

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS CASCAVEL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FATORES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS NO PROCESSAMENTO DE FEIJÃO
COMUM ARMAZENADO

THAIS MARIOTTO CEZAR

CASCAVEL – PR

2011

THAIS MARIOTTO CEZAR

**FATORES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS NO PROCESSAMENTO DE FEIJÃO
COMUM ARMAZENADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Dra. Sílvia Renata Machado Coelho
Co-orientadora: Carla Rosane Paz Arruda Téó

**CASCADEL – PARANÁ – BRASIL
JUNHO – 2011**

THAIS MARIOTTO CEZAR

Fatores nutricionais e antinutricionais no processamento de feijão comum armazenado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Silvia Renata Machado Coelho
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Co-orientadora: Prof^ª. Carla Rosane Paz Arruda Téo
UNOCHAPECÓ

Cascavel, junho de 2011

BIOGRAFIA

Bacharel em Nutrição pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2001).

Especialista em Gestão de Qualidade em Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina – UEL (2003).

Docente da Faculdade Assis Gurgacz – FAG – Cascavel – Curso de Nutrição e Curso de Tecnologia em Alimentos – desde 2005.

Consultora do Programa Alimento Seguro PAS – SENAC desde 2004.

DEDICATÓRIA

A DEUS,
Ao meu esposo Gerson,
As minhas filhas Giulia e Rafaela,
Aos meus pais Sergio e Cheila,
A minha orientadora e amiga Silvia,

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve ao meu lado e permitiu que eu alcançasse mais essa conquista.

À Prof^a Dra. Silvia Renata Machado Coelho, por toda a orientação, incentivo, amizade, compreensão e confiança durante a realização deste trabalho.

À co-orientadora Carla Rosane Paz Arruda Téo pela correção e auxílio no trabalho.

Aos professores da banca examinadora, por terem participado da avaliação deste trabalho, pelo tempo dedicado às correções e pelas importantes contribuições e sugestões.

À Faculdade Assis Gurgacz, pelo apoio e pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós - Graduação *Stricto sensu* em Engenharia Agrícola da Unioeste, *campus* de Cascavel.

À querida amiga, de todas as horas, Vanderleia Schoeninger, pela amizade, pela ajuda durante todo o mestrado e pelo apoio quando precisei estar ausente.

Aos meus amigos e colegas de laboratório Ana Júlia, Rodrigo, Eduardo, Paulo Alexandre, Sara, por toda a colaboração e convívio nesse período de pesquisa.

À Andréia, pela ajuda e apoio durante as análises estatísticas.

Ao meu esposo, Gerson, pelo carinho e apoio, e às minhas filhas, Giulia e Rafaela, pela compreensão durante as minhas ausências.

À minha família, que sempre me apoiou e me incentivou a nunca desistir, mesmo nos momentos difíceis, o meu Muito Obrigada!

RESUMO

FATORES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS NO PROCESSAMENTO DE FEIJÃO COMUM ARMAZENADO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, por ser uma excelente fonte protéica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e de ser rico em ferro. Além de proporcionar nutrientes essenciais é utilizado como alternativa em substituição a carnes ou outros produtos proteicos, pela população de baixa renda. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do armazenamento sob os teores de nutrientes e fatores antinutricionais de feijão comum, submetido a processos de cocção dos grãos. Os feijões da variedade carioca IAPAR 81 foram avaliados nos tempos de 0, 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento, submetidos a três tratamentos de cozimento: feijão cozido sem água de maceração (FCSAM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem maceração (FCSM) e feijão cru (controle). Em cada amostra foram realizadas análises físico-químicas de umidade, sólidos totais, proteína, fitatos, taninos e minerais (cálcio, ferro e manganês), os quais foram comparados aos resultados do feijão cru nos cinco tempos de armazenamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Verificou-se que houve acréscimo significativo no tempo de cozimento dos grãos armazenados, o que indicou endurecimento dos grãos armazenados em temperatura ambiente. O teor de umidade apresentou um resultado menor em 45 dias de armazenamento. Observou-se menor concentração de proteínas no feijão cozido sem água de maceração. Ao analisar a proteína em função do tempo de armazenamento, observou-se que o feijão cru, com 45 dias de armazenamento, obteve o maior teor proteico. Ao analisar o teor de fitatos, verificou-se que os meses de armazenamento diminuem o teor de fitatos do grão, e o melhor tratamento para a redução do fitato seria do feijão cozido sem água de maceração. Já os taninos apresentaram aumento do teor com o armazenamento, e o período de 180 dias apresentou maior concentração de taninos no grão, e o melhor tratamento foi o FCSAM. No caldo, o teor de taninos aumentou no FCSAM. O tempo de armazenamento foi um fator importante e influenciou os teores de proteína, fitatos, taninos e cálcio, com redução ou aumento dos seus valores em função do tempo.

