

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E
SENSORIAL DE CULTIVARES DE FEIJÃO**

Viviani Ruffo de Oliveira

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E
SENSORIAL DE CULTIVARES DE FEIJÃO**

TESE DE DOUTORADO

Viviani Ruffo de Oliveira

Santa Maria, RS, Brasil

2009

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE CULTIVARES DE FEIJÃO

por

Viviani Ruffo de Oliveira

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em
Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do
grau de **Doutor em Agronomia**

Orientadora: Prof^a. Dr^a Nerinéia Dalfollo Ribeiro

Santa Maria, RS, Brasil
2009

©2009

Todos os direitos reservados a Viviani Ruffo de Oliveira. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com a autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Benjamin Constant, 1081 aptº 302, Bairro Centro, Santa Maria-RS

CEP: 97050-023

Fone: (55)91551271; Endereço eletrônico: vivanievandro@bol.com.br; viviani@unifra.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE
CULTIVARES DE FEIJÃO**

elaborada por
Viviani Ruffo de Oliveira

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Nerinéia Dalfollo Ribeiro, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Fernando Irajá Félix de Carvalho, Dr. (UFPEl)

Irajá Ferreira Antunes, Dr. (EMBRAPA/CPACT)

Jerônimo Luiz Andriolo, Dr. (UFSM)

Lia Rejane Silveira Reiniger, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 05 de fevereiro de 2009.

De tudo ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre começando...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto, devemos:

Fazer da interrupção, um caminho novo...

Da queda, um passo de dança...

Do medo, uma escada...

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro.

(Fernando Pessoa)

DEDICO

Aos meus amores Evandro Silva de Oliveira e Lara Ruffo de Oliveira por terem sempre me incentivado, compreendido minhas ausências e correspondido ao meu amor.

Aos meus pais José Roberto da Hora Ruffo e Neuza Maria Teixeira Ruffo, por terem sempre acreditado em mim e pelo muito que investiram em minha educação.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que sempre iluminou meus caminhos e que em alguns momentos é o meu refúgio e minha morada.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realização deste curso.

À minha orientadora e amiga, Prof^ª. Dra. Nerinéia Dalfollo Ribeiro, a qual sempre foi muito presente, dedicada, agradeço pela confiança que teve em mim e pelos conhecimentos transmitidos durante esses anos de estudo.

Meus co-orientadores Prof^ª. Dra Luiza Helena Rychecki Hecktheuer, Prof. Dr. José Laerte Nörnberg, Prof. PhD. Dílson Bisognin pelas sugestões e pelos preciosos ensinamentos que muito auxiliaram e as sugestões na fase experimental.

Ao Dr. Fernando Irajá Félix de Carvalho, ao Dr. Irajá Ferreira Antunes, ao prof Dr. Jerônimo Luiz Andriolo, e a prof^ª Dr^ª. Lia Rejane Silveira Reiniger, que prontamente aceitaram participar da minha banca e, com certeza, contribuíram para o engrandecimento deste trabalho.

À minha Banca de Qualificação, Prof. Dra. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards, Prof Dr. José Laerte Nörnberg e Dr. Irajá Ferreira Antunes, que naquele momento fizeram colocações oportunas e sugeriram direcionamentos a trilhar.

À minha grande amiga, Elisângela Colpo, que muito me ajudou em todas as etapas dos treinamentos da análise sensorial e que me incentivava na realização deste sonho desde quando ainda era minha aluna.

Ao Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) e as minhas coordenadoras do Curso de Nutrição: Marizete de Mesquita, Cristina Machado Bragança de Moraes e Vanessa Ramos Kirsten, por sempre compreenderem e me estimularem durante esses anos de estudo.

Aos meus colegas Ana Lúcia de Freitas Saccol, Cristiana Basso, Karen Mello, Miriam Terezinha Delevati, Ruth Silva Maurer, Tereza Cristina Blasi, Thiago Durand Mussoi por todo o estímulo e amizade.

Aos colegas do setor Evandro Jost, Nerison Luís Poersch, Simone Rosa, Patrícia Medianeira Grigoletto Londero, Taiger Cerutti e Sandra Maziero pelo companheirismo e auxílio na condução das análises sensoriais desse trabalho.

Ao colega Evandro Jost, ao querido Prof. Valduíno Estefanel, ao Prof. Dr. Alberto Cargnelutti Filho, a amiga e prof^ª Maria Helena Rigão pelas idéias e discussões sobre minhas análises estatísticas, as quais muito contribuíram com este trabalho.

Ao Engenheiro Florestal Rudi Witschoreck, pelo auxílio nas análises de minerais.

A todos os colegas do Setor de Melhoramento de Feijão pela assistência durante o desenvolvimento dos experimentos.

A todos aqueles que, de alguma forma me apoiaram durante esses anos de estudo fica meu carinho e o meu **MUITO OBRIGADA!**

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – Média dos teores dos minerais: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração, para a cultivar de feijão Irai. Santa Maria – RS, UFSM, 2007.....28
- TABELA 2 – Média dos teores dos minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração, para a cultivar de feijão BRS Expedito. Santa Maria – RS, UFSM, 2007.....29
- TABELA 3 – Coliformes totais e fecais em amostras de grãos crus e coccionados com e sem água de maceração, para as cultivares Iraí e BRS Expedito. Santa Maria – RS, UFSM, 2007.....32
- TABELA 4 – Média dos atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2007.....43
- TABELA 5 – Soma de quadrados do erro (SQ_E), graus de liberdade do erro (GL_E) e quadrado médio do erro (QM_E) da análise da variância dos atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão, média, coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS 5%), valor do teste F ($F_{cal}=QM_E$ não-treinados/ QM_E treinados) e probabilidade do teste F. Santa Maria–RS, UFSM, 2007.....44
- TABELA 6 – Variâncias, variâncias percentuais e acumuladas das variáveis canônicas obtidas de nove atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão. Santa Maria - RS, UFSM, 2007.....45
- TABELA 7 – Média dos atributos sensoriais avaliadas em quatro cultivares de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....54
- TABELA 8 – Médias da porcentagem de absorção de água avaliada imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....66
- TABELA 9 – Médias das porcentagens de grãos normais e de grãos *hardshell* avaliadas imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....68
- TABELA 10 – Médias do tempo de cozimento (minutos) avaliado imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....69

TABELA 11 – Médias dos teores de macrominerais, em g kg⁻¹ de matéria seca, avaliados imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 200872

TABELA 12 – Médias do valor de coloração do tegumento dos grãos de feijão (valor de L) avaliado imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....73

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Definição dos termos descritivos e cultivares de referências para as amostras de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2007.....39
- FIGURA 2 – Ficha de avaliação do perfil sensorial utilizada para a discriminação das cultivares de feijão. Santa Maria - RS, UFSM, 2007.....41
- FIGURA 3 – Dispersão de escores de nove atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão, em relação às duas primeiras variáveis canônicas. Santa Maria - RS, UFSM, 2007.....46
- FIGURA 4 – Perfil sensorial das cultivares de feijão para a ruptura no tegumento dos grãos, a dureza e a granulidade em diferentes tempos de cozimento. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....57

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos teores de macrominerais e microminerais em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração. Santa Maria – RS, UFSM, 2007	89
APÊNDICE 2 – Teste de hipótese da análise sensorial das cultivares avaliadas em diferentes tempos de cozimento – 15, 20, 25 e 30 minutos, equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2), média e coeficiente de variação (CV%). Santa Maria–RS, UFSM, 2008	90
APÊNDICE 3 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de capacidade de absorção em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....	91
APÊNDICE 4 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de grãos <i>hardshell</i> e grãos normais em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008	92
APÊNDICE 5 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de tempo de cocção em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.....	93
APÊNDICE 6 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de macrominerais e microminerais em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008	94
APÊNDICE 7 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de L em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008	99

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE CULTIVARES DE FEIJÃO

AUTORA: VIVIANI RUFFO DE OLIVEIRA
ORIENTADORA: NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 05 de fevereiro de 2009

Os objetivos desse trabalho foram: (1) analisar se o processamento do feijão deve ser realizado com o aproveitamento ou não da água de maceração, visando à manutenção da qualidade nutricional e microbiológica; (2) avaliar o perfil sensorial de cultivares de feijão e comparar a eficiência da técnica de análise descritiva quantitativa com avaliadores não-treinados e treinados; (3) investigar o tempo de cozimento que deverá ser utilizado, em panela de pressão doméstica, para a identificação de cultivares de feijão de grãos preto e carioca com atributos sensoriais de melhor perfil para o consumo; (4) avaliar o efeito do armazenamento sob refrigeração (temperatura de 0 °C e umidade relativa do ar de 50%) ao longo de seis meses sobre a qualidade para o cozimento, o teor de minerais e a claridade dos grãos de feijão de cultivares de tegumento preto e de cor. Grãos das cultivares de feijão Iraí e BRS Expedito foram submetidos à embebição em água destilada por oito horas, à temperatura ambiente. O cozimento foi realizado com e sem o aproveitamento da água de maceração. Os minerais foram determinados nos grãos e no caldo, separadamente, e os microrganismos, na mistura de grãos e caldo. Para a avaliação do perfil sensorial, grãos de quatro cultivares de feijão: (BRS Expedito, BRS Campeiro, Iraí e Carioca) foram submetidos à análise sensorial por avaliadores treinados e não-treinados. As amostras de feijão, de cada cultivar, foram maceradas por oito horas e colocadas sob cocção em panela de pressão. Os avaliadores não treinados e os treinados receberam 25 g de feijão cozido, de cada uma das quatro cultivares. A análise foi realizada com o auxílio de uma ficha de avaliação e utilizou-se a técnica da

Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Para se avaliar o tempo de cozimento, utilizaram-se grãos de quatro cultivares de feijão: BRS Expedito, BRS Campeiro, Pérola e Carioca, os quais foram submetidos ao cozimento em panela de pressão doméstica por 15, 20, 25 ou 30 minutos e em seguida realizou-se uma análise sensorial com avaliadores treinados. Seis cultivares (Macanudo, Guapo Brilhante, BRS Campeiro, Pérola, Carioca e LH 5) e três tempos de armazenamento dos grãos (0, 3 e 6 meses) foram avaliados quanto à qualidade para o cozimento (absorção de água, grãos normais, grãos *hardshell* e tempo de cozimento), o teor de minerais e a coloração dos grãos (valor de “L”). Os resultados obtidos evidenciaram que a composição de minerais nos grãos e no caldo de feijão não foi alterada pelo descarte da água de maceração para o cozimento. O caldo de feijão apresentou altos teores de fósforo, potássio, magnésio e enxofre. A eliminação da água de maceração não melhorou a qualidade microbiológica do feijão processado. O cozimento das cultivares de feijão Iraí e BRS Expedito pode ser realizado com o aproveitamento ou com o descarte da água de maceração, pois há manutenção do teor de minerais e da qualidade microbiológica do feijão. Em relação ao perfil sensorial, os avaliadores reconheceram diferenças para as cultivares de feijão quanto à uniformidade da cor do tegumento, à dureza, à granulosidade, à cor do caldo e à viscosidade. Os atributos sensoriais textura e caldo foram avaliados com maior precisão experimental pelos avaliadores treinados, enquanto que os avaliadores não-treinados diferenciaram maior número de atributos sensoriais nas cultivares de feijão, mas com menor precisão experimental. Em relação aos diferentes tempos de cocção observou-se que a ruptura no tegumento dos grãos foi maior à medida que se aumentou o tempo de cozimento. A dureza e a granulosidade receberam melhores notas quanto maior foi o tempo de cozimento dos grãos de feijão. A utilização de 20 a 25 minutos de cozimento em panela de pressão doméstica possibilita a identificação de cultivares de feijão de grãos preto e carioca com o melhor perfil para o consumo, mantendo a integridade dos grãos cozidos. O armazenamento de feijão por seis meses reduz a capacidade de absorção de água de algumas cultivares e influencia negativamente na claridade dos grãos do tipo Carioca. Entretanto, não aumenta a porcentagem de grãos *hardshell* e o tempo de cozimento, além disso, não altera o teor de minerais dos grãos avaliados após seis meses de armazenamento.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; cozimento em panela de pressão, atributos sensoriais, minerais, coliformes, armazenamento.

ABSTRACT

PhD Thesis
Agronomy Post-Graduation Program
Universidade Federal de Santa Maria

PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORIAL ANALYSIS OF COMMON BEAN CULTIVARS

AUTHOR: VIVIANI RUFFO DE OLIVEIRA
ADVISER: NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO
Santa Maria, February 5th, 2009

The objectives of this work were: (1) to evaluate the nutritional and microbiological quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) processed with or without soaking water; (2) to analyze the sensorial traits of common bean cultivars and to compare the efficiency of quantitative descriptive analysis with not-trained and trained people; (3) to investigate the sensorial traits of common bean cultivars and to compare the efficiency of quantitative descriptive analysis with not-trained and trained people; (4) to evaluate the effect of storage under refrigeration during six months on the cooking quality, the content of minerals and the darkness of common bean cultivars with black and color tegument. Grains of Iraí and BRS Expedito beans cultivars were submitted to soaking in distilled water for eight hours, at environmental temperature. The cooking was made with the use or discard of soaking water. The minerals were determined in the grains and in the broth separately, and the microorganisms, in the mixture of grains and broth. The sensorial analysis was carried with grains of four common bean cultivars: BRS Expedito, BRS Campeiro, Iraí and Carioca. Each common bean sample was macerated for eight hours and the water was separated of the grains and placed under firing in pressure pan. The not-trained and trained people received 25 g of the four cooked cultivars and the analysis was taken using an evaluation file following the technique of Quantitative Descriptive Analysis. To evaluate the cooking time, it was used four cultivars of beans: BRS Expedito, BRS Campeiro, Pérola and Carioca and the cooking was

carried through in a domestic pressure pan during 15, 20, 25 or 30 minutes. The sensorial analysis was effected in two stages: training for Qualitative Descriptive Analysis and the sensorial analysis properly, with seven trained panel. It was used six cultivars (Macanudo, Guapo Brilhante, BRS Campeiro, Pérola, Carioca and LH 5) and three times of storage (0, 3 and 6 months). It was evaluated the cooking quality (water absorption, *normal and hard grains* and *cooking* time), the mineral content and the grain clarity (“L” value). According to the results, minerals composition in the grains and in the bean broth were not modified by the discarding maceration water. The bean broth presented high amount of potassium, magnesium and sulphur content. The discard of the soaking water did not improve microbiological quality of the processed common bean. Iraí and BRS Expedito cultivars may be cooked with the use or discard of soaking water because minerals content and microbiological quality of the processed common bean are maintained. The sensorial attributes texture and bean broth were evaluated with the highest experimental precision to the trained people, because lesser coefficient of variation and error mean squares were observed. The not-trained people discriminate greater number of sensorial attributes in common bean cultivars, but with a reduced amount of experimental precision. The trained group recognizes differences in the texture and broth the beans, with highest experimental precision. The panel recognized differences among the cultivars such as: uniformity tegument color, hardness, graininess, broth color and viscosity. The rupture of the tegument of the grains was bigger as it was increased the cooking time. The hardness and the graininess received best notes as longer as the cooking time of the common bean. The use of 20 the 25 minutes to cook in domestic pressure pan seems to identify black and carioca cultivars of common bean with the best evaluation profile, besides keeping the integrity of the cooked grains. Beans storage for six months reduces the grains capacity of water absorption and influences negatively in the darkness of Carioca group. However, it does not increase the amount of hardshell grains and the cooking time, as well as the minerals content of the grains.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., pressure pan cooking, sensory attributes, minerals, coliforms, storage.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
CAPÍTULO 1 – Qualidade nutricional e microbiológica de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cozido com ou sem água de maceração.	
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	22
Material e métodos.....	24
Resultados e discussão	27
Conclusões.....	33
CAPÍTULO 2 – Avaliação do perfil sensorial de cultivares de feijão com avaliadores treinados e não-treinados.	
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	35
Material e métodos.....	37
Resultados e discussão	42
Conclusões.....	47
CAPÍTULO 3 – Perfil sensorial de cultivares de feijão em diferentes tempos de cozimento.	
Resumo.....	48
Abstract.....	49
Introdução.....	49
Material e métodos.....	51
Resultados e discussão	53
Conclusões.....	58
CAPÍTULO 4 – Qualidade para o cozimento e o teor de minerais em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) armazenadas sob refrigeração.	
Resumo.....	59
Abstract.....	60
Introdução.....	60
Material e métodos.....	62
Resultados e discussão	65
Conclusões.....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICES	89

INTRODUÇÃO

O feijão pode ser considerado um alimento importante na dieta, pois ocupa o terceiro lugar entre os alimentos mais consumidos e totaliza 11,2% das quilocalorias ingeridas por dia (SOARES, 1996). Além disso, nos países em que o consumo de proteína animal é limitado, seja por razões econômicas, religiosas ou culturais, constitui-se na boa fonte de proteína de grande parte da população (ANTUNES et al., 1995).

Esta leguminosa apresenta-se como importante fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras (COELHO, 1991; GEIL; ANDERSON, 1994). Todavia, possui baixos teores dos aminoácidos sulfurados: metionina, cisteína e triptofano. Mas, quando associado com cereais, forma uma combinação de proteínas com maior valor nutricional. Isto porque, o feijão é deficiente em aminoácidos sulfurados, mas apresenta alto teor de lisina. Por sua vez, os cereais possuem altos teores de aminoácidos sulfurados, mas são deficientes em lisina (EVANS; BANDEMEYER, 1967).

O feijão apresenta limitações que impossibilitam a utilização de todo o seu potencial nutritivo pelo organismo (RODRIGUEZ, 1995), como: baixa digestibilidade de proteínas, (PEREIRA; COSTA, 2002), presença de oligossacarídeos responsáveis pela flatulência e de fatores antinutricionais, os quais competem nutricionalmente com os minerais (COSTA DE OLIVEIRA et al., 2001; SILVA, 2000).

Os minerais são necessários ao organismo em diferentes quantidades e são essenciais para o desempenho de diversas funções, sendo adquiridos pela dieta. As deficiências mais comuns são a de cálcio, de ferro e de zinco. A deficiência de cálcio provoca osteoporose, pois esse mineral está diretamente envolvido na formação dos ossos e dentes (MIGLIORANZA et al., 2003). A deficiência de ferro causa anemia, deixando o organismo debilitado (BRIGIDE, 2002). A deficiência de zinco prejudica o crescimento do corpo e o sistema imunológico (HAMBIDGE, 2000).

Além do aspecto nutricional, deve-se mencionar a qualidade tecnológica do feijão que engloba os atributos sensoriais e a qualidade para o cozimento dos grãos, que é determinada pela rápida absorção de água pelos grãos e pelo tempo de cocção reduzido. Outro fator importante quando se determina a qualidade do feijão é o tempo pós-colheita do produto. O consumidor brasileiro prefere produtos de colheita recente, pois a coloração do tegumento e a qualidade culinária são afetadas à medida que aumentam os meses de armazenamento (NASAR-ABBAS et al., 2008; RIOS; ABREU; CORREA, 2002). Como consequência,

ocorre à depreciação do produto pelos consumidores, principalmente devido ao escurecimento do tegumento, ao maior tempo de cozimento e a presença de grãos *hardshell*.

Esses caracteres diferenciam genótipos e são influenciados pelo ambiente que atua durante o desenvolvimento da planta e dos grãos e pela interação genótipos x ambientes (CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005b). A identificação de cultivares de feijão com menor tempo de cozimento, com rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não se partam durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento, será determinante para a aceitação de uma cultivar para o consumo (CARBONELL et al., 2003). Além disso, cultivares de feijão com tempo de cozimento menor do que 30 minutos são desejáveis, pois significa economia de energia e de capital (CARNEIRO et al., 1999; RODRIGUES et al., 2005b).

A análise sensorial é uma ciência interdisciplinar na qual são convidados avaliadores, que se utilizam da complexa interação dos órgãos dos sentidos, visão, gosto, tato e audição, para medir os atributos sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios (WATTS et al., 1992). Para tanto, a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) tem sido muito utilizada na análise de alimentos, pois apresenta vantagens sobre os outros métodos, como a confiança no julgamento de uma equipe, o desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, mais próxima à linguagem do consumidor, a seleção consensual da terminologia descritiva a ser utilizada, resultando em maior concordância de julgamentos posteriores entre os avaliadores (ABNT, 1998). Assim, as características que condicionam a intensidade de um atributo serão analisadas por avaliadores.

