâmetro utilizado para determinar a qualidade do grão de aveia, tem relação com o rendimento industrial sendo mais direcionado ao rendimento da extração da farinha. Para a legislação brasileira o PH deve ser igual ou superior a  $50 \text{ kg.hL}^{-1}$ , sendo utilizado como padrão pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1975; COMISSÃO..., 2003). Na legislação americana, o valor referido por Ganzmann e Vorwerck (1995), é de no mínimo  $53 \text{ kg.hL}^{-1}$ .

De acordo com Floss et al. (2002) e Possa e Floss (2005), como os principais produtos do processamento de aveia são integrais, a relação do PH com o RI não é tão efetiva como no caso do trigo e outros cereais de inverno, onde estima o rendimento de farinha.

O peso de mil grãos (PMG) é o valor expresso por gramas de mil grãos, representando indiretamente o tamanho do grão. De acordo com a legislação americana o peso mínimo de mil grãos exigido é de 27g

(GANZMANN e VORWERCK, 1995). Bland (1971) considera como muito alto o peso de mil grãos acima de 30 g; alto entre 28 e 30 g; normal entre 24 e 28g, baixo entre 22 e 24g e muito baixo quando este se encontra abaixo de 22g.

A espessura do grão ( $\% > 2$  mm) e a percentagem de casca influenciam no rendimento industrial da aveia (FLOSS, 1998). Considerando que o descasque da aveia é por impacto, é importante que os grãos apresentem espessura uniforme. A classificação dos grãos de aveia é feita em peneira oblonga de malha com orifícios com espessura de 2 mm de largura, sendo os de espessura inferior a 2 mm eliminados, garantindo uma uniformidade dos demais. A Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (COMISSÃO..., 2003) sugere como padrão brasileiro um valor mínimo de 75% dos grãos com espessura maior que 2 mm. McMullan e Parish (1965) relatam que os cultivares australianos apresentaram de 25,7% a 97,5% de grãos com espessura maior que 2 mm, enquanto para os cultivares americanos o padrão mínimo é de 90% dos grãos com espessura maior que 2 mm (GANZMANN e VORWERCK, 1995).

O índice de descasque (ID%) é o percentual de grãos descascados, em relação aos inteiros. Tem por objetivo determinar o rendimento industrial, ou seja, o valor corrigido da aveia (FLOSS et al., 2002). O parâmetro americano citado por Ganzmann e Vorwerck (1995), é de no máximo 26,0% de casca, ou seja, 74,0% de grãos descascados. Floss e Tonin (2004), encontram uma média de 71,2%; Floss et al. (2004b), de 74,5%; Floss et al. (2005d), de 73,2%; e, Floss et al. (2005a), de 73,2%.

O rendimento industrial (RI%), representa a quantidade de produto obtida por meio do índice de descasque e da percentagem de grãos maiores de 2 mm, ou seja, a quantidade de produto obtido a partir de grãos integrais (FLOSS et al., 2002). Costa Beber (1996) verificou um RI médio de 64,0%; Floss et al. (2002), de 65%; Floss et al. (2005a), de 69%; Floss et al. (2005c), de 57,4 %; e, Floss et al. (2005d), de 64 % Conforme Carvalho (1991), os novos cultivares de aveia desenvolvidos no Brasil nos últimos anos, possibilitaram grandes avanços também no rendimento industrial, evoluindo de 51,1% em 1982 para 67,0% na planta industrial da Quaker, em Porto alegre.

## **5 Características químicas dos grãos de aveia-branca**

O valor nutritivo dos grãos de aveia, ricos em proteínas, bom balanceamento dos aminoácidos, teores de lipídios superiores aos demais cereais, minerais e fibras solúveis, justificam o seu uso na alimentação humana, pois reduzem os níveis de colesterol e regulam os teores de glicose no sangue (DE FRANCISCO, 2002).

A aveia contém grande quantidade de proteínas, cuja qualidade é superior quando comparada a outros cereais de inverno, embora não se aproxime daqueles de origem animal (SCHRICKEL, 1986; PETERSON e BRINEGAR, 1986; PETERSON 1992; WELCH, 1995). Shands e Chapman (1961) ressaltam que os grãos de aveia apresentam altos teores de proteínas (17 a 19%) justificando a sua utilização para a alimentação humana, especialmente para crianças. Para Bland (1971) é considerado alto o teor de proteína acima de 10%, médio entre 8 e 10% e baixo

quando for abaixo de 8%. Quando comparada aos demais cereais de inverno, o grão de aveia apresenta maiores teores de proteína. No trigo e no arroz o teor médio de proteína é de 11%, na cevada é de 10% e no milho é de 9% (LOCKART e HURT, 1986). A superioridade biológica da proteína de aveia é devido a sua maior fração ser constituída pela globulina (70%). As globulinas, proteínas ativas no organismo humano, são ricas em lisina, triptofano e metionina (LOCKART e HURT, 1986). A aveia, como em outros cereais, apresenta a lisina como aminoácido essencial limitante, contudo sua quantidade geralmente é maior do que em outros cereais, devido ao maior conteúdo de globulinas, mas, a sua composição aminoacídica está de acordo com os padrões exigidos pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS) (WESTERN e GRAHAM, 1961; HOSENEY, 1994; WELCH, 1995; DE FRANCISCO 2002).

Os grãos de aveia quando comparados aos demais cereais (arroz, cevada, milho e trigo) apresentam menores teores de albumina e glutelinas. Apesar da presença das glutelinas, o glúten é inativo, podendo causar sensibilidade somente a indivíduos altamente sensíveis. A proteína de aveia não apresenta glúten, por isso, não deve ser usada para panificação, podendo ser usada para bolos, cereais prontos para consumo e alimentos infantis (LOCKART e HURT, 1986).

Gutkoski et al. (1993), relatam que a substituição de 5 a 10% da farinha de trigo por farinha de aveia, além de manter as características físicas e organolépticas do pão, representam um aumento nos teores de proteínas e fibras no alimento.

Outra característica importante são os altos teores de lipídios dos grãos de aveia quando comparados aos outros cereais (SIMMONDS E CAMPBELL, 1976; YOUNGS et al., 1985). O germe é o mais rico em lipídios, o farelo e o endosperma também possuem grandes quantidades. O germe contém aproximadamente 12,5% do total de lipídio; o farelo, 22 a 25% e o endosperma contém cerca de 60% do lipídio do grão (YOUNGS et al., 1985). Conforme Bland (1971) a aveia apresenta altos teores de lipídios quando superiores a 5%; médios teores quando estes se encontrarem entre 4 e 5%, baixos quando estes valores se encontrarem entre 3 e 4% e muito baixo com valores abaixo de 3%.

O aumento proporcional no teor de lipídios dos grãos de aveia aumenta conseqüentemente o valor de energia bruta e também a possibilidade de oxidação ou rancificação (YOUNGS et al., 1985), pois embora importantes nutricionalmente, os lipídios aliados às enzimas hidrolíticas são apontados como responsáveis pela instabilidade no armazenamento do grão e produtos de aveia (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000). A forte tendência a rancidez ocorre pela ação das enzimas lipases, produtoras de ácidos graxos livres, os quais, por terem cadeias insaturadas, são facilmente oxidadas a hidroperóxidos, que em reações posteriores, se transformam em uma grande variedade de compostos de baixo peso molecular, conferindo ao produto aroma e sabor desagradáveis (RUPOLLO et al., 2002).

Os grãos de aveia apresentam teores elevados de lipídios em relação aos demais cereais, constituídos principalmente de ácidos graxos insaturados como o ácido oléico e linoléico (Ômega 6) que resultam em uma relação favorável de ácidos graxos insaturados sobre os ácidos

graxos saturados, em torno de 3. Este índice é superior ao mínimo recomendado pelos órgãos de saúde que é 1. Assim, acrescentado de suas propriedades antioxidantes sugere-se o emprego da aveia em dietas para diminuir os níveis de colesterol sanguíneo (LOCKHART e HURT, 1986). De Francisco (2002) relata uma relação de 2:1 entre polinsaturados x saturados além de propriedades antioxidantes. O alto teor de lipídios pode ser considerado um problema para o consumidor que busca valor energético baixo.

Para Hosoney (1991), os lipídios da aveia possuem propriedades antioxidantes, devido a presença de compostos fenólicos, bem como tocoferóis (vitamina E). Estudos recentes demonstram que os ácidos graxos insaturados juntamente com as fibras solúveis possuem o mesmo efeito benéfico quanto a redução do colesterol total, do LDL (lipoproteína de baixa densidade) e do VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade).

O conteúdo mineral em aveia, segundo Peterson (2004), é semelhante ao de outros cereais, em média 3%, Floss et al. (1996), encontraram média de 2,2%, Costa Beber (1996), de 2,1% e para os cultivares brasileiros a média foi de 1%, segundo De Francisco (2002). Com o aumento destas concentrações na fração farelo, variando significativamente entre os cultivares, isto é, provavelmente, depende da quantidade de minerais presentes no solo, tipo de fertilizante utilizado e ao genótipo (WELCH, 1995; GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Frolich e Nyman (1988) estudando a distribuição dos minerais no grão de aveia verificaram que de 31 a 47% encontram-se na casca, 15 a 30% no farelo grosso, 16 a 22% no farelo fino e 8 a 47% na farinha. Os minerais encontrados em maiores quantidades nas frações de aveia foram

cálcio, magnésio, fósforo e potássio. No grão descascado o potássio, fósforo, magnésio e cálcio são os minerais encontrados em maior concentração.

Os grãos de aveia são caracterizados pelo baixo teor de carboidratos em relação a outros cereais, sendo o amido o componente encontrado em maior quantidade. MacArthur e Dappolonia (1986), relatam um teor de 42,7 a 55,5% de amido nos grãos, referem também uma relação inversa dos teores de amido em relação aos teores de proteína. Os teores de carboidratos na aveia variam de 60,4 a 71,3%, dos quais de 43,7 a 61% são amido, sendo calculados geralmente por diferença (PETERSON e SMITH, 1976; WELCH, 1995). Floss et al. (1996) encontraram média de 71,3%, Costa Beber (1996), de 71,9%; a média brasileira referida por De Francisco (2002), é de 53%.

As fibras alimentares, segundo pesquisa feita por Lee e Prosky (1995), são constituídas de polissacarídeos não amiláceos, amido resistente e lignina. Outra definição aceita é a de que, além dos componentes anteriores, agrega oligossacarídeos, proteínas e lipídios não hidrolizáveis, cutinas e taninos, entre outros (PICOLLI, 1997). O teor de fibra alimentar varia de acordo com o cultivar, práticas culturais e com o tamanho do grão de aveia (TORRE et al. , 1991).

Estudos recentes relatam que a ingestão elevada de fibras reduz as concentrações de lipídios e glicose no sangue, aumenta a sensibilidade à insulina, regula a pressão sanguínea e ajuda no controle de peso (ANDERSON, 1993). Na fibra alimentar de aveia tem sido estudada especialmente a fração  $\beta$ -glicanos, devido aos seus efeitos benéficos e suas propriedades funcionais no organismo (WOOD, 1986).

As fibras alimentares podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água como solúveis ou insolúveis. A solúvel é composta por pectinas,  $\beta$ -glicanos, mucilagens, hemicelulose e amido resistente. Os componentes da insolúvel são lignina, celulose e hemicelulose (CAVALCANTI, 1989; WALKER, 1993). As fibras solúveis retardam a passagem intestinal e o esvaziamento gástrico, diminuem a absorção da glicose e ajudam a reduzir o colesterol sanguíneo. As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, desaceleram a hidrólise da glicose, contribuindo para a redução de doenças do cólon (ANDERSON e CHEN, 1986).

A fibra solúvel no grão de aveia é relativamente maior quando comparada aos demais cereais. Os componentes mais importantes das fibras solúveis são os  $\beta$ -glicanos devido ao seu poder hipocolesterolêmico e hipoglicêmico e a sua atuação no melhoramento das funções gastrintestinais (GUTKOSKI e TROMBETTA, 1999; HELM et al., 2002).

Shinnick (1988), relata que os teores de fibra alimentar do grão de aveia descascado variam entre 7,1% e 12,1%; no farelo, o conteúdo de fibra varia entre 15 e 19%, sendo que 34 a 48% são fibra solúvel e o restante insolúvel.

De Francisco (2002), referindo-se à qualidade nutricional dos grãos de aveia, verificou uma composição química média da aveia brasileira é de 53% de carboidratos, 16% de proteína bruta, 7% de lipídios, 12% de fibra alimentar total, 5% de fibras solúveis, 6% de fibras insolúveis, 4%  $\beta$ -glicanos, 11% de umidade e 1% de minerais. Os diferentes constituintes químicos do grão de aveia permitem a utilização diferenciada deste cereal

pela indústria de alimentos (TISIAN et al., 2000). Já Picolli (1997) encontrou valores médios de 16,7% de proteína bruta, 3,7% de lipídios, 11,5% para fibra alimentar total, 8,6% para fibra insolúvel, 2,8% para fibra insolúvel e 1,6% para minerais.

As análises químicas foram realizadas através da espectrofotometria do infravermelho próximo que conforme Borges et al. (2001), o espectrômetro NIR ('Near infrared Reflectance') é um equipamento de alta precisão que efetua análises de alimentos através da emissão de radiação eletromagnética sendo empregado para caracterizar substâncias orgânicas e se baseia na aplicação da matemática à química analítica (quimiometria). O NIRS apresenta como vantagens ser um método físico não destrutivo, rápido, podendo-se utilizar a mesma amostra repetidas vezes (ALOMAR et al., 1998). O uso da espectroscopia de refletância no infravermelho próximo é um método recente, sendo um equipamento preciso, que permite efetuar análises múltiplas simultaneamente em grande velocidade (BORGES et al., 2001).

Considerando a importância crescente da aveia e seu uso na alimentação humana, há necessidade de uma permanente seleção de genótipos com melhor qualidade nutritiva. O melhoramento genético de aveia no Brasil reconhece a importância do estudo da herança de caracteres relacionados à qualidade do grão como fator auxiliar no processo de seleção e desenvolvimento de genótipos superiores (KUREK et al., 2002a).

## 6 O uso da aveia na alimentação humana

Devido ao interesse por alimentos com maior valor nutritivo, a aveia destaca-se como uma importante cultura para a alimentação humana. Assim, os caracteres que conferem qualidade ao grão passaram a receber maior atenção nos programas de melhoramento (KUREK, 2002b).

No Brasil, a aveia é a sétima cultura produtora de grãos em área cultivada, sendo que a utilização na alimentação humana destes grãos nos últimos anos vem crescendo. A aveia é um cereal de excelente valor nutritivo, que pode ser introduzida como importante fonte protéica na alimentação humana. Destaca-se pelos altos teores de proteínas e sua qualidade biológica, pelo bom balanceamento dos aminoácidos, pelo teor de lipídio superior aos demais cereais, ricos em ácidos graxos polinsaturados, e pelo conteúdo de fibras, que podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água em solúveis ou insolúveis (SHANDS e CHAPMAN, 1961; HOSENEY, 1991; PETERSON, 2004).

O alto teor de lipídios pode ser considerado um problema para o consumidor que busca um valor energético baixo, assim como para a indústria que utiliza a aveia em processos de extrusão da fibra alimentar, especialmente as solúveis ( $\beta$ -glicanos). A aveia tem grande quantidade de carboidratos de alta digestibilidade, exceto as fibras. Muitas vitaminas e minerais são encontradas no farelo e no germe (SCHRICKEL, 1986).

A fibra solúvel é composta por pectinas,  $\beta$ -glicanos, mucilagens, hemicelulose e amido resistente. Os componentes insolúveis da fibra são lignina, celulose e hemicelulose (WALKER, 1993). A fração de fibra

chamada de  $\beta$ -glicano tem efeitos na redução do teor de colesterol no sangue, o que justificou a decisão tomada pelo Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos da América (EUA) em 1997, de recomendar a aveia como alimento medicinal (FDA, 1997). No Brasil, em 8 de outubro de 2001, a agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), vinculada ao Ministério da Saúde reconheceu a propriedade funcional dos produtos de aveia (FLOSS, 2005).