Palavras - chave: Fitatos, taninos, proteínas, *Phaseolus vulgaris L.*

ABSTRACT

Nutricional and antinutritional factors in the storage process of common bean

The common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) is one of the most important elements of the diet of the Brazilian population, being an excellent source of protein, having good content of carbohydrates and being rich in iron. In addition to providing essential nutrients, it is used as an alternative to meat or other protein products for the population with a low-income. The aim of this study was to assess the influence of storage on the nutrient and antinutritional factors that the beans undergo during their process of cooking. Beans of the Carioca variety IAPAR 81 were assessed at 0, 45, 90, 135 and 180 days of storage and three processes of cooking: baked beans without soaking water (FCSAM), baked beans with soaking water (FCCAM) and baked beans without soaking (FCSM) and raw bean (control). Each sample was analyzed for physical-chemical moisture, total solids, protein, phytic acid, tannin and minerals (calcium, iron and manganese), which were compared to results from raw beans within five days of storage. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and differences between means were analyzed by Tukey test at 5% probability ($p < 0.05$). It was found that there was significant increase in the cooking time of the stored grain, which indicated hardening of the grain stored at room temperature. Moisture content showed a lower result within 45 days of storage. There was less concentration of protein in beans cooked without soaking water. When analyzing the protein as a function of storage time, it was observed that the beans with 45 days of storage had the highest protein content. By analyzing the content of phytates, it was found that the months of storage decrease the phytate content of the grain, and the best treatment to reduce phytate would be baked beans without soaking water. Since the tannin content showed an increase with storage, and the period of 180 days had the highest concentration of tannins in the grain, its best treatment was the FCSAM. The content of tanning increased in the broth with FCSAM. The storage time was a major factor and influenced the content of protein, phytates, tannins and calcium, reducing or increasing their values as a function of time.

Keywords: phytates, tannins, protein, *Phaseolus vulgaris L*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cultura do feijoeiro.....	3
2.2 Composição química dos grãos de feijão comum.....	4
2.2.1 Proteínas.....	5
2.2.2 Minerais.....	6
2.3 Fatores antinutricionais do feijão comum.....	7
2.3.1 Polifenóis.....	9
2.3.2 Fitatos.....	11
2.4 Armazenamento dos grãos de feijão.....	13
2.5 Métodos de cocção dos grãos e influência na qualidade.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Local da realização da pesquisa.....	17
3.2 Amostra.....	17
3.3 Armazenamento.....	17
3.4 Determinação do tempo de cozimento dos grãos em cada tempo de armazenamento.....	17
3.5 Processamento dos grãos.....	18
3.6 Análises realizadas.....	19
3.6.1 Determinação da umidade e sólidos totais.....	19
3.6.2 Determinação das proteínas.....	19
3.6.3 Determinação dos fitatos.....	19
3.6.4 Determinação dos taninos.....	20
3.6.5 Determinação do teor de cinzas.....	20
3.6.6 Determinação dos minerais.....	20
3.7 Delineamento estatístico.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Absorção de água.....	23
4.2 Proteínas.....	25
4.2.1 Proteínas nos grãos.....	25
4.2.2 Proteínas nos caldos.....	27