Apesar do Brasil ser um dos maiores produtores e consumidores de feijão, pesquisas que caracterizam a aparência, o aroma, a textura, o sabor, a composição química e a qualidade microbiológica dos grãos e do caldo das diversas cultivares de feijão, são ainda muito recentes. Na literatura, encontram-se poucas pesquisas com o objetivo de selecionar genótipos de feijão por meio da composição química, física e sensorial, o que possibilitaria o desenvolvimento de cultivares com melhor qualidade nutricional e tecnológica. Sendo assim, foram objetivos deste estudo:

1) analisar se o processamento do feijão deve ser realizado com o aproveitamento ou não da água de maceração, visando à manutenção da qualidade nutricional e microbiológica;

2) avaliar o perfil de cultivares de feijão por avaliadores não-treinados e treinados, com o utilização da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ);

3) determinar o tempo de cozimento a ser utilizado, em panela de pressão doméstica, para a identificação de cultivares de feijão de grãos preto e carioca com melhor perfil sensorial para o consumo;

4) avaliar o efeito do armazenamento de cultivares de feijão a 0°C a capacidade de absorção, o tempo de cocção, a coloração do tegumento, e o teor de minerais ao longo de seis meses.

CAPÍTULO 1

QUALIDADE NUTRICIONAL E MICROBIOLÓGICA DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) COZIDO COM OU SEM ÁGUA DE MACERAÇÃO

NUTRITIONAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) COOKED WITH OR WITHOUT USING SOAKING WATER

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade nutricional e microbiológica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), processado com o aproveitamento ou não da água de maceração. Grãos de duas cultivares de feijão comum - Iraí (grãos bege com estrias vermelhas) e BRS Exedito (grãos pretos) - foram submetidos à embebição em água destilada por oito horas, à temperatura ambiente. O cozimento foi realizado com e sem o aproveitamento da água de maceração. Os minerais foram determinados nos grãos e no caldo, separadamente, e os microrganismos, na mistura de grãos e caldo. Os resultados obtidos evidenciaram que a composição de minerais nos grãos e no caldo de feijão não foi alterada pelo descarte da água de maceração para o cozimento. O caldo de feijão apresentou altos teores de fósforo, potássio, magnésio e enxofre. A eliminação da água de maceração não influenciou a qualidade microbiológica do feijão processado. O cozimento das cultivares de feijão Iraí e BRS Exedito pode ser realizado com o aproveitamento ou com o descarte da água de maceração, pois há manutenção do teor de minerais e da qualidade microbiológica do feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., minerais, coliformes, cultivares.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the nutritional and microbiological quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) processed with or without soaking water. Two common bean cultivars grains (Iraí and BRS Expedito) were submitted to soaking in distilled water for eight hours, at environmental temperature. The cooking was made with the use or discard of soaking water. The minerals were determined in grains and broth separately, and for microorganisms it was used grains and broth associated. The results did not show changes for the minerals content in grains and broth with discard of the soaking water. The bean broth showed high phosphorus, potassium, magnesium and sulfur content. The discard of the soaking water did not influence microbiological quality of the processed common beans. Iraí and BRS Expedito cultivars may be cooked with the use or discard of soaking water because minerals content and microbiological quality of the processed common bean are maintained.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., minerals, coliforms, cultivars.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui de 18 a 30% de proteína bruta (DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004). De acordo com Ribeiro et al. (2007a), a proteína do feijão é de boa qualidade, pois várias cultivares de feijão, disponíveis para o cultivo no Brasil, apresentaram teores de aminoácidos essenciais superiores ao padrão considerado adequado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), para suprir as necessidades diárias de um indivíduo adulto (FAO, 1998). Além disso, o feijão é de maior digestibilidade protéica quando comparado à soja, apesar de possuir cerca da metade do teor de proteína (PIRES et al., 2006).

O feijão também apresenta-se como excelente fonte de minerais para a alimentação humana (SATHE; DESHPANDE; SALUNKHE, 1984). Os seguintes teores, em g por kg de matéria seca (MS), foram observados em grãos crus de 21 genótipos de feijão (cultivares comerciais e linhagens) na região de Minas Gerais, Brasil: 4,5 a 7,3 g de fósforo, 15,1 a 24,8 g de potássio, 0,3 a 2,8 g de cálcio, 1,8 a 3,4 g de magnésio e 2,8 a 4,7 g de enxofre (MESQUITA et al., 2007). Com relação aos teores de microminerais, os grãos crus de feijão foram constituídos em maior parte por ferro (71,5 mg por kg de MS), seguido pelo zinco (30,0 mg por kg de MS), manganês (18,9 mg por kg de MS), cobre (9,5 mg por kg de MS) e boro (8,3 mg por kg de MS) em uma avaliação de 19 cultivares de feijão, em dois locais de cultivo no Estado do Rio Grande do Sul (RIBEIRO et al., 2008b). Por isso, o valor nutricional do feijão deve ser melhor investigado, principalmente nos países em que o consumo de alimentos de origem animal é limitado, devido ao baixo poder aquisitivo da população .

O feijão deve ser cozido para melhorar a palatabilidade e para inativar componentes antinutricionais, como por exemplo: compostos fenólicos, taninos, fitatos, inibidores de tripsina e quimiotripsina, fito-hemaglutinina, além de causar flatulência (ELSHEIKH et al., 2000). Essas substâncias quando ingeridas em feijões crus ou insuficientemente cozidos podem prejudicar a digestibilidade de proteínas e inativar ou reduzir a absorção de nutrientes (BRIGIDE, 2002).

No processamento doméstico, é prática comum deixar o feijão em maceração durante a noite, ou seja, se realiza a maceração dos grãos crus em água por 12 a 16 horas, à temperatura ambiente (OLIVEIRA et al., 1999). Assim, ocorrerá a hidratação dos grãos e o tempo de cozimento será reduzido, representando menos tempo para o preparo da refeição e economia de energia. No entanto, apesar dessa prática ser secular, não apresenta caráter científico.

Por isso, é importante avaliar a qualidade nutricional e microbiológica dos grãos de feijão submetidos à maceração, principalmente nas regiões tropicais, onde a alta temperatura do ar propicia o desenvolvimento de microorganismos nocivos à saúde, na água de embebição. Sabe-se que a maceração aumenta a digestibilidade *in vitro* da proteína, em feijão carioca (JOOD; CHAUHAN; KAPPOR, 1989), reduz o teor de taninos em *Vicia faba* (SHARMA; SEHGAL, 1992) e diminui o teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e de amido em feijão-gandu (HUMA et al., 2008; KATARIA; CHAUHAN, 1988).

O aproveitamento ou não da água de maceração para o cozimento do feijão também precisa ser analisado, pois resulta em diferenças quantitativas na composição química. A

utilização da água de maceração, para o processamento de grãos das cultivares de feijão Carioca e Xamego, resultou em um caldo mais nutritivo, pois maiores teores de cálcio, ferro, magnésio e zinco foram observados (DERIVI et al., 2006). Já o cozimento sem maceração de feijão preto manteve o teor de cobre, mas reduziu em 22% o teor de zinco (ANDRADE et al., 2004).

Considerando que o processamento pode alterar a qualidade nutricional dos alimentos e que há registro de contaminação microbiológica por *Salmonella spp.*, devido ao consumo de feijão cozido (GUIMARÃES et al., 2001), a composição de minerais e a qualidade microbiológica da água de maceração deverão ser avaliadas no processamento doméstico. Sendo assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar se o processamento do feijão deve ser realizado com o aproveitamento ou não da água de maceração, visando à manutenção da qualidade nutricional e microbiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de feijão das cultivares Iraí e BRS Expedito foram obtidos de ensaio do Programa de Melhoramento de Feijão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, na safra agrícola de 2005/2006.

A cidade de Santa Maria está localizada na região da depressão central do RS, a uma altitude de 95 m, latitude 29°42'S e longitude 53°43'W. O clima da região é do tipo Cfa – temperado chuvoso, com precipitações pluviométricas bem distribuídas ao longo dos anos e subtropical do ponto de vista térmico. O solo é classificado como Alissolo Hipocrômico argilúvico típico, pertencente à unidade de mapeamento Santa Maria, com a seguinte composição química: pH (H₂O): 5,8; matéria orgânica: 1,9%; fósforo: 15,3 mg/dm³; potássio: 84 mg/dm³; cálcio: 5,8 cmol_c/dm³; magnésio: 2,4 cmol_c/dm³; enxofre: 11,6 mg/dm³; ferro: 139,5 mg dm⁻³; zinco: 1,1 mg dm⁻³; cobre: 0,4 mg dm⁻³; manganês: 22,4 mg dm⁻³; boro: 0,5 mg dm⁻³.

No campo, o solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo. Por ocasião da semeadura, foram incorporados 250 kg ha⁻¹ de adubo NPK, da fórmula 5-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio nos estádios vegetativos de primeira e de terceira folhas trifolioladas, V3 e V4, respectivamente. O

controle de pragas foi realizado com a aplicação de Metamidofós e o controle de moléstias foi efetuado de forma manual e sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição.

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Os grãos foram selecionados, com a retirada dos quebrados ou com danos por insetos, e secados em estufa (65 a 70°C), até umidade média de 13%. Após foram acondicionados em sacos de polietileno e mantidos em câmara fria a 0 °C e 50% de umidade relativa para minimizar as alterações físicas e químicas dos grãos de feijão.

A cultivar Iraí possui grãos de coloração bege, com estrias vermelhas, peso de 100 grãos de 33,2 g e composição de aminoácidos adequada para uso na alimentação (RIBEIRO et al., 2007a). A cultivar BRS Expedito apresenta grãos de tegumento preto, peso de 100 grãos de 20,4 g e alto teor de macrominerais, especialmente cálcio (JOST et al., 2006).

Os seguintes tratamentos foram aplicados para cada cultivar de feijão: 1- feijão cru; 2- grão coccionado sem água de maceração; 3- grão coccionado com água de maceração; 4- caldo coccionado sem água de maceração; 5- caldo coccionado com água de maceração. Para tanto, amostras de 300 g de grãos não lavados foram maceradas em 1500 mL de água deionizada, em uma proporção feijão:água de 1:5 (p/v), por oito horas, à temperatura ambiente. A água de maceração foi desprezada ou aproveitada para o cozimento que foi realizado em panela de pressão doméstica de 7 L, sem a adição de cloreto de sódio. As panelas, vidrarias, moinho e demais utensílios utilizados para o processamento do feijão foram lavados com Extran neutro a 5% para minimizar a probabilidade de contaminação das amostras.

Para o processamento, a água foi separada dos grãos, com a utilização de uma peneira doméstica e levada ao aquecimento, até levantar fervura. Nos tratamentos em que a água de maceração foi desprezada para o cozimento, adicionou-se água deionizada, na proporção de 1:5 (p/v). Em seguida, acrescentaram-se os grãos, esperou-se nova fervura e a panela foi tampada. O feijão foi cozido sob pressão por 23 minutos (CARNEIRO et al., 2005), depois da saída constante de vapor pela válvula de pressão de 1 atm e temperatura de aproximadamente 116 °C.

A separação dos grãos cozidos do caldo de feijão foi realizada a quente e com o auxílio de peneira doméstica. As amostras foram desidratadas em estufa com circulação forçada de ar quente a 65-70 °C. A moagem foi realizada por meio de trituração do material seco em moinho, até passar em malha de 2-3 mm, obtendo-se uma farinha fina que foi utilizada para as análises de minerais.

Os minerais foram quantificados no Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO), da UFSM. A digestão sulfúrica foi realizada para a determinação de nitrogênio e a digestão nítrica-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, na proporção 3:1), para a quantificação de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, cobre e manganês. O teor de nitrogênio foi avaliado pelo método de micro-Kjeldahl, em destilador Vapodest; o fósforo e o enxofre, por meio de espectrofotômetro UV-VIS, marca Único®, modelo 2100, com comprimento de onda de 660 nm e de 440 nm, respectivamente; o potássio, por fotometria de chama em fotômetro da marca Digimed® modelo DM-62.

Os minerais: cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês foram determinados por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, marca Perken Elmer®, modelo Analyst 200, utilizando os seguintes comprimentos de onda (Ca: 422,7 nm, Mg: 285,2 nm, Fe: 248,3 nm, Zn: 213,9 nm, Cu: 324,8 nm e Mn: 279,5 nm). Os métodos aplicados para a digestão das amostras e para as dosagens dos minerais foram descritos pela EMBRAPA (1999).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (DTCA) da UFSM. Três tratamentos foram considerados: 1- grão cru + água de maceração; 2- grão coccionado sem água de maceração + caldo; 3- grão coccionado com água de maceração + caldo. Para tanto, uma amostra de 25 g de grãos de feijão com a água deionizada (de maceração ou não) foi homogeneizada e misturada com 225 ml de água peptonada a 0,1%. A etapa presuntiva foi realizada com três diluições sucessivas, em ágar cristal violeta-vermelho neutro-bile (VRBA), incubados a $36 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}/18\text{-}24 \text{ h}$, e contagem das colônias lactose positivas. Na etapa confirmativa foram contadas, separadamente, as colônias típicas e atípicas. A prova confirmativa dos coliformes totais foi realizada por meio da inoculação em caldo verde brilhante bile 2% lactose, com posterior incubação a $35 \text{ }^\circ\text{C}/24\text{-}48 \text{ h}$. A presença de gás nos tubos de Durhan ou efervescência, quando agitados suavemente, indicou positividade. Para a confirmação dos coliformes fecais, as colônias suspeitas foram inoculadas em caldo *Escherichia coli* (caldo EC) e incubadas a $45 \text{ }^\circ\text{C}/24\text{-}48 \text{ h}$ (BRASIL, 2001).

O delineamento experimental utilizado para as análises de minerais foi o inteiramente casualizado, com duas repetições, em duplicata. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade de erro, e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. Para as análises microbiológicas, considerou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, e os dados médios foram apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cozimento provocou alteração na composição de alguns minerais nos grãos e no caldo, para as cultivares de feijão Iraí e BRS Expedito (Tabelas 1 e 2). Entretanto, o aproveitamento da água de maceração para o processamento não modificou os teores de minerais nos grãos ou no caldo. Resultado esse que discorda de Derivi et al. (2006), que observaram incremento dos teores de cálcio, ferro, magnésio e zinco no caldo de feijão, quando a água de maceração foi utilizada para o cozimento das cultivares Carioca e Xamego.

O teor de nitrogênio (N) apresentou comportamento diferenciado para as cultivares avaliadas. Para a cultivar Iraí, o cozimento não modificou o teor de N dos grãos e do caldo (Tabela 1). Entretanto, grãos crus ou cozidos com ou sem a água de maceração da cultivar BRS Expedito apresentaram maiores teores de N quando comparados aos valores observados no caldo de feijão (Tabela 2). Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) constataram que o teor de proteína de feijão cozido com a água de maceração foi mantido para as cultivares Diamante Negro e Talismã, sendo obtido um aumento para as cultivares Ouro Branco, BRS Radiante e Pérola e que resposta diferenciada foi observada quando o cozimento foi realizado sem a água de maceração. Assim, na cultivar Expedito foi observada alteração na solubilidade da proteína quando o processamento do feijão foi realizado com o aproveitamento ou não da água de maceração e diferenças genéticas foram constatadas entre as cultivares de feijão.

Tabela 1 - Média dos teores dos minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração, para a cultivar de feijão Irai. Santa Maria – RS, UFSM, 2007

Tratamento	Macrominerais (g kg ⁻¹ de matéria seca)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Grão cru	32,20 ^{ns}	4,73 b	14,37 b	0,98 ^{ns}	2,65a*	1,02 ^{ns}
Grão cozido SAM ¹	33,91	4,41 b	10,44 b	0,77	2,09a	1,09
Grão cozido CAM ²	30,38	4,74 b	12,74 b	0,69	2,20a	1,13
Caldo – SAM ¹	27,35	6,87a	34,63a	1,62	4,83a	1,58
Caldo – CAM ²	30,03	6,83a	32,81a	0,96	4,74a	1,26
Média	30,77	5,51	21,00	1,00	3,30	1,21
CVe% ³	8,23	7,98	19,95	26,30	21,93	12,01
Tratamento	Microminerais (mg kg ⁻¹ de matéria seca)					
	Fe	Zn	Mn	Cu		
Grão cru	68,39 ^{ns}	29,88 ^{ns}	10,50 ^{ns}	10,34 ^{ns}		
Grão cozido SAM ¹	70,48	29,42	10,28	10,14		
Grão cozido CAM ²	66,23	28,43	10,53	10,66		
Caldo – SAM ¹	75,83	43,11	9,16	9,75		
Caldo – CAM ²	66,95	38,71	7,79	13,06		
Média	69,58	33,91	9,65	10,79		
CVe% ³	12,12	26,93	18,64	12,00		

*Médias não seguidas por mesma letra na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo.

¹SAM = Feijão cozido sem água de maceração.

²CAM = Feijão cozido com água de maceração.

³CVe%: Coeficiente de variação experimental.

Quanto ao fósforo (P), diferenças significativas foram observadas apenas para a cultivar Irai, que apresentou maior teor de P no caldo. O cozimento não alterou o teor de fósforo de grãos de diferentes classes de feijão, em cultivo nos Estados Unidos (AUGUSTIN et al., 1981).

O teor de potássio foi superior no caldo para ambas as cultivares de feijão avaliadas (Tabelas 1 e 2). Sendo assim, o caldo de feijão, coccionado com ou sem a água de maceração, apresenta um alto teor de potássio que pode ser administrado com fins terapêuticos ou preventivos na dieta. Isso porque o potássio tem a propriedade de controlar a hipertensão arterial e minimizar os problemas de excreção excessiva que prejudicam a saúde (SATHE; DESHPANDE; SALUNKHE, 1984). Por sua vez, Louis e Dolan (1970) recomendaram restrição de potássio na alimentação, quando houver o diagnóstico de comprometimento renal.

Nesse caso, o consumo de caldo de feijão deverá ser evitado. Por isso, a prescrição adequada de uma dieta de consistência líquida à base de feijão deverá ser baseada no profundo conhecimento da composição química do alimento processado e no quadro de saúde do indivíduo.

Tabela 2 - Média dos teores dos minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração, para a cultivar de feijão BRS Expedito. Santa Maria – RS, UFSM, 2007

Tratamento	Macrominerais (g kg ⁻¹ de matéria seca)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Grão cru	34,77ab*	4,88 ^{ns}	16,01 b	1,70 ^{ns}	2,65 b	1,11ab
Grão cozido SAM ¹	36,83a	5,80	10,90 b	2,35	2,81ab	0,75 b
Grão cozido CAM ²	37,22a	5,05	14,68 b	1,65	2,63 b	1,12ab
Caldo – SAM ¹	30,86 bc	6,84	36,57a	0,89	4,38ab	1,52a
Caldo – CAM ²	29,47 c	6,76	33,50a	1,52	4,93a	1,59a
Média	33,83	5,87	22,33	1,62	3,48	1,22
CVe% ³	3,69	17,84	8,48	23,07	16,03	11,03
Tratamento	Microminerais (mg kg ⁻¹ de matéria seca)					
	Fe	Zn	Mn	Cu		
Grão cru	73,39 ^{ns}	33,96 ^{ns}	13,53ab	11,26 b		
Grão cozido SAM ¹	70,28	33,77	13,89a	9,58 b		
Grão cozido CAM ²	71,81	35,51	13,68ab	11,52 b		
Caldo – SAM ¹	70,95	27,82	11,12 b	17,91a		
Caldo – CAM ²	102,64	44,32	11,05 b	17,46a		
Média	77,81	35,08	12,65	13,54		
CVe% ³	16,93	13,62	5,21	9,58		

* Médias não seguidas por mesma letra na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo.

¹SAM = Feijão cozido sem água de maceração.

²CAM = Feijão cozido com água de maceração.

³CVe%: Coeficiente de variação experimental.

O teor de cálcio não foi alterado com o cozimento, pois diferenças significativas não foram observadas entre os tratamentos. Entretanto, em feijão branco verificou-se que a maceração, com ou sem cocção, reduziu significativamente o conteúdo de cálcio (ELMAKI et al., 2007). Por sua vez, o aproveitamento da água de maceração, para o cozimento dos grãos das cultivares Carioca e Xamego, propiciou aumento do teor de cálcio no caldo de feijão (DERIVI et al., 2006). Esses resultados sugerem que a mobilidade do cálcio para a água de

maceração foi diferenciada nos genótipos avaliados. Além disso, é preciso considerar que o tempo em que os grãos permaneceram em contato com a água, a quantidade de água utilizada na cocção e a temperatura da água de embebição, são fatores que podem favorecer a migração de minerais para o meio (HUMA et al., 2008).

O teor de magnésio (Mg) foi modificado com o processamento, embora a aplicação do teste de Tukey não tenha possibilitado a estratificação entre os tratamentos para a cultivar Iraí. Para a cultivar BRS Expedito foi observado que o teor de magnésio no caldo coccionado com a água de maceração foi superior apenas ao grão cru e ao grão cozido com o aproveitamento da água de maceração. Entretanto, o teor de magnésio de grãos crus foi similar ao obtido em grãos cozidos de nove diferentes classes de feijão (AUGUSTIN et al., 1981).