Quanto aos alimentos funcionais, a aveia tem recebido grande atenção por parte dos médicos, nutricionistas e consumidores, devido as suas características nutricionais e principalmente pelo teor e qualidade das suas fibras alimentares (DE FRANCISCO, 2004). Os produtos com fibra de aveia reduzem os riscos de doenças cardiovasculares, diabetes (exerce efeitos benéficos na glicose plasmática em resposta à insulina), hipertensão e obesidade (ANDERSON, 1993; PETERSON, 2004) diminuem também as concentrações de colesterol total, lipídios totais e triglicerídios e aumentam a fração do HDL – bom colesterol, razão de ser considerada um alimento funcional.

A qualidade nutricional da aveia, avaliada por meio de índices químicos, também é superior, podendo variar com local de cultivo, clima e genótipo (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Apesar da aveia fornecer um aporte energético e nutricional equilibrado e conter em sua composição química aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas, minerais e suas fibras alimentares serem de alta qualidade, principalmente a fração solúvel, o uso da aveia na alimentação humana no Brasil ainda é restrito (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000). Dessa forma, é importante a caracterização física e química dos cultivares de

aveia-branca lançados pela Universidade de Passo Fundo para identificar o potencial qualitativo e nutricional de cada um deles.

## **7 Análises estatísticas**

Estudos envolvendo várias características simultaneamente vêm se tornando cada vez mais importantes ao melhoramento vegetal. A confiabilidade e a abrangência das análises multivariadas são alguns dos fatores que as tornam de uso cada vez mais disseminado na análise dos dados pelos melhoristas, principalmente na discriminação dos materiais superiores, na quantificação da dissimilaridade genética dos materiais de interesse, na formação de grupos de materiais genéticos, semelhantes entre si e divergentes uns em relação aos outros, visando cruzamentos, na seleção dos melhores materiais e as relações existentes entre as características estudadas (LUZ et al., 2005).

Como medidas de dissimilaridade existentes tem-se a distância Euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). A distância generalizada de Mahalanobis apresenta sensível vantagem sobre a Euclidiana, que é a de levar em consideração o grau de correlação entre os caracteres, razão pela qual foi escolhida neste trabalho.

Para a formação dos grupos, as técnicas utilizadas são os métodos hierárquicos, como o do Vizinho mais Próximo, cujas delimitações de grupos são estabelecidas por método visual por meio de dendogramas, e o Método de Otimização proposto por Tocher, onde a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (CRUZ e RAGAZZI, 1994).

Para a seleção de genótipos, com base no comportamento de várias características simultaneamente, podem ser utilizados os índices de seleção, que identificam de forma rápida e eficiente os melhores materiais para os propósitos de melhoramento. Dentre os índices disponíveis, o Índice com Base em Soma de Postos propostos por Mulamba e Mock (1978), apresenta a vantagem de dispensar a necessidade de se estimar pesos econômicos às variáveis estudadas, como é o caso dos Índices Clássicos, propostos por Smith (1936) e por Hazel (1943), ou de dispensar estimativas de ganhos, como o Índice de Pesek e Baker (1969).

O estudo das relações entre as variáveis envolvidas é um dos aspectos mais importantes para o melhoramento, pois permite obter-se ganhos por meio da manipulação de outras variáveis quaisquer. A técnica mais conhecida para este fim é o da correlação linear de Pearson que, embora quantifique o grau de associação linear entre variáveis, não oferece informações sobre possíveis efeitos que uma variável possa ter sobre outra. Estas informações são obtidas pela análise de trilha. Nesta análise procura-se quantificar o quanto cada variável, dentre um grupo de variáveis consideradas secundárias, influencia o comportamento de uma variável considerada principal.

As análises estatísticas propostas para os objetivos deste trabalho são encontradas no programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

## CAPÍTULO I

### DISSIMILARIDADE GENÉTICA E ANÁLISE DE TRILHA EM QUANTO A CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO GRÃO DE AVEIA-BRANCA

**Luciane Gatto<sup>1</sup>; Elmar Luiz Floss<sup>2</sup>; Florindo Luiz Castoldi<sup>3</sup>**

**RESUMO** - Os caracteres físicos que conferem maior qualidade do grão como peso do hectolitro (PH-kg.hL<sup>-1</sup>), peso de mil grãos (PMG-g), percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm (%>2 mm), índice de descasque (ID%) e rendimento industrial (RI%) passaram a receber maior atenção nos programas de melhoramento de aveia-branca (*Avena sativa* L. O objetivo do trabalho foi de agrupar as maiores dissimilaridades, estudar a variabilidade pelo método de análise multivariada e identificar as características associadas a indicadores de RI das seguintes características físicas: PH, PMG, %>2 mm, ID e RI. Foram utilizados grãos de aveia-branca dos cultivares desenvolvidos pela Universidade de Passo Fundo. Os grãos destes cultivares foram produzidos no Campo Experimental da FAMV/UPF em 2003, em parcelas de 2m<sup>2</sup>, no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições.

---

<sup>1</sup>Nutricionista, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: [gcorazza@terra.com.br](mailto:gcorazza@terra.com.br);

<sup>2</sup>Engenheiro agrônomo e licenciado em Ciências, doutor em Agronomia, professor titular da Universidade de Passo Fundo. CP: 611; Cep: 99001-970; E-mail: [floss@upf.br](mailto:floss@upf.br);

<sup>3</sup>Engenheiro agrônomo doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor adjunto da Universidade de Passo Fundo. E-mail: [castoldi@upf.br](mailto:castoldi@upf.br).

Os genótipos avaliados diferiram significativamente para todas as variáveis mensuradas. Quanto à análise de trilha, observa-se que, entre os componentes primários do RI, as características % >2 mm e o PMG são as de maior potencialidade para seleção indireta. A partir dos resultados obtidos é possível afirmar que o melhor cruzamento entre os cultivares estudados, é entre o cultivar UPF 17 e os genótipos UPF 94174-1, UPFA 20-Teixeirinha, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22-Temprana, UPF 16, UPF 11 e UPF 9.

**Palavras-chave:** aveia; qualidade do grão; melhoramento genético; variabilidade genética.

## **GENETIC DISSIMILARITY AND PATH ANALYSIS RELATED TO THE GRAIN PHYSICAL CHARACTERISTICS ON WHITE-OATS**

**ABSTRACT** - The physical characteristics which give better quality to the kernel, such as weight hectoliter (PH-kg.hL<sup>-1</sup>), thousand grains weight (TGW), percentage of ticer grains than 2 mm (% >2 mm), percentage of groats (ID%), and industrial yield (RI%) have been used for the improvement programs for oats (*Avena sativa* L.). This study, was determined in order to get together the highest dissimilarities, the variability through the method of multivarious analysis and identified physical characteristics related to indicators of industrial productivity of the following physical characteristics: PH, TGW, %>2 mm, ID and RI.

For this study, white-oats grains from cultivars developed by UPF (Passo Fundo University). The grains of these cultivars were produced at the Experimental Field of FAMV/UPF (Passo Fundo University) during 2003, in 2m<sup>2</sup> plots, realized on field with random blocks, and four replications. The evaluated genotypes showed a very significant difference for all the measured. With reference to the PATH analysis, one can note, a correlation between RI, and under % >2 mm and the TGW. To start from the gotten results, it's possible to state that the best cross among the studied cultivars, aiming for the increase of genetic variability, should be the UPF 17 cultivar and the UPF 94174-1, UPFA 20-Teixeirinha, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22 – Temprana, UPF 16, UPF 11 and UPF 9.

**Key words:** oats; grain quality; genetic improvement; genetic variability.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos funcionais com maior valor nutritivo propiciou destaque à aveia como uma importante cultura utilizada para a alimentação humana (FLOSS, 1988).

Entre as principais decisões que os melhoristas de aveia-branca (*Avena sativa* L.) tomam constantemente está a escolha de genitores que, cruzados, darão origem às populações segregantes, nas quais é feita a seleção com o intuito de obter-se linhagens com melhores características físicas do grão (REIS, 1999).

A aveia apresenta características diferenciadas em relação aos grãos dos demais cereais, o que possibilita o seu uso diferenciado, bem como o desenvolvimento de novos produtos, agregando valor final (FEDERIZZI e ALMEIDA, 1998).

Quando o grão de aveia é destinado à indústria para o preparo de alimentos, é exigida uma qualidade mínima, aspecto importante considerado no melhoramento genético, devido à influência da morfologia do grão no beneficiamento industrial (BOTHONA e MILACH, 1998). A qualidade da aveia é especificada em função do destino que se dá ao grão, sendo que as indústrias de alimentos para consumo humano apresentam limites de pureza e tolerância sobre os componentes que acompanham o grão (COMISSÃO..., 2003). Essas especificações para padronização, classificação e comercialização de aveia-branca atendem à Portaria Ministerial n. 191, de 14 de abril de 1975. Entretanto, as indústrias de alimentos para o consumo humano, objetivando a manutenção de altos padrões de qualidade, têm maior exigência qualitativa para aquisição dos grãos, como: não ter mais que 2% de aveia-preta, peso do hectolitro igual ou superior a  $50 \text{ kg.hL}^{-1}$ , máximo de 3% de grãos manchados ou escuros, grãos com espessura maior que 2 mm, baixos níveis de acidez e ter alto rendimento industrial (BRASIL, 1975).

Com o intuito de aumentar o consumo de aveia na alimentação humana, pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar parâmetros de qualidade industrial e nutricional dos grãos (DE FRANCISCO, 2002).

O peso do hectolitro (PH- $\text{kg.hL}^{-1}$ ), de maneira indireta dá uma idéia da quantidade de reservas que possui o grão. É um parâmetro

utilizado para determinar a qualidade do grão de aveia, tem relação com o rendimento industrial sendo mais direcionado ao rendimento da extração da farinha. Como os principais produtos do processamento de aveia são integrais, a relação do PH com o RI não é tão efetiva como no caso do trigo e outros cereais de inverno, onde estima o rendimento de farinha (FLOSS et al., 2002; POSSA e FLOSS, 2005).

Para a legislação brasileira o PH deve ser igual ou superior a 50 kg.hL<sup>-1</sup>, sendo utilizado como padrão pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1975; COMISSÃO..., 2003). Para a legislação americana, o valor referido por Ganzmann e Vorwerck (1995), é de no mínimo 53 kg.hL<sup>-1</sup>.

O peso de mil grãos (PMG) é o valor expresso por gramas de mil grãos, representando indiretamente o tamanho do grão. De acordo com a legislação americana o peso mínimo de mil grãos exigido é de 27g (GANZMANN e VORWERCK, 1995). Bland (1971) considera como muito alto o peso de mil grãos acima de 30 g; alto entre 28 e 30 g; normal entre 24 e 28g, baixo entre 22 e 24g e muito baixo quando este se encontra abaixo de 22g.

A espessura do grão (%>2 mm) e a percentagem de casca influenciam no rendimento industrial da aveia (FLOSS, 1998). Considerando que o descasque da aveia é por impacto é importante que os grãos apresentem espessura uniforme. A classificação dos grãos de aveia é feita em peneira oblonga de malha com orifícios de espessura de 2 mm de largura, sendo aqueles de espessura inferior a 2 mm eliminados, garantindo uma uniformidade dos demais.

A Comissão...(2003) sugere como padrão brasileiro um mínimo de 75% dos grãos com espessura maior que 2 mm. McMullan e Parish (1965) relatam que os cultivares australianos apresentaram de 25,7% a 97,5% de grãos com espessura maior que 2 mm, enquanto para os cultivares americanos Ganzmann e Vorwerck (1995), referem como padrão mínimo de 90% dos grãos com espessura maior que 2 mm. Floss et al. (2002) encontraram média de 89,0%; Floss e Tonin (2004), de 83,8%; Floss et al. (2004b), de 88,0%; Floss et al. (2005a), de 92,1%; Floss et al. (2005b), de 88,4%; e, Floss et al. (2005d), de 87,4%.

O índice de descasque (ID%) é o percentual de grãos descascados, em relação aos inteiros. Tem por objetivo determinar o rendimento industrial, ou seja, o valor corrigido da aveia (FLOSS et al., 2002). O parâmetro americano citado por Ganzmann e Vorwerck (1995), é de no máximo 26,0% de casca, ou seja, 74,0% de grãos descascados. Floss e Tonin (2004), encontram uma média de 71,2%; Floss et al. (2004b), de 74,5%; Floss et al. (2005d), de 73,2%; e, Floss et al. (2005a), de 73,2%.

O rendimento industrial (RI%), representa a quantidade de produto obtida por meio do índice de descasque e da percentagem de grãos maiores de 2 mm, ou seja, a quantidade de produto obtido a partir de grãos integrais (FLOSS et al., 2002). Os novos cultivares de aveia desenvolvidos no Brasil nos últimos anos possibilitaram grandes avanços também no rendimento industrial, evoluindo de 51,1% em 1982 para 67,0% na planta industrial da Quaker, em Porto alegre (CARVALHO 1991). Costa Beber (1996) verificou um RI médio de 64,0%; Floss et al. (2002), de 65%; Floss et al. (2005a), de 69%; Floss et al. (2005c), de 57,4%; e, Floss et al. (2005d), de 64 %

Os melhoristas de aveia no Brasil reconhecem a importância do estudo da herança de caracteres relacionados à qualidade do grão como fator fundamental no processo de seleção e desenvolvimento de genótipos superiores (KUREK et al., 2002a).

Para Luz et al. (2005), estudos envolvendo várias características simultaneamente vêm se tornando cada vez mais importantes ao melhoramento vegetal. A confiabilidade e a abrangência das análises multivariadas são alguns dos fatores que as tornam de uso cada vez mais disseminado na análise dos dados pelos melhoristas, principalmente na discriminação dos materiais superiores, na quantificação da dissimilaridade genética dos materiais de interesse, na formação de grupos de materiais genéticos, semelhantes entre si e divergentes uns em relação aos outros, visando cruzamentos, na seleção dos melhores materiais e as relações existentes entre as características estudadas.

Como medidas de dissimilaridade existentes tem-se a distância Euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). A distância generalizada de Mahalanobis apresenta sensível vantagem sobre a Euclidiana, que é a de levar em consideração o grau de correlação entre os caracteres, razão pela qual foi escolhida neste trabalho.

Para a formação dos grupos, as técnicas oferecidas são os métodos hierárquicos, como o do Vizinho mais Próximo, cujas delimitações de grupos são estabelecidas por método visual por meio de dendogramas, e o Método de Otimização proposto por Tocher, onde a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (CRUZ e RAGAZZI, 1994).

Para a seleção de genótipos, com base no comportamento de várias características simultaneamente, podem ser utilizados os índices de seleção, que identificam de forma rápida e eficiente os melhores materiais para os propósitos de melhoramento.

Dentre os índices disponíveis, o Índice com Base em Soma de Postos proposto por Mulamba e Mock (1978), apresenta a vantagem de dispensar a necessidade de se estimar pesos econômicos às variáveis estudadas, como é o caso dos Índices Clássicos, propostos por Smith (1936) e por Hazel (1943), ou de dispensar estimativas de ganhos, como o Índice de Pesek e Baker (1969).

O estudo das relações entre as variáveis envolvidas é um dos aspectos mais importantes para o melhoramento, pois permite obter-se ganhos por meio da manipulação de outras variáveis quaisquer. A técnica mais conhecida para este fim é o da correlação linear de Pearson que, embora quantifique o grau de associação linear entre variáveis, não oferece informações sobre possíveis efeitos que uma variável possa ter sobre outra. Estas informações são obtidas pela análise de trilha. Nesta análise procura-se quantificar o quanto cada variável, dentre um grupo de variáveis consideradas secundárias, influencia o comportamento de uma variável considerada principal.

O objetivo do trabalho foi agrupar as maiores dissimilaridades, estudar a variabilidade pelo método de análise multivariada e identificar as características associadas a indicadores de RI dos cultivares desenvolvidos pela UPF.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de 21 cultivares de aveia-branca (UPF 1, UPF 2, UPF 3, UPF 4, UPF 5, UPF 6, UPF 7, UPF 8, UPF 9, UPF 10, UPF 11, UPF 12, UPF 13, UPF 14, UPF 15, UPF 16, UPF 17, UPF 18, UPF 19, UPFA 20 - Teixeirainha, UPFA 22 – Temprana) e da linhagem UPF 94174-1, desenvolvidos no programa de melhoramento genético da FAMV/UPF, produzidos no ano agrícola de 2003, submetidos às operações de limpeza, desaristamento e devidamente armazenados. Foram obtidos em parcelas de 2m<sup>2</sup>, conduzidas à campo, arranjados em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Foram avaliados os seguintes aspectos físicos dos grãos: peso do hectolitro, em quilos/100 litros de grãos (PH-kg.hL<sup>-1</sup>), peso de mil grãos, em gramas (PMG), percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm (%>2 mm), índice de descasque (ID%) e rendimento industrial (RI%).