4.2.3 Relação entre o teor de proteína no caldo de cozimento e nos grãos de feijão.....	28
4.3 Fitatos.....	29
4.4 Taninos.....	30
4.4.1 Teor de taninos no grão.....	30
4.4.2 Teor de taninos no caldo.....	31
4.5 Minerais.....	32
5 CONCLUSÃO.....	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
8 ANEXOS.....	45
8.1 Anexo A.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição centesimal do feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>), cultivar IAC-CARIOCA.....	4
Tabela 2	Tempo de cozimento (minutos) e teor de umidade (%) do feijão variedade carioca IAPAR 81 por 180 dias de armazenamento em condições ambientais.....	22
Tabela 3	Absorção de água após o cozimento (%) de grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos....	23
Tabela 4	Sólidos totais (%) do caldo de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos.....	24
Tabela 5	Teores de proteínas (%) dos grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos.....	25
Tabela 6	Teor de proteínas (%) obtido dos caldos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos.....	27
Tabela 7	Teor de fitatos (%) dos grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos.....	29
Tabela 8	Teor de taninos (%) encontrado nos grãos do feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos.....	30
Tabela 9	Teor de taninos (%) encontrado no caldo do feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos.....	32
Tabela 10	Teor de cinzas (%) dos grãos de feijão carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos.....	32
Tabela 11	Teor Ferro, Manganês e Cálcio ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) dos grãos de feijão carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos.....	34

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, por ser excelente fonte proteica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e de ser rico em ferro. O Brasil é o maior produtor dessa fabacea e também o maior consumidor. Além de sua relevância na dieta do brasileiro, o feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, em razão de ser cultivado em grandes áreas e da mão de obra empregada durante o ciclo da cultura (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

O feijão é um excelente alimento, rico nutricionalmente, pois fornece nutrientes essenciais ao ser humano, como proteínas, ferro, cálcio, magnésio, zinco, vitaminas (principalmente do complexo B), carboidratos e fibras.

Na alimentação dos brasileiros, o feijão é a principal fonte de proteína, seguido, em importância, pela carne bovina e pelo arroz. Apenas esses três alimentos básicos contribuem com 70% da ingestão proteica (MACHADO; FERRUZZI; NIELSEN, 2008). A importância alimentar do feijão deve-se, especialmente, ao menor custo de sua proteína em relação aos produtos de origem animal (MESQUITA et al, 2006).

O consumo em quantidade, de média a alta, de feijão tem sido associado à diminuição de riscos para doenças como o diabetes, doenças cardiovasculares e até mesmo neoplasias. Acredita-se que esse efeito benéfico do consumo do feijão é devido à presença de metabólitos secundários ou fitoquímicos nessa leguminosa, principalmente os compostos fenólicos e os flavonóides (AGUILERA; RIVERA, 1992).

O armazenamento de grãos tem por objetivo preservar as características do produto e é influenciado por fatores ambientais, temperatura e umidade relativa do ar e por fatores inerentes ao produto colhido, o teor de água dos grãos e a sua constituição genética. Esses fatores afetam a qualidade culinária, nutricional e de mercado do feijão, como o tempo de cocção e a aparência. No caso do feijão do tipo comercial “carioca”, os fatores ambientais também contribuem para o escurecimento do tegumento – fator que afeta negativamente a preferência do consumidor, que o associa a feijão velho. Também interações bioquímicas e transformações físico-químicas levam ao endurecimento do grão armazenado, que se reflete no maior tempo de cozimento (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

A qualidade culinária do feijão é, consideravelmente, afetada à medida que aumenta o tempo de armazenamento, preferindo o consumidor produto de colheita mais recente. A perda de qualidade manifesta-se pelo aumento no grau de dureza do feijão, com consequentes acréscimos no tempo necessário para cozimento, além de mudanças no sabor e escurecimento do tegumento em alguns cultivares. Alguns produtores, sob a alegação de que feijões colhidos antecipadamente tendem a apresentar menor

escurecimento do tegumento, antecedem a colheita dos mesmos e evitam estocar o produto por períodos prolongados (RIOS; ABREU; CORRÊA; 2003).