Para o enxofre, efeito significativo foi obtido para a cultivar BRS Expedito (Tabela 2); nesse caso, o grão cozido sem água de maceração apresentou menor teor de enxofre, quando comparado ao caldo coccionado com e sem água de maceração. Os teores de enxofre obtidos em grãos crus das cultivares BRS Expedito e Iraí foram inferiores aos valores observados em grãos crus de 21 genótipos de feijão (cultivares comerciais e linhagens), na região de Minas Gerais (MESQUITA et al., 2007). Assim, a genética, a localização geográfica, o clima e os fatores de solo contribuíram para as diferenças observadas no germoplasma.

O cozimento realizado com e sem água de maceração não alterou os teores de ferro e de zinco nos grãos e no caldo. O cozimento também manteve os teores de ferro e de zinco em grãos de feijão cultivados nos Estados Unidos (AUGUSTIN et al., 1981). Entretanto, redução de 22% do teor de zinco em amostras de feijão preto e de 15% em feijão branco e mulatinho foi observada após o cozimento em meio aquoso, sem maceração (ANDRADE et al., 2004).

Os teores de ferro e de zinco nos grãos crus de feijão apresentam diferenças genéticas que também foram constatadas quando os grãos foram cozidos com ou sem o aproveitamento da água de maceração (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008). Nesse sentido, as cultivares de feijão Ouro Negro, Diamante Negro e Pérola apresentaram maiores teores de ferro nos grãos crus e o cozimento realizado com ou sem a água de maceração provocou a redução da concentração desse mineral. O mesmo não ocorreu para as cultivares BRS Radiante e Talismã, pois a manutenção dos teores de ferro foi constatada com o cozimento. Por isso, é importante utilizar um processamento que mantenha os teores desses minerais, pois o feijão fornece quantidades significativas de ferro ($71,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de matéria seca-MS) e de zinco ($30,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de MS) para uso na alimentação (RIBEIRO et al., 2008a). Entretanto, considerando que os grãos das leguminosas são ricos em ácido fítico, um potente inibidor da absorção de ferro e da menor disponibilidade de zinco (LUCCA; HURRELL; POTRYKUS

2002), a biodisponibilidade dos minerais precisa ser melhor investigada nessas cultivares de feijão.

Se o cozimento for realizado de maneira adequada poderá representar a manutenção do estado de saúde de parcela significativa da população brasileira, que tem o hábito de consumir feijão diariamente. Isso porque as deficiências de ferro e de zinco podem ser consideradas problema de saúde pública, pois o ferro é essencial à formação da hemoglobina e sua deficiência provoca anemia. O zinco é necessário para a mobilização hepática da vitamina A, atua na maturação sexual, na fertilidade e na reprodução, e a sua deficiência provoca atraso no crescimento, retardamento da maturação sexual, perda de apetite e intolerância à glicose (FRANCO, 2005).

O teor de manganês foi menor no caldo para a cultivar Expedito, quando comparado ao grão coccionado sem água de maceração, para a cultivar BRS Expedito. O teor de manganês variou de 1,00 g a 2,63 g 100 g⁻¹ em base seca, comprovando que diferenças genéticas entre cultivares de feijão são observadas para grãos crus (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008). As cultivares Ouro Branco, Diamante Negro, BRS Radiante, Pérola e Talismã quando cozidas com ou sem a água de maceração mantiveram os teores de manganês similares aos grãos crus. Assim, é possível a identificação de cultivares de feijão com maior teor de manganês nos grãos e essa concentração será mantida no processamento.

Já, o teor de cobre foi superior no caldo. Diferenças significativas não foram observadas para a cultivar Iraí, ou seja, o cozimento manteve o teor de cobre para essa cultivar, concordando com os resultados obtidos por Andrade et al. (2004). Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) observaram que os teores de cobre nos grãos de feijão cozidos com e sem a água de maceração variaram com a cultivar, ou seja, foi menor (Ouro Branco, BRS Radiante e Pérola), maior (Talismã) ou igual (Diamante Negro) aos grãos crus. O processamento poderá reduzir a concentração de cobre, pois as cultivares de feijão apresentaram diferenças na solubilidade durante o cozimento.

No processamento doméstico, é prática comum deixar o feijão de molho por 12 a 16 horas, à temperatura ambiente (OLIVEIRA et al., 1999). A água de maceração é aproveitada ou descartada para o cozimento, sem considerar o desenvolvimento de microrganismos. Por isso, é importante avaliar a qualidade microbiológica do alimento para certificar-se de que está apropriado para o consumo humano.

A legislação vigente para grãos determina os padrões microbiológicos de alimentos, com base em pesquisa de coliformes totais e fecais. De acordo com a RDC nº12 de 02/01/2001, a tolerância máxima permitida para coliformes fecais é de 5,0 x 10² unidades

formadoras de colônia por grama (UFC g⁻¹) (BRASIL, 2001). A presença de coliformes indica que o processamento foi realizado em condições de higiene insatisfatórias e que o consumo deve ser evitado para que não haja comprometimento da saúde, como observado por Guimarães et al. (2001).

Quando os grãos crus de feijão foram submetidos a 8 horas de maceração, em temperatura ambiente, o desenvolvimento de coliformes totais foi observado na cultivar Iraí (4,3 x 10² UFC g⁻¹) e na BRS Expedito (1,0 x 10⁵ UFC g⁻¹) (Tabela 3). Por sua vez, a contagem de coliformes totais foi inferior a 1,0 x 10¹ UFC g⁻¹, após o cozimento realizado com ou sem a água de maceração, nas duas cultivares avaliadas. Esses resultados evidenciaram que o tratamento térmico reduziu os coliformes totais das amostras cruas de feijão.

Tabela 3 - Coliformes totais e fecais em amostras de grãos crus e coccionados com e sem água de maceração, para as cultivares Iraí e BRS Expedito. Santa Maria – RS, UFSM, 2007

Cultivar	Tratamento	Coliformes totais 35°C		Coliformes fecais 45°C	
		UFC g ⁻¹			
Iraí	grão cru + CAM ¹	4,3 x 10 ² *		< 1,0 x 10 ¹	
Iraí	grão cozido + SAM ²	< 1,0 x 10 ¹		< 1,0 x 10 ¹	
Iraí	grão cozido + CAM ¹	< 1,0 x 10 ¹		< 1,0 x 10 ¹	
BRS Expedito	grão cru + CAM ¹	1,0 x 10 ⁵		< 1,0 x 10 ¹	
BRS Expedito	grão cozido + SAM ²	< 1,0 x 10 ¹		< 1,0 x 10 ¹	
BRS Expedito	grão cozido + CAM ¹	< 1,0 x 10 ¹		< 1,0 x 10 ¹	
Tolerância ³				5,0 x 10 ²	

¹CAM = Feijão cozido com água de maceração.

²SAM = Feijão cozido sem água de maceração.

³Tolerância máxima permitida de acordo com a resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 (BRASIL, 2001).

*Dados médios de três repetições.

Com relação aos coliformes fecais, observou-se contagem inferior a 1,0 x 10¹ UFC g⁻¹ em todos os tratamentos. Dessa maneira, foi obtido um alimento com qualidade microbiológica adequada para o consumo humano, de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2001), independentemente do processamento ter sido realizado com o aproveitamento ou com o descarte da água de maceração.

Sendo assim, as cultivares de feijão Iraí e BRS Expedito podem ser coccionadas com ou sem a água de maceração, pois há manutenção da composição de minerais e da qualidade

microbiológica dos grãos. Destaca-se o alto valor nutritivo do caldo de feijão que concentra altos teores de fósforo, potássio, magnésio e enxofre.

CONCLUSÕES

A composição de minerais nos grãos e no caldo de feijão das cultivares Iraí e BRS Expedito não é alterada pelo descarte da água de maceração nas condições estudadas.

O aproveitamento da água de maceração não altera a qualidade microbiológica do feijão cozido.

O processamento do feijão pode ser realizado com e sem o aproveitamento da água de maceração, pois a qualidade nutricional e microbiológica é mantida.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DO PERFIL SENSORIAL DE DIFERENTES CULTIVARES DE FEIJÃO COM AVALIADORES TREINADOS E NÃO-TREINADOS

SENSORY PROFILE EVALUATION OF DIFFERENT COMMON BEAN CULTIVARS WITH TRAINED AND NOT TRAINED PEOPLE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de avaliadores não-treinados e treinados, na avaliação do perfil de cultivares de feijão com o uso de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A análise sensorial foi realizada com grãos de quatro cultivares de feijão: BRS Expedito, BRS Campeiro, Iraí e Carioca. As amostras de feijão, de cada cultivar, foram maceradas por oito horas e colocada sob cocção em panela de pressão. Os avaliadores não-treinados e os treinados receberam 25 g de feijão cozido, de cada uma das quatro cultivares, e a análise foi realizada em uma ficha de avaliação pela técnica de ADQ. Os avaliadores não-treinados diferenciaram maior número de atributos sensoriais nas cultivares de feijão, mas com menor precisão experimental. Os atributos sensoriais textura e caldo foram avaliados com maior precisão experimental pelos avaliadores treinados, pois menor coeficiente de variação e menor quadrado médio do erro foram verificados e o teste F apresentou significância. Os avaliadores treinados foram mais precisos na avaliação do perfil sensorial das cultivares de feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., análise descritiva quantitativa, precisão experimental.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of not-trained and trained people, in the evaluation of the profile of common bean cultivars beans with the use of Quantitative Descriptive Analysis (ADQ). The sensorial analysis was carried with grains of four common bean cultivars: BRS Expedito, BRS Campeiro, Iraí and Carioca. Each common bean sample was macerated for eight hours and the water was separated from the grains and placed under firing in pressure pan. The not-trained and trained people received 25 g of four cooked cultivars and the analysis was made in an evaluation file following the technique of ADQ. The not-trained people discriminate greater number of sensorial attributes in common bean cultivars, but with a reduced amount of experimental precision. The sensorial attributes texture and beans broth were evaluated with the highest experimental precision to the trained people, because lesser coefficient of variation and lesser error mean squares were observed and the F test showed significant effect. The trained group was more confident evaluating the sensory profile of common bean cultivars.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., quantitative descriptive analysis, experimental precision.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos pratos mais populares da cozinha brasileira e faz parte do hábito alimentar de parcela representativa da população. A tradição de consumir feijão em uma ou duas refeições diárias é saudável, pois várias cultivares produzidas no Brasil, e utilizadas rotineiramente na alimentação, apresentam elevados teores de minerais (MESQUITA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008a). Além disso, possui proteína de qualidade, pois os teores de aminoácidos essenciais e não-essenciais são adequados para suprir as necessidades nutricionais diárias (RIBEIRO et al., 2007a), de acordo com o padrão considerado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1998). Também, é rico em fibra alimentar e seus grãos são constituídos de três partes de fibra insolúvel para uma parte de fibra solúvel (LONDERO et al., 2006; SALGADO et al., 2005),

que é a proporção sugerida para a dieta humana (FDA,1987; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998). Por isso, o feijão é considerado um alimento de alto valor nutricional e funcional.

O tempo de cozimento do feijão é determinante para que as propriedades químicas, físicas e sensoriais do feijão sejam preservadas no processamento. Se um tempo demasiadamente longo for necessário para que se obtenha a maciez considerada adequada para o consumo, perdas de nutrientes serão provocadas, além da necessidade de maior dispêndio de energia para o preparo, e os consumidores poderão rejeitar esse produto (BRESSANI; ELIAS; VALIENTE, 1963). Por isso, a aparência do alimento é tão importante, pois o consumidor escolhe pela coloração, forma e embalagem, e depois pelo aroma, sabor e textura (PEDRÃO; CORÓ, 1999).

A análise sensorial avalia a qualidade dos alimentos por meio da percepção dos sentidos da visão, olfato, sabor, tato e audição (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). Assim, os atributos que condicionam a aprovação ou a rejeição de um produto pelo consumidor podem ser analisados por avaliadores não-treinados ou treinados. Utilizar avaliadores não-treinados é mais simples, pois, apesar de ser constituído por um grande número de pessoas (40-50 pessoas), necessita-se desse grupo para uma única participação apenas. Entretanto, quando se utiliza avaliadores treinados é necessário que este grupo (7-12 pessoas) frequente assiduamente algumas semanas de treinamento, o que o torna mais complexo, pois dependerá da disponibilidade de tempo e do interesse de cada integrante da equipe sensorial de participar de maior número de encontros.

Existe uma gama de testes sensoriais que podem ser realizados de acordo com o objetivo e a necessidade da análise, contudo segundo Pedrão e Coró (1999) a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é a metodologia ideal e mais completa que avalia todos os atributos sensoriais. A ADQ tem sido muito utilizada na análise de alimentos, pois descreve os atributos sensoriais e quantifica a intensidade das sensações percebidas pelos avaliadores (GILLETE, 1984).

A Análise Descritiva Quantitativa deve ser realizada com avaliadores selecionados e treinados, pois de acordo com Chaves (1980), avaliadores especialmente treinados deverão ser utilizados quando se deseja verificar diferenças entre um produto tradicional e um novo produto. Esse fato é baseado na premissa de que o treinamento contribuirá para melhorar a percepção entre as diferenças observadas nos tratamentos, devido à familiarização dos avaliadores com o produto e com o método de avaliação, resultando em maior acuidade sensorial. No Brasil, a utilização de oito avaliadores selecionados e treinados foi eficiente para identificar diferenças no perfil sensorial de dez cultivares comerciais e de três linhagens

avanzadas de feijão (CARNEIRO et al., 2005). Na Espanha, foi possível diferenciar três cultivares de feijão, de diferentes origens, com 12 avaliadores selecionados e treinados (CALVO; REY, 1999).

A utilização da análise sensorial como instrumento de seleção de cultivares de feijão, pelo programa de melhoramento, é recente. Uma nova cultivar de feijão somente será utilizada na alimentação se apresentar atributos sensoriais que agradem o consumidor. Por isso, as novas linhagens deverão ser avaliadas quanto ao perfil sensorial para garantir seu consumo. Entretanto, é preciso considerar que se dispõe de pouca quantidade de grãos quando se trabalha com linhagens, o que torna impraticável a degustação para um grande número de pessoas. Além do mais, alta precisão experimental deverá ser obtida em testes sensoriais para que seja possível se identificar cultivares com qualidade superior (ROMERO DEL CASTILLO et al., 2008). Para tanto, é preciso avaliar se a análise sensorial deverá ser conduzida por avaliadores não-treinados ou treinados. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de avaliadores não-treinados e treinados, na avaliação do perfil de cultivares de feijão com o uso de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma ADQ com dois grupos de avaliadores: não-treinados, que não foram submetidos a nenhuma forma de treinamento, e os treinados, ou seja, submetidos à seleção, treinamento e a ADQ propriamente dita.

A análise com o grupo dos avaliadores não-treinados foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética, do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria – RS, o qual é iluminado com luz fluorescente e dispõe de mesas individuais. Para tanto, avaliadores foram recrutados voluntariamente, dentre estudantes, professores e funcionários da UNIFRA. Os 40 candidatos que tinham disponibilidade de tempo, que consumiam feijão e que apresentavam motivação para participar do teste foram selecionados para a composição da equipe sensorial. Os avaliadores foram instruídos a não se comunicar com os demais avaliadores durante a ADQ.

A análise com o grupo dos avaliadores treinados foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em cabines sensoriais individuais, com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes. Para tanto, foram recrutados

inicialmente 18 avaliadores, dentre estudantes de graduação e de pós-graduação do Setor de Melhoramento de Feijão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com disponibilidade de tempo, que consumiam feijão e que apresentavam motivação para participar da seleção e dos treinamentos.

O treinamento para o grupo dos avaliadores treinados consistiu de três etapas: seleção, treinamento para a ADQ e a ADQ propriamente dita. A seleção foi realizada por meio de testes, sendo inicialmente o de reconhecimento de gostos básicos: doce, ácido, salgado e amargo. Assim, soluções foram preparadas e servidas aos avaliadores em copos plásticos descartáveis, dispostos aleatoriamente em bandejas, seguindo a metodologia descrita por Moura et al.(2005).

A habilidade dos avaliadores em discriminar diferentes amostras de feijão foi avaliada, aplicando-se para cada indivíduo, uma série de testes triangulares e os avaliadores, com no mínimo 50% de acerto nestas etapas, foram selecionados para a etapa seguinte. Este percentual atende a recomendação de Meilgaard, Civille e Carr (1988) que é de 40%. Como sugerido por estes autores, foram eliminados ainda, os fumantes e as pessoas com idade acima de 50 anos. Além disso, deu-se preferência aos avaliadores que possuíam disponibilidade de tempo para participar dos testes e àqueles que apresentaram boa capacidade discriminatória e reprodutibilidade dos resultados. Com base nesses critérios, 11 avaliadores foram selecionados para a equipe sensorial, sendo cinco homens e seis mulheres, na faixa etária de 18 a 31 anos.

Na fase de treinamento da ADQ, terminologias foram detalhadamente descritas, conceituadas e aperfeiçoadas. Assim, por meio da identificação dos atributos sensoriais básicos de aparência, aroma, sabor, odor e textura das cultivares avaliadas, a realizou-se o levantamento dos termos descritivos sensoriais através do método rede (Figura 1),

DESCRITORES	DEFINIÇÕES	REFERÊNCIAS
Aparência		
Ruptura do tegumento	Rompimento do tegumento do feijão causado pelo cozimento.	Pouco: BRS Expedito cozido por 20 minutos. Muito: Pérola cozido por 35 minutos.
Uniformidade da cor do tegumento	Presença ou ausência de apenas uma tonalidade de cor no tegumento.	Pouco: BRS Expedito Muito: Pérola
Sabor		
Sabor	Sabor característico de feijão cozido	Pouco: BRS Expedito Muito: Pérola
Sabor Adocicado	Propriedade sensorial de substâncias puras ou misturas que produzem o gosto doce, geralmente associado a sacarose.	Ausente: Pérola
Sabor Amargo	Atributo de sabor associado cafeína.	Ausente : Pérola
Textura		
Dureza	Força necessária para penetrar uma substância com o dente molar. Está relacionado com a resistência ao morder ou se permanece íntegro ou se desmancha facilmente.	Pouca: BRS Expedito cozido por 25 minutos Muita: Campeiro cozido por 15 minutos
Granulosidade	Presença de grânulos percebidos durante a mastigação e associado a um aspecto arenoso.	Pouca: BRS Expedito cozido por 25 minutos Muita: BRS Campeiro cozido por 20 minutos
Casca Residual	Presença de cascas “grosseiras” na boca após a mastigação.	Pouca: BRS Expedito cozido por 25 minutos Muita – BRS Campeiro cozido por 20 minutos
Caldo		
Cor	Cor apresentada pelo caldo. Sensação produzida pela estimulação da retina pelos raios luminosos de comprimentos de onda variáveis, dentro do espectro visível.	Pouca: Pérola Muito: BRS Expedito
Viscosidade	Propriedade de resistência relacionada com a espessura do caldo	Pouca: Pérola Muito: BRS Expedito
Odor	Propriedade sensorial percebida pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas.	Muito: BRS Expedito

Figura 1 – Definição dos termos descritivos e cultivares de referências para as amostras de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2007

Com os termos descritivos gerados foi elaborada a ficha de avaliação, com escala estruturada de 9 pontos (Figura 2) com o objetivo de familiarizar os avaliadores com os parâmetros utilizados e propiciar maior facilidade de compreensão do instrumento de

avaliação. Nos encontros subsequentes, sob a supervisão do coordenador, o grupo discutiu os termos que seriam utilizados na ficha de avaliação e estabeleceu-se a maior equidade possível entre todos os avaliadores. Após quatro semanas de treinamento, realizou-se a análise propriamente dita com os 11 avaliadores selecionados e treinados. Vale ressaltar que todas as avaliações foram efetuadas pela parte da tarde, entre às 14 h e 17 h.

A ADQ foi realizada com grãos de quatro cultivares de feijão obtidos de experimento conduzido pelo Programa de Melhoramento de Feijão da UFSM, Santa Maria, RS, na safra agrícola de 2005/2006. As cultivares BRS Expedito e a BRS Campeiro são do grupo comercial preto, a Iraí apresenta tegumento bege com estrias vermelhas e a Carioca é de coloração bege com estrias marrons. Os grãos foram secados em estufa (65 a 70°C), até umidade média de 13%.

Amostras de 300 g de grãos inteiros, de cada cultivar de feijão, foram maceradas em 1500 ml de água destilada por oito horas, a temperatura ambiente (25°C ±1°C). A água foi separada dos grãos e colocada em aquecimento em uma panela de pressão até levantar fervura. Em seguida, adicionaram-se os grãos e aguardou-se nova fervura. A panela foi tampada, com o feijão sendo cozido sob pressão por 23 minutos, sem a adição de cloreto de sódio ou de condimentos.