O peso do hectolitro foi determinado com o auxílio de uma balança hectolétrica com capacidade de 250 mL. O peso obtido foi convertido através de uma tabela específica para aveia.

O peso de mil grãos foi determinado pesando-se 800 sementes, escolhidas ao acaso, em 8 repetições de 100 sementes, calculando-se a média e o desvio padrão (DP). Eliminaram-se os valores  $\pm 1$  DP, refez-se a média e multiplicou-se por 10, expressando o valor em gramas (BRASIL, 1976).

A percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm foi determinada através do peneiramento de uma amostra de 50 g, em

peneira oblonga de malha com orifícios de espessura de 2 mm de largura. A percentagem foi calculada pelo quociente entre o peso de grãos maiores que 2 mm/50 g X 100 (FLOSS et al., 2002).

Para calcular o índice de descasque foram escolhidos, ao acaso, 300 grãos inteiros com espessura maior que 2 mm. Estes foram pesados e descascados manualmente e as cariopses, pesadas. Este índice é a relação entre o peso de grãos descascados/peso de grãos inteiros X 100 (FLOSS et al., 2002).

O rendimento industrial foi determinado pela quantidade de produto processado obtido por meio do índice de descasque multiplicado pela percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm, ou seja, denominado Avenacor que significa a percentagem de produto obtido a partir de amostra de grãos integrais (FLOSS et al., 2002).

Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos significativos foram comparadas utilizando-se o teste de Scott e Knott, a 5% de significância. As análises foram realizadas com o emprego do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

As correlações genóticas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha (CARVALHO, 1999). Para este estudo, o RI foi considerado variável básica e, como variáveis explicativas, o PH, o PMG, a % >2 mm e o ID.

Como medidas de dissimilaridade das técnicas multivariadas, foi utilizada neste trabalho a distância generalizada de Mahalanobis,  $D^2$ . Com o objetivo de estabelecer grupos de genótipos para fins de cruzamento para o melhoramento, foi usado o método de otimização proposto por

Tocher, com o aplicativo computacional GENES (CRUZ e RAGAZZI, 1994).

Os grupos formados foram comparados com a genealogia dos genótipos (Quadro 1) para verificar a existência de parentesco entre os mesmos. Para a seleção de genótipos foi utilizado o Índice com Base em Soma de Postos proposto por Mulamba e Mock (1978). A confiabilidade destas análises é importante para o melhoramento vegetal dos cultivares (LUZ et al., 2005).

Quadro 1 - Identificação, genealogia, ano de lançamento e aptidão dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF. Passo Fundo (RS), 2005

Cultivar	Identificação	Genealogia	Ano	Aptidão
UPF 1	UPF 77S509	FLAX6346(AB113)	1981	Granífera
UPF 2	UPF 77S039	X2505-4	1982	Duplo Propósito
UPF 3	UPF 77256-5	Coronado/X1779-2	1984	Duplo Propósito
UPF 4	UPF 77S030	X2055-1	1984	Granífera
UPF 5	UPF 77291	X2185-A/ILL1514	1985	Granífera
UPF 6	UPF 79B369-4	Coker1214/Lang	1986	Granífera
UPF 7	UPF 7229	TCPF/X2503-1	1986	Granífera
UPF 8	UPF 78B369-1	X2505-4/Otee	1986	Granífera
UPF 9	UPF 80S084	79BVL3109 Texas	1987	Granífera
UPF 10	UPF 77833-1	1040GH Double/Short	1987	Duplo Propósito
UPF 11	UPF 81S200	1563CR cpx/ SR cpx	1987	Granífera
UPF 12	UPF 81363	IN73-109/OC25	1988	Duplo Propósito
UPF 13	UPF 80136	Quadcross 1PC 25	1989	Granífera
UPF 14	UPF 78237-1B	X1205/X2286-2	1991	Duplo Propósito
UPF 15	UPF 86170	QR306=Coker82-33/IL3776/OA338	1992	Duplo Propósito
UPF 16	UPF 85380	Coronado/X1799-2/Sel 11- Passo Fundo/X3530-40	1993	Granífera
UPF 17	UPF 85380-A	Coronado/X1799-2/Sel 11- Passo Fundo//X3530-40	1994	Granífera
UPF 18	UPF 90H400	UPF85 S0238 (Ijuí F9-1982F7, UPF 791743) XUPF12	1999	Duplo Propósito
UPF 19	UPF 92129-2	90SAT-30(UPF16)/90AS-28(Coronado <sup>2</sup> / Cortez <sup>3</sup> /Pendek/ME1563)	2000	Granífera
UPFA 20	UPF 92AL300	QR9814=UPF 80197(X2082-21/C18428/Steele)	2001	Granífera
UPFA 22	UPF 92137	90SAT/37(UFRGS10)/90SAT/28(Coronado <sup>2</sup> / Cortez <sup>3</sup> /Pendek/ME1563)	2002	Granífera
UPFA 23	UPF 94174-1	TAMO 386//87 Guaíba Sel.1 Resel	2005	Granífera

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis mensuradas a análise de variância mostrou diferenças significativas entre os genótipos avaliados, ao nível de 1% de significância (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo da análise de variância quanto a características físicas do grão

Variáveis	Q. M.	F
Peso do hectolitro	20,39	12,96**
Peso de mil grãos	64,84	19,69**
Espessura de grãos	399,81	34,04**
Índice de descasque	16,89	3,01**
Rendimento industrial	212,63	0,26**

\*\* significativo a 1%

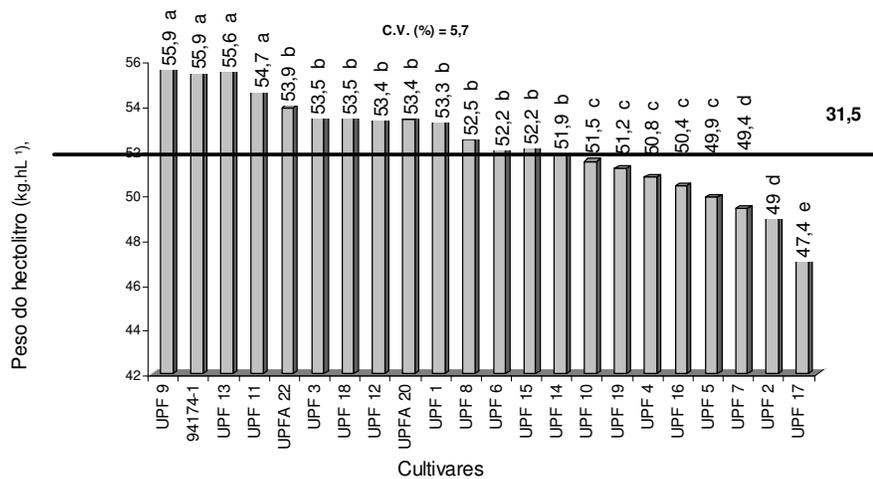
#### 3.1 Peso do hectolitro

Das variáveis analisadas, o peso do hectolitro (PH-kg.hL<sup>-1</sup>) foi a que apresentou o menor coeficiente de variação (2,3%). Os cultivares UPF 9, UPF 11, UPF 13 e a linhagem UPF 94174-1 apresentaram valores de PH significativamente superiores aos demais cultivares variando de 54,7 kg.hL<sup>-1</sup> a 55,9 kg.hL<sup>-1</sup>, sendo que o cultivar UPF 17 apresentou o menor PH (47,4 kg.hL<sup>-1</sup>). Observou-se uma diferença dessa variável entre os genótipos de 8,5 kg.hL<sup>-1</sup>, sendo que a média do ensaio foi de 52,3 kg.hL<sup>-1</sup>. Os cultivares formaram, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, cinco grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 1).

Costa Beber (1996), em pesquisa realizada em Florianópolis, observou um peso médio do hectolitro de 49,3 kg.hL<sup>-1</sup>; Benin et al. (2003), em pesquisa realizada em Pelotas (RS), relataram média de 34,7 kg.hL<sup>-1</sup>; em Passo Fundo (RS), Floss e Tonin (2004), encontraram média de 55,4 kg.hL<sup>-1</sup>; Floss et al. (2005d), em Vacaria (RS), de 57,1 kg.hL<sup>-1</sup>; Floss et al. (2005a) de 55,7 kg.hL<sup>-1</sup>; e, Floss et al. (2005b) de 50,7 kg.hL<sup>-1</sup>.

A média de PH encontrada para os cultivares estudados foi superior aos valores médios encontrados em Pelotas, em Florianópolis e em Passo Fundo no ano de 2005; foi inferior aos demais estudos realizados em Passo Fundo e em Vacaria e não atinge as recomendações americanas. Dessa forma, observa-se que 82% dos cultivares estudados estão de acordo com os padrões brasileiros (50 kg.hL<sup>-1</sup>) e apenas 45% atingem os padrões americanos (53 kg.hL<sup>-1</sup>), conforme Brasil (1975) e Ganzman e Vorwerck. (1995). Estes valores variam em função de condições ambientais, local, ano do cultivo e tratos culturais (FORSBERG e REEVES, 1995; FLOSS, 1998).

Considerando o padrão brasileiro (BRASIL, 1975), somente os cultivares UPF 2, UPF 5, UPF 7 e UPF 17 apresentaram valores inferiores aos mínimos exigidos pela legislação (Figura 1).



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 1 - Peso do hectolitro (PH-kg.hL<sup>-1</sup>) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

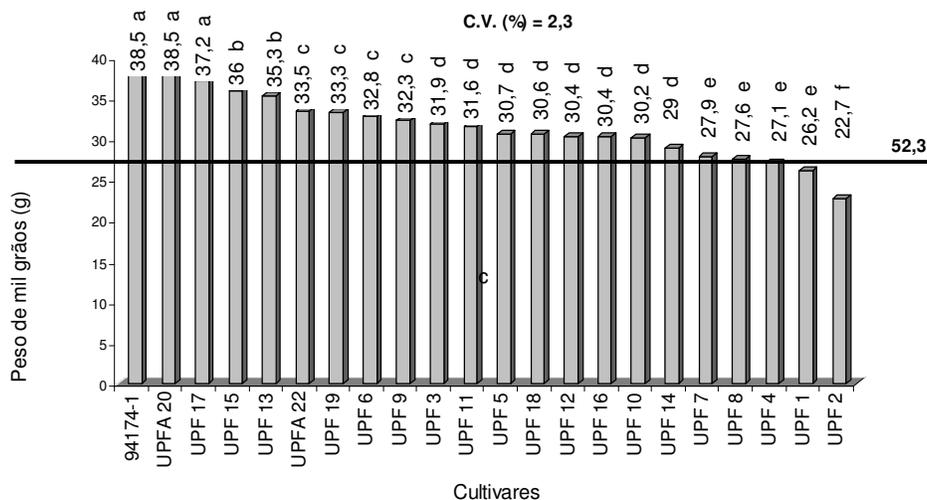
### 3.2 Peso de mil grãos

Os genótipos UPF 17, UPFA 20 - Teixeira e UPF 94174-1, apresentaram valores de peso de mil grãos (PMG-g) significativamente superiores aos demais cultivares variando de 37,2g a 38,5g. O cultivar UPF 2 foi o que apresentou menor PMG (22,7g), enquanto a diferença deste caráter entre os genótipos foi de 15,8g, sendo que a média do ensaio foi de 31,5g (Figura 2). Foram formados pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, seis grupos, que diferem estatisticamente entre si.

Em estudos anteriores Floss et al. (1997), observaram em Passo Fundo, uma média de 31,1g; Benin et al. (2003), de 21,0g; a Comissão...(2003), de 30,0g, com a aplicação de fungicida; Floss e Tonin (2004), de 30,0g; Floss et al. (2005a), de 34,8g, e, Floss et al. (2005d), de

35,7g. Dos 22 genótipos estudados 16 encontram-se com peso muito alto, acima de 30 g; um genótipo com peso alto, 4 com peso normal e 1 com peso baixo conforme a classificação de Bland (1971).

O padrão americano citado por Ganzmann e Vorwerck (1995) é de no mínimo 27,0g sendo que apenas os cultivares UPF 1 e UPF 2 (Figura 2) encontram-se abaixo dos valores mínimos exigidos pela legislação americana. Verifica-se que a média deste experimento foi superior ao padrão americano, semelhante com outros estudos realizados em Passo Fundo (RS) e superior ao resultado da pesquisa realizada por Benin et al. (2003). Para Matiello et al. (1997), em função da variação de ano, local de cultivo, tratos culturais e a suscetibilidade a moléstias, a planta pode reduzir o acúmulo de fotoassimilados no grão, reduzindo conseqüentemente o peso de mil grãos.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 2 - Peso de mil grãos (PMG-g) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.3 Espessura de grãos

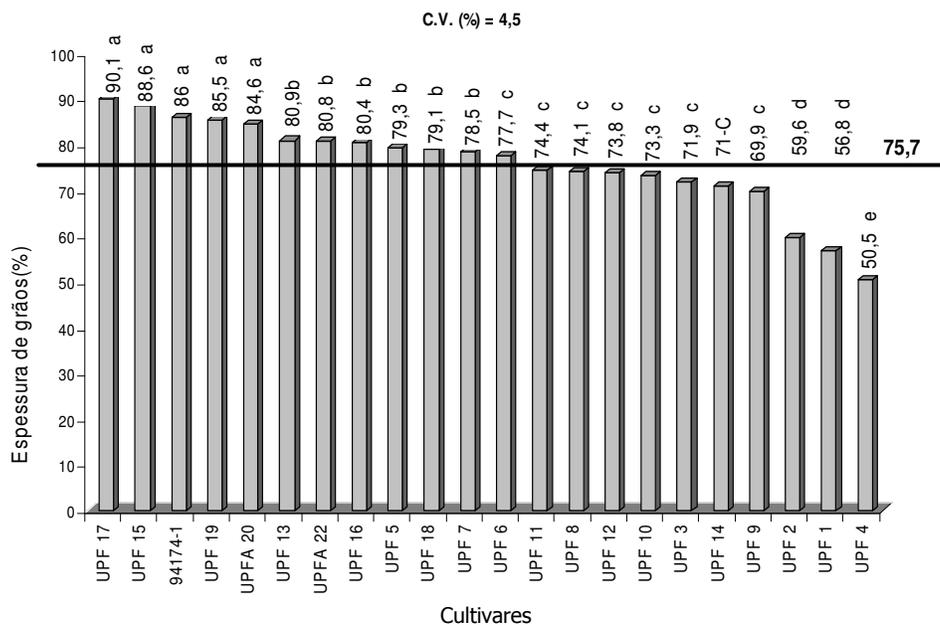
Os genótipos UPF 15, UPF17, UPF19, UPFA 20 – Teixeirainha e a linhagem UPF 94174-1 apresentaram espessura de grãos significativamente superiores aos demais cultivares, variando de 84,6% a 90,1%. O cultivar UPF 4 foi o que apresentou o menor valor (50,5%), enquanto a diferença deste caráter entre os genótipos foi de 39,6%, sendo que a média da percentagem de grãos com espessura acima de 2 mm foi de 75,7% (Figura 3). Foram formados pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, cinco grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 3).

Em pesquisas anteriores, Floss et al. (2002) encontraram média de 89,0%; Floss e Tonin (2004), de 83,8%; Floss et al. (2004b), de 88,0%; Floss et al. (2005a), de 92,1%; Floss et al. (2005b), de 88,4%; e, Floss et al. (2005d), de 87,4%.

A classificação dos grãos é feita eliminando-se aqueles com espessura inferior a 2 mm. No Brasil, a Comissão... (2003), sugere dois níveis de classificação: tipo 1 com no mínimo 75% dos grãos com espessura > que 2 mm; tipo 2 e tipo 3 com menos de 75% dos grãos com espessura > que 2 mm. Já Ganzmann e Vorwerck (1995), referem o padrão americano, de no mínimo 90% dos grãos com espessura acima de 2 mm. McMullan e Parish (1965) relatam que os cultivares australianos apresentaram de 25,7% a 97,5% de grãos com espessura maior que 2 mm.