Diante disso, salienta-se a necessidade de maiores informações sobre as referentes alterações em fatores antinutricionais e nutricionais durante o armazenamento do produto, visando verificar o aproveitamento de nutrientes.

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi verificar a influência do tempo de armazenamento e de diferentes técnicas culinárias de preparo do feijão comum, sobre os teores de nutrientes e de fatores antinutricionais dessa leguminosa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do feijoeiro

No Brasil, os feijões utilizados para consumo pertencem à ordem *Rosales*, família *Fabaceae* (*Leguminosae*), gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L. (MECHI; CANIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2005).

Considerado uma leguminosa ou fabacea, o feijão constitui-se como alimento básico, consumido por elevada parcela da população brasileira em sua dieta habitual (ANTUNES; SILVEIRA; SILVA, 2007; FANCELLI; NETO, 2007), bem como por outros países da América do Sul (PEREIRA; COSTA, 2002).

Entre as culturas anuais, o feijoeiro é a que exhibe o mais alto nível de variabilidade quanto à cor, tamanho e forma da semente, sendo que essas características influenciam o consumidor quanto à preferência por determinada variedade. No Brasil, há maior aceitação dos feijões de sementes pequenas e opacas. O feijão preto é mais popular no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. No restante do país, esse tipo de grão tem pouco ou quase nenhum valor comercial ou aceitação. O feijão do tipo carioca é aceito em praticamente todo o país (CARNEIRO et al., 2005).

Além de sua importância econômica, o feijão constitui-se em um dos alimentos básicos da população brasileira e é uma das alternativas de exploração agrícola em pequenas propriedades, de ocupação de mão de obra menos qualificada e um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta alimentar dos estratos sociais economicamente menos favorecidos (EMBRAPA, 2009).

No Brasil, é a principal leguminosa fornecedora de proteínas, fazendo parte da dieta diária das classes socioeconômicas menos favorecidas. Apesar do grande consumo, a contribuição nutricional dos feijões apresenta problemas, pois suas proteínas têm baixa digestibilidade e inadequado balanço de aminoácidos essenciais, bem como substâncias tóxicas e antinutricionais, especialmente, quando cru ou mal processado. Muitos estudos têm procurado entender o significado desses agentes prejudiciais à qualidade nutricional dos feijões, resultando no isolamento de alguns deles, enquanto outros continuam desconhecidos (ANTUNES et al, 1995).

A produção total de feijão no Brasil, da safra 2010/2011, está prevista em 3.645,8 mil toneladas. Para esta estimativa foi somada a produção da primeira safra e o volume médio produzido em cinco anos nas safras segunda e terceira (CONAB, 2011).

2.2 Composição química dos grãos de feijão comum

O feijão é constituído de 20 a 25% de proteínas, 1 a 20% de fibras alimentares, 60 a 65% de carboidratos, 1 a 3% de lipídios, além dos minerais Ca, Fe, Cu, Zn, K, P e Mg, e também de vitaminas, em especial, as do complexo B, como riboflavina, niacina e folacina. A qualidade nutricional do feijão depende de fatores genético-agronômicos, que são alterados devido ao armazenamento inadequado (SGARBIERI, 1996). Além de sobressair-se, por seu elevado conteúdo de proteínas, dentre seus vários nutrientes em sua composição centesimal, o feijão possui considerado teor de carboidratos e ferro (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006), de cálcio, vitaminas, fibras e lisina (RESENDE et al., 2008). O consumo dessa leguminosa, de acordo com Guzmán et al. (2007), está associado com a redução do risco de desenvolver diabetes, obesidade, doenças cardíacas e câncer de cólon.