Os avaliadores receberam 25 g de feijão cozido, de cada uma das quatro cultivares, para a análise. As amostras foram servidas individualmente em pratos plásticos, de fundo branco, identificados com números de três dígitos e distribuídos aleatoriamente na mesa. Os avaliadores foram orientados a examinar cada amostra pela técnica da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Assim, os atributos sensoriais da aparência (ruptura no tegumento e uniformidade da cor no tegumento), sabor, textura (dureza, granulabilidade e casca residual) e caldo (cor, viscosidade) e odor foram quantificados em uma ficha de avaliação (Figura 2).

Solicitou-se também que os avaliadores ingerissem água após cada degustação e comessem um biscoito tipo *cream cracker* para que fosse feita a limpeza das papilas gustativas.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL									
Iniciais: _____		Data: ____/____/____			AMOSTRA: _____				
POR FAVOR, FAÇA UM TRAÇO VERTICAL NA ESCALA QUE MELHOR DESCREVE A INTENSIDADE DE CADA CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA DE FEIJÃO AVALIADA.									
APARÊNCIA									
Ruptura no Tegumento	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Muito intenso		Intenso		Moderado		Pouco		Ausente
Uniformidade da cor do tegumento	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ausente		Fraco		Moderado		Intenso		Muito intenso
SABOR									
SABOR	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Extremamente diferente		Muito diferente		Moderadamente diferente		Pouco diferente		Característico
Favor informar caso observe sabor diferenciado: () amargo () adocicado									
TEXTURA									
Dureza	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Muito intenso		Intenso		Moderado		Pouco		Característico
Granulosidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Muito intenso		Intenso		Moderado		Pouco		Característico
Casca residual	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Muito intenso		Intenso		Moderado		Pouco		Característico
CALDO									
Cor	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ausente		Fraco		Moderado		Intenso		Muito intenso
Viscosidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ausente		Pouco		Moderado		Intenso		Muito intenso
ODOR									
ODOR	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Muito desagradável		Pouco desagradável		Moderado		Intenso		Muito intenso

Figura 2 - Ficha de avaliação sensorial utilizada para a discriminação das cultivares de feijão.

Constatou-se o atendimento das pressuposições da normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias residuais, respectivamente, pelos testes de Lilliefors e Bartlett, a 5% de probabilidade. Assim, os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, que

foi realizada individualmente para cada experimento, utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade de erro.

Para a análise sensorial com os 40 avaliadores não-treinados foram consideradas 40 repetições e a análise sensorial com os 11 avaliadores treinados, 11 repetições. O delineamento de blocos ao acaso foi utilizado, em ambos os experimentos, e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Compararam-se os valores do quadrado médio do erro (QM_E) entre os experimentos por meio do teste F ($F_{cal} = QM_E$ não-treinados/ QM_E treinados) a 5% de probabilidade de erro. A partir das médias e da matriz de variância e covariância residual dos atributos sensoriais, avaliou-se a dissimilaridade genética por meio de variáveis canônicas, conforme descrito em Rao (1952).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os avaliadores não-treinados diferenciaram a maioria dos atributos sensoriais avaliados nas quatro cultivares de feijão (Tabela 4). Apenas, a granulidade, a casca residual e a viscosidade não diferiram para estes avaliadores. Por sua vez, os avaliadores treinados somente verificaram diferenças quanto aos atributos: uniformidade da cor do tegumento e cor do caldo. Entretanto, variação para a ruptura no tegumento, uniformidade da cor, sabor, dureza, granulidade e casca residual foram observadas em sete cultivares comerciais e em três linhagens avançadas do Programa de Melhoramento de Feijão da Universidade Federal de Lavras, utilizando oito avaliadores treinados na equipe sensorial (CARNEIRO et al., 2005). Considerando que esses avaliadores avaliaram maior número de cultivares, com grãos de diferentes colorações de tegumento (preto, carioca e vermelho), isso explicaria as diferenças observadas, pois um melhor discernimento quanto aos atributos sensoriais foi obtido, em razão da variabilidade genética do germoplasma.

Tabela 4 - Média⁽¹⁾ dos atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão. Santa Maria - RS, UFSM, 2007

Cultivar	Ruptura	Unif. ¹	Sabor	Dureza	Granul. ²	Casca	Cor	Viscos. ³	Odor
... Avaliadores não-treinados ...									
BRS Campeiro	4,57 b	5,60 b	6,28 ab	5,82 a	5,66 ns	5,09 ns	5,46 a	3,87 ns	6,10 a
Carioca	3,90 b	4,05 c	6,22 ab	5,83 a	5,78	5,58	3,48 b	3,78	5,85 ab
BRS Expedito	4,78 ab	6,48 a	6,57 a	5,78 ab	6,15	5,25	6,38 a	4,50	6,25 a
Irai	5,70 a	5,68 ab	5,30 b	4,78 b	5,43	4,80	4,00 b	3,43	5,38 b
Média	4,74	5,45	6,09	5,55	5,75	5,18	4,83	3,89	5,89
... Avaliadores treinados ...									
BRS Campeiro	4,64 ns	2,82	6,55 ns	6,00 ns	6,55 ns	5,55 ns	5,45 ab	4,36 ns	5,73 ns
Carioca	2,91	3,64 bc	7,05	6,55	6,36	4,14	4,00 bc	4,27	6,27
BRS Expedito	4,18	4,32 ab	6,73	5,73	6,64	4,18	5,91 a	4,36	5,73
Irai	4,64	5,32 a	5,55	5,82	6,86	4,41	3,59 c	3,41	5,59
Média	4,09	4,02	6,47	6,02	6,60	4,57	4,74	4,10	5,83

⁽¹⁾Médias não seguidas por mesmas letras na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

ns = Não significativo.

¹Unif. = Uniformidade da cor.

²Granul. = Granulosidade.

³Viscos. = Viscosidade.

A simples interpretação dos resultados obtidos, com a aplicação do teste de Tukey, induz a dedução de que os avaliadores não-treinados tiveram maior percepção para identificar as intensidades dos atributos das cultivares de feijão (Tabela 4). Entretanto, é preciso considerar que os coeficientes de variação, obtidos nesse experimento, foram elevados (19,78% para odor a 52,54% para viscosidade) (Tabela 5). Assim, os avaliadores não-treinados reconheceram as diferenças entre as cultivares de feijão, mas foram altamente imprecisos em sua avaliação, provavelmente, porque os avaliadores não-treinados nem sempre compreendem bem o instrumento de avaliação e, por isso, alguns itens não são preenchidos e outros são quantificados de maneira equivocada. Dessa maneira, se observou uma amplitude muito elevada para um mesmo atributo sensorial e isso contribuiu para aumentar o erro experimental e, como consequência, diminuir a precisão experimental.

Por sua vez, a ADQ realizada com os avaliadores treinados foi mais precisa na avaliação da textura (dureza e granulosidade) e do caldo (cor e viscosidade), pois os coeficientes de variação foram inferiores e diferentes significativamente dos valores obtidos com os avaliadores não-treinados (Tabela 5). Além disso, o teste F ($F_{cal} = QM_E$ não-treinados/ QM_E treinados) revelou variâncias residuais heterogêneas ($p \leq 0,05$) entre os grupos não-treinados e treinados, em relação aos atributos dureza, granulosidade, cor do caldo e viscosidade do caldo. Então, a afirmação de que os avaliadores treinados foram mais eficientes para identificar a textura (dureza e granulosidade) e o caldo (cor e viscosidade) desejados para o consumo, procede. Calvo e Rey (1999), também, constataram que a

utilização de avaliadores treinados foi eficiente para diferenciar o perfil de textura de cultivares de feijão branco, na Espanha. Sendo assim, o treinamento para a ADQ contribuiu para melhorar a percepção das intensidades pelos avaliadores, pois possibilitou a familiarização com o produto e com o método de avaliação. Por isso, maior acuidade sensorial foi observada quando se utilizaram avaliadores treinados para a avaliação do perfil sensorial das cultivares de feijão.

Tabela 5 - Soma de quadrados do erro (SQ_E), graus de liberdade do erro (GL_E) e quadrado médio do erro (QM_E) da análise da variância dos atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão, média, coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS 5%), valor do teste F (F_{cal} = QM_E não-treinados/QM_E treinados) e probabilidade do teste F (P-valor). Santa Maria - RS, UFSM, 2007

Estadísticas	Ruptura	Unif. ¹	Sabor	Dureza	Granul. ²	Casca	Cor	Viscos. ³	Odor
... Avaliadores não-treinados (40 blocos)...									
SQ _E	319,238	260,566	361,112	371,330	407,216	368,131	454,439	489,082	159,020
GL _E	117	117	117	117	117	117	117	117	117
QM _E	2,7285	2,2271	3,0864	3,1738	3,4805	3,1464	3,8841	4,1802	1,3592
Média	4,7361	5,4511	6,0915	5,5481	5,7525	5,1784	4,8272	3,8915	5,8934
CV (%)	34,8773	27,3770	28,8406	32,1104	32,4310	34,2540	40,8273	52,5395	19,7820
DMS 5%	0,9629	0,8699	1,0241	1,0385	1,0875	1,0340	1,1489	1,1919	0,6796
... Avaliadores treinados (11 blocos)...									
SQ _E	76,000	48,102	96,102	43,943	22,511	77,897	50,738	49,829	30,670
GL _E	30	30	30	30	30	30	30	30	30
QM _E	2,5333	1,6034	3,2034	1,4648	0,7504	2,5966	1,6913	1,6610	1,0223
Média	4,0909	4,0227	6,4659	6,0227	6,6023	4,5682	4,7386	4,1023	5,8295
CV (%)	38,9069	31,4776	27,6807	20,0952	13,1204	35,2743	27,4445	31,4165	17,3446
DMS 5%	1,8461	1,4687	2,0760	1,4038	1,0048	1,8690	1,5084	1,4949	1,1728
F _{cal}	1,0771	1,3890	0,9635	2,1667	4,6383	1,2118	2,2965	2,5167	1,3294
P-valor	0,4222	0,1500	0,5737	0,0082	0,0000	0,2772	0,0051	0,0023	0,1854

¹Unif. = Uniformidade da cor.

²Granul. = Granulosidade.

³Viscos. = Viscosidade.

Os atributos sensoriais que conferem aparência (ruptura no tegumento e uniformidade da cor do tegumento), sabor, presença de casca residual e odor foram avaliados com a mesma precisão experimental pelos avaliadores não-treinados e treinados, pois as variâncias residuais não foram heterogêneas ($p > 0,05$) e, como consequência, os coeficientes de variação não diferiram a 5% de probabilidade (Tabela 5). Considerando que o fator determinante para a aceitação do alimento é a aparência (PEDRÃO; CORÓ, 1999), tanto os avaliadores não-treinados como os treinados foram capazes de identificar a intensidade dos atributos sensoriais, com a mesma eficiência. Além disso, percepção similar para a presença de casca residual, sabor e odor foram observadas em ambas as equipes de avaliadores.

Sendo assim, o treinamento possibilitou maior discernimento dos avaliadores quanto às diferenças entre as cultivares de feijão para a dureza, a granulosidade, a cor e a viscosidade do caldo, pois menor quadrado médio do erro foi verificado e o teste F apresentou significância (Tabela 5). Para esses atributos sensoriais, a utilização de avaliadores treinados apresentou maior precisão experimental (menor coeficiente de variação e menor quadrado médio do erro), em relação aos não-treinados. Por isso, quando a técnica de ADQ for aplicada com a finalidade de avaliar o perfil de cultivares de feijão, se recomenda a utilização de avaliadores treinados, devido à fidelidade das informações obtidas.

Considerando que cada variável canônica é uma combinação linear das variáveis originais analisadas, observou-se que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram 97,37% da variação total das cultivares para os avaliadores não-treinados e 89,80%, para os avaliadores treinados (Tabela 6).

Tabela 6 - Variâncias, variâncias percentuais e acumuladas das variáveis canônicas obtidas de nove atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão. Santa Maria - RS, UFSM, 2007

Variáveis canônicas	Variável canônica	Variância	
		Percentual	Percentual acumulado
... Avaliadores não-treinados ...			
1	2,7285	54,76	54,76
2	2,1130	42,61	97,37
3	2,9454	2,63	100
4	2,3384	0	100
5	2,0614	0	100
6	2,5628	0	100
7	3,0684	0	100
8	2,6367	0	100
9	1,0391	0	100
... Avaliadores treinados ...			
1	2,5333	64,84	64,84
2	1,3426	24,96	89,80
3	2,9081	10,20	100
4	1,0260	0	100
5	0,6627	0	100
6	1,8617	0	100
7	1,2374	0	100
8	1,1334	0	100
9	0,7290	0	100

Quando as duas primeiras variáveis canônicas permitem a obtenção de estimativas mínimas de 80% da variação total contida no conjunto de dados analisados, uma interpretação satisfatória pode ser obtida (CRUZ; REGAZZI, 2001). Nesse caso, foi possível a visualização

gráfica bidimensional das cultivares, utilizando a primeira e a segunda variáveis canônicas (Figura 3).

Dois grupos foram formados com os escores das variáveis canônicas quando a equipe sensorial foi composta por avaliadores não-treinados.

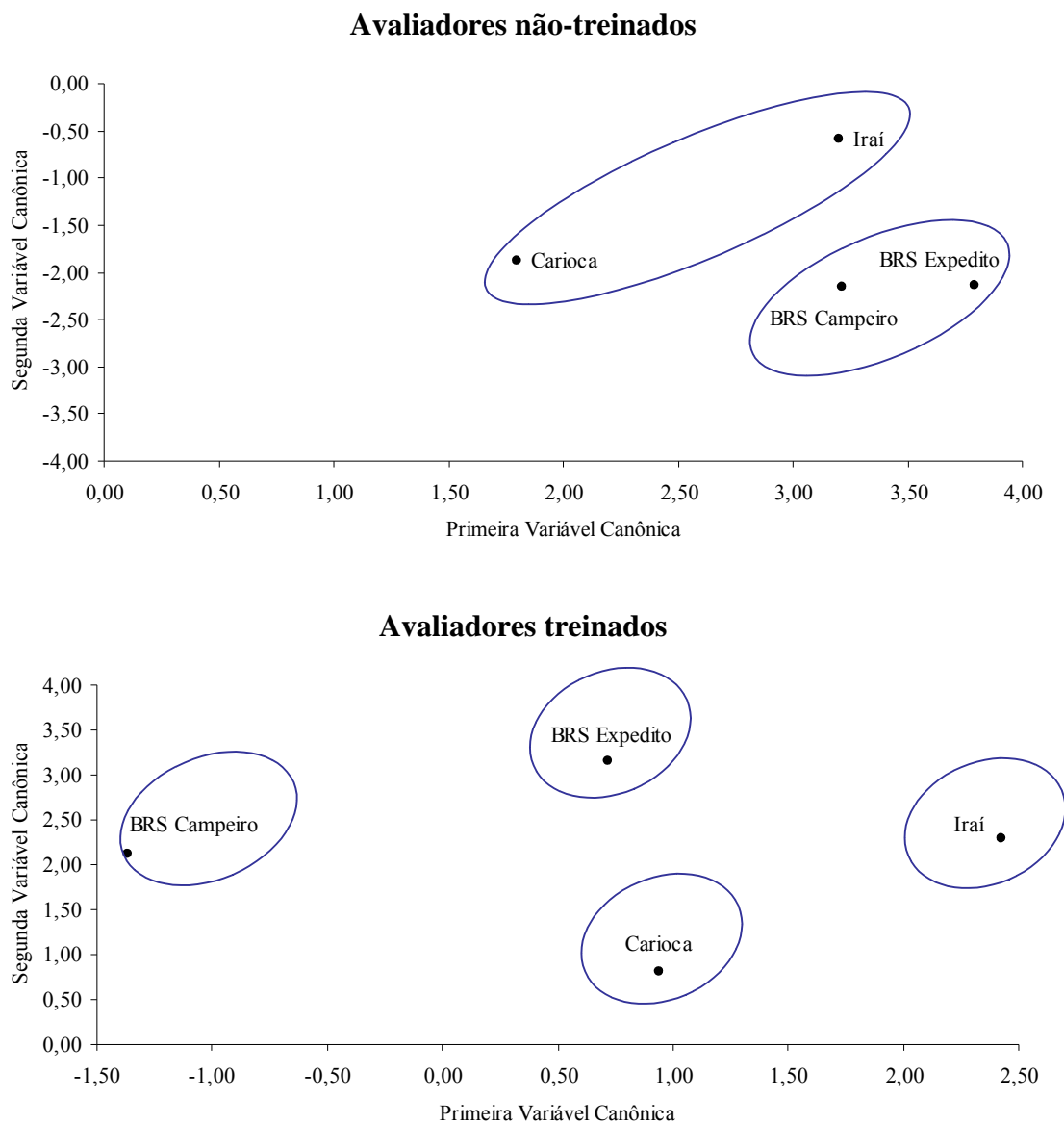


Figura 3 - Dispersão de escores dos atributos sensoriais avaliados por avaliadores não-treinados e treinados em quatro cultivares de feijão, em relação às duas primeiras variáveis canônicas. Santa Maria - RS, UFSM, 2007

Assim, foi possível diferenciar as cultivares do grupo de cores (Carioca e Iraí) daquelas cultivares do grupo comercial preto (BRS Campeiro e BRS Expedito). Entretanto, quando a ADQ foi realizada com os avaliadores treinados, quatro grupos foram constatados.

Dessa maneira, cada grupo foi constituído por uma cultivar, demonstrando que os avaliadores treinados perceberam diferenças entre cultivares do mesmo grupo comercial. Assim, o treinamento permitiu a diferenciação entre as cultivares com tegumento preto e daquelas com coloração bege, o que é de grande importância para o programa de melhoramento, pois esses avaliadores reconheceram diferenças não observadas pelos avaliadores não-treinados.

Como a equipe sensorial é composta por oito a doze avaliadores treinados (CALVO; REY, 1999; CARNEIRO et al., 2005), uma menor porção de alimento pode ser preparada para a degustação, possibilitando que linhagens de feijão avançadas (em homozigose) sejam avaliadas. Além disso, os avaliadores treinados podem provar e julgar maior número de tratamentos numa mesma etapa, devido à familiaridade com a escala utilizada, o que não é possível com os avaliadores não-treinados. Estes fatores contribuem para que a técnica de ADQ possa ser implementada na rotina do programa de melhoramento para avaliar o perfil sensorial e a aceitabilidade dos novos genótipos, antes da inscrição no Serviço Nacional de Cultivares no Ministério da Agricultura (SNPC-MA).

Considerando que a utilização de avaliadores treinados na análise sensorial é eficiente para reconhecer diferenças entre cultivares de feijão (CALVO; REY, 1999; CARNEIRO et al., 2005) e com alta precisão experimental, como observada no presente estudo, será possível a identificação precoce de germoplasma de feijão com melhor perfil sensorial. Assim, o emprego da ADQ, com a utilização de avaliadores treinados, possibilita a seleção de cultivares de feijão com maior acuidade sensorial.

CONCLUSÕES

Os avaliadores não-treinados diferenciam maior número de atributos sensoriais nas cultivares de feijão, mas com menor precisão experimental.

Os avaliadores treinados reconhecem diferenças na textura e no caldo de feijão com maior precisão experimental.

A utilização da técnica de Análise Descritiva Quantitativa, com avaliadores treinados, possibilita a seleção de cultivares de feijão com maior acuidade sensorial.

CAPÍTULO 3

PERFIL SENSORIAL DE CULTIVARES DE FEIJÃO EM DIFERENTES TEMPOS DE COZIMENTO

SENSORIAL PROFILE OF COMMON BEAN CULTIVARS SUBMITTED TO DIFFERENT TIMES OF COOKING

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o tempo necessário de cozimento de cultivares de feijão de grãos preto e carioca, em panela de pressão doméstica, para a identificação de cultivares de melhor perfil sensorial para o consumo. Para tanto, utilizaram-se grãos de quatro cultivares de feijão: BRS Expedito, BRS Campeiro, Pérola e Carioca e o cozimento foi realizado em panela de pressão doméstica por 15, 20, 25 e 30 minutos. A análise sensorial foi efetuada em duas etapas: treinamento para a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e a análise sensorial propriamente dita, com sete avaliadores treinados. Os avaliadores reconheceram diferenças para as cultivares de feijão quanto à uniformidade da cor do tegumento, à dureza, à granulosidade, à cor do caldo e à viscosidade. A ruptura no tegumento dos grãos foi maior à medida que se aumentou o tempo de cozimento. A dureza e a granulosidade apresentaram maiores intensidades quanto maior foi o tempo de cozimento dos grãos de feijão. A utilização de 20 a 25 minutos de cozimento em panela de pressão doméstica possibilita a identificação de cultivares de feijão de grãos preto e carioca com melhor perfil sensorial para o consumo, mantendo a integridade dos grãos cozidos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., análise sensorial, análise descritiva quantitativa, panela de pressão.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the cooking time of black and carioca common bean cultivars, in domestic pressure pan, to identify those with the best sensory profile. It was used four cultivars of common bean: BRS Expedito, BRS Campeiro, Pérola and Carioca and the cooking was carried through in a domestic pressure pan during 15, 20, 25 or 30 minutes. The sensorial analysis occurred in two stages: training for Quantitative Descriptive Analysis and the sensorial analysis properly, with seven trained panel. The panel recognized differences among the cultivars such as: uniformity seed-coat color, hardness, graininess, broth color and viscosity. The rupture of the tegument was bigger as it was increased the cooking time. The hardness and the graininess received best notes with the increasing of cooking time. The use of 20 to 25 minutes to cook in domestic pressure pan seems to identify black and carioca cultivars of common bean with the best sensory profile for the consumption, keeping the integrity of the cooked grains.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., sensory profile, quantitative descriptive analysis, pressure pan.