Observando os resultados desse trabalho, verifica-se que a média é inferior a dos resultados encontrados por Floss et al. (2002), Floss e Tonin (2004), Floss et al. (2004b), Floss et al. (2005a), Floss et al. (2005b),

Floss et al. (2005d), e, está de acordo com o padrão de classificação sugerido pela Comissão...(2003), muito abaixo do padrão americano e de alguns cultivares australianos Ressalta-se, que estas características variam de acordo com o genótipo, condições ambientais, e tratos culturais



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 3 - Espessura de grãos (>2mm), dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.4 Índice de descasque

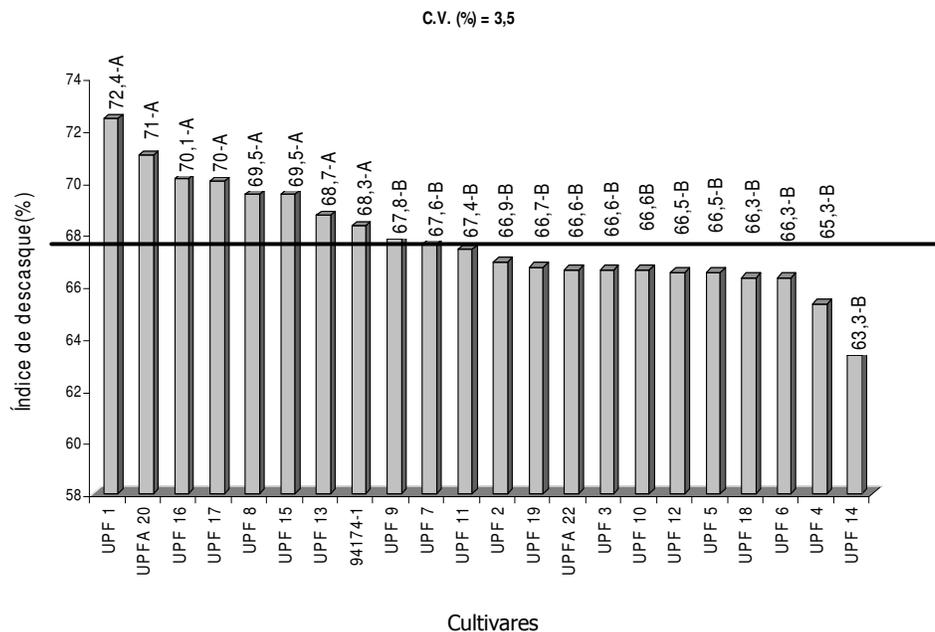
Os genótipos UPF 1, UPF 8, UPF 13, UPF 15, UPF 16, UPF 17, UPFA 20 - Teixeira, e a linhagem UPF 94174-1 apresentaram os maiores valores e foram significativamente superiores aos demais, variando de 68,3% a 72,4%. O cultivar UPF 14 foi o que apresentou o

menor valor (63,3%) sendo que a diferença deste caráter entre genótipos foi de 9,1%. Formou-se pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, dois grupos, que diferem estatisticamente entre si. A média de grãos descascados foi de 67,7% (Figura 4), enquanto Floss e Tonin (2004), encontram uma média de 71,2%; Floss et al. (2004b), de 74,5%; Floss et al. (2005d), de 73,2%; e, Floss et al. (2005a), de 73,2%.

O parâmetro americano referido por Ganzmann e Vorwerck (1995), é de no máximo 26,0% de casca, ou seja, 74,0% de grãos descascados. Considerando os resultados citados e o padrão americano, a média do estudo apresentou-se inferior. Porém, este caráter pode variar em função de genótipos, ano de cultivo, clima e tratos culturais (FORSBERG e REEVES, 1995). No Brasil, o índice de descasque é uma variável qualitativa para o recebimento dos grãos pela indústria (POSSA e FLOSS, 2005; FLOSS et al. 2002).

Em relação aos caracteres indicadores da qualidade do grão, Brown e Patterson (1992), afirmam que um dos principais objetivos dos programas de melhoramento dentro da qualidade de grãos é a redução do percentual de casca. De acordo com Forsberg e Reeves (1992), cultivares com menor proporção ou ausência de casca podem ser uma medida para melhorar a qualidade do grão.

Os programas de melhoramento nacionais devem considerar a importância da casca e direcionar tentativas de aumentar a relação grão/casca sem afetar a qualidade do grão (KUREK, 2002b). Conforme Barbosa Neto et al. (1996), a relação grão/palha tem sido, como o rendimento de grãos e o peso do hectolitro, os caracteres com maior ganho genético nos últimos 40 anos em aveia no Brasil.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 4 - Índice de descasque (ID%) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

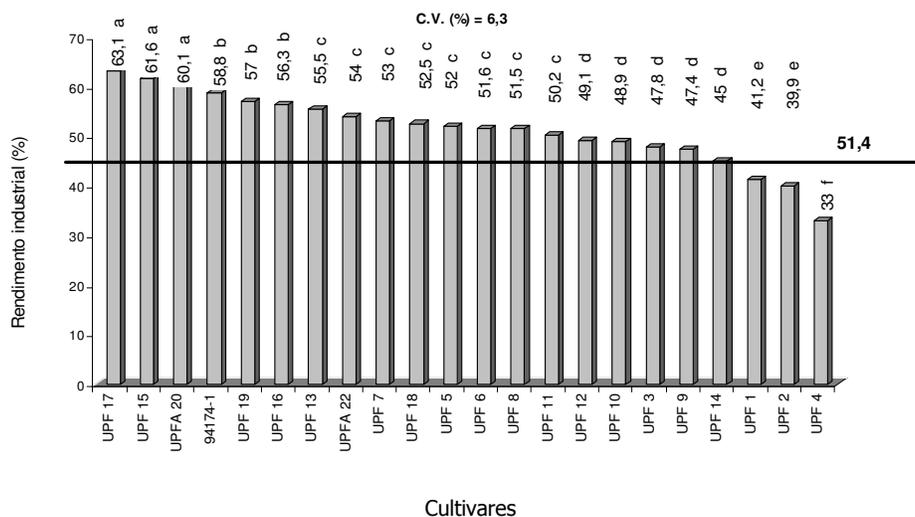
### 3.5 Rendimento industrial

Os cultivares UPF 15, UPF 17 e UPFA 20 - Teixeira apresentaram valores para o RI significativamente superiores aos demais cultivares variando de 60,1% a 63,1%. O cultivar UPF 4 apresentou o menor valor para o RI (33,0%), enquanto a diferença entre os genótipos para este caráter foi de 30,1% (Figura 5). Formaram-se pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, seis grupos que diferem estatisticamente entre si. Os resultados deste experimento apontam média de 51,4% (Figura 5). Costa Beber (1996) verificou um RI médio de

64,0%; Floss et al. (2002), de 65%; Floss et al. (2005a), de 69%; Floss et al. (2005c), de 57,4%; e, Floss et al. (2005d), de 64%.

A média do ensaio encontra-se abaixo das médias referidas nos outros estudos. Estes valores podem variar em função das condições ambientais, genótipos, tratos culturais, ano de cultivo e local.

O RI representa a quantidade de produto obtida por meio do índice de descasque e a percentagem de grãos maiores de 2 mm, representando o índice Avenacor (FLOSS et al., 2002). Em função da importância deste índice para a indústria, são desenvolvidas pesquisas para o melhoramento genético, visando à seleção de cultivares com o melhor potencial de rendimento e qualidade mínima (BOTHONA e MILACH, 1998; GOELLNER e FLOSS, 2001; COMISSÃO... 2003; FLOSS et al., 2004a).



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 5 - Rendimento industrial (RI%) dos cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.6 Dissimilaridade genética

A partir das variáveis estudadas, houve a formação de quatro grupos de genótipos semelhantes geneticamente. A maior parte dos cultivares (81,8%), está concentrada no grupo I (Tabela 1), que poderiam ser cruzados, com cultivares de um dos outros grupos, pois segundo Kurek et al. (2002a; 2002b), aqueles que divergem geneticamente, podem ser usados no processo de melhoramento.

De acordo com os grupos formados, considerando a genealogia dos genótipos (Quadro 1) observou-se a existência de similaridade genética entre os cultivares UPF 3, UPF 16, UPF 19, e UPF 22 – Temprana, pois todos apresentam em sua genealogia o cultivar Coronado. Estes cultivares pertencem todos ao grupo I (Tabela 1) que apresentam características físicas semelhantes. Se for incluído neste grupo o cultivar UPF 17, que pertence ao grupo IV (Tabela 1) e que também apresenta em sua genealogia o cultivar Coronado, pode-se dizer que o mesmo apesar do grau de parentesco, apresenta características distintas.

Já o cultivar UPF 16, do grupo I (Tabela 1), e o cultivar UPF 17 do grupo IV (Tabela 1), apresentam um alto grau de parentesco, pois a sua genealogia é a mesma (Coronado, X1799-2 Sel 11-Passo Fundo e X3530-40), isto é, são parentes e com características distintas.

Tabela 1 – Grupos de progenitores pelo método Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis. Passo Fundo (RS), 2005

Grupos	Genótipos*
I	UPF 3, UPF 5, UPF 6, UPF 7, UPF 8, UPF 9, UPF 10, UPF 11, UPF 12, UPF 13, UPF 14, UPF 15, UPF 16, UPF 18, UPF 19, UPFA 20 - Teixeirainha, UPFA 22 – Temprana e linhagem UPF 94174- 1
II	UPF 2 e UPF 4
III	UPF 1
IV	UPF 17

\*Genótipos pertencentes ao mesmo grupo apresentam similaridade genética.

### 3.7 Seleção de genótipos

Foi utilizado o Índice com Base em Soma de Postos, proposto Mulamba e Mock (1978), com o aplicativo computacional GENES, que resultou, na seguinte classificação de superioridade para as cinco características físicas estudadas: linhagem UPF 94174-1, UPFA 20 – Teixeirainha, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22 – Temprana, UPF 16, UPF 17, UPF 11 e UPF 9. Destes genótipos, 90% pertencem ao grupo I de progenitores e apenas o cultivar UPF 17 pertence ao grupo IV (Tabela 1), demonstrando um alto grau de semelhança entre os genótipos.

### 3.8 Análise de trilha

Foram estimados os efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas PH, PMG, espessura de grãos >2 mm e ID sobre o RI

(Tabela 2). O coeficiente de determinação foi equivalente a 99,9%, o que indica que as variáveis explicativas determinam a variação da variável básica.

Analisando os coeficientes de correlação genotípica (Tabela 2) entre os caracteres PH, PMG, espessura de grãos >2 mm e ID, é possível concluir que o RI está correlacionado genotipicamente aos quatro caracteres, principalmente com a espessura de grãos >2 mm devido ao elevado coeficiente de correlação (0,98) e ao PMG, onde o coeficiente de correlação foi de 0,80. Para o índice de descasque ID o coeficiente foi de 0,39 e para o PH foi de 0,014. Estes dados confirmam que os caracteres de maior contribuição para elevar RI são a espessura de grãos >2 mm e o PMG.

Considerando os efeitos diretos sobre o RI, incluídos na Tabela 2, a espessura de grãos >2 mm apresentou o maior efeito direto (0,911) ficando também com a maior correlação total (0,98), indicando grande contribuição para o aumento de RI. Para ID o efeito direto foi de 0,195 e do PMG de 0,036. Embora o baixo efeito direto do PMG, a sua correlação total foi alta (0,80), demonstrando a sua maior influência indireta via espessura de grãos >2 mm que foi de 0,725. Em contrapartida, o PH foi o caráter que apresentou a menor correlação total, com o RI (0,0148), com efeito direto e os efeitos indiretos negativos para todos os caracteres.

O efeito direto de PH sobre RI foi negativo (-0,205). Este efeito negativo também se verificou quando o PH foi estudado como via indireta das outras variáveis explicativas: PH x PMG de -0,0067, PH x espessura de grãos >2 mm, de -0,00034 e PH x ID% de -0,00087, sobre o

RI. Isto pode ser explicado, pelo fato do PH ser determinado em amostra com mistura de grãos de diferentes tamanhos.

Estudos em diferentes espécies desenvolvidos por Kurek et al. (2001) e Caierão et al. (1999), também relataram valores negativos para os efeitos indiretos dos componentes primários em grãos de feijão e grãos de aveia, respectivamente.

A seleção indireta via PH não é uma boa estratégia para a seleção visando o aumento de RI, devido aos efeitos negativos e a baixa correlação entre essas características (Tabela 2).

Tabela 2 – Estimativa dos efeitos diretos e indiretos do RI% em aveia-branca (*Avena sativa* L) e seus componentes primários (PH , PMG, %>2 mm, ID). Passo Fundo (RS), 2005

Caracteres		Correlação total (Pearson)
PH		
Efeito direto sobre o RI	-0,0205	
Efeito indireto via PMG	0,0118	
Efeito indireto via % > 2 mm	0,0151	
Efeito indireto via % ID	0,0083	
		0,0148
PMG		
Efeito direto sobre o RI	0,0360	
Efeito indireto via PH	-0,0067	
Efeito indireto via %> 2 mm	0,7257	
Efeito indireto via % ID	0,0504	
		0,8055
% > 2 mm		
Efeito direto sobre o RI	0,9118	
Efeito indireto via PH	-0,0003	
Efeito indireto via PMG	0,0286	
Efeito indireto via % ID	0,0401	
		0,9804
% ID		
Efeito direto sobre o RI	0,1958	
Efeito indireto via PH	-0,0008	
Efeito indireto via PMG	0,0092	
Efeito indireto via % > 2 mm	0,1871	
		0,3914
Coefficiente de determinação ( $R^2$ )	0,9994	

#### **4 CONCLUSÕES**

Considerando a dissimilaridade genética observada entre os genótipos, os cruzamentos mais promissores são entre a UPF 17 e os genótipos UPF 94174-1, UPFA 20 – Teixeira, UPF 15, UPF 13, UPF 19, UPFA 22 – Temprana, UPF 16, UPF 11 e UPF 9.

Na estratégia de seleção indireta de genótipos superiores em aveia para o caráter rendimento industrial (RI), a percentagem de grãos com espessura maior que 2 mm ( $\%>2$  mm) e o peso de mil grãos (PMG) são os caracteres de maior potencialidade .

## CAPÍTULO II

### DISSIMILARIDADE GENÉTICA E ANÁLISE DE TRILHA QUANTO A CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO GRÃO DE AVEIA-BRANCA

**Luciane Gatto<sup>1</sup>; Elmar Luiz Floss<sup>2</sup>; Florindo Luiz Castoldi<sup>3</sup>**

**RESUMO** - Nos últimos anos, vem crescendo o interesse dos consumidores por alimentos com melhor qualidade nutricional e funcional. A aveia-branca (*Avena sativa* L.) destaca-se dentre os demais cereais quanto ao seu valor nutritivo e importância em dietas em função do seu alto teor de proteínas, lipídios e fibras. Quanto às características químicas, buscam-se genótipos com alto potencial de rendimento aliado a um alto valor nutritivo. Este estudo teve como objetivo agrupar genótipos com similaridades, pelo método de análise multivariada, e identificar as características associadas a indicadores de aumento nos teores de proteína bruta. Foram utilizados grãos de aveia-branca dos 22 genótipos desenvolvidos pela Universidade de Passo Fundo. Os grãos foram produzidos no Campo Experimental da FAMV/UPF, em 2003, em parcelas de 2m<sup>2</sup>, conduzidas no delineamento blocos ao acaso, com

---

<sup>1</sup>Nutricionista, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: [gcorazza@terra.com.br](mailto:gcorazza@terra.com.br);

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo e licenciado em Ciências, doutor em Agronomia, professor titular da Universidade de Passo Fundo. CP: 611. CEP: 99001-970; E-mail: [floss@upf.br](mailto:floss@upf.br);

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor adjunto da Universidade de Passo Fundo. E-mail: [castoldi@upf.br](mailto:castoldi@upf.br).

quatro repetições. Foram consideradas as seguintes características químicas: proteína bruta, lipídios, minerais, carboidratos, fibra alimentar total, fibra insolúvel e fibra solúvel. Grãos de aveia-branca descascados e moídos foram analisados pelo emprego da espectrofotometria do infravermelho próximo (NIRS). Os genótipos avaliados diferiram significativamente para todas as variáveis mensuradas. Quanto à análise de trilha, entre os componentes primários, com efeito, a fibra solúvel é o caráter de maior potencialidade como estratégia na seleção de genótipos superiores em proteína bruta. Os melhores cruzamentos dos cultivares estudados, visando o aumento da variabilidade genética para as características químicas, é entre UPF 8 e UPF1 e os cultivares UPF 2, UPF 14, UPF 18, UPF 4, UPF 5, UPF 7, UPF 10 e UPF 9.