Na composição química das leguminosas, encontram-se proteínas, poucos lipídeos, carboidratos (principalmente o amido) e fibras por meio da celulose, além de micronutrientes e fitoquímicos. São também ricas em saponinas e frutooligossacarídeos, que podem apresentar ação antioxidante. Com relação aos micronutrientes, os feijões são fontes de ferro, no entanto, a biodisponibilidade desse nutriente nesse alimento é baixa e pode estar diminuída pela presença de inibidores de sua absorção (PHILIPPI, 2008). O feijão apresenta em sua composição química, em média, 320 mg de cálcio, 1,17 µg de manganês e 9,22 mg de ferro, a cada 100g do alimento (FRANCO, 2008). A composição centesimal do feijão comum *Phaseolus vulgaris* L. é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 Composição centesimal do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar IAC-carioca

Componentes	Quantidade (g/100g)
Umidade	9,4
Proteínas	18,4
Lipídeos totais	2,3
Cinzas	0,6
Fibras	4,6
Carboidratos totais	64,7
Rafinose*	0,4
Estaquiose*	3,23
Verbascose*	0,12

FONTE: ADAPTADO DE OLIVEIRA *et al.* (2001).

NOTA: * Oligossacarídeos da Família Rafinose, incluídos na fração dos carboidratos totais.

Dentre os componentes secundários do feijão, destacam-se, principalmente os compostos fenólicos, substâncias antioxidantes vinculadas a um menor risco no desenvolvimento de alguns tipos de câncer e a uma menor incidência de doenças degenerativas (MACHADO; FERRUZI; NIELSEN, 2008).

O feijão tem recuperado o prestígio na dieta da população dos países desenvolvidos. Isto é devido, em parte, a problemas de saúde relacionados ao consumo de carne, bem como à descoberta dos benefícios da leguminosa na dieta e sua proteção contra doenças de cólon (PUJOLÁ; FARRERAS; CASANÃS, 2007). Entretanto, segundo POF 2008/09 (Pesquisa de Orçamentos Familiares), o grupo de alimentos: carnes, vísceras e pescados, lideram os gastos com alimentação. Em 2002/03 e 2008/09, o percentual gasto com carnes, vísceras e pescados cresceram de 18,3 para 21,9, enquanto os gastos com cereais, leguminosas e oleaginosas caiu de 10,4 para 8,0%.

A reduzida digestibilidade das proteínas dos feijões e de outras leguminosas está relacionada à ação de fatores ligados à casca (taninos), aos cotilédones (proteínas, taninos, fitatos) e ao processo de armazenamento, podendo-se dizer que o problema está centrado nas moléculas protéicas, como elas interagem entre si e com outros componentes, e como essas interações ocorrem no armazenamento e no processamento industrial (BRESSANI; ELIAS; BRAHAN, 1993). Sgarbieri (1996) cita que a digestibilidade das proteínas é inferior, quando comparada às proteínas de origem animal, e isso ocorre devido aos baixos teores em aminoácidos essenciais, particularmente os sulfurados, metionina, cisteína e cistina, além do tripfano

Dentre as características nutricionais de feijões comuns, Silva et al. (2006) citam que eles possuem fatores positivos, como o alto conteúdo de proteína e lisina, mas possuem também fatores limitantes, como difícil cozimento, compostos polifenólicos, ácido fítico, fatores de flatulência e baixa digestibilidade proteica.

A dificuldade na digestão do grão também pode ser associada a substâncias de natureza antinutricional, como os inibidores de proteases e de amilases, lectinas, taninos, fitatos, oligossacarídeos da Família Rafinose (rafinose, estaquiose e verbascose). Um processo utilizado para melhorar a digestibilidade é o tratamento térmico, que tem a função de inativar os inibidores de proteases do feijão (ANTUNES et al., 1995).

2.2.1 Proteínas

A proteína é uma molécula complexa, composta de aminoácidos, unidos por ligações peptídicas. Os alimentos fonte são o leite, queijo, iogurte, aves, peixes, carnes, ovos e feijão. Entre os fatores que determinam a qualidade da proteína da dieta, destacam-se, além do perfil de aminoácidos, a digestibilidade e os teores de minerais e vitaminas (CUPPARI, 2005).