INTRODUÇÃO

O cozimento do feijão é importante para assegurar a inativação dos fatores antinutricionais, como os inibidores de proteases, e para a obtenção de melhor digestibilidade (ANTUNES et al., 1995). Além disso, contribui para melhorar os atributos sensoriais da aparência, do sabor e da textura, tão desejáveis aos consumidores (COSTA; VIEIRA, 2000).

O desenvolvimento de cultivares de feijão de rápido cozimento atende às necessidades do mercado consumidor que dispõe de tempo reduzido para o preparo da refeição e quer diminuir os custos com a utilização de energia. Cultivares de feijão com tempo de cozimento menor do que 30 minutos são desejáveis, pois significa economia de energia e de capital, todavia tem sido observada variabilidade genética, com valores entre 13,51 min a 100,3 min para o cozimento dos grãos de feijão (CARNEIRO et al., 1999). Por isso, a avaliação do

tempo de cozimento se faz necessária para a inscrição das cultivares de feijão no Registro Nacional de Cultivares, no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2006).

A metodologia oficial utiliza o Cozedor de Mattson, que é colocado dentro de um béquer ou de uma panela sob aquecimento, e considera o tempo de queda de 23 dos 25 pinos do aparelho, que representa 92% dos grãos cozidos, para estimar o tempo de cozimento da amostra (PROCTOR; WATTS, 1987). Assim, cultivares de feijão com tempo de cozimento reduzido são identificadas e disponibilizadas para o consumo. Entretanto, como se utilizam apenas 25 grãos por amostra, não é possível realizar a degustação e a avaliação dos atributos sensoriais da cultivar.

Como o consumidor escolhe o alimento pela coloração, forma e embalagem, e depois pelo aroma, sabor e textura (PEDRÃO; CORÓ, 1999), a avaliação dos atributos sensoriais é de grande interesse, antes do lançamento da cultivar. Isso porque uma nova cultivar de feijão somente será utilizada na alimentação se apresentar textura e grau de maciez que agradem o consumidor. Desta forma, se realiza o cozimento em fogão, em panela comum ou de pressão, de amostras de 300 a 500 g de feijão (CALVO; REY, 1999; CARNEIRO et al., 2005).

A utilização da análise sensorial como instrumento de seleção de cultivares de feijão, pelo programa de melhoramento, é recente. A análise sensorial tem sido adotada em alguns trabalhos no Brasil e no exterior para a avaliação de cultivares de feijão, utilizando, principalmente, a técnica da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), desenvolvida por Stone et al.(1974).

A ADQ tem como objetivo identificar e quantificar, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida. Esse teste fornece um perfil sensorial completo do produto, pois avalia todos os atributos sensoriais presentes (DUTCOSKY, 1996). A ADQ tem ainda como vantagens sobre os outros métodos: a confiança no julgamento de uma equipe treinada, o desenvolvimento de uma linguagem mais próxima à linguagem do consumidor e o desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizada, o que implica em maior concordância das avaliações (BEHRENS; ROIG; SILVA, 2001).

Há evidências de diferenças genéticas entre as cultivares de feijão quanto ao tempo de cozimento (RODRIGUES et al., 2004; TAIWO et al., 1997). Além disso, diferentes tempos de cozimento de grãos têm sido utilizados para a realização da análise sensorial (ABD EL-MONIEM, 1999; CARNEIRO et al., 2005; QUENZER et al., 1978; TAIWO et al., 1997). Quando o cozimento foi realizado em panela de pressão doméstica, por 23 minutos, um grupo de oito avaliadores treinados reconheceu diferenças quanto à ruptura no tegumento, à

coloração do grão, à uniformidade da cor, ao sabor, à dureza, à granulosidade e à casca residual entre sete cultivares comerciais e três linhagens avançadas de feijão do Programa de Melhoramento da Universidade Federal de Viçosa (CARNEIRO et al., 2005). Nove avaliadores treinados também distinguiram três cultivares de *pinto bean* (grãos beges e com manchas marrons), cozidas por 90 minutos, quanto à coloração do grão, à textura, à casca residual e ao sabor (QUENZER et al., 1978).

Como há grande variabilidade quanto à coloração, tamanho e forma dos grãos de feijão, essa diversidade pode influenciar na preferência por uma determinada cultivar. Além disso, o cozimento excessivo pode resultar em decréscimo do valor nutricional do feijão (TAIWO et al., 1997). Por isso, é preciso determinar o tempo de cozimento necessário para se obter a maciez considerada ideal para o consumo e que propicie o reconhecimento dos atributos sensoriais de maior aceitação do feijão. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de cozimento que deverá ser utilizado, em panela de pressão doméstica, para a identificação de cultivares de feijão de grãos dos grupos preto e carioca com melhor perfil sensorial para o consumo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para tanto, utilizaram-se grãos de quatro cultivares de feijão que foram obtidos na safra agrícola de 2007/2008. Duas cultivares possuem grãos do grupo comercial preto (BRS Campeiro e BRS Expedito) e duas cultivares apresentam grãos do tipo carioca (Pérola e Carioca). Os grãos foram secados em estufa (65 a 70°C) para a padronização da umidade média em 13%.

A análise foi conduzida em duas etapas: treinamento para a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e a ADQ propriamente dita. Merece ser ressaltado, que não houve a etapa da seleção, pois há dois anos existe a equipe sensorial do Programa de Melhoramento de Feijão da UFSM. Sendo assim, o treinamento teve início com onze avaliadores, dos quais nenhum era fumante e todos apresentavam interesse e disponibilidade de tempo para realizar as etapas do treinamento. Todas as reuniões de treinamento e a ADQ foram efetuadas pela parte da tarde, entre às 14 h e 17 h.

A fase de treinamento da ADQ iniciou-se com o levantamento dos termos descritivos para o feijão cozido, utilizando-se o método de rede de Kelly – *Kelly's repertory grid method* (MOSKOWITZ, 1983), no qual cada avaliador sugeriu os termos descritivos mais e menos agradáveis relacionados ao tempo de cozimento do feijão. Nesta etapa, os termos que expressavam o mesmo significado foram agrupados em um só atributo e retirados aqueles utilizados por poucos membros da equipe. Em seguida, foram servidas aos pares amostras de feijão de forma que cada uma fosse comparada com as demais e os avaliadores descreviam as similaridades e as diferenças quanto à aparência, sabor, textura, caldo e odor. As terminologias foram detalhadamente definidas e aprimoradas pelo grupo.

Foram utilizadas as mesmas cultivares a serem avaliadas como amostras de referência para fixar a memória sensorial, aprimorar o poder de discriminação entre as amostras e para avaliar a concordância entre os demais membros da equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Por meio da identificação dos atributos sensoriais básicos desejados após o cozimento de feijão das cultivares avaliadas, a intensidade de cada variável foi quantificada em uma escala estruturada de 9 pontos (Figura 1), com o objetivo de familiarizar os avaliadores sobre quais parâmetros deveriam ser considerados, além de propiciar maior facilidade de compreensão do instrumento de avaliação.

Nos encontros subseqüentes, sob a supervisão do coordenador, o grupo discutiu esses termos que seriam utilizados na ficha de avaliação e estabeleceu-se a maior equidade possível entre todos os avaliadores. Após quatro semanas de treinamento, realizou-se ADQ com os avaliadores que apresentaram 100% de assiduidade e reprodutibilidade nos treinamentos, totalizando uma equipe final de sete avaliadores, sendo dois homens e cinco mulheres, com idade de 18 a 35 anos.

Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar foram maceradas em 400 mL de água destilada, em uma proporção feijão:água de 1:4 (p/v), por oito horas, à temperatura ambiente (± 18 °C). A água de maceração foi aproveitada para o cozimento em fogão convencional, em uma panela de pressão doméstica de 7 L até levantar fervura. Em seguida, adicionaram-se os grãos sem adição de cloreto de sódio ou de outros condimentos e aguardou-se nova fervura. A panela foi tampada e o feijão foi cozido sob pressão por 15, 20, 25 ou 30 minutos após saída constante de vapor pela válvula de pressão de 1 atm e temperatura de aproximadamente 116 °C.

A ADQ foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em cabines sensoriais individuais, com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes. Os avaliadores receberam uma amostra de 10 g de feijão cozido de

cada uma das quatro cultivares de feijão cozidas nos quatro diferentes tempos. As amostras foram servidas individualmente em pratos plásticos de fundo branco, identificados com números de três dígitos e distribuídos aleatoriamente nas cabines. Cada avaliador posicionou-se individualmente diante de cada amostra e, entre uma avaliação e outra, ingeriu-se um pouco de água e de biscoito água e sal, para limpeza das papilas gustativas. Primeiramente, serviram-se as amostras de feijão preto e, após a conclusão, realizou-se um intervalo de 30 minutos, antes da avaliação das amostras de grãos carioca.

Os avaliadores foram orientados a examinar cada amostra oferecida pela técnica da ADQ e os atributos sensoriais da aparência (ruptura no tegumento e uniformidade da cor do tegumento), sabor, textura (dureza, granulosidade e casca residual) e caldo (cor, viscosidade e odor) foram quantificados em uma ficha de avaliação (Figura 2).

Os dados obtidos foram analisados considerando o delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete repetições (avaliadores). Os tratamentos consistiram da combinação de quatro cultivares de feijão (BRS Expedito, BRS Campeiro, Pérola e Carioca) e de quatro tempos de cozimento dos grãos (15, 20, 25 ou 30 minutos). A análise de variância foi realizada utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade de erro, para testar as hipóteses da interação entre cultivares x tempos de cozimento e dos efeitos principais. Em relação às variáveis com efeito significativo de cultivares efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Àquelas variáveis com efeito significativo para tempos de cozimento, aplicou-se a análise de regressão. As análises estatísticas foram implementadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância não se obteve interação significativa entre cultivares x tempos de cozimento para os atributos sensoriais avaliados. Por isso, os efeitos principais de cultivares e de tempos de cozimento foram apresentados. Diferenças estatísticas significativas foram observadas entre as cultivares de feijão para a uniformidade da cor do tegumento, a dureza, a granulosidade, a cor do caldo e a viscosidade (Tabela 7). Com relação ao tempo de cozimento, constatou-se efeito significativo para as variáveis: ruptura no tegumento, dureza e granulosidade (Figura 3).

Os avaliadores treinados reconheceram diferenças quanto à uniformidade da cor do tegumento, diferenciando as cultivares de tegumento preto (BRS Campeiro e BRS Expedito) das cultivares de tegumento carioca (Pérola e Carioca) (Tabela 7). As cultivares de tegumento preto receberam maior intensidade, provavelmente pelo fato de que esse tipo de grão apresenta uma única coloração (preto), enquanto que os grãos do tipo carioca possuem grãos com tegumento beges com estrias marrons.

Tabela 7 - Média⁽¹⁾ dos atributos sensoriais avaliadas em quatro cultivares de feijão. Santa Maria - RS, UFSM, 2008

Atributos	Cultivares				Média	CV%
	BRS Campeiro	BRS Expedito	Pérola	Carioca		
Ruptura no tegumento	4,64ns	4,71	3,86	4,00	4,30	33,57
Uniformidade da cor	4,82a	4,64a	3,57 b	3,32 b	4,09	30,38
Sabor	6,04ns	6,64	6,14	6,32	6,29	20,47
Dureza	3,54 b	5,00a	4,18ab	4,46ab	4,29	40,90
Granulosidade	4,50ab	5,57a	4,43 b	5,11ab	4,90	32,29
Casca residual	3,00ns	3,64	3,39	3,00	3,26	43,17
Cor do caldo	4,36a	4,71a	2,54 b	3,29 b	3,72	34,16
Viscosidade do caldo	3,61a	4,00a	2,61 b	3,11ab	3,33	39,98
Odor	5,79ns	6,21	6,29	6,00	6,07	13,77

⁽¹⁾ Médias não seguidas por mesmas letras na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

ns = Não significativo.

Com relação à dureza, a cultivar BRS Expedito apresentou a maior intensidade (5,0), embora não tenha se diferenciado significativamente das cultivares Pérola e Carioca (Tabela 7). Como a cultivar BRS Expedito possui um alto teor de cálcio nos grãos (JOST, 2008), era de se esperar que um maior tempo de cozimento fosse necessário para se atingir à maciez considerada adequada para o consumo. Isso porque a alta concentração de cálcio e de magnésio nas paredes celulares contribui para o processo de endurecimento dos grãos, devido à formação de fitatos insolúveis de cálcio e de magnésio, aumentando o tempo de cozimento (CHIARADIA; GOMES, 1997). Entretanto, os grãos da cultivar BRS Expedito foram os de menor resistência à mastigação, após 15 a 30 minutos de cozimento realizado em panela de pressão doméstica.

Como as intensidades de dureza variaram de 3,54 (BRS Campeiro) a 5,00 (BRS Expedito), um maior tempo de cozimento dos grãos poderia proporcionar maior maciez. No entanto, não se avaliou o cozimento acima de 30 minutos, pois as cultivares de feijão que

cozinham em menos de 30 minutos têm maior aceitação para o consumo (RODRIGUES et al., 2005b). Além disso, é preciso considerar que períodos prolongados de cozimento devem ser evitados, pois ocasionam mudanças estruturais em nível celular, provocando perdas de nutrientes (WASSIMI et al., 1988).

As cultivares BRS Expedito e Pérola apresentaram diferenças estatísticas significativas quanto à granulosidade, sendo que na cultivar BRS Expedito praticamente não se observou a presença de grânulos grosseiros durante a mastigação e, por isso apresentou maior intensidade (5,57). Esse valor foi semelhante ao observado nas linhagens CB733812 e MA733327, da Universidade Federal de Viçosa, que apresentaram maior granulosidade quando comparadas a sete cultivares comerciais de feijão (CARNEIRO et al., 2005). Considerando que a dureza e a granulosidade são características que compõem a textura do grão e que são de extrema importância para a aceitação das cultivares de feijão, pode-se inferir que os sete avaliadores identificaram diferenças tênues nos perfis das cultivares de grãos preto e carioca. Calvo e Rey (1999), também, observaram variação no perfil de textura em três cultivares de feijão branco avaliadas na Espanha.

Os avaliadores treinados também reconheceram diferenças no perfil do caldo do feijão cozido. Assim, a cultivar BRS Expedito, seguida pela BRS Campeiro, Carioca e Pérola apresentaram maior intensidade para a cor do caldo e para a viscosidade. As cultivares de grãos preto (BRS Campeiro e BRS Expedito) apresentaram diferentes intensidades para o perfil de cor do caldo e para a viscosidade.

Os avaliadores não reconheceram diferenças quanto às cultivares de feijão para a ruptura no tegumento dos grãos, o sabor, a casca residual e o odor. Entretanto, o sabor e o odor foram os atributos sensoriais de maiores intensidades, médias de 6,29 e 6,21, respectivamente, foram atribuídas. Por sua vez, variação para a ruptura no tegumento, para o sabor e para a casca residual foi observada em sete cultivares comerciais e em três linhagens avançadas do Programa de Melhoramento de Feijão da Universidade Federal de Viçosa, utilizando oito avaliadores treinados na equipe sensorial (CARNEIRO et al., 2005). Considerando que esses avaliadores avaliaram maior número de cultivares, com grãos de diferentes colorações de tegumento (preto, carioca e vermelho), isso explicaria as diferenças observadas, pois um melhor discernimento sobre perfis sensoriais foi obtido, em razão da variabilidade genética do germoplasma.

A ruptura no tegumento dos grãos de feijão foi maior a medida que se aumentou o tempo de cozimento (Figura 4). Assim, em 15 minutos de cozimento praticamente não se observou a ruptura no tegumento dos grãos, pois a maior intensidade foi registrada. Quanto

maior foi o tempo de cozimento, menores intensidades para a ruptura no tegumento foram observadas pelos avaliadores e aos 30 minutos um grande rompimento dos grãos de feijão foi observado. Como o consumidor prefere grãos macios, mas que não sejam rompidos durante o cozimento, se o cozimento for realizado em menos de 25 minutos será possível manter a integridade dos grãos cozidos e assegurar maior satisfação sensorial.

A dureza e a granulidade apresentaram as maiores intensidades quanto maior foi o tempo de cozimento do feijão (Figura 4). Como uma regressão linear foi obtida não foi possível estimar o tempo de cozimento necessário para demonstrar o melhor perfil para o consumo das cultivares de feijão de grãos preto e carioca avaliadas. Entretanto, aos 38,6 minutos obteve-se aproveitamento máximo da digestibilidade da proteína e a maior aceitação para o consumo de *Vigna radiata* (ABD EL-MONIEM, 1999). Por sua vez, a utilização de 23 minutos de cozimento em panela de pressão possibilitou a identificação do perfil sensorial de linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (CARNEIRO et al., 2005).

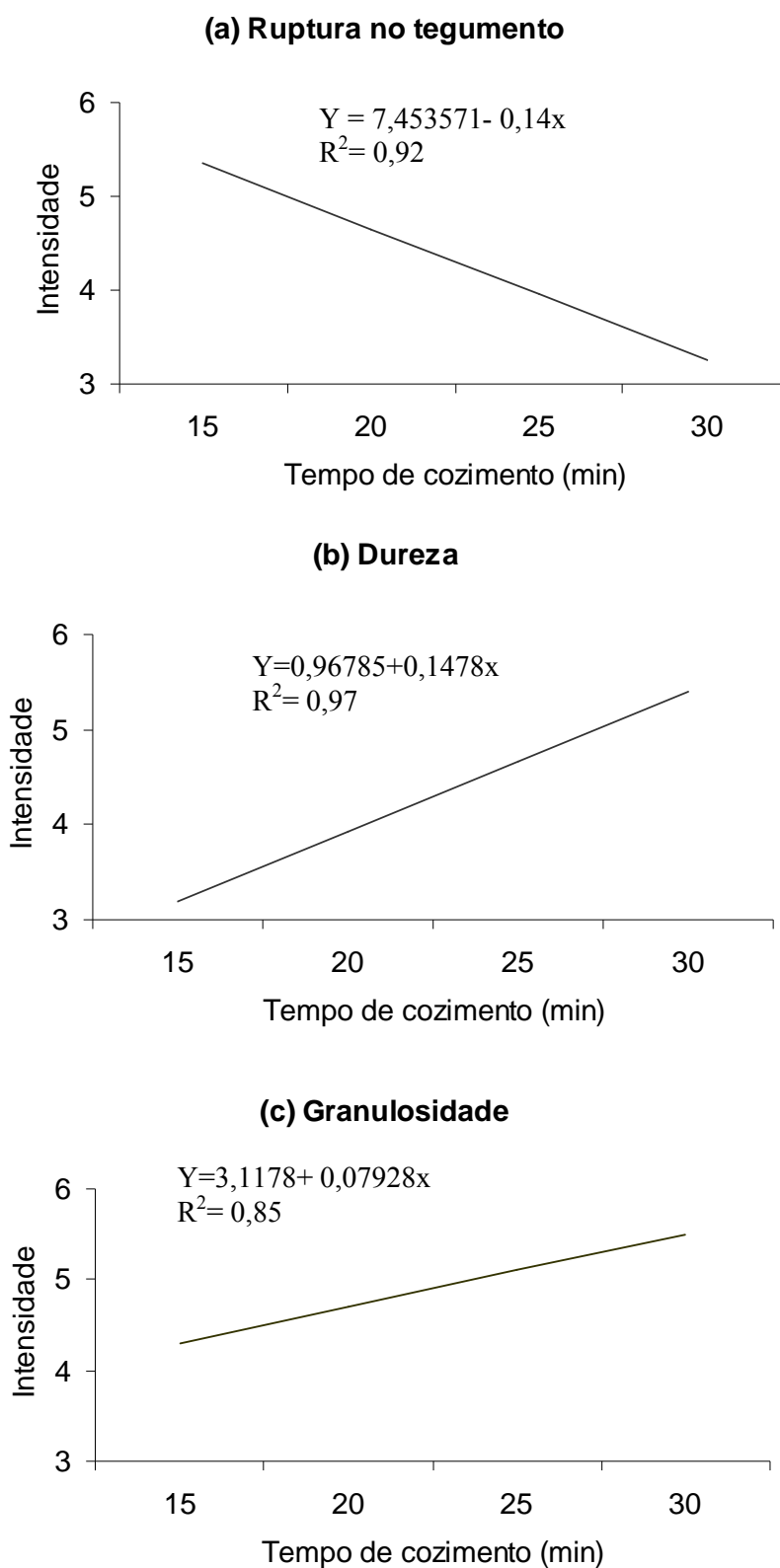


Figura 4 - Perfil sensorial das cultivares de feijão para a ruptura no tegumento dos grãos(a), a dureza(b) e a granulosidade (c) em diferentes tempos de cozimento. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Considerando que o cozimento excessivo pode diminuir o valor nutricional do feijão (TAIWO et al., 1997) e que o programa de melhoramento deverá identificar cultivares de feijão de rápido cozimento, sugere-se que a análise sensorial seja realizada após cozimento dos grãos em panela de pressão doméstica por 20 a 25 minutos. Dessa maneira, será possível identificar cultivares de feijão de grãos preto e carioca com atributos sensoriais de melhor perfil sensorial para o consumo, mantendo a integridade dos grãos cozidos.