**Palavras-chave:** composição química do grão; melhoramento genético; variabilidade genética.

## **GENETIC DISSIMILARITY AND PATH ANALYSIS RELATED TO THE GRAIN CHEMICAL CHARACTERISTICS ON WHITE- OATS**

**ABSTRACT** - Last years, consumers have been showing an increasing interest for foods with better nutritional and functional quality. White-oat (*Avena sativa* L.) is highlighted among the other cereals due to its nutritional value and importance in diets, because of the high levels of proteins, lipids and fibers. In order to reach white-oat improvement related to the chemical qualities characteristics, it's necessary to use

genotypes with great potential of productivity allied to a high nutritional value. This study, in order to gather the determined highest dissimilarities, the variability through the method of multivarious analysis and identified the characteristics related to indicators of protein levels growth. White-oat grains from cultivars developed by UPF (Passo Fundo University) were used. The grains of these cultivars were produced at the Experimental Field of FAMV/UPF during 2003, in 2m<sup>2</sup> plots, on the field with random blocks, and with four replications. For the study, the next chemical characteristics were considered: raw protein, lipids, minerals, carbohydrates, total, insoluble and soluble dietary fiber. For the analysis, were used ground groats of white-oat and the technique used was the near infrared spectroscopy (NIRS). The evaluated genotypes showed a very significant difference for all the measured cultivars. With reference to the PATH analysis, one noticed that, among the primary components of the protein growth, the soluble fiber is the feature of highest potential for indirect selection strategy in search of obtaining the selection of superior genotypes in oat. To start from the gotten results, it's possible to state that the best crosses among the studied cultivars, aiming for the increase of genetic variability for the chemical characteristics, should be between the cultivar UPF 8 and UPF 1 and the cultivars UPF 2, UPF 14, UPF 18, UPF 4, UPF 5, UPF 7, UPF 10 and UPF 9.

**Key words:** grain chemical composition; genetic improvement; genetic variability.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a aveia é a sétima cultura produtora de grãos em área cultivada, sendo que, nos últimos anos, a sua utilização na alimentação humana vem crescendo. O valor nutritivo dos grãos de aveia, ricos em proteínas, o bom balanceamento dos aminoácidos, teores de lipídios superiores aos demais cereais, o conteúdo de vitaminas, minerais e fibras solúveis, justificam o seu consumo, pois reduzem os níveis de colesterol e regulam os teores de glicose no sangue (HOSENEY, 1994; DE FRANCISCO, 2002).

Para o desenvolvimento de novos produtos de aveia, a principal preocupação está em tornar o grão adequado ao consumo humano. Para isso é necessário combinar os processos tecnológicos que induzem a modificações físico-químicas, funcionais e nutricionais a fim de que se obtenham produtos adequados às exigências do mercado consumidor (BARATA et al., 2001). Durante processamento as cascas são removidas e a parte interna do grão é consumida de forma inteira, diminuindo, assim, a perda de nutrientes (SCHRICKEL, 1986).

A aveia contém grande quantidade de proteínas, cuja qualidade é superior quando comparada a outros cereais, embora não se aproxime daquela de origem animal (SCHRICKEL, 1986; PETERSON e BRINEGAR, 1986; PETERSON 1992; WELCH, 1995).

Embora importantes nutricionalmente, os lipídios aliados às enzimas hidrolíticas são apontados como responsáveis pela instabilidade no armazenamento do grão e produtos de aveia (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

O conteúdo mineral em aveia, segundo Peterson (2004), é semelhante ao de outros cereais, em média 3% com aumento destas concentrações na fração farelo variando significativamente entre os cultivares, isto é, provavelmente, depende da quantidade de minerais presentes no solo, tipo de fertilizante utilizado e ao genótipo (WELCH, 1995; GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Em relação ao teor de carboidratos na aveia, o teor total varia de 60,4 a 71,3%, dos quais de 43,7 a 61% são amido, sendo calculados geralmente por diferença (PETERSON e SMITH, 1976, WELCH, 1995).

Quanto aos alimentos funcionais, a aveia tem recebido grande atenção por parte de médicos, nutricionistas e consumidores, devido as suas características nutricionais e funcionais, principalmente pelos teores de fibra alimentar (DE FRANCISCO, 2004).

Estudos recentes relatam que a ingestão elevada de fibras alimentares reduz as concentrações de lipídios e glicose no sangue, aumenta a sensibilidade à insulina, regula a pressão sanguínea e ajuda no controle de peso (ANDERSON, 1993). Na fibra alimentar de aveia tem sido estudada especialmente a fração  $\beta$ -glicanos, devido aos seus efeitos benéficos e suas propriedades funcionais no organismo (WOOD, 1986). Atualmente, as recomendações diárias de fibras alimentares devem conter entre 20 e 40g/dia (ANDERSON e CHEN, 1986).

As fibras alimentares podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água como solúveis ou insolúveis. A solúvel é composta por pectinas,  $\beta$ -glicanos, mucilagens, hemicelulose e amido resistente. Os componentes da insolúvel são lignina, celulose e hemicelulose (CAVALCANTI, 1989; WALKER, 1993).

Com as mudanças nos padrões alimentares, a aveia tem sido uma das principais fontes de fibras solúveis e cada vez mais está sendo usada como matéria-prima de produtos para a alimentação humana (FEDERIZZI e ALMEIDA, 1998). As fibras solúveis retardam a passagem intestinal e o esvaziamento gástrico, diminuem a absorção da glicose e ajudam a reduzir o colesterol sanguíneo. As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, desaceleram a hidrólise da glicose, contribuindo para a redução de doenças do cólon (ANDERSON e CHEN, 1986).

A fibra solúvel no grão de aveia é relativamente maior quando comparada aos demais cereais. Os componentes mais importantes das fibras solúveis são as  $\beta$ -glicanos devido ao seu poder hipocolesterolêmico e hipoglicêmico e a sua atuação no melhoramento das funções gastrintestinais (GUTKOSKI e TROMBETTA, 1999; HELM et al., 2002).

Shinnick (1988), relata que os teores de fibra alimentar do grão de aveia descascado variam entre 7,1% e 12,1%; no farelo o conteúdo de fibra varia entre 15 e 19%, sendo que 34 a 48% são fibra solúvel e o restante insolúvel.

De Francisco (2002), referindo-se à qualidade nutricional dos grãos de aveia, relatou que a composição química média da aveia brasileira é de 53% de carboidratos, 16% de proteína bruta, 7% de lipídios, 12% de fibra alimentar total, 5% de fibras solúveis, 6% de fibras insolúveis, 4%  $\beta$ -glicanos e 1% de minerais. Picolli (1997) encontrou valores médios de 16,7% de proteína bruta, 3,7% de lipídios, 11,5% para fibra alimentar

total, 8,6% para fibra insolúvel, 2,8% para fibra insolúvel e 1,6% para minerais.

Os diferentes constituintes químicos do grão de aveia permitem a utilização diferenciada deste cereal pela indústria de alimentos (TISIAN et al., 2000).

Kurek et al. (2002a), relatam que o melhoramento genético de aveia no Brasil reconhece a importância do estudo da herança de caracteres relacionados à qualidade do grão como fator auxiliar no processo de seleção e desenvolvimento de genótipos superiores.

Para Luz et al. (2005), estudos envolvendo várias características simultaneamente vêm se tornando cada vez mais importantes ao melhoramento vegetal. A confiabilidade e a abrangência das análises multivariadas são alguns dos fatores que as tornam de uso cada vez mais disseminado na análise dos dados pelos melhoristas, principalmente na discriminação dos materiais superiores, na quantificação da dissimilaridade genética dos materiais de interesse, na formação de grupos de materiais genéticos, semelhantes entre si e divergentes uns em relação aos outros, visando cruzamentos, na seleção dos melhores materiais entre as características estudadas.

Como medidas de dissimilaridade existentes tem-se a distância Euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). A distância generalizada de Mahalanobis apresenta sensível vantagem sobre a Euclidiana, que é a de levar em consideração o grau de correlação entre os caracteres, razão pela qual foi escolhida neste trabalho.

Para a formação dos grupos, as técnicas oferecidas são os métodos hierárquicos, como o do Vizinheiro mais Próximo, cujas delimitações de

grupos são estabelecidas por método visual por meio de dendogramas, e o Método de Otimização proposto por Tocher, onde a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (CRUZ e RAGAZZI, 1994).

Para a seleção de genótipos, com base no comportamento de várias características simultaneamente, podem ser utilizados os índices de seleção, que identificam de forma rápida e eficiente os melhores materiais para os propósitos de melhoramento.

Dentre os índices disponíveis, o Índice com Base em Soma de Postos propostos por Mulamba e Mock (1978), apresenta a vantagem de dispensar a necessidade de se estimar pesos econômicos às variáveis estudadas, como é o caso dos Índices Clássicos, propostos por Smith (1936) e por Hazel (1943), ou de dispensar estimativas de ganhos, como o Índice de Pesek e Baker (1969).

O estudo das relações entre as variáveis envolvidas é um dos aspectos mais importantes para o melhoramento, pois permite obter-se ganhos por meio da manipulação de outras variáveis quaisquer. A técnica mais conhecida para este fim é o da correlação linear de Pearson que, embora quantifique o grau de associação linear entre variáveis, não oferece informações sobre possíveis efeitos que uma variável possa ter sobre outra. Estas informações são obtidas pela análise de trilha. Nesta análise procura-se quantificar o quanto cada variável, dentre um grupo de variáveis consideradas secundárias, influencia o comportamento de uma variável considerada principal.

O objetivo do trabalho foi agrupar as maiores dissimilaridades, estudar a variabilidade pelo método de análise multivariada e identificar

as características associadas a indicadores de aumento dos teores de proteína bruta dos cultivares desenvolvidos pela UPF.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados grãos de 21 cultivares de aveia-branca (UPF 1, UPF 2, UPF 3, UPF 4, UPF 5, UPF 6, UPF 7, UPF 8, UPF 9, UPF 10, UPF 11, UPF 12, UPF 13, UPF 14, UPF 15, UPF 16, UPF 17, UPF 18, UPF 19, UPFA 20 - Teixeirainha, UPFA 22 – Temprana) e uma linhagem UPF 94174-1, desenvolvidas no programa de melhoramento genético da FAMV/UPF, produzidos no ano agrícola de 2003, submetidos às operações de limpeza, desaristamento e devidamente armazenados. Foram obtidos em parcelas de 2m<sup>2</sup>, conduzidas à campo, arranjos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Os grãos com espessura maior que 2 mm foram analisados no Laboratório do Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA), da UPF, em Passo Fundo, RS, quanto os seguintes caracteres químicos: proteína bruta, lipídios, minerais, carboidratos, fibra alimentar total, fibra insolúvel e fibra solúvel; composição química dos grãos de aveia é expressa, em base seca. Para as análises foram utilizados grãos de aveia descascados e moídos, e analisados por meio da espectrofotometria do infravermelho próximo (NIRS), no aparelho Perstorp Analytical NIRSystems modelo 5000 através do programa New Infracsoft International Software.

As curvas de determinação de proteínas, lipídios e fibra alimentar foram construídas no laboratório de físico-química do CEPA e utilizados os métodos n° 991.20 (AOAC 2000), n° 920.39 (AOAC 2000), n° 993.19

(AOAC, 2000), respectivamente. Os teores de carboidratos foram calculados por diferença e os minerais foram determinados pela técnica convencional, ou seja, o valor encontrado corresponde ao resíduo obtido por incineração em temperatura de 600°C. com destruição da matéria orgânica. Fundamenta-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento, é baseado no método da nº 945.39 B (AOAC, 2000).

Os resultados das determinações foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Scott e Knott ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas com o emprego do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

As correlações genotípicas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha (CARVALHO, 1999). Para este estudo, o teor de proteína bruta foi considerado variável básica e, como variáveis explicativas, os teores de lipídios, fibra alimentar total, fibra insolúvel, fibra solúvel, minerais e carboidratos.

Como medidas de dissimilaridade das técnicas multivariadas, foi utilizada neste trabalho a distância generalizada de Mahalanobis,  $D^2$ . Com o objetivo de estabelecer grupos de genótipos para fins de cruzamento para o melhoramento, foi usado o método de otimização proposto por Tocher, com o aplicativo computacional GENES (CRUZ e RAGAZZI, 1994).

Os grupos formados foram comparados com a genealogia dos genótipos (Quadro1) para verificar a existência de parentesco entre os mesmos. Para a seleção de genótipos foi utilizado o Índice com Base em Soma de Postos proposto por Mulamba e Mock (1978).

Quadro 1 - Identificação, genealogia, ano de lançamento e aptidão dos cultivares desenvolvidos pela UPF. Passo Fundo (RS), 2005

Cultivares	Identificação	Genealogia	Ano	Aptidão
UPF 1	UPF 77S509	FLAX6346(AB113)	1981	Granífera
UPF 2	UPF 77S039	X2505-4	1982	Duplo Propósito
UPF 3	UPF 77256-5	Coronado/X1779-2	1984	Duplo Propósito
UPF 4	UPF 77S030	X2055-1	1984	Granífera
UPF 5	UPF 77291	X2185-A/ILL1514	1985	Granífera
UPF 6	UPF 79B369-4	Coker1214/Lang	1986	Granífera
UPF 7	UPF 7229	TCPF/X2503-1	1986	Granífera
UPF 8	UPF 78B369-1	X2505-4/Otee	1986	Granífera
UPF 9	UPF 80S084	79BVL3109 Texas	1987	Granífera
UPF 10	UPF 77833-1	1040GH Double/Short	1987	Duplo Propósito
UPF 11	UPF 81S200	1563CR cpx/ SR cpx	1987	Granífera
UPF 12	UPF 81363	IN73-109/OC25	1988	Duplo Propósito
UPF 13	UPF 80136	Quadcross 1PC 25	1989	Granífera
UPF 14	UPF 78237-1B	X1205/X2286-2	1991	Duplo Propósito
UPF 15	UPF 86170	QR306=Coker82-33/IL3776/OA338	1992	Duplo Propósito
UPF 16	UPF 85380	Coronado/X1799-2/Sel 11- Passo Fundo/X3530-40	1993	Granífera
UPF 17	UPF 85380-A	Coronado/X1799-2/Sel 11- Passo Fundo//X3530-40	1994	Granífera
UPF 18	UPF 90H400	UPF85 S0238 (Ijuí F9-1982F7, UPF 791743) XUPF12	1999	Duplo Propósito
UPF 19	UPF 92129-2	90SAT-30(UPF16)/90AS-28(Coronado <sup>2</sup> /Cortez <sup>3</sup> /Pendek/ME1563)	2000	Granífera
UPFA 20	UPF 92AL300	QR9814=UPF 80197(X2082-21/CI8428/Steele)	2001	Granífera
UPFA 22	UPF 92137	90SAT/37(UFRGS10)/90SAT/28(Coronado <sup>2</sup> /Cortez <sup>3</sup> /Pendek/ME1563)	2002	Granífera
UPFA 23	UPF 94174-1	TAMO 386/87 Guaíba Sel.1 Resel	2005	Granífera

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis mensuradas a análise de variância mostrou diferenças significativas entre os genótipos avaliados, ao nível de 1% de significância (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo da análise de variância quanto a características químicas do grão

Variáveis	Q. M.	F
Proteína bruta	5,35	14,29**
Lipídios	0,89	34,88**
Fibra total	0,44	5,98**
Fibra insolúvel	0,18	6,63**
Fibra solúvel	0,17	7,49**
Minerais	0,50	2,67**
Carboidratos	7,54	18,29**

\* significativo a 5% e \*\* significativo a 1%

#### 3.1 Proteína bruta

O cultivar UPF 8 apresentou teor de proteína bruta significativamente superior aos demais cultivares (18,1%). O cultivar UPF 16 apresentou o menor valor para proteína bruta (13,1%), sendo que a diferença entre os cultivares foi de 5%. Os cultivares formaram, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, cinco grupos, que diferem estatisticamente entre si, com uma média deste caráter de 15,3% (Figura 1).