As características nutricionais do feijão baseiam-se na qualidade e quantidade de suas proteínas (CRUZ et al., 2005). Seu teor protéico pode divergir entre 17,0 e 23,8% (LEMOS et al., 2004) e de 23,37 a 25,77% (ANTUNES et al., 1995). As proteínas do feijão,

como as de outras leguminosas, são ricas em lisina e limitadas em aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina). A concentração elevada de lisina é considerada de grande valor na complementação das proteínas de cereais, que são pobres nesse aminoácido e ricos em metionina (GEIL; ANDERSON, 1994). Porém, as proteínas do feijão têm valor nutricional pouco inferior ao apresentado pelas carnes, o que é decorrente do teor e biodisponibilidade reduzidos de aminoácidos sulfurados (EVANS; BAUER, 1978; ANTUNES; SGARBIERI, 1980; FUKUDA; ELIAS; BRESSANI, 1982), principais aminoácidos que participam da síntese protéica (GERALDO, 2006).

As proteínas apresentam digestibilidade reduzida em condições “in natura”, porém, sua digestibilidade aumenta após tratamento térmico. Entretanto, a digestibilidade ainda fica limitada, em função da alteração da estrutura primária das proteínas e pela permanência dos inibidores de proteases termoestáveis ou polifenólicos, que interagem com as enzimas digestivas e/ou com as proteínas do feijão, formando complexos e diminuindo o seu grau de hidrólise (HAAGENSON, et al., 2008).

Economicamente, o feijão apresenta grande importância no agronegócio nacional (FUSCALDI; PRADO, 2005), cujo custo comercial é mais acessível, principalmente quando comparado a alimentos de origem animal (RIBEIRO et al., 2007a). Dessa forma, caracteriza-se como uma das principais fontes de proteínas na alimentação das classes de baixa renda (SILVA et al., 2006), sendo fundamental na situação socioeconômica do Brasil, tanto por ser o maior produtor quanto consumidor dessa leguminosa (SILVA; LEMOS; TAVARES, 2006).

A quantidade anual per capita de feijão adquirido para consumo no domicílio, por meio de despesas monetárias, esteve em 1974/75 em 14,698 kg, 1987/88 em 12,134 kg, 1995/96 em 10,189 e em 2002/03 em 9,220 kg. Nota-se um decréscimo no consumo da leguminosa no país (IBGE, 2002-2003).

2.2.2 Minerais

Os minerais são nutrientes essenciais que, para efeito de classificação, são agrupados em macrominerais – cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio – aqueles presentes no organismo em quantidade maior; e em minerais traço – ferro, zinco, cobre, manganês, selênio, iodo – aqueles que apresentam concentrações menores. Como nutrientes essenciais, devem ser fornecidos ao organismo pela dieta (TIRAPEGUI, 2005).

As leguminosas são importantes componentes alimentares da dieta brasileira porque, além de contribuírem com o aporte de energia, proteína e carboidratos, também possuem relevantes teores de cálcio, ferro e zinco, minerais essenciais ao organismo e metabolismo celular. Contudo, a concentração desses elementos não é necessariamente um indicador seguro do valor nutritivo dessas sementes, pois nos processos digestivos

ocorrem interações químicas e físicas, que podem influenciar de maneira positiva ou negativa a absorção, a biodisponibilidade e a utilização metabólica dos mesmos. Além disso, a presença de substâncias inerentes nas leguminosas como as frações fibra alimentar, ácido fítico, oligossacarídeos (rafinose, verbascose e estaquiose) e polifenóis, pode reduzir a absorção destes elementos, devido ao efeito quelante que exercem em diferentes graus (BARRUETO-GONZALEZ, 2008).

Com relação ao micronutriente, os feijões são fontes de ferro, no entanto, a biodisponibilidade desse nutriente nesse alimento é baixa, e pode estar ainda mais diminuída pela presença de inibidores de sua absorção, como fitatos, oligossacarídeos e saponinas, entretanto, o processo de cocção reduz em 80 a 90% a quantidade desses compostos. Fatores que podem aumentar em até 15% a biodisponibilidade de ferro em leguminosas são a presença de carnes e, com menor influência, a presença de alimentos fontes de vitamina C (PHILIPPI, 2008).