CONCLUSÕES

Os atributos sensoriais do feijão uniformidade da cor do tegumento, dureza, granulosidade, cor do caldo e viscosidade são influenciadas pelo genótipo.

O tempo de cozimento afeta o perfil das cultivares de feijão quanto à ruptura no tegumento dos grãos, à dureza e à granulosidade.

A utilização de 20 a 25 minutos de cozimento em panela de pressão doméstica possibilita a identificação de cultivares de feijão com melhor perfil sensorial.

CAPÍTULO 4

QUALIDADE PARA COZIMENTO E TEOR DE MINERAIS EM CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

COOKING QUALITY AND MINERALS CONTENT IN COMMON BEAN CULTIVARS (*Phaseolus vulgaris* L.) STORED UNDER REFRIGERATION

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do armazenamento sob refrigeração (temperatura de 0 °C e umidade relativa do ar de 50%) sobre a qualidade para o cozimento, o teor de minerais e a claridade dos grãos de feijão de cultivares de tegumento preto e de cor. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de seis cultivares (Macanudo, Guapo Brilhante, BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5) e três tempos de armazenamento dos grãos (0, 3 e 6 meses). Avaliou-se a qualidade para o cozimento (absorção de água, grãos normais, grãos *hardshell* e tempo de cozimento), o teor de minerais e a coloração dos grãos (valor de “L”). O armazenamento de feijão por seis meses reduz a capacidade de absorção de água de algumas cultivares e influencia negativamente na claridade dos grãos do tipo Carioca. Todavia, não aumenta a porcentagem de grãos *hardshell* e o tempo de cozimento e não altera o teor de minerais dos grãos avaliados até seis meses de armazenamento.

Palavras-chave: feijão comum, conservação, tempo de cozimento, absorção de água, grãos duros.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of refrigeration storage on the cooking quality, the minerals content and the grain clarity of common bean cultivars with black and color skin. It was used six cultivars (Macanudo, Guapo Brilhante, BRS Campeiro, Carioca, Pérola and LH 5) and three times of storage (0, 3 and 6 months). It was evaluated the cooking quality (water absorption, normal and hardshell grains and cooking time), the mineral content and the grain clarity ("L" value). Beans storage for six months reduces the grains capacity of water absorption and influences negatively in the darkness of Carioca group. However, it does not increase the amount of hardshell grains and the cooking time, as well as the minerals content of the grains.

Key words: common bean, storage, cooking time, water absorption, hardshell.

INTRODUÇÃO

O feijão é cultivado em quase todos os países de clima tropical e subtropical e assume grande importância na alimentação humana, devido ao baixo custo e ao alto valor nutricional dos grãos. É um alimento rico em proteína, de alto teor de minerais, de plena aceitação nas diversas camadas sociais e com cultivo disseminado em todo o país (ESTEVES, 2002; JOST et al., 2006; RIBEIRO et al., 2008a). Entretanto, em algumas regiões não há a possibilidade de cultivo durante todos os meses do ano e, conseqüentemente, há a necessidade de importação ou de armazenamento. O feijão é um dos poucos produtos agrícolas que não tolera o armazenamento prolongado, pois ocorrerá o aumento do tempo de cozimento (BRACKMANN et al., 2002) e a rejeição para o consumo. O feijão do tipo Carioca apresenta redução de mais de 50% do valor comercial após três meses de colheita, devido ao escurecimento dos grãos e, por isso, não é recomendada a estocagem.

O armazenamento visa preservar as características do produto e é influenciado pela constituição genética, pelos fatores ambientais e pela interação genótipos com ambientes

(VIEIRA; YOKOYAMA, 2000). Por isso, o controle no armazenamento é essencial para preservar a qualidade tecnológica e nutricional do feijão, sendo a umidade do grão, a umidade relativa do ar e a temperatura de armazenamento os parâmetros mais críticos (ANTUNES; SGARBIERI, 1979; MOURA, 1998).

Os grãos perdem qualidade para o cozimento devido à perda de peso e ao consumo de energia pelo processo respiratório, pela presença de rachaduras e pela ocorrência de insetos e de fungos. Além disso, a qualidade nutricional do feijão armazenado pode ser menor do que a do feijão recém-colhido (VALLE-VEGA et al., 1990). A qualidade sensorial também pode ser comprometida, pois o caldo poderá ficar menos espesso e o feijão apresentará menor aceitação para o consumo (GARCIA; LAJOLO, 1994).

O feijão armazenado em condições não apropriadas torna-se endurecido e resistente ao cozimento devido a diferentes tipos de endurecimento dos grãos: *hardshell* e *hard-to-cook*. O termo *hardshell* se refere às sementes maduras e secas, que falham em absorver água quando embebidas em períodos relativamente longos (BOURNE, 1967), enquanto que, *hard-to-cook* é empregado para descrever a condição na qual as sementes requerem um tempo prolongado de cozimento para amolecer ou não amolecem, mesmo depois de cozimento prolongado em água em ebulição. O *hardshell* caracteriza-se pela impermeabilidade do tegumento à água e o *hard-to-cook* está associado ao não amolecimento do cotilédone durante a cocção, mesmo que a semente absorva água (BOURNE, 1967; VINDIOLA et al., 1986).

O endurecimento dos grãos de feijão tem sido atribuído à ação de polifenóis, por meio de sua polimerização no tegumento ou pela lignificação dos cotilédones, ambos influenciando na capacidade de absorção de água dos grãos. O primeiro dificulta a penetração de água e o segundo, limita a capacidade de hidratação (MOURA, 1998). Além disso, espessura, massa, aderência aos cotilédones, elasticidade, porosidade e propriedades coloidais do tegumento interferem na capacidade de hidratação dos grãos de feijão (WYATT, 1977). Fatores genéticos também afetam a capacidade de hidratação, pois interação cultivares x tempo de embebição foi constatada (RODRIGUES et al., 2004).

A coloração do tegumento dos grãos pode ser alterada durante o armazenamento e reduzir o valor comercial dos grãos de feijão (BRACKMANN et al., 2002). Por isso, essa informação é relevante e deve ser avaliada. Para tanto, utiliza-se o colorímetro, que possibilita a identificação do espectro de cores, em um sistema tridimensional, sendo que o eixo vertical, “L”, refere-se à cor da amostra do preto ao branco; o eixo “a”, da cor verde ao vermelho; e o eixo “b”, da cor azul ao amarelo.

O valor de “L” é uma informação relevante para o feijão, pois está vinculado à claridade dos grãos. Em grãos do tipo Carioca, a maior claridade do tegumento dos grãos é associada com grãos recém-colhidos e de rápido cozimento. Por isso, cultivares com “L” superior a 55 têm maior valor no mercado. No entanto, a menor claridade é desejável pelo consumidor e implica em maior aceitação para grãos pretos, porque cultivares com “L” superior a 22 possuem grande percentagem de grãos arroxeados, o que é relacionado à qualidade inferior e à necessidade de maior tempo para o cozimento (RIBEIRO et al., 2003). No entanto, essas relações são feitas de forma subjetiva.

Durante o armazenamento, as condições de temperatura e de umidade relativa do ar podem alterar a qualidade para o cozimento (RIBEIRO et al., 2007b; RIBEIRO et al., 2008b) e o valor nutritivo dos grãos de feijão (COELHO et al., 2008). Na literatura existe escassez de informações sobre as alterações tecnológicas e nutricionais que podem ocorrer com o feijão armazenado sob refrigeração. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do armazenamento sob refrigeração, sobre a qualidade para o cozimento, o teor de minerais e a claridade dos grãos de feijão de cultivares de tegumento preto e de cor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS, na safra agrícola de 2007/2008. A cidade de Santa Maria está localizada na região da depressão central do RS, a uma altitude de 95 m, latitude 29°42’S e longitude 53°43’W. O clima da região é do tipo Cfa – temperado chuvoso, com precipitações pluviométricas bem distribuídas ao longo dos anos e subtropical do ponto de vista térmico. O solo é classificado como Alissolo Hipocrômico argilúvico típico, pertencente à unidade de mapeamento Santa Maria, com a seguinte composição química: pH (H₂O): 5,8; matéria orgânica: 1,9%; fósforo: 15,3 mg/dm³; potássio: 84 mg/dm³; cálcio: 5,8 cmol_c/dm³; magnésio: 2,4 cmol_c/dm³; enxofre: 11,6 mg/dm³; ferro: 139,5 mg dm⁻³; zinco: 1,1 mg dm⁻³; cobre: 0,4 mg dm⁻³; manganês: 22,4 mg dm⁻³; boro: 0,5 mg dm⁻³.

No campo, o solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo. Por ocasião da semeadura, foram

incorporados 250 kg ha⁻¹ de adubo NPK, da fórmula 5-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio nos estádios vegetativos de primeira e de terceira folhas trifolioladas, V3 e V4, respectivamente. O controle de pragas foi realizado com a aplicação de Metamidofós e o controle de moléstias foi efetuado de forma manual e sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição.

O delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, foi utilizado no campo e seis cultivares de feijão foram avaliadas, sendo três do grupo comercial preto (Macanudo, Guapo Brillhante e BRS Campeiro) e três do grupo carioca (Carioca, Pérola e LH 5). As parcelas foram compostas de cinco fileiras de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, e a área útil da parcela consistiu das três fileiras centrais, totalizando 6,0 m² por unidade experimental.

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Os grãos foram selecionados, retirando-se os quebrados ou com danos por insetos, e secados em estufa (65 a 70 °C), até umidade média de 13%. Em seguida, foram acondicionados em sacos de polietileno e mantidos em câmara fria a 0 °C e 50% de umidade relativa durante todo o período de análise.

As avaliações da qualidade para o cozimento (absorção de água, grãos normais, grãos *hardshell* e tempo de cozimento) foram realizadas no Laboratório de Qualidade da UFSM. O teor de minerais foi quantificado no Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da UFSM e a coloração do tegumento dos grãos (valor de “L”) foi determinada no Laboratório de Pós-Colheita da UFSM. Para tanto, as análises foram realizadas nas amostras obtidas em cada repetição de campo. O delineamento adotado nas avaliações laboratoriais foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, e com três repetições. Na parcela principal consideraram-se as seis cultivares de feijão (Macanudo, Guapo Brillhante, BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5) e nas sub-parcelas, os três tempos de armazenamento dos grãos: zero – imediatamente após a colheita, três e seis meses após o armazenamento refrigerado.

A absorção de água foi realizada com 25 grãos de feijão, por repetição. A cada 30 minutos, uma sub-amostra aleatória de cada cultivar foi colocada em maceração por oito horas, à temperatura ambiente ($\pm 15^{\circ}\text{C}$), em copos plásticos com 200 mL de água destilada, para a composição dos tratamentos (RODRIGUES et al., 2004). Após o tempo pré-determinado, os grãos foram retirados e parcialmente secos em papel toalha e, por meio de contagem manual, se quantificaram as porcentagens de grãos normais - com absorção normal de água, e a de grãos duros (*hardshell*) - sem a capacidade de hidratação, em relação ao

número total de grãos avaliados. A porcentagem de absorção de água dos grãos foi determinada pela diferença de massa antes e após a maceração, conforme os métodos de Garcia-Vela; Stanley (1989) e de Plhak et al. (1989).

A avaliação do tempo de cozimento dos grãos foi efetuada com o emprego do aparelho cozedor de Mattson, com 25 hastes (PROCTOR; WATTS, 1987). Cada haste possui 21,6 cm de comprimento e massa de 82,0 g. Na extremidade, a haste apresenta uma ponta afunilada com 0,2 cm de diâmetro e comprimento de 0,9 cm (RODRIGUES et al., 2004). Após a maceração por oito horas, à temperatura ambiente, a água foi eliminada e os grãos colocados na placa suporte do aparelho ficando, cada haste, sobre um grão. O aparelho foi colocado em uma panela com aproximadamente 3 L de água destilada fervendo, na qual os grãos ficavam imersos na água e não encostavam no fundo nem na lateral da panela, mantendo-se o aquecimento. À medida que ocorria o cozimento, as hastes caíam, atravessando os grãos e o tempo decorrido do instante em que o cozedor foi colocado na água fervente até a queda da haste foi utilizado como tempo de cozimento de cada grão. O tempo médio de queda das 13 primeiras hastes foi considerado como tempo médio de cozimento de cada amostra.

Os minerais foram determinados no feijão cozido. Para tanto, amostras de 100 g de grãos não lavados foram maceradas em 400 mL de água deionizada, em uma proporção feijão:água de 1:4 (p/v), por oito horas, à temperatura ambiente. A água de maceração foi aproveitada para o cozimento que foi realizado em fogão convencional e em panela de pressão doméstica de 7 L, sem a adição de cloreto de sódio. As panelas, vidrarias, moinho e demais utensílios utilizados para o processamento do feijão foram lavados com Extran neutro a 5% para minimizar os riscos de contaminação das amostras.

Para o processamento, a água foi levada ao aquecimento até levantar fervura e adicionou-se água deionizada. Em seguida, acrescentaram-se os grãos, esperou-se nova fervura e a panela foi tampada. O feijão foi cozido sob pressão por 23 minutos (CARNEIRO et al., 2005), depois da saída constante de vapor pela válvula de pressão de 1 atm e temperatura de aproximadamente 116 °C.

Após cocção em panela de pressão, as amostras de feijão foram desidratadas em estufa a 65-70 °C. A moagem foi realizada por meio de trituração do material seco em moinho até passar em malha de 2-3 mm, obtendo-se uma farinha fina que foi utilizada para as análises de minerais.

A digestão nítrica-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, na proporção 3:1) foi realizada para a quantificação dos teores de potássio, cálcio, ferro e zinco. O potássio foi determinado por fotometria de chama, Marca Digimed® e modelo DM-62. Os minerais - cálcio, ferro e zinco,

foram determinados por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, marca Perken Elmer®, modelo Analyst 200, utilizando os seguintes comprimentos de onda: Ca: 422,7 nm, Fe: 248,3 nm e Zn: 213,9 nm.

O boro foi quantificado por digestão seca, por meio de incineração da amostra em mufla elétrica a 550°, utilizando o método da azometina-H. Posteriormente, o teor de boro foi avaliado por meio de espectrofotômetro UV-VIS, marca Único®, modelo 2100, com comprimento de onda de 410 nm. Os métodos aplicados para a digestão das amostras e para as dosagens dos minerais foram descritos por EMBRAPA (1999).

Para a avaliação da coloração do tegumento de grãos, amostras de 100 g de grãos, com 13% de umidade, foram selecionadas e dispostas em placas de “Petri” de 22 cm de diâmetro e 3 cm de altura, de maneira que os grãos cobrissem completamente o fundo do recipiente, conforme proposto por Brackmann et al. (2002). A quantificação do valor de “L” foi realizada com colorímetro, marca Minolta®, modelo CR-310, sempre durante o dia, no interior de uma sala iluminada com lâmpadas fluorescentes. O sensor do aparelho foi colocado sobre a amostra de forma que o feixe de luz incidisse na sua totalidade, sobre as amostras, e as leituras foram realizadas em triplicata.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade de erro, para testar as hipóteses da interação cultivares x tempos de armazenamento e dos efeitos principais. O efeito de cultivares e de tempos de armazenamento foram considerados como fixos. Em relação às variáveis com interação significativa efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e no aplicativo Office Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância obtiveram-se interações cultivares x tempos de armazenamento significativas em relação aos parâmetros da qualidade para o cozimento - absorção de água, grãos normais e grãos *hardshell* (Apêndice 5) e tempo de cozimento, evidenciando resposta diferenciada das cultivares de feijão ao longo dos seis meses de armazenamento refrigerado.

Quando a avaliação da absorção de água foi realizada imediatamente após a colheita, observaram-se porcentagens superiores a 90% nas cultivares BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5 (Tabela 8). A cultivar Guapo Brilhante foi a de mais baixa absorção de água (73,7%), não diferindo significativamente da cultivar Macanudo (87,7%). Corrêa (2007) não observou diferença significativa para a absorção de água para as cultivares BRS Vereda, BRS Timbó, BRS Grafite, BRS Radiante, BRS Pontal, BRS Marfim e BRS Jalo Precoce. Por sua vez, Rios (2000) verificou que a cultivar Carioca apresentou 118,19% de absorção de água em relação a sua massa inicial. Como há diferenças no tegumento dos grãos de feijão quanto à espessura, o peso, a aderência aos cotilédones, à porosidade e as propriedades coloidais (WYATT, 1977), esses fatores interferiram na absorção de água, resultando em diferenças entre as cultivares avaliadas.

Após três meses de armazenamento, a maioria das cultivares de feijão avaliadas apresentou redução na porcentagem de absorção de água. Como as sementes foram armazenadas a 13% de umidade, provavelmente absorveram água durante o início do armazenamento, pois a umidade relativa no interior da câmara fria foi de 50%. Como consequência, o valor máximo de absorção de água foi de 89,9% na cultivar LH 5, aos três meses de armazenamento refrigerado.

Tabela 8 – Médias da porcentagem de absorção de água avaliada imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 °C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Cultivar	Tempo de armazenamento (meses)			Média
	Zero	Três	Seis	
Macanudo	87,7abA	56,3 de B	85,3 ab A	76,5
Guapo Brilhante	73,7 bA	49,0 e C	61,4 c B	61,4
BRS Campeiro	93,7 a A	67,1 cd B	84,7 ab A	81,8
Carioca	92,7 a A	82,0 ab B	93,3 a A	89,3
Pérola	99,9 a A	75,2 bc B	75,9 b B	83,7
LH 5	93,6 a A	89,9 a A	90,1 a A	91,2
Média	90,2	69,9	81,8	80,6

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Aos seis meses de armazenamento, a menor porcentagem de absorção de água foi observada na cultivar Guapo Brilhante (61,4%). Como essa cultivar apresenta grãos com brilho no tegumento, enquanto que as demais cultivares são de tegumento opaco, isso explicaria as diferenças constatadas. Isso porque os grãos que apresentam tegumento com brilho absorvem água numa taxa mais lenta e, por conseguinte, cozinham mais demoradamente do que as sementes de feijões com tegumento opaco (PAULA, 2004). Além disso, a espessura e a uniformidade de deposição da camada de cera na superfície do tegumento influenciam na capacidade de absorção de água e, por isso, a cultivar Guapo Brilhante apresentou os menores valores em todas as avaliações.

A cultivar LH 5 apresentou alta porcentagem de absorção de água em todo o período de armazenamento (Tabela 8). Esse resultado confirma a observação de Canniatti-Brazaca et al. (1996), que após 12 meses de armazenamento, constaram que as sementes de tegumento claro absorveram maior quantidade de água, quando comparadas às sementes de grãos escuros.

A porcentagem de grãos com absorção normal de água (grãos normais) foi menor na cultivar Guapo Brilhante quando avaliada imediatamente após a colheita (Tabela 9). As demais cultivares de feijão não diferiram significativamente e porcentagens superiores a 97% de grãos normais foram obtidas.

Aos três e aos seis meses de armazenamento, as menores porcentagens de grãos normais também foram obtidas na cultivar Guapo Brilhante. Essa cultivar apresentou 29,3% e 13,3% de grãos *hardshell* aos três e aos seis meses de armazenamento refrigerado (0 °C e 50% de umidade relativa), respectivamente, caracterizando impermeabilidade do tegumento à água (BOURNE, 1967; VINDIOLA et al., 1986). A ocorrência de grãos *hardshell* foi evitada quando os grãos de feijão foram armazenados sob temperatura de 0,5 °C e 80% de umidade relativa do ar (RIBEIRO et al., 2007b). Plhak et al. (1989), utilizando temperatura de 15 °C e umidade relativa do ar de 35% no armazenamento, conseguiram prevenir a dureza dos grãos de feijão. Por isso, o controle da temperatura e da umidade relativa do ar da câmara fria durante o armazenamento será determinante para minimizar a ocorrência de grãos *hardshell* em feijão.