Em trabalhos similares realizados com aveia-branca, Youngs (1972) encontrou média de 16,9%; Peterson (1976), de 12,2%; Asp et al. (1992),

de 15,9%; Welch (1995), de 11,2%; Costa Beber (1996), de 16,8%; Floss et al. (1996), de 18,0% e Picolli (1997), de 16,7%.

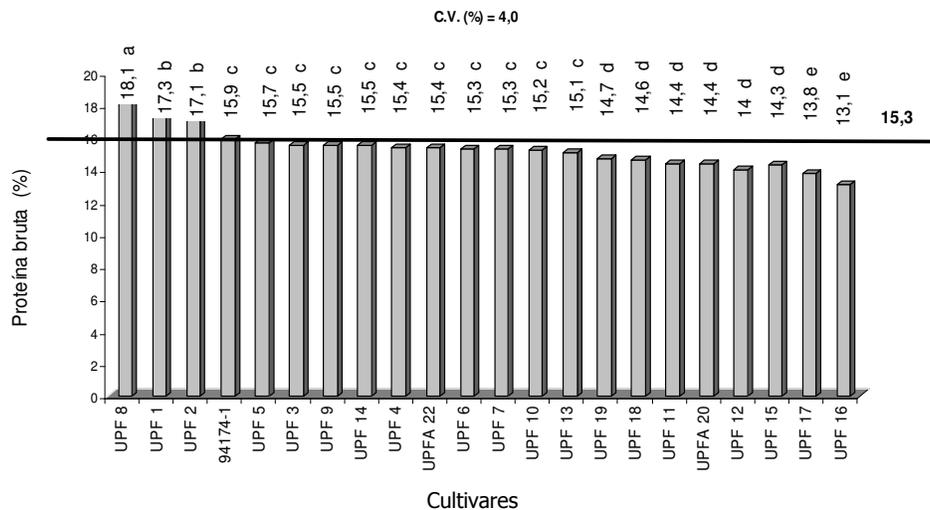
Observando os resultados é possível afirmar que a média desse experimento foi superior aos valores encontrados por Peterson (1976); por Welch (1995), inferior aos valores relatados por Youngs (1972), Costa Beber (1996), Floss et al. (1996), e por Picolli (1997), e semelhante ao valor encontrado por Asp et al. (1992) e ao valor médio relatado para cultivares brasileiros por De Francisco (2002), de 16%. No experimento todos os cultivares encontram-se acima dos teores considerados altos por Bland (1971), ou seja, superiores a 10%.

Pedó e Sgarbieri (1997), em pesquisa com os cultivares UPF 15 e UPF 16 encontraram teores, respectivamente, de 15,0% e 13,9%. Nesse experimento os valores encontrados foram de 14,3% para UPF15 e 13,1% para a UPF16. Para o cultivar UPF 18, Weber (2002), encontrou teor de 15,0%, sendo que nesse experimento foi encontrado 14,6% e Gutkoski et al. (2005) encontrou para o cultivar UPFA 20 – Teixeira, um teor de 14,4%, sendo o mesmo valor encontrado nesse trabalho (Figura 1).

Observa-se para estes quatro cultivares que os valores encontrados por Pedó e Sgarbieri (1997), para UPF 15 e UPF 16, Weber (2002), para o cultivar UPF 18 e Gutkoski et al. (2005) para o cultivar UPFA 20-Teixeira foram semelhantes aos valores encontrados para estes cultivares neste trabalho.

O teor de proteína bruta no grão pode variar entre os cultivares, ou no mesmo cultivar por influência direta do ambiente de cultivo e adubação nitrogenada (GUTKOSKI et al., 2005). A aveia, portanto, pode

ser cultivada sob condições que maximizam o teor protéico sem que ocorra perda na qualidade nutricional (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 1 – Teores de proteína bruta (PB%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.2 Lipídios

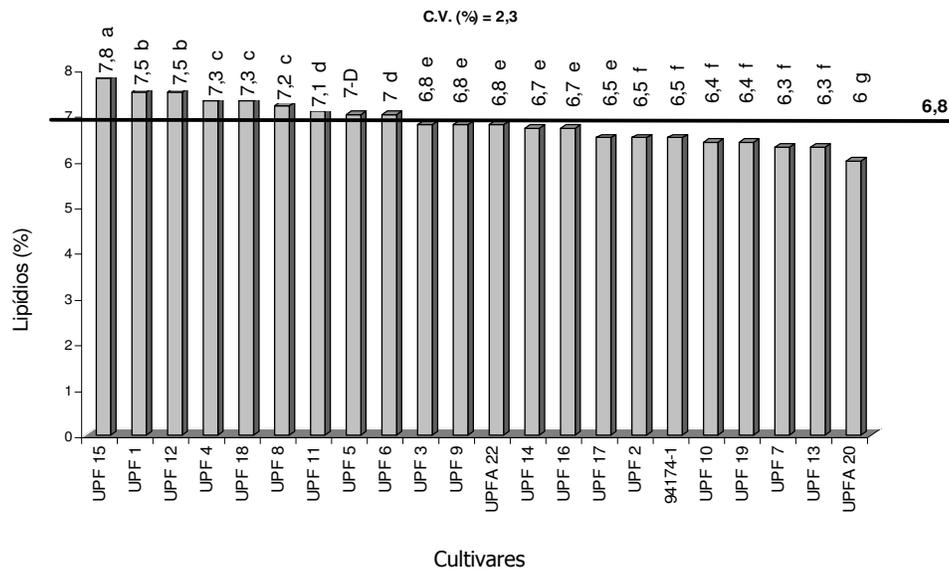
O cultivar UPF 15 apresentou teor de lipídios significativamente superior aos demais cultivares (7,8%). O cultivar UPFA 20 – Teixeirainha apresentou o menor valor para lipídios (6,0%), sendo que a diferença para este caráter entre os cultivares foi de 1,8% e a média do experimento foi de 6,8%. Foram formados, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, sete grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 2).

Youngs (1986) e Welch (1995), relatam que a percentagem de lipídios no grão de aveia varia entre 5,0 e 9,0%, enquanto Floss et al. (1996) encontraram média de 7,1%, Costa Beber (1986), de 6,8% e Picolli (1997), encontrou um teor de 3,7%.

Considerando a média deste experimento pode-se afirmar que a mesma está de acordo com os valores encontrados por Youngs (1986), por Welch (1995), por Floss et al. (1996), por Costa Beber (1986) e também por De Francisco (2002), que verificou 7,0% como valor médio para os cultivares brasileiros, e é superior aos valores relatados por Picolli (1997). Conforme a classificação de Bland (1971) os 22 genótipos do experimento encontram-se acima dos valores considerados altos, ou seja, são superiores a 5%.

Pedó e Sgarbieri (1997), observaram teores de lipídios de 7,5% para o cultivar UPF 15 e 7,1% para o cultivar UPF 16. Neste trabalho foram encontrados valores de 7,8% para o cultivar UPF 15 e 6,7% para o cultivar UPF 16. Weber (2002) encontrou 7,0% para o cultivar UPF 18, enquanto neste trabalho foi encontrado um teor de 7,3%. Gutkoski et al. (2005), observaram um teor de 7,7 % para o cultivar UPFA 20-Teixeirinha, que nesse trabalho apresentou um teor de 6%.

Os resultados encontrados por Pedó e Sgarbieri (1997) para os cultivares UPF 15 e UPF 16, e por Weber (2002) para o cultivar UPF 18, concordam com os resultados desse experimento. Gutkoski et al. (2005), para o cultivar UPFA 20-Teixeirinha encontraram valor superior ao valor encontrado para o cultivar nesse trabalho. Este fato pode ser atribuído à influência do ambiente, diferentes anos e locais de cultivo.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 2 - Teores de lipídios (LI%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.3 Minerais

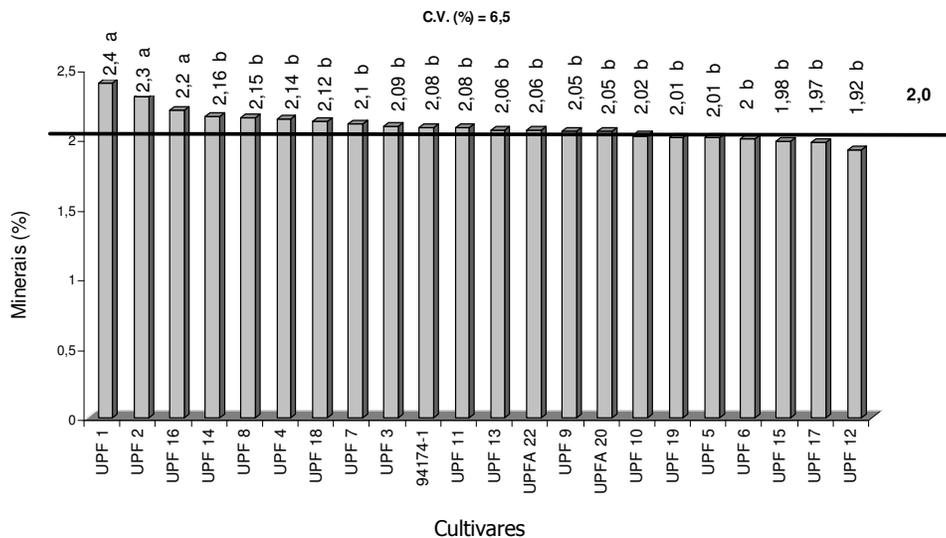
Os cultivares UPF 1, UPF 2 e UPF 16 apresentaram teores de minerais significativamente superiores aos demais genótipos, variando de 2,2% a 2,4%, sendo o menor teor verificado no cultivar UPF 12 de 1,9%, sendo a diferença deste caráter entre os genótipos de 0,5% e a média do experimento de 2,0% (Figura 3). Os cultivares formaram, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, dois grupos que diferem estatisticamente entre si (Figura 3).

Welch (1995) relatou média de 1,6%, Floss et al. (1996), de 2,2% e Costa Beber (1996), de 2,1%. Observando-se o resultado deste trabalho

pode-se afirmar que o mesmo é semelhante aos teores relatados por Welch (1995), por Floss et al. (1996) e por Costa Beber (1996) e superior a média para os cultivares brasileiros que é de 1%, segundo De Francisco (2002).

Pedó e Sgarbieri (1997), descreveram teores de 1,7% para os cultivares UPF 15 e UPF 16, sendo que neste trabalho os teores encontrados foram de 1,9% para o cultivar UPF 15 e 2,2% para o cultivar UPF 16. Weber et al. (2002) encontraram um teor de 1,9%, para o cultivar UPF 18 e neste experimento foi encontrado um teor de 2,1%. Pode-se observar que os resultados encontrados por Pedó e Sgarbieri (1997), para os cultivares UPF 15 e UPF 16 e por Weber et al. (2002) para o cultivar UPF 18 foram similares aos encontrados neste estudo.

O conteúdo de minerais varia significativamente entre os cultivares de aveia, devido, provavelmente, à quantidade de minerais presentes no solo, tipo de fertilizante usado, além do genótipo (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000). Pelos resultados obtidos neste trabalho, os cultivares UPF 1, UPF 2 e UPF 17 poderiam ser indicados para elaboração de alimentos ricos em minerais.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

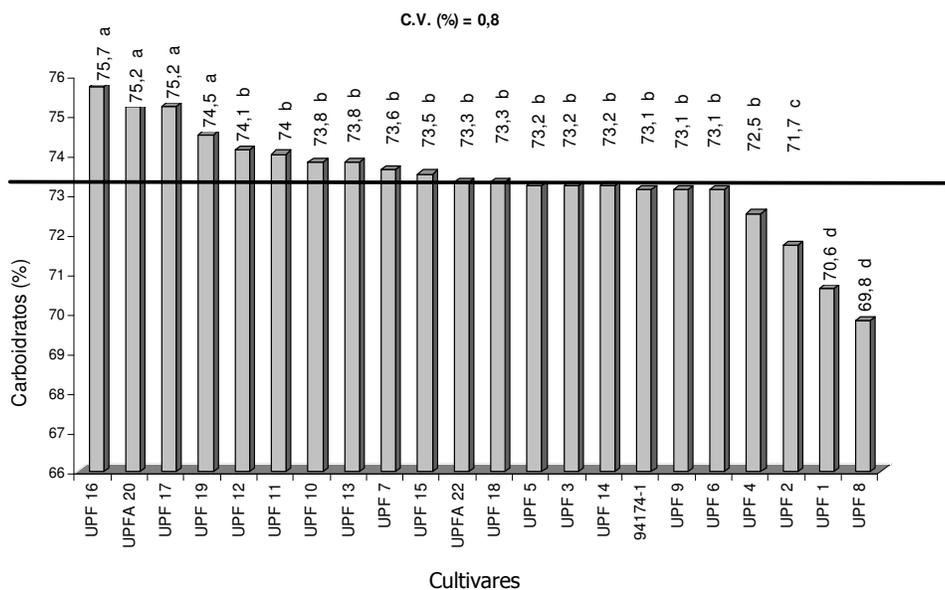
Figura 3 - Teores de minerais (MI%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.4 Carboidratos

Os cultivares UPF 16, UPF 17, UPF 19 e UPFA 20 – Teixeirainha apresentaram teores de carboidratos significativamente superiores aos demais genótipos, variando de 74,5% a 75,7%. O cultivar UPF 8 apresentou o menor teor (69,8%), enquanto a diferença deste caráter entre os cultivares foi de 5,9%. Foi a característica que apresentou menor coeficiente de variação (0,8%), e formaram-se pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, quatro grupos que diferem estatisticamente entre si (Figura 4). A média do experimento para esta característica foi de 73,3% (Figura 4).

Peterson e Smith (1976), descrevem que os carboidratos da aveia variam entre 60,4% e 71,3%, Welch (1995), encontrou média de 68,8%, Floss et al. (1996), de 71,3% e Costa Beber (1996), de 71,9%.

Dessa forma, observa-se que o valor médio para carboidratos encontrados neste trabalho foi superior aos encontrados por Peterson e Smith (1976), Welch (1995), Floss et al. (1996) e por Costa Beber (1996) superando também a média brasileira de 53%, referida por De Francisco (2002)



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 4 – Teores de carboidratos (CH%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.5 Fibra alimentar total

Quanto à fibra alimentar total, os cultivares UPF 1, UPF 2, UPF 5, UPF 6, UPF 8, UPF 9, UPF 10, UPF 14, UPF 15 e UPF 18 apresentaram teores significativamente superiores aos demais cultivares, variando de 11,6% a 12,1%. Os genótipos UPFA 20-Teixeirinha e a linhagem UPF 94174-1 foram os que apresentaram o menor valor (10,8%), sendo a diferença deste caráter para os cultivares foi de 1,3% (Figura 5). Formaram-se, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, três grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 5). A média entre cultivares para esta característica foi de 11,5%.

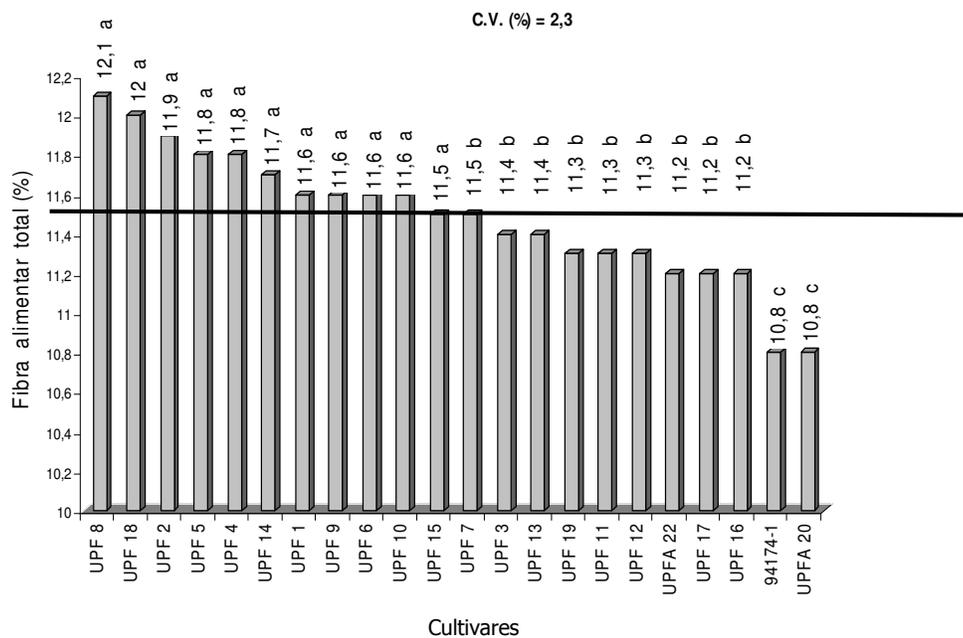
Shinnick (1988), descreve que os teores de fibra alimentar do grão de aveia descascado variam entre 7,1% e 12,1%, Asp et al. (1992) e Welch (1995) encontraram média de 9,7%, Picolli (1997) encontrou 11,5%, enquanto Gutkoski e Trombeta (1999), relatam média de 12,0% para os cultivares UPF 7, UPF 13, UPF 14, UPF 15, UPF 16 e UPF17.