O ferro foi um dos minerais mais estudados em relação à biodisponibilidade, por ter a hemoglobina como seu maior compartimento no organismo. Assim, na dieta, foram identificados vários componentes facilitadores (ácido ascórbico, ácido cítrico, proteína animal) e interferentes (taninos, fitatos, oxalatos, cálcio) da absorção de ferro (TIRAPEGUI, 2005). O ferro é componente de diversas proteínas, incluindo hemoglobina e enzimas. Foi estimada a necessidade média em 6 mg dia^{-1} para o sexo masculino e $8,1 \text{ mg dia}^{-1}$ para o sexo feminino (CUPPARI, 2005).

Além de fundamental para a formação de ossos e dentes, o cálcio exerce diversas outras funções importantes no organismo: transporte em nível de membrana celular, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos e secreção glandular. A definição é de $1.000 \text{ mg dia}^{-1}$ para ambos os sexos (CUPPARI, 2005). Componentes dietéticos, como fitatos, oxalatos, frações de fibra dietética, ácidos graxos saturados de cadeia longa, podem impedir sua absorção (TIRAPEGUI, 2005).

O manganês está envolvido na formação de ossos e no metabolismo de aminoácidos, lipídeos e carboidratos. Definiu-se a ingestão adequada para o adulto em $2,3 \text{ mg dia}^{-1}$ para homens e $1,8 \text{ mg dia}^{-1}$ para mulheres (CUPPARI, 2005).

2.3 Fatores antinutricionais do feijão comum

A biodisponibilidade de um nutriente relaciona-se com a capacidade do organismo em utilizá-lo após a sua ingestão. Os alimentos possuem em sua composição certos componentes químicos, capazes de causar diminuição da utilização orgânica de alguns nutrientes, sendo tais compostos denominados fatores antinutricionais. Os fatores antinutricionais, como os fenólicos, ácido fítico, entre outros, quando ingeridos em altas

quantidades e de forma crônica, podem ser responsáveis pelo desenvolvimento de quadros de carências nutricionais, devido a não utilização orgânica dos nutrientes ofertados pelos alimentos (SOUZA et al., 2005). Os grãos de leguminosas contêm uma variedade de fatores antinutricionais, que podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de certos nutrientes (SILVA; SILVA, 1999).

Embora as sementes de leguminosas contenham uma quantidade moderada de proteínas, calorias, minerais e vitaminas, seu aproveitamento na alimentação humana e animal é limitado pela presença de vários fatores antinutricionais. Estes incluem taninos, ácido fítico, inibidores de tripsina e oligossacarídeos (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009).

Por definição, fatores antinutricionais são aqueles gerados em alimentos “in natura”, pelo metabolismo normal da espécie da qual o material se origina, e por mecanismos diferentes (decomposição ou inativação de alguns nutrientes, diminuição da utilização digestiva ou metabólica do alimento), no qual exerce efeitos contrários à nutrição adequada (COUSINS, 1999).

No Congresso de Biodisponibilidade, realizado em Wageningen na Holanda, em 1997, foi proposta uma definição: “Biodisponibilidade é a fração de qualquer nutriente ingerido que tem o potencial para suprir demandas fisiológicas em tecidos alvos” (COZZOLINO, 1997). Definido também por Williams (1997), como a quantidade de um nutriente ingerido no alimento que é absorvido e, então, disponível ao organismo para o uso metabólico.

As leguminosas são importantes fontes de proteínas, vitaminas, carboidratos e minerais. Contudo, a presença de fatores antinutricionais limitam a utilização desse alimento. Alguns componentes dos feijões são considerados antinutricionais, como os inibidores da tripsina, fitatos, oligossacarídeos e saponinas (PHILIPPI, 2008).

Bressani; Elias; Braham (1993) apontaram ser multicausal a reduzida digestibilidade das proteínas do feijão e de outras leguminosas, havendo, além dos inibidores de proteases, outros fatores ligados à casca (taninos), aos cotilédones (proteínas, taninos e fitatos), ao processamento e ao armazenamento. O ácido fítico ou ácido inositol