Tabela 9 – Médias das porcentagens de grãos normais e de grãos *hardshell* avaliadas imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 ° C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Cultivar	Tempo de armazenamento (meses)							
	Zero		Três		Seis		Média	
	Normais	<i>Hardshell</i>	Normais	<i>Hardshell</i>	Normais	<i>Hardshell</i>	Normais	<i>Hardshell</i>
Macanudo	97,3 a A	2,7 b B	89,3 b B	10,7 b A	98,7 a A	1,3 b B	95,1	4,9
Guapo								
Brilhante BRS	85,3 b A	14,7 a B	70,7 c B	29,3 a A	86,7 b A	13,3 a B	80,9	19,1
Campeiro	97,3 a A	2,7 b A	97,3 ab A	2,7 bc A	98,7 a A	1,3 b A	97,8	2,2
Carioca	100,0 a A	0,0 b A	100,0 a A	0,0 c A	100,0 a A	0,0 b A	100,0	0,0
Pérola	98,7 a A	1,3 b A	96,0 ab A	4,0 bc A	93,3 ab A	6,7 ab A	96,0	4,0
LH5	100,0 a A	0,0 b A	100,0 a A	0,0 c A	100,0 a A	0,0 b A	100,0	0,0
Média	96,4	3,6	92,2	7,8	96,2	3,8	95,0	5,0

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

As cultivares Carioca e LH 5 apresentaram 100% de grãos normais em todo o período de armazenamento. Nessas cultivares não foram constatadas falhas na absorção de água, pois nenhum grão *hardshell* foi obtido após oito horas de maceração, seja na avaliação realizada logo após a colheita ou quando os grãos foram armazenados por três ou seis meses. Além disso, valores baixos de grãos *hardshell* foram observados nas cultivares Macanudo, BRS Campeiro e Pérola. Baixa porcentagem de grãos *hardshell* foi verificada para as cultivares TPS Nobre (RIBEIRO et al., 2007b) e Pérola (RIBEIRO et al., 2008b) quando a semeadura do feijão foi realizada até o final do mês de outubro, no cultivo de safra, no Estado do Rio Grande do Sul. Assim, diferenças quanto à porcentagem de grãos *hardshell* podem ser esperadas em função dos fatores genéticos e das condições ambientais prevalecentes durante o cultivo do feijão.

A cultivar Macanudo apresentou o menor tempo para o cozimento (19,1 minutos) logo após a colheita (Tabela 10). As demais cultivares avaliadas não diferiram significativamente e apresentaram tempo de cozimento inferior a 24,4 minutos. Como todas as cultivares de feijão cozinharam em menos de 30 minutos é esperado que tenham aceitação para o consumo (RODRIGUES et al., 2005a), quando o processamento for realizado logo após a colheita.

Aos três e aos seis meses de armazenamento, as cultivares de feijão diferiram amplamente quanto ao tempo de cozimento. A cultivar Macanudo manteve o tempo reduzido para o cozimento, à semelhança do feijão recém-colhido, o que é desejável pelo consumidor. Resultado similar foi observado por Berrios, Swanson e Cheong (1999) para feijão do tipo preto (*Phaseolus vulgaris* L.) que cozinhou no mesmo tempo que as amostras armazenadas por seis meses, um ano ou dois anos. Além disso, esses autores observaram que feijões macerados e armazenados por dois anos cozinham mais rapidamente do que aqueles que não foram macerados e também foram armazenados pelo mesmo período de tempo. Vale ressaltar, que estes autores avaliaram o armazenamento em condição hipobárica (4,5 °C), pressão atmosférica de 125 mmHg e temperatura ambiente de 23-25 °C.

Tabela 10 – Médias do tempo de cozimento (minutos) avaliado imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 ° C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Cultivar	Tempo de armazenamento (meses)			Média
	Zero	Três	Seis	
Macanudo	19,1b A	19,5c A	18,5c A	19,0
Guapo Brilhante	24,1a A	20,9bc B	25,6b A	23,6
BRS Campeiro	23,5 a AB	24,5ab A	20,9c B	22,9
Carioca	23,7 a A	20,0c B	20,5 c B	21,4
Pérola	23,4 a B	28,2a A	30,4a A	27,3
LH5	24,4 a A	18,9c B	20,0 c B	21,1
Média	23,0	22,0	22,6	22,5

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

A cultivar Pérola, por sua vez, necessitou de mais tempo de cozimento para obter a maciez considerada ideal para o consumo, quando foi armazenada por três ou seis meses. Nesse caso, houve um incremento no tempo de cozimento e não se recomenda o armazenamento, pois haverá rejeição pelos consumidores devido à necessidade de mais energia e de capital para o processamento. Coelho et al. (2008) observaram que cultivar Pérola apresentou um aumento no tempo de cocção (32,33 min para 39,33 min) quando armazenada em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), por aproximadamente 30 dias, concordando com os

resultados deste estudo. Resende et al. (2008) também observaram que houve um aumento no tempo de cozimento do feijão de tegumento vermelho à medida que os grãos permaneceram armazenados por 112 dias sob condições controladas de temperatura (26 ± 3 °C) e umidade relativa do ar ($55 \pm 10\%$).

Canniatti-Brazaca et al. (1996) observaram que o tempo de cozimento aumentou com 12 meses de armazenamento sob 11 °C nas dez linhagens avaliadas e sugeriram grande variabilidade genética para o tempo de cozimento. De acordo com Coelho, Cielo e Téo (2006), o armazenamento de feijões por seis meses a 30 °C resultou no aumento do tempo de cozimento, que foi limitado pelo aumento na resistência da textura do feijão cozido. Quanto maior a temperatura de armazenamento e quanto mais tempo são armazenados os feijões, maior será a dureza dos grãos de feijão quando cozidos.

Não se pode deixar de mencionar que o processo de respiração gera calor, dióxido de carbono e vapor de água, o que influencia no endurecimento dos grãos. Quando o material utilizado para armazenar os feijões é mais permeável, como por exemplo, sacos de poliolefinas, estes produtos não são acumulados, mas quando são utilizadas embalagens de materiais semipermeáveis ou impermeáveis que podem, potencialmente, modificar a atmosfera interna, o vapor de água é acumulado, aumentando a umidade relativa interna e favorecendo o processo de endurecimento (AGUILERA; RIVERA, 1992).

As cultivares Carioca e LH 5 apresentaram redução no tempo de cozimento aos três e seis meses após o cozimento. Isso não era esperado e a explicação para esse fato pode estar na absorção de água que pode ter ocorrido durante o armazenamento dos grãos sob refrigeração. A quantidade de água absorvida varia entre as cultivares, assim como a presença de grãos *hardshell* e o tempo necessário para a hidratação completa de diferentes variedades de feijão (DURIGAN; FALEIROS; LAM-SANCHEZ, 1978; apud CANNIATTI- BRAZACA et al., 1996).

Brackmann et al. (2002) verificaram que baixas temperaturas no ambiente de armazenamento resultaram em menores tempos de cozimento do feijão. Deste modo, pode-se inferir que o comportamento das cultivares de feijão foi diferente, e que a temperatura de armazenamento é de grande relevância. Merece ser destacado que, neste estudo, a temperatura avaliada foi de, aproximadamente 0°C, todavia, a maioria dos trabalhos na literatura é com armazenamento sob temperatura ambiente.

Com relação aos parâmetros da qualidade nutricional do feijão, observou-se efeito significativo para cultivares em relação ao cálcio (Tabela 11). O efeito de tempos de

armazenamento não foi significativo e nenhuma interação cultivares x tempos de armazenamento foi observada para potássio, cálcio, boro, ferro e zinco.

O teor de cálcio variou de 1,66 g (BRS Campeiro) a 2,05 g kg⁻¹ de MS (Carioca). Teores de cálcio similares foram observados por Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) nas cultivares Ouro Branco, Diamante Negro, BRS Radiante, Pérola e Talismã, quando o cozimento foi realizado com a água de maceração. Como o feijão apresenta alto teor de cálcio (JOST et al., 2006), a sua utilização na dieta poderá prevenir ou minimizar os problemas decorrentes da osteoporose, pois o cálcio é constituinte dos ossos e dos dentes (FRANCO, 2005).

Com relação aos teores de potássio, boro, ferro e zinco não se constataram diferenças estatísticas significativas entre as cultivares avaliadas, ou seja, não se observou variabilidade genética no germoplasma avaliado. O efeito de tempo de armazenamento também não foi significativo para esses minerais. Além disso, os teores de potássio, de cálcio, de boro, de ferro e de zinco das cultivares Macanudo, Guapo Brilhante, BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5 não foram alterados até os seis meses de armazenamento, ou seja, o armazenamento refrigerado manteve a qualidade nutricional dos grãos de feijão (Tabela 11).

Tabela 11 – Médias dos teores dos macrominerais (potássio e cálcio), em g kg⁻¹ de matéria seca, e dos microminerais (boro, ferro e zinco), em mg kg⁻¹ de matéria seca, avaliados imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0°C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008.

Cultivar	Tempo de armazenamento (meses)			Média
	Zero	Três	Seis	
	Potássio (g kg ⁻¹)			
Macanudo	8.67	8.40	11.53	9.53 ^{ns}
Guapo Brilhante	9.70	8.30	11.20	9.73
BRS Campeiro	10.83	9.37	10.67	10.29
Carioca	10.30	8.23	10.40	9.64
Pérola	10.70	7.73	11.97	10.13
LH 5	9.40	6.47	10.47	8.78
Média	9.93 ^{ns}	8.08	11.04	9.69
	Cálcio (g kg ⁻¹)			
Macanudo	1.62	2.07	1.93	1.87 abc
Guapo Brilhante	1.72	1.87	2.23	1.94 ab
BRS Campeiro	1.48	1.66	1.84	1.66 c
Carioca	1.78	2.06	2.32	2.05 a
Pérola	1.73	2.01	2.31	2.01 a
LH 5	1.74	1.63	1.83	1.73 bc
Média	1.68 ^{ns}	1.88	2.08	1.88
	Boro (mg kg ⁻¹)			
Macanudo	6.65	9.39	9.36	8.46 ^{ns}
Guapo Brilhante	6.93	8.23	11.53	8.90
BRS Campeiro	8.47	8.81	9.10	8.79
Carioca	8.97	10.22	8.15	9.11
Pérola	8.56	9.22	9.79	9.19
LH 5	6.50	7.98	7.63	7.37
Média	7.68 ^{ns}	8.97	9.26	8.64
	Ferro (mg kg ⁻¹)			
Macanudo	83.78	94.23	92.34	90.12 ^{ns}
Guapo Brilhante	85.89	88.86	88.86	87.87
BRS Campeiro	82.08	87.84	95.85	88.59
Carioca	79.22	85.66	98.78	87.88
Pérola	83.94	93.68	103.53	93.72
LH 5	80.13	89.21	90.16	86.50
Média	82.51 ^{ns}	89.91	94.92	89.11
	Zinco (mg kg ⁻¹)			
Macanudo	24.27	33.32	23.89	27.16 ^{ns}
Guapo Brilhante	24.91	30.38	27.08	27.46
BRS Campeiro	25.51	27.80	25.85	26.39
Carioca	27.13	29.21	28.88	28.41
Pérola	26.57	31.15	29.50	29.08
LH 5	28.56	32.30	25.28	28.71
Média	26.16 ^{ns}	30.69	26.75	27.87

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Interação cultivares x tempos de armazenamento significativa foi obtida para a coloração do tegumento dos grãos de feijão (valor de “L”), evidenciando resposta diferenciada das cultivares de feijão ao longo dos seis meses de armazenamento refrigerado.

As cultivares de tegumento preto - Macanudo, Guapo Brilhante e BRS Campeiro – apresentaram valores de “L” inferiores a 22 (Tabela 12), que é considerado adequado para esse grupo comercial (RIBEIRO et al., 2003). Para essas cultivares, não se observou a presença de grãos arroxeados (“L” superior a 23) ao longo dos seis meses de armazenamento, o que é desejável para feijões do grupo preto.

Por sua vez, a claridade apresentada pelas cultivares com grãos do tipo carioca – Carioca, Pérola e LH 5 – se modificou durante o armazenamento refrigerado. Todas as cultivares apresentaram escurecimento dos grãos (menor valor de “L”) quando armazenadas, o que deprecia o valor comercial de grãos desse grupo, pois o consumidor irá associar à qualidade inferior e à necessidade de maior tempo para o cozimento. Apenas a cultivar LH 5 apresentou valor de “L” próximo a 55 e, por isso, o seu valor de mercado poderá ser mantido até os seis meses de armazenamento.

Tabela 12 – Médias do valor de coloração do tegumento dos grãos de feijão (valor de L) avaliado imediatamente após a colheita (zero), três e seis meses após o armazenamento refrigerado a 0 ° C e a 50% de umidade relativa. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Cultivar	Tempo de armazenamento (meses)			Média
	Zero	Três	Seis	
Macanudo	21,13 c A	16,92 c B	21,20 d A	19,75
Guapo Brilhante	21,90 c A	16,67 c B	21,20 d A	19,92
BRS Campeiro	21,75 c A	16,99 c B	20,89 d A	19,88
Carioca	52,26 b A	42,65 b C	49,75 b B	48,22
Pérola	53,86 b A	42,03 b C	47,37 c B	47,75
LH5	57,97 a A	47,56 a C	54,18 a B	53,24
Média	38,15	30,47	35,77	34,79

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Guo et al. (2008) observaram em seu estudo com feijão verde (*Phaseolus vulgaris L.*), armazenado sob 0 °C, que a coloração do tegumento dos grãos ficou estável por 18 dias. [Estes mesmos autores sugerem que a temperatura de 0 °C é considerada a melhor quando se leva](#)

em consideração os aspectos fisiológicos e a qualidade tecnológica, contudo não avaliaram os parâmetros absorção de água e o tempo de cozimento dos grãos.

Sartori (1982) constatou que a alteração da cor está relacionada à oxidação de fenóis, enquanto Luh e Phithakpol (1972) também verificaram, em cultivares de feijão com tegumento colorido, incluindo o tipo Carioca, alto teor de tanino. Para Udaeta e Lajolo (1997), os compostos fenólicos também estão relacionados ao endurecimento dos grãos na pós-colheita, aumentando o tempo de cocção após três e seis meses de armazenamento, nas condições de 30 °C de temperatura e 70% de umidade relativa do ar.

Por outro lado, Rios et al. (2002) notaram escurecimento no tegumento de feijões não irradiados após seis meses de armazenamento em temperatura ambiente. Segundo Abreu e Ramalho (2005), com o tempo de armazenamento, a cor dos feijões escurece e, depois de certo período armazenado, os grãos apresentam problemas no cozimento, o que contraria os resultados deste estudo.

No estudo de Vieira et al. (2006), o escurecimento do tegumento, em relação à claridade (valor de "L"), ao final de quatro meses de armazenamento, não apresentou alteração significativa. No estudo de Rios, Abreu, Correa (2002), após o sexto mês de armazenamento, notou-se escurecimento do tegumento dos feijões. Resultados semelhantes foram obtidos por Iaderoza et al. (1989) que, trabalhando com armazenamento de feijão por seis meses em temperatura de 25 °C encontraram um aumento no teor de taninos para as cultivares Carioca 80 e Aroana.

Burr et al.(1968) já havia sugerido que o escurecimento do feijão no armazenamento está relacionado à suscetibilidade de cada cultivar. Contudo Sartori (1982), demonstrou que o escurecimento do tegumento não é devido à reação de Maillard, pois não se verifica acentuado escurecimento em temperatura de 25 °C, mas está relacionado à oxidação enzimática, de compostos fenólicos pela polifenoloxidase. O armazenamento sob temperatura ambiente aumenta o escurecimento do tegumento, mas este também é influenciado pelo teor de umidade, temperatura e o período de armazenamento (IADEROZA et al., 1989).

Moura (1998), avaliando compostos fenólicos nas cultivares Carioca MG, Carioca e linhagem H4, observou após o armazenamento, maior teor destes compostos na cultivar Carioca MG e observou também um maior escurecimento do tegumento em relação aos demais.

Como o consumo de feijão faz parte do hábito alimentar de uma parcela significativa da população brasileira e algumas cultivares utilizadas rotineiramente na alimentação apresentaram altos teores de minerais (JOST et al., 2006; RIBEIRO et al., 2008a), a

disponibilização de cultivares com melhor qualidade de cozimento e com altos teores de minerais terá um grande benefício social, principalmente nas classes de menor poder aquisitivo. Vários efeitos benéficos ao organismo têm sido relacionados ao consumo de feijão (COSTA, 2003) com conseqüente implicação na manutenção do estado de saúde e na prevenção de doenças. Por isso, é importante avaliar as condições de armazenamento que asseguram a manutenção da qualidade tecnológica e nutricional do feijão.

CONCLUSÕES

O armazenamento de feijão sob 0 °C e 50% de umidade relativa do ar por seis meses reduz a capacidade de absorção de água de algumas cultivares e influencia negativamente na claridade dos grãos do tipo Carioca. O armazenamento não aumenta a porcentagem de grãos *hardshell*, assim como o tempo de cozimento, contudo mantém o teor de minerais dos grãos avaliados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito tem se questionado a respeito da água de maceração no cozimento do feijão, se desprezada minimizaria os oligossacarídeos causadores da flatulência, contudo provocaria perdas de minerais e de vitaminas; se aproveitada poderia veicular microrganismos proliferados durante o período de maceração. Este estudo demonstrou que a composição de minerais nos grãos e no caldo não foi alterada quando se desprezou a água de maceração, e que o padrão microbiológico estava dentro da legislação vigente, mesmo quando foi aproveitada a água de maceração, respondendo assim às dúvidas dos pesquisadores e das donas de casa. Merece ser enfatizado que a degradação de minerais depende de várias condições durante a cocção, como: temperatura, oxigênio, umidade, luz, pH e o tempo de cozimento.

Cultivares que apresentam grãos com cozimento rápido proporcionam economia de tempo e de energia, além da manutenção dos nutrientes. Sendo assim, o tempo de cozimento é um dos fatores fundamentais para a aceitação de uma cultivar de feijão pelos consumidores, pois a disponibilidade de tempo para o preparo das refeições é cada vez mais restrita em função da agitada vida contemporânea. Por isso, é importante que o estudo desse caráter receba cada vez mais ênfase nos programas de melhoramento. Todavia, uma das maiores limitações na condução dos trabalhos que envolvem a avaliação do tempo de cozimento é a metodologia empregada, pois alguns trabalhos utilizam o cozedor de Mattson e poucos empregam a panela de pressão, utensílio que é utilizado nos lares da nossa sociedade.

Considerou-se a avaliação do perfil sensorial para melhoramento do feijão de grande valia, pois esta ferramenta ofereceu subsídios para que se possa melhorar a qualidade desse produto, enumerar as características percebidas e suas intensidades, assim como comparar sabores, discriminando-os, seja pela descrição das impressões ou por suas características peculiares. Deve ser ressaltado que, através do treinamento em uma análise sensorial, é possível perceber características sensoriais desejadas pelos consumidores, o grau da intensidade de cada um e alcançar concordância entre os membros do grupo. Entretanto, deve-se registrar a dificuldade de se conseguir avaliadores comprometidos com a pesquisa e dispostos a participar semanalmente de treinamentos sem remuneração.

Sugere-se que mais estudos sobre a qualidade nutricional de feijão cozido com ou sem a água de maceração sejam realizados, com condições experimentais distintas, e que se inclua a avaliação de vitaminas e de fibras. Em relação à análise sensorial, seria pertinente continuar

comparando avaliadores treinados e não-treinados, outras cultivares, e até mesmo avaliar com outros tipos de testes. Além disso, quando se consegue selecionar e treinar um grupo, deve-se validar o instrumento utilizado e periodicamente monitorar este grupo e os resultados gerados nos trabalhos.

A literatura sobre o armazenamento de feijão é escassa e inclui dados de armazenamento sob temperatura ambiente. Todavia, resultados de estudos conduzidos em baixas temperaturas têm sido promissores, principalmente por minimizarem problemas de ordem fisiológica e sanitária, que depreciam a qualidade do produto. A redução da respiração prolonga sensivelmente o período de conservação e reduz a perda da qualidade do grão. Além disso, a umidade relativa do ar deve ser bem controlada, pois, a perda de umidade, prejudica a aparência e causa perda nutricional nos grãos. Em um próximo estudo poderia ser avaliada a qualidade sensorial de grãos submetidos a diferentes condições de armazenamento, com especial ênfase a coloração e a textura dos grãos.

A respeito do melhor tempo de cozimento poderia ser realizada uma avaliação sensorial de feijões com 10, 20, 25, 30, 35 minutos de cocção. Além disso, novas cultivares e linhagens avançadas de feijão necessitam ser avaliadas quanto aos seus atributos sensoriais.