A média para fibra alimentar total encontrada neste trabalho está de acordo com os valores referidos por Shinnick (1988), Picolli (1997) e Gutkoski e Trombeta (1999), concordando também com a média brasileira citada por De Francisco (2002), que é de 12%, e foi superior aos resultados relatados por Asp et al. (1992) e por Welch (1995).

Pedó e Sgarbieri (1997), encontraram teores para o cultivar UPF 15 de 11,3% e para o UPF 16 de 10,7%, enquanto neste experimento os teores encontrados foram de 11,5% para o cultivar UPF 15 e 11,2% para o cultivar UPF 16. Weber et al. (2002), encontraram para o cultivar UPF 18 um teor de 13,3% sendo o teor encontrado neste estudo de 12%.

Gutkoski et al. (2005), encontraram um teor de 12,7% para o cultivar UPFA 20-Teixeirinha, sendo que neste trabalho o teor encontrado foi de 10,8%.

Observando-se os resultados encontrados por Pedó e Sgarbieri (1997), para os cultivares UPF 15 e UPF 16, e o resultado encontrado por Weber et al. (2002) para o cultivar UPF 18, verifica-se que os mesmos concordam com os resultados encontrados neste estudo. Para o cultivar UPFA 20-Teixeirinha, o teor encontrado por Gutkoski et al.(2005) foi superior ao deste trabalho.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 5 – Teores de fibra alimentar total (FT%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.6 Fibra insolúvel

Quanto aos teores de fibra insolúvel, os cultivares UPF 4, UPF 5, UPF 8, UPF 14, UPF 15 e UPF 18 foram os que apresentaram teores significativamente superiores variando de 8,2% a 8,4%. A linhagem UPF 94174-1 foi o genótipo que apresentou o menor teor (7,4%), com uma diferença entre os cultivares para este caráter de 0,9% e a média do experimento foi de 8,1% (Figura 6). De acordo com os resultados, formaram-se, pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, quatro grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 6).

Asp et al. (1992) encontraram em média de 6,2% de fibra insolúvel, Welch (1995) de 5,5%, Picolli (1997), de 1,6% e Gutkoski e Trombeta (1999), de 7,2%.

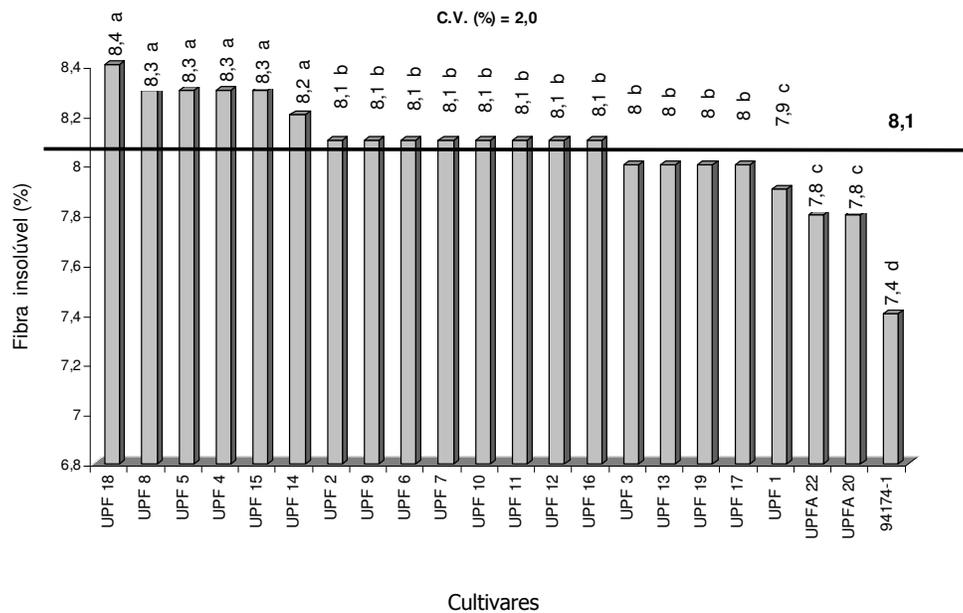
Observando-se o valor médio encontrado neste trabalho pode-se afirmar que o mesmo foi superior aos resultados citados por Asp et al. (1992), Welch (1995), Picolli (1997) e Gutkoski e Trombeta (1999) e ao valor médio brasileiro de 6%, descrito por De Francisco (2002),

Pedó e Sgarbieri (1997), encontraram um teor de 6,7% para o cultivar UPF 15 e 5,9% para o cultivar UPF 16%, sendo que neste experimento foi encontrado um teor de 8,3% para o cultivar UPF 15 e 8,1% para o cultivar UPF 16. Weber et al. (2002) encontraram para o cultivar UPF 18, teor de 7,7%, enquanto neste experimento foi encontrado um teor de 8,4%.

Em relação ao caráter fibra insolúvel pode-se afirmar que o valor encontrado neste estudo para os cultivares UPF 15, UPF 16 foi superior

aos valores relatados por Pedó e Sgarbieri (1997) e também superior ao valor encontrado por Weber et al. (2002) para o cultivar UPF 18.

As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, desaceleram a hidrólise da glicose contribuindo para a redução ao risco de males do cólon (ANDERSON e CHEN, 1986). Com base nos resultados encontrados neste trabalho, os cultivares UPF 4, UPF 5, UPF 8, UPF 14, UPF 15 e UPF 18 seriam os mais indicados para o processamento, com o objetivo de aumentar os teores de fibra insolúvel.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 6 – Teores de fibra insolúvel (FI%), em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.7 Fibra solúvel

Em relação ao teor de fibra solúvel, os cultivares UPF 1, UPF 2 e UPF 8 foram os que apresentaram valores de fibra solúvel superiores aos demais genótipos variando de 3,7% a 3,8%. Os cultivares UPF 16 e UPFA 20 – Teixeirainha apresentaram o menor valor (3,0%), sendo a diferença entre cultivares para este caráter, de 0,8%, e a média do experimento de 3,4% (Figura 7). Foram formados pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, quatro grupos, que diferem estatisticamente entre si.

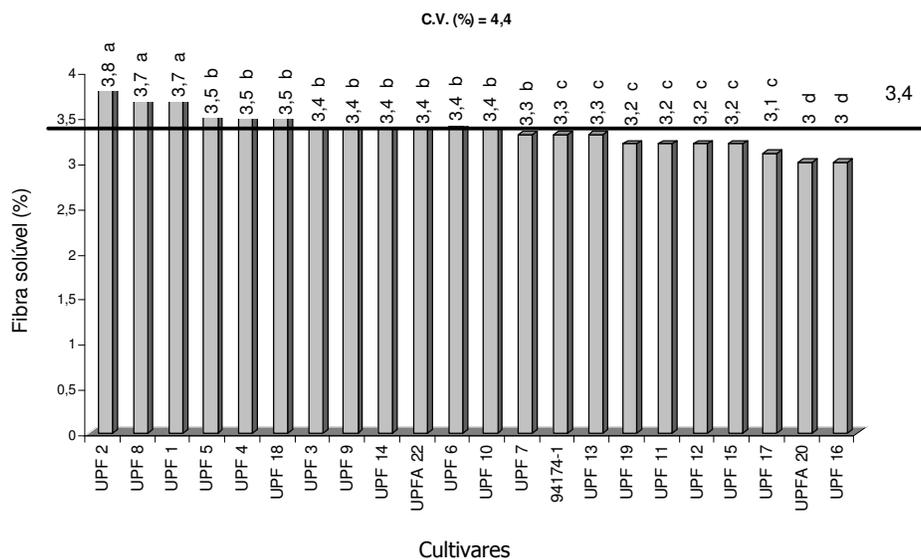
Asp et al. (1992) observaram média de 3,5%, Welch (1995) de 4,2%, Picolli (1997), de 2,8% e Gutkoski e Trombeta (1999), de 4,8%.

Observa-se que a média encontrada nesse estudo foi semelhante ao valor médio encontrado por Asp et al. (1992), foi inferior aos valores médios encontrados por Welch (1995), Gutkoski e Trombeta (1999) e ao valor médio brasileiro relatado por De Francisco (2002), que é de 5% e superior ao valor relatada por Picolli (1997).

Pedó e Sgarbieri (1997) encontraram um teor de 4,6% para o cultivar UPF 15 e 4,7% para o UPF 16, enquanto neste experimento foram encontrados teores de 3,2% para o cultivar UPF15 e 3,0% para o UPF16. Weber et al. (2002), observaram que o cultivar UPF 18 apresentou um teor de 5,5%, sendo que neste trabalho foi encontrado um teor de 3,5%.

Dessa forma, observa-se que a média encontrada para fibra solúvel por Pedó e Sgarbieri (1997) para os cultivares UPF 15 e UPF 16 e por Weber et al. (2002), para o cultivar UPF 18 foram superiores aos encontrados neste trabalho para os mesmos cultivares.

As fibras solúveis retardam a passagem intestinal e o esvaziamento gástrico, diminuindo a absorção da glicose e ajudando a reduzir o colesterol sanguíneo. As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, desaceleram a hidrólise da glicose, contribuindo para a redução de doenças do cólon (ANDERSON e CHEN, 1986). Pelos resultados obtidos neste trabalho, os cultivares UPF1, UPF2 e UPF 8 seriam os mais indicados visando à obtenção de alimentos ricos em fibra solúvel.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ )

Figura 7 – Teores de fibra solúvel (FS%) em grãos de cultivares de aveia-branca desenvolvidos pela UPF, em Passo Fundo, 2003. Passo Fundo (RS), FAMV/UPF, 2005.

### 3.8 Dissimilaridade genética

A partir das variáveis estudadas houve a formação de quatro grupos divergentes geneticamente. A maior parte dos cultivares (81,8%), está concentrada no grupo I (Tabela 1), que poderiam ser cruzados com cultivares de um dos outros grupos, pois, segundo Kurek et al. (2002a; 2002b), aqueles que divergem geneticamente, podem ser usados no processo de melhoramento.

De acordo com os grupos formados, considerando-se a genealogia dos genótipos (Quadro 1), observou-se a existência de similaridade genética entre os cultivares UPF 3, UPF 16, UPF17, UPF 19 e UPF 22 – Temprana, pois todos apresentam em sua genealogia o cultivar Coronado. Estes cultivares pertencem todos ao grupo I (Tabela 1) que apresentam características químicas semelhantes. Os cultivares UPF 16 e UPF 17 apresentam um alto grau de parentesco, pois a sua genealogia é a mesma (Coronado, X1799-2 Sel 11-Passo Fundo e X3530-40), isto é, são parentes e com características químicas semelhantes.

Tabela 1 – Grupos de progenitores pelo método Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis. Passo Fundo (RS), 2005

Grupos	Genótipos*
<b>I</b>	UPF2, UPF 3, UPF 4, UPF 5, UPF 6, UPF 7, UPF 9, UPF 10, UPF 11, UPF 12, UPF 13, UPF 14, UPF 16, UPF 17, UPF 18, UPF 19, UPFA 22 - Temprana e a linhagem UPF 94174- 1
<b>II</b>	UPF 1 e UPF 8
<b>III</b>	UPF 15
<b>IV</b>	UPFA 20 – Teixeira

\*Genótipos pertencentes ao mesmo grupo apresentam grau de similaridade genética.

### 3.9 Seleção dos genótipos

Foi utilizado o Índice com Base em Soma de Postos proposto por Mulamba e Mock (1978), com o aplicativo computacional GENES, considerando a seleção quanto ao grau de superioridade para as características proteína bruta, fibra total, fibra insolúvel, fibra solúvel, minerais e carboidratos, e quanto ao grau de inferioridade para o caráter lipídico, que resultou na seguinte classificação de superioridade dos cultivares para as sete características químicas estudadas: UPF 2, UPF 8, UPF 14, UPF 18, UPF 4, UPF 5, UPF 7, UPF 10, UPF 9 e UPF 1. Destes genótipos, 80% pertencem ao grupo I de progenitores e apenas o cultivar UPF 1 e UPF 8 pertence ao grupo II (Tabela 1), demonstrando um alto grau de semelhança entre os genótipos.

### 3.10 Análise de trilha

Considerando os efeitos diretos e indiretos sobre a proteína bruta (Tabela 2), pode-se verificar que a fibra solúvel foi a única variável explicativa que teve efeito direto positivo (0,0525) e apresentou também correlação total positiva de 0,8849 (Tabela 2).

O teor de carboidrato foi a característica que apresentou a maior correlação total negativa (-0,9331) e maior efeito direto contrário (-1,0656) sobre a proteína bruta (Tabela 2). Assim, a seleção para o aumento do teor de carboidratos diminui os de proteína bruta.

A seleção via carboidratos reduz os teores de proteína bruta conforme aponta o coeficiente negativo (-0,9331) e a seleção via fibra solúvel aumenta o teor de proteína bruta conforme aponta o coeficiente positivo de 0,8849 (Tabela 2).

Com o aumento dos teores de proteína bruta no grão de aveia ocorre também um aumento dos teores de proteína no farelo e no endosperma (YOUNGS, 1972). O teor de fibra alimentar do grão de aveia descascado varia de 7 a 12%. As fibras alimentares encontram-se principalmente nos tecidos externos do grão como na camada de aleurona, que reveste o endosperma. No farelo, o conteúdo de fibra alimentar varia entre 15 e 19%. Destes 34 a 18% são fibras solúveis, portanto quanto mais espessa for a camada de aleurona, maiores serão os teores de proteína e fibra solúvel (SHINNICK et al., 1988).

Os resultados da análise de trilha apontam a fibra solúvel como caráter útil na seleção indireta para o aumento dos teores de proteína bruta. Estudos em diferentes espécies desenvolvidos por Kurek et al.

(2001) e Caierão et al. (1999), também relataram valores negativos para os efeitos indiretos dos componentes primários em grãos de feijão e grãos de aveia, respectivamente

Tabela 2 – Estimativa dos efeitos diretos e indiretos da proteína bruta em aveia-branca (*Avena sativa* L) e seus componentes primários (lipídios, fibra insolúvel, fibra solúvel, fibra bruta, minerais e carboidratos). Passo Fundo (RS), 2005

Caracteres		Correlação total (Pearson)
<b>Lipídios</b>		
Efeito direto sobre a proteína bruta	-0,34329	
Efeito indireto via fibra Insolúvel	- 0,02707	
Efeito indireto via fibra solúvel	0,01486	
Efeito indireto via minerais	-0,00277	
Efeito indireto via carboidratos	0,45927	0,1010
<b>Fibra insolúvel</b>		
Efeito direto sobre a proteína bruta	-0,05868	
Efeito indireto via lipídios	-0,15839	
Efeito indireto via fibra solúvel	0,01312	
Efeito indireto via minerais	0,00145	
Efeito indireto via carboidratos	0,14513	-0,0574
<b>Fibra solúvel</b>		
Efeito direto sobre a proteína bruta	0,05250	
Efeito indireto via lipídios	-0,09718	
Efeito indireto via fibra insolúvel	-0,01467	
Efeito indireto via minerais	-0,02596	
Efeito indireto via carboidratos	0,97023	0,8849
<b>Minerais</b>		
Efeito direto sobre a proteína bruta	-0,04827	
	-0,01973	
Efeito indireto via lipídios		
Efeito indireto via fibra insolúvel	0,00177	
Efeito indireto via fibra solúvel	0,02824	
Efeito indireto via carboidratos	0,53792	0,4999
<b>Carboidratos</b>		
Efeito direto sobre a proteína bruta	-1,0656	
Efeito indireto via lipídios	0,14795	
Efeito indireto via fibra insolúvel	0,00799	
Efeito indireto via fibra solúvel	-0,04780	
Efeito indireto via Minerais	0,02436	-0,9331
<b>Coefficiente de determinação (R<sup>2</sup>)</b>	<b>0,98534</b>	

#### **4 CONCLUSÕES**

Considerando a dissimilaridade genética observada entre os genótipos, os cruzamentos mais promissores seriam entre os cultivares UPF 8 ; UPF1 e os cultivares UPF 2, UPF 14, UPF 18, UPF 4 , UPF 5, UPF 7, UPF 10 e UPF 9.