Como o feijão faz parte do hábito alimentar da população brasileira é importante destacar que a forma de preparo será determinante para a manutenção das propriedades físicas, químicas e sensoriais do feijão cozido. Por meio de melhoramento genético é possível disponibilizar cultivares com alto teor de minerais, de fibras e de proteínas, com tempo de cozimento reduzido e com atributos sensoriais mais desejáveis. Contudo para que os benefícios dessa tecnologia possam ser usufruídos na alimentação, há necessidade de mais pesquisas sobre a qualidade nutricional, tecnológica e sensorial do feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-MONIEM, G.M. Sensory evaluation and in vitro protein digestibility of mung bean as affected by cooking time. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.79, n.14, p.2025-2028, 1999.

ABNT. **NBR 14140**: Alimentos e bebidas - Análise sensorial - Teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. Embrapa: **Sistemas de Produção**, n. 5, 2005

AGUILERA, J.M.; RIVERA, R. Hard - to - cook defect in black beans hardening rates, water inhibition and multiple mechanism hypothesis. **Food Research International**, Essex, v. 25, n. 2, p. 101-108, 1992.

ANDRADE, E.C.B. et al. Comparação dos teores de cobre e zinco em leguminosas cruas e após serem processadas termicamente em meio salino e aquoso. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p.316-318, 2004.

ANTUNES, P.L., SGARBIERI, V.C. Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) variety Rosinha G2. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.6, p.1703-1706, 1979.

ANTUNES, P.L. et al. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.1, p.12-18, 1995.

AUGUSTIN, J. et al. Variation in the vitamin and mineral content of raw and cooked commercial *Phaseolus vulgaris* classes. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, n.6, p.1701-1706, 1981.

BEHRENS, J.H.; ROIG, S.M.; SILVA, M.A.A.P. Aspectos de Funcionalidade, de Rotulagem e de Aceitação de Extrato Hidrossolúvel de Soja Fermentado e Culturas Lácteas Probióticas. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 99-106, 2001.

BERRIOS, J.D.J.; SWANSON, B.G.; CHEONG, A. Physico-chemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Food Research International**, Oxford, v. 32, p.669-676, 1999.

BOURNE, M.C. Size, Density, and hardshell in dry beans. **Food Technology**, Champaign, v.21, p.335-398, 1967.

BRACKMANN, A. et al. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 911-915. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 6 nov. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anexo IV. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares – RCN**. Capturado em 21 ago. 2006. Online. Disponível na Internet: <http://www.agricultura.gov.br>.

BRESSANI, R.; ELIAS, L.G.; VALIENTE, A. T. Effect of cooking and of amino acid supplementation of black beans. **British Journal of Nutrition**, London, v.17, n.1, p.69-78, 1963.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiados**. 2002. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BURR, K. H. et al. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content, temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v. 22, p. 336- 338, 1968.

CALVO, M.S.; REY, J.A. Sensory analysis of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Gembloux, v.3, n.4, p.201–204, 1999.

CANNIATTI-BRAZACA, S.G. et al. Avaliação nutricional do feijão-guandu (*Cajanus cajan*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.1, p.36-41, 1996.

CARBONELL, S. A. M. et al. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

CARNEIRO, J.D.S. et al. Potencial tecnológico dos grãos de linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6., 1999, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia : Embrapa, 1999. 880p. p.408-411.

CARNEIRO, J.C.S. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.18-24, 2005.

CHAVES, J.B.P. **Avaliação sensorial de alimentos** (Métodos de Análises). Viçosa: UFV, 1980. 69p.

CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 180p.

COELHO, R.G. Considerações sobre as proteínas do feijão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.4, n.1/2, p.122-145, 1991.

COELHO, S. R. M.; CIELO, M. A.; TÉO, C. R. P. A. Pós-colheita de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.): efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas. **Varia scientia**, Cascavel, v. 06, n. 11, ago. 2006.

COELHO, M. M. et al. Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1080-1086, 2008.

CORRÊA, M.M. **Avaliação da qualidade tecnológica de sete cultivares de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quanto à: absorção de água, tempo de cozimento, *hard-shell* e, os teores de ferro e zinco antes e após diferentes métodos de cozimento**. 2007. 66 p. |Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

COSTA, N.M.B. Alimentos: componentes nutricionais e funcionais. In: COSTA, N.M.B; BORÉM, A. **Biotecnologia e nutrição: saiba como o DNA pode enriquecer os alimentos**. São Paulo: Nobel, 2003. Cap.2, p.31-69.

COSTA, J.G.C.; VIEIRA, N.R.A. Qualidade, classificação comercial e manejo pós-colheita. In: YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.P. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil: características da produção**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.51-64.

COSTA DE OLIVEIRA, A. et al. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de

flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.51, n.3, p.276-283, 2001.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. Viçosa: UFV, 2001. 390 p

DALLA CORTE, A. et al. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Madrid, v.31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DERIVI, S.C.N. et al. Composição de caldos de feijões utilizados em dietas líquidas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.20, n.139, p.48-53, 2006.

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

ELMAKI, H. B. et al. Content of antinutritional factors and HCl-extractability of minerals from white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars: influence of soaking and/or cooking. **Food Chemistry**, London, v.100, n.1, p. 362-368, 2007.

ELSHEIKH, E.A.E., et al. Effect of cooking on antinutritional factors and *in vitro* protein digestibility of faba bean grown with different nutritional regimes. **Food Chemistry**, London v. 68, p. 211-212, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos; Embrapa Informática Agropecuária; Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)-Arroz e Feijão. **A Cultura do Feijoeiro, Sistemas de Produção do Feijoeiro**. 2002. On-line. Disponível em www.cnpaf.embrapa.br. Acesso em: 20 set. 2006.

ESTEVEZ, A.M. et al. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.999-1005, 2002.

EVANS, R.J; BANDEMEYER,S. Nutritive value of legumes seed proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.15, n.3, p.439-443,1967.

FAO. Junta de Conselho de Especialistas FAO/WHO/ONU. **Necessidades de energia e proteína**. São Paulo: Roca, 1998. 225 p.

FAO. **Base de dados FAO-STAT**. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 16 fev. 2006.

FARIA, E.V. de; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116p.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Center for Food Safety and applied nutrition. Department of health and human services. Recommendations for fiber intake in the United States. In: **Physiological effects and health consequences of dietary fiber**. Life Sciences Research Office, Bethesda, Maryland, 1987.

FONSECA MARQUES, M.F.; BORA, P.S. Composición Química y Análisis de Aminoácidos de Alubias. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, Reynosa, v.2 , n.5, p.248-252. 2000.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. 307p.

GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch alterations in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 612-615, 1994.

GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D. W. Protein denaturation and starch gelatinization in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 5, p. 1284-1286, 1989.

GEIL, P.B., ANDERSON, J.W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.13, n.6, p.549-558, 1994.

GILLETE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.47, n.5, p. 403-409, 1984.

GUIMARÃES, A. G. et al. Detecção de *Salmonella* spp. em alimentos e manipuladores envolvidos em surtos de infecção alimentar. **Revista Brasileira de Saúde e produção animal**, Ondina, v.2, n. 1. 2001.

GUO, L. et al. Effects of controlled freezing-point storage at 0 °C on quality of green bean as compared with cold and room-temperature storages. **Journal of Food Engineering**, Oxford v. 86, n. 1, p. 25-29, May 2008.

HAMBIDGE, M. Human zinc deficiency. **Journal of Nutrition**, Bethesda v.130, p.1344-1349, 2000.

HUMA, N. et al. Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. **Nutrition and Food Science**. Chicago v. 38, n.6, p.570-577, 2008.

IADEROZA, M. et al. Atividade de polifenoxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 19, p. 154-164, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Rio de Janeiro, 2003.

JOOD, S.; CHAUHAN, B.M.; KAPPOR, A.C. Protein digestibility *in vitro* of chickpea and blackgram seeds as affected by domestic processing and cooking. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.39, n.2, p.149-154, 1989.

JOST, E. et al. Composição de macronutrientes em grãos de cultivares de feijão. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2006. p.199-201.

JOST, E. **Genética dos teores de cálcio e de ferro em grãos de feijão comum**. 2008. 42 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

KATARIA, A.; CHAUHAN, B.M. Contents and digestibility of carbohydrates of mung beans (*Vigna radiata* L.) as affected by domestic processing and cooking. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.38, n.1, p.51-59, 1988.

LEMOS, L.B. et al. Características agrônômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.319-326, 2004.

LONDERO, P.M.G. et al. Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.51-58, 2006.

LOUIS, C.J.; DOLAN, E.M. Removal of potassium in potatoes by leaching. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v.57, n.1, p.42-43, 1970.

LUCCA, P.; HURRELL, R.; POTRYKUS, I. Fighting Iron Deficiency Anemia with Iron-Rich Rice. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.21, n.3, p.184S-190S, 2002.

LUH, B. S.; PHITAKPOL, B. Characteristics of polyphenoloxidase related to browning in cling peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, p.264-267, 1972.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1988. 279p.

MESQUITA, F.R. et al. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MIGLIORANZA, E. et al. Teor de cálcio em frutos de diferentes cultivares de feijão-vagem. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.21, p.158-161, 2003.

MOURA, A. C. de C. **Análises físico-químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) submetidos a diferentes tempos e tipos de secagem**. 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MOURA, N. C. et al. Avaliação sensorial de feijão preto submetido à radiação de Cobalto-60. **Ciência Tecnologia Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 2, p. 370-374, 2005.

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Apropriaches. Westport: Food and Nutrition Press, 605 p. 1983.

NASAR-ABBAS, S.M. et al. Nitrogen retards and oxygen accelerates colour darkening in faba beans (*Vicia faba* L.) during storage. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam v.47, p.113-118, 2008. prof, não acho esta também

OLIVEIRA, A.C. et al. Uso doméstico da maceração e seu efeito no valor nutritivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista de Nutrição**, Campinas, v.12, n.2, p.191-195, 1999.

PAULA, S.R.R. **Efeito materno associado à capacidade de cozimento do feijoeiro**, 2004. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-graduação em Agronomia Universidade Federal de Lavras : UFLA.

PEDRÃO, M.R.; CORÓ, F.A.G. Análise sensorial e sua importância na pesquisa de alimentos. **Revista Unopar Científica. Ciências Biológicas e de Saúde**, Londrina, v.1, n.1, p.85-89, 1999.

PEREIRA, C.A.S.; COSTA, N.M.B. Proteínas do feijão preto sem casca: digestibilidade em animais convencionais e isentos de germes (germ-free). **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, n.1, p.5-14, jan./abr., 2002.

PLHAK, L.C. et al. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.3, p.326-336, 1989.

PIRES, C.V. et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.179-187, 2006.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cook ability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v.20, n.1, p.9-14, 1987.

QUEIROZ, M. I. **Introdução a Análise Sensorial**, Campinas. UNICAMP. 1984.192p.

QUENZER, N. M. et al. Some factors affecting pinto bean quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.4, p.1059-1061, 1978.

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley, 1952. 390 p.

RAMIREZ-CARDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RESENDE, O. et al. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 517-524, 2008.

RIBEIRO, N. D. et al. Variabilidade genética para absorção de água em grãos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 77-83, 2003.

RIBEIRO, N.D. et al. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1393-1399, 2007a.

RIBEIRO, N. D. et al. Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 157-163, 2007b.

RIBEIRO, N.D. et al. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.267-273, 2008a.

RIBEIRO, N.D.; POERSCH, N.L.; ROSA, S.S. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.4, p.936-941, 2008b.

RIOS, A. de O. **Avaliação da época de colheita e do armazenamento no escurecimento e digestibilidade de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.)**. 2000. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 23, suppl. , p. 39-45, 2002.

RODRIGUES, J.A. et al. Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.4, n.4, p.465-471, 2004.

RODRIGUES, J.A. et al. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005a.

RODRIGUES, J.A. et al. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005b.

RODRIGUEZ, M.I.G. **Digestibilidade e biodisponibilidade de metionina de frações protéicas do feijão (*Phaseolus vulgaris*): estudo *in vitro***. São Paulo, 1995. 115p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, 1995.

ROMERO DEL CASTILLO, R. et al. Training, validation and maintenance of a panel to evaluate the texture of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Sensory Studies**. Scottsdale n.23, p.303-319, 2008..

SALGADO, S.M. et al. Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão Caupi. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 3, p. 525-530, 2005.

SANTOS, M.A.T; ABREU, C.M.P; CARVALHO, V. D. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócoli, couve-flor e couve (*Brassica oleracea* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 597-604, 2003.

SARTORI, M. R. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under nitrogen**. 1982. Thesis (Ph.D.) Kansas State University, Manhattan, 1982.

SATHE, S.K.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. Dry beans of *Phaseolus*. A review, Part 2. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.21, n.1, p.41-93, 1984.

SHARMA, A.; SEHGAL, S. Effect of domestic processing, cooking and germination on trypsin inhibitor activity and tannin content of faba bean (*Vicia faba*). **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.42, n.2, p.127-133, 1992.

SILVA, M.R. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.13, n.1, p.3-9, 2000.

SOARES, A. G. Consumo e qualidade nutritiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFGO, 1996. v. 2, p. 73-79.

STONE, H.S. et al. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology** . Chicago, 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

TAIWO, K.A. et al. The effects of soaking and cooking time on the cooking properties of two cowpea varieties. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.33, n.3-4, p.337-346, 1997.

UDAETA, J. E. M.; LAJOLO, F. M. Compostos fenólicos e sua relação com o endurecimento de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes condições de armazenamento. In: Simpósio latino americano de ciência de alimentos, Campinas. **Anais...** Campinas: FEA/Unicamp, 1997.

VALLE-VEGA, P et al. Effects del anvejecimiento acelerado sobre factores antinutricionais en frijol (*Phaseolus vulgaris*). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 10, p. 1, 1990.

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: **As Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Sto. Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 270p.

VIEIRA, E.H.N. et al. **Avaliação da qualidade tecnológica do feijão armazenado em silobolsa**. Comunicado técnico da EMBRAPA.Santo Antônio de Goiás, GO, Julho, 2006

VINDIOLA, O.L.et al. Accelerated development of the *hard-to-cook* state in beans. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.31, n.8, p.538-552,1986

WASSIMI, N.N.et al. Combining ability of tannin content and protein characteristics of raw and cooked dry beans. **Crop Science**, Madison, v.28, n.3, p.452-458, 1988.

WATTS, B.M. et al. **Métodos sensoriais básicos para la evaluación de alimentos**. Traducciones, Secretaria de Estado. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1992. 170p.

WYATT, J. C. Seed coat and water absorption properties of seed of nearisogenic snap bean lines differing in seed coat color. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Saint Joseph, v. 102, n. 4, p. 478- 480, Apr. 1977.

APÊNDICE 1

APÊNDICE 1 – Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos teores de macrominerais e microminerais em amostras de grãos crus, de grãos cozidos e no caldo, com e sem a água de maceração. Santa Maria – RS, UFSM, 2007

Causas da Variação	GL	QM Macrominerais					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	9	21,53*	2,15*	246,72*	0,57*	2,74*	0,15*
Resíduo	10	3,99	0,64	10,56	0,10	0,42	0,02
Média		32,30	5,69	21,66	1,31	3,39	1,21
CVe%		6,18	14,11	15,00	24,66	19,06	11,53
CVg%		9,17	15,27	50,16	36,80	31,81	21,03
CVg/CVe		1,48	1,08	3,34	1,49	1,77	1,82
		QM Microminerais					
		Fe	Zn	Mn	Cu	B	
Tratamento		223,26 ^{ns}	70,81 ^{ns}	8,08*	18,95*	522,73*	
Resíduo		122,34	53,09	1,83	1,68	31,75	
Média		73,69	34,49	11,15	12,16	26,56	
CVe%		15,01	21,12	12,15	10,65	21,21	
CVg%		9,64	8,63	15,85	24,15	58,98	
CVg/CVe		0,64	0,41	1,30	2,26	2,78	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CVe (%) = coeficiente de variação ambiental.

CVg (%) = coeficiente de variação genético.

APÊNDICE 2

Apêndice 2 – Teste de hipótese da análise sensorial das cultivares avaliadas em diferentes tempos de cozimento – 15, 20, 25 e 30 minutos, equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2), média e coeficiente de variação (CV%). Santa Maria -RS, UFSM, 2008

Atributos	A	D	AxD	Equação de regressão Y: intensidade do teste sensorial; t: tempo de cocção (min)	R^2 (%)	Média	CV %
Ruptura do tegumento	ns	*	ns	$Y = 7,4553 - 0,14x$	92	4,30	33,57
Uniformidade da cor	*	ns	ns	–	–	4,08	30,30
Sabor	ns	ns	ns	–	–	6,28	20,47
Dureza	*	*	ns	$Y = 0,9678 + 0,14x$	97	4,29	40,90
Granulosidade	*	*	ns	$Y = 3,1178 + 0,07x$	85	4,90	32,28
Casca residual	ns	ns	ns	–	–	3,25	43,17
Cor	*	ns	ns	–	–	3,72	34,10
Viscosidade do caldo	*	ns	ns	–	–	3,33	39,98
Odor	ns	ns	ns	–	–	6,07	13,77

* Efeito significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

A - Cultivares; D - Tempos de cozimento.

APÊNDICE 3

Apêndice 3 - Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de capacidade de absorção em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Causas da Variação	GL	QM
Bloco	2	5,34
Cultivar (C)	5	1056,09*
Erro 1	10	33,14
Época (T)	2	1871,43*
Erro 2	4	2,86
Cultivar* tempo (C x T)	10	155,11*
Erro 3	20	31,72
Média		80,64
CV1%		7,14
CV2%		2,10
CV3%		6,98

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CV1 (%) = coeficiente de cultivar.

CV2 (%) = coeficiente de época.

CV3(%)= coeficiente de cultivar x tempo.

APÊNDICE 4

Apêndice 4 - Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de grãos *hardshell* e grãos normais em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Causas da Variação	GL	QM	
		<i>Hardshell</i>	Normais
Bloco	2	33,18	33,18
Cultivar (C)	5	464,11*	464,11*
Erro 1	10	24,29	24,29
Época (T)	2	101,62	101,62
Erro 2	4	15,40	15,40
Cultivar* tempo (C x T)	10	46,87*	46,87*
Erro 3	20	14,51	14,51
Média		94,96	5,03
CV1%		5,19	97,86
CV2%		4,13	77,93
CV3%		4,01	75,65

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CV1 (%) = coeficiente de cultivar.

CV2 (%) = coeficiente de época.

CV3(%)= coeficiente de cultivar x tempo.

APÊNDICE 5

Apêndice 5 - Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de tempo de cocção em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Causas da Variação	GL	QM
Bloco	2	33503,24
Cultivar (C)	5	260957,17*
Erro 1	10	14540,66
Época (T)	2	16310,90
Erro 2	4	7662,96
Cultivar* tempo (C x T)	10	71989,52*
Erro 3	20	4272,05
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
Média		1355,01
CV1%		8,90
CV2%		6,46
CV3%		4,82

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CV1 (%) = coeficiente de cultivar.

CV2 (%) = coeficiente de época.

CV3(%)= coeficiente de cultivar x tempo.

APÊNDICE 6

Apêndice 6 - Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de macrominerais e microminerais em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Causas da Variação	Macrominerais e Microminerais					
	GL	Potássio	Cálcio	Ferro	Zinco	Boro
Bloco	2	0,911	0,010	27,04	10,94	12,63
Cultivar (C)	5	2,54	0,219*	58,25	9,58	4,07
Erro 1	10	2,17	0,026	38,75	6,92	1,46
Época (T)	2	40,14	0,718	702,09	109,49	12,72
Erro 2	4	7,87	0,135	112,09	30,85	3,09
Cultivar* tempo (C x T)	10	1,73	0,048	44,23	12,04	3,60
Erro 3	20	2,30	0,026	62,25	12,34	1,63
Média		9,68	1,87	89,11	27,82	8,63
CV1%		15,22	8,69	6,99	9,44	13,99
CV2%		28,97	19,58	11,91	19,93	20,38
CV3%		15,67	8,73	8,85	9,44	12,79

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CV1 (%) = coeficiente de cultivar.

CV2 (%) = coeficiente de época

CV3(%)= coeficiente de cultivar x tempo

APÊNDICE 7

Apêndice 7 - Graus de liberdade e quadrado médio para as causas de variação dos valores de L em amostras de cultivares de feijão armazenadas por seis meses. Santa Maria – RS, UFSM, 2008

Causas da Variação	GL	QM
Bloco	2	0,29
Cultivar (C)	5	2444,51*
Erro 1	10	0,68
Época (T)	2	278,00*
Erro 2	4	0,22
Cultivar* tempo (C x T)	10	9,36*
Erro 3	20	0,36
Média		34,79
CV1%		1,36
CV2%		2,37
CV3%		1,75

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F;

^{ns} = Não significativo.

CV1 (%) = coeficiente de cultivar.

CV2 (%) = coeficiente de época

CV3(%)= coeficiente de cultivar x tempo