Na estratégia de seleção indireta de genótipos superiores em aveia visando o aumento do caráter proteína bruta (PB), a fibra solúvel (FS) é o caráter de maior potencialidade, enquanto o teor de carboidratos apresenta o maior efeito negativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOMAR, D.; FUCHSLOCHER, R. Fundamentos de la espectroscopia de reflectancia en el infrarojo cercano (NIRS) como método de análisis de forrajes. *Agro Sur*, Chile, n.1, p. 88-104, 1998.

ANDERSON, J. W. Fibra, doença cardiovascular e diabetes. *Dieta e saúde*, v. 2, n. 2, p. 4-5, 1993.

ANDERSON, J. W.; CHEN, W. L. Cholesterol-lowering properties of oat products. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. p. 309-327.

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

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*. 17 ed. Arlington: Washington, AOAC 2000.

BARATA, T.; PACHECO, M. T.; FEDERIZZI, L. C. Caracterização da qualidade física de grãos de aveia em genótipos de elite de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21, 2001, Lages. *Resultados Experimentais*. Lages: UDESC, 2001. p. 135.

BARBOSA NETO, J. F.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Progresso em caractere de importância agrônômica em aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 16, 1996, Florianópolis. *Resultados Experimentais*. Florianópolis: UFSC, 1996. p. 98-101.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparação entre medidas de dissimilaridade e estatística multivariadas como critérios no

direcionamento de hibridação de aveia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n.4, p. 657-662, 2003.

BLAND, B. F. Oats. In: *Crop production: cereals and legums*. New York: Academic Press, 1971, p.121-176.

BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. M.; SALIBA, E. O. S. Espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo NIRS (“near infrared reflectance spectroscopy”) princípios e aplicações na nutrição e alimentação animal”. *Revista CFMV*, Brasília, n. 24, p. 43-58, 2001.

BOTHONA, C. A.; MILACH S. K. Relação entre qualidade física do grão em aveia e indicadores de rendimento industrial. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18, 1998, Londrina. *Resumos*. Londrina: IAPAR, 1998. p. 47-48.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Legislação aplicada à agricultura classificação de produtos vegetais*. Portaria Ministerial n. 191 de 14 de abril de 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. *Regras para análises de sementes*. Portaria Ministerial n.532 de 29 de julho de 1976.

BROWN, C. M.; PATTERSON, F. L. Conventional breeding. In: MARSHALL, H.G.; SORRELS, M.E. *Oat science and technology*, Madison: American Society of Agronomy, 1992. p. 613-656.

CAIERÃO, E.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A.; LORENCETTI, C; MARCHIORO, V. S.; AZEVEDO, R. Análise de trilha da variável rendimento de grãos em genótipos de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 19, 1999. Porto Alegre. *Resultados experimentais*. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p 27-31.

CARVALHO, G. Uso de la avena brasileira por Quaker. In: CONGRESSO SUDAMERICANO DE AVENA, 1, 1991. Três Arroyos.. *Resumos*. Três Arroyos: Quaker /Inta., 1991. 5p.

CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, V. R.; CRUZ, C.D.; CASALI, V. W. D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n.4, p. 603-613, 1999.

CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. *Revista Nutrição da PUCCAMP*, Campinas, v. 2, n. 1, p. 88-97, 1989.

COFFMAN, F. A. *Oat history, identification and classification*. Washington: Agr. Res. Ser./ USDA, 1977. 356p.

COFFMAN, F. A. World importance and distribution. In: *Oats and oat improvement*. Madison: American Society of Agronomy, v. 8, 1961. p. 1-4

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. *Indicações técnicas para a cultura da aveia (grãos e forrageira)*. Passo Fundo: UPF, 2003. 87p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. *Safras. Séries históricas*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 11 de setembro de 2005.

COSTA BEBER, R. *Caracterização física e química de genótipos brasileiros de Avena sativa L.: influência genética e ambiental*. 1996. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

CRUZ, C. D.; RAGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV/ Impr. Univ.,1994. 390p.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

DE FRANCISCO, A. Qualidade industrial e nutricional de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF, 2002. p.86-88.

DE FRANCISCO, A. Aveia como alimento funcional. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 22, 2004, Pelotas. *Palestras*. Pelotas: UFPEL, 2004. p. 62-72.

FAOSTAT, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>>. Acesso em: 26 de outubro de 2005.

FDA. Food labeling: health claims, oats and coronary heart disease. Federal Register, *Food and Drug Administration*. v. 62, n.15, 1997. 38p.

FEDERIZZI, L. C.; ALMEIDA, J. Análise de alguns parâmetros de qualidade do grão de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18, 1998. Londrina. *Resumos*. Londrina, Paraná, 1998. p. 49-50.

FEDERIZZI, L. C. Progresso no melhoramento genético de aveia no Brasil; história, principais resultados e perspectivas futuras. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF, 2002. p. 45-63.

FLOSS, E. L. Aveia. In: BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. I. *AS LAVOURAS DE INVERNO-1. Aveia-Centeio-Triticale-Colza-Alpiste*. Rio de Janeiro: Globo, 1988. p. 17-51.

FLOSS, E. L.; SCHULZ, J.; TRENTIN, E. A. Composição química de grãos de cultivares de aveia, em Passo Fundo, 1994. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 16, 1996, Florianópolis. *Resultados Experimentais*. Florianópolis, Santa Catarina, UFSC, 1996. p. 149.

FLOSS, E. L.; AUGUSTIN, L.; CAIERÃO, E.; PIVETTA, R. Ensaio preliminar de rendimento de grãos, na UPF, 1996. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 17, 1997, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo. UPF, 1997. p. 12-29.

FLOSS, E. L. Efeito do genótipo, ambiente, anos e controle de moléstias na espessura de grãos de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18, 1998, Londrina. *Resumos*. Londrina, Paraná, 1998. p. 53-54.

FLOSS, E. L. Pesquisa de aveia do acadêmico ao desenvolvimento. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF, 2002. p. 27-38.

FLOSS, E. L.; HAUBERT, S. A.; ZANATTA, F. S. Rendimento corrigido pela qualidade industrial do grão de aveia. Avenacor. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF, 2002. p. 553-558.

FLOSS, E. L.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A. Melhoramento genético de aveia na Universidade de Passo Fundo, 2003. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 24, 2004, Pelotas. *Resultados Experimentais*. Pelotas: UFPEL, 2004a. p. 57-58.

FLOSS, E. L.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A. Ensaio Brasileiro de cultivares recomendados de aveia-branca em Vacaria, 2003. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 24, 2004, Pelotas. *Resultados Experimentais*. Pelotas: UFPEL, 2004b. p. 176-180.

FLOSS, E. L.; TONIN, M. Z. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia branca, Passo Fundo, 2003. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 24, 2004, Pelotas. *Resultados Experimentais*. Pelotas: UFPEL, 2004. p. 166-175.

FLOSS, E. L. *Uso da aveia na nutrição humana*. Passo Fundo: Ed Universidade de Passo Fundo, 2005. 149p.

FLOSS, E. L.; VIEIRA, F. T.; POSSA, F. A. BIFF, A.; SILVA, G. A. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia-branca, Passo Fundo 2004. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005a. p. 359-363.

FLOSS, E. L.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A.; FERRARI, R.; TESSARO, F. Ensaio regional/brasileiro de linhagens de aveia-branca, Passo Fundo 2004. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005b. p. 388-391.

FLOSS, E. L.; SILVA, G. A.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; VIEIRA, F. T. Avaliação preliminar de linhagens de aveia-branca, na UPF, 2004. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005c. p. 314-324.

FLOSS, E. L.; VIEIRA, F. T.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia-branca, Vacaria 2004. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005d. p. 364 -365.

FORSBERG, R. A.; REEVES, D. L. R. Breeding oat cultivars for improved grain quality. In: MARSHALL, H.G.; SORRELS, M. E. *Oat science and technology*, Madison, 1992. p. 751-770.

FORSBERG, R. A.; REEVES, D. L. R. Agronomy of oats. In: WELCH, R. W. (ed.). *The oat crop*. London: Chapman e Hall, 1995. p. 222-251.

FROLICH, W.; NYMAN, M. Minerals, phytate and dietary fibre in different fractions of oat-unique grain. *Journal of Cereal science*, v. 7, n. 1, p. 73-82, 1988.

GANZMANN, W.; VORWERCK, K. Oat milling, processing and storage. In: WELCH, R. W. (ed.). *The oat crop*. London: Chapman e Hall, 1995. p. 369-408.

GOELLNER, C. I.; FLOSS, E. L. *Insetos-pragas da cultura da aveia: biologia, manejo e controle*. Passo Fundo: UPF, 2001. 98p.

GUTKOSKI, L. C.; VELLOSO, C. B.; DORO, C. T.; SILVEIRA, A. E.A.; BONAFÉ, L. Z. Uso de farinhas mista de trigo e aveia em produtos de panificação: pão tipo forma, francês e pré-pizza. *Boletim CEPPA*, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 33-45, 1993.

GUTKOSKI, L. C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de  $\beta$ -glicanos em cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 3, p. 387-390, 1999.

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

GUTKOSKI, L. C.; SIMIONI, D.; PAGNUSSATT, F. A.; PASA, M. S.; ELIAS, M.C. Caracterização química do cultivar de aveia UPFA 20 - Teixeirainha. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25, 2005, Ponta Grossa. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR. p. 261-264.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, Austin, v.28, p. 476-490, 1943.

HELM, C. V.; SOARES, R. M. D.; GARCIA, L.; CORREA, D. X.; RAGUZZONI, J. C.; LAZZAROTTI, M.; DE FRANCISCO, A. Composição química de farelo, farinha e resíduo procedente da indústria de aveia (*Avena Sativa* L.). In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002, Passo Fundo. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF,. p. 546-547.

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

HOSENEY, R. C. *Principles of cereal science and technology*. 2.ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1994. 378 p.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 7, n.1, p. 29-32, jan-abr, 2001.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; CRUZ, P. J.; CARGNIN, A. Variabilidade estimada em genótipos fixos de aveia branca através de caracteres morfológicos. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 22. Pelotas, 23 a 25 de março de 2004. *Palestras*. Pelotas: UFPEL, 2002a. p. 340-341.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Fatores genéticos relacionados com a expressão do caráter percentual de cariopse de aveia branca. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 751-753, 2002b.

LEE, S. C.; PROSKI, L. International survey on dietary fiber: definition, analysis, and reference materials. *Journal Association of Official Agricultural Chemists International*, Washington, v. 78, n. 1, p. 22-36, 1995.

LOCKHART, H. B.; HURT, H. D. Nutrition of oats. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. p. 297-306.

LUZ, V. K.; SILVA, V. N.; COIMBRA, J. L. M.; KOPP, M. M.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Alternativa para discriminação da dissimilaridade acessada por meio de dendogramas. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25. Ponta Grossa, 29 a 31 de março de 2005. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005. p. 131 -134.

MAc ARTHUR, L. A. G. Sugars and nonstarchy polysaccharides in oats. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986.

MATIELLO, R. R.; BARBOSA NETO, J. F.; SERENO, M. J. C. de M.; CARVALHO, F. I. F.; PEGORARO, D. G.; TADERKA, I. Variabilidade genética para peso de grão e número de espiguetas por panícula em *Avena sativa* L. e *Avena fatua* L. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 393-398, 1997.

McMULLAN, J. L.; PARISH, J. A. Maintaining the quality of western Australian's oat harvest. *The Journal of Agriculture of Western Australia*, Melbourne, v.6, n. 8, 1965. 8p. (Bulletin, 3356).

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt j. Gen. Cytol.*, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.

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

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, v.49, p.803-804, 1969.

PETERSON, D. M.; SMITH, D. Changes in nitrogen and carbohydrate fractions in developing oat groats. *Crop Science*, Madison, v. 16, n. 1, p. 69-71, 1976.

PETERSON, D. Protein concentration, concentration of protein fractions, and amino acid balance in oats. *Crop Science*, Madison, v. 16, n. 5, p. 663-666, 1976.

PETERSON, D. M.; BRINEGAR, A. C. Oat storage proteins. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. 433 p.

PETERSON, D. Composition and nutritional characteristics of oat grain and products. In: MARSHAL, H. G.; SORRELLS, M. E. *Oats science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, 1992. p 266-287.

PETERSON, D. M.; Oat-a multifunctional grain. In: INTERNATIONAL OAT CONFERENCE, 7, 2004. *Proceedings*. Finland: MTT Agrifood Research Finland, 2004. 239p.

PICOLLI, L. *Determinação de fibra total, insolúvel e solúvel em grãos de cereais*. 1997. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

POSSA, F. A.; FLOSS, E. L. Influência de anos, locais e fungicida na qualidade industrial de grãos de cultivares de aveia-branca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 25. Ponta Grossa 29 a 31 de março, 2005. *Resultados Experimentais*. Ponta Grossa: IAPAR, 2005. p. 275 -279.

REIS, W. P.; NATAL, A. V.; DANIEL, F. F.; MAGNO, A. P. R. Associação entre coeficientes de parentesco e técnicas multivariadas como medidas de divergência genética de cultivares de trigo. *Revista Ciênc. e Agrotec*, Lavras, v.23, n. 2, p. 258-269, 1999.

RUPOLLO, G.; SILVA, L. H.; FERREIRA, F. B.; PEREIRA, F. M.; HASS, L. I. R.; MARCHIORO, L. B.; COSTA, P. F.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M.C. Temperatura do ar na secagem estacionária e qualidade do grão de aveia no armazenamento. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22, 2002. *Resultados Experimentais*. Passo Fundo: UPF, 2002. p. 542-545.

SCHRICKEL, D. J. Oats production, value, and use. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. p. 1-11.

SHANDS, H. L.; CHAPMAN, W. L. Culture and production of oats in North America. In: *Oats and oat improvement*. Madison: American Society of Agronomy, 1961. p. 523-535.

SHINNICK, F. L.; LONGACRE, M. J.; INK, S. L.; MARLETT, J. A. Oat fiber: composition versus physiological function in rats. *Journal of Nutrition*, v. 118, n. 2, p. 144-151, 1988.

SIMMONDS, D. H.; CAMPBELL, W. P. Morphology and chemistry of the rye grain. In: BUSHULC, E. *Wheat and rye production, chemistry and technology*. St. Paul: American Association of cereal chemists, 1976. p. 63-110.

SMITH, H., F. A discriminant function for plant selection. *Annual Eugenics*, v.7, p.240-250, 1936.

TISIAN, L. M.; MILACH, S. C. K.; LIMBERGUER, E.; TEIXEIRA, M. C. C. Influência da Interação Genótipo X Ambiente na qualidade do amido da aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 20, 2000. Pelotas. *Resultados Experimentais*. Pelotas: UFPEL, 2000.

TORRE, M.; RODRIGUEZ, A. R.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 1. n. 1, p. 1-22, 1991.

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

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 dos Alimentos*, Campinas, 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.

WESTERN, O. E.; GRAHAM, JR. W. R. Marketing, processing, uses and composition of oats and oat products. In: COFFMAN, F. A. *Oats and oats improvement*. Madison: American Society of Agronomy, 1961. p. 552-578.

WOOD, P. J. Oat  $\beta$ -glucan: structure, location, and properties. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986.

YOUNGS, V. L. Protein distribution in the oat kernel. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v. 49, n. 4, p. 407-410, 1972.

YOUNGS, V. L. Oat lipids and lipid-related enzymes. In: WEBSTER, F. H. *Oats: chemistry and technology*. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. p. 205-208.

YOUNGS, V. L.; PETERSON, D. M.; BROWN, C.N. Oats. In: POMERANZ, Y. *Advances in cereal science and technology*. Saint Paul: A.A.C.C., 1985, v. 5. p. 49-105.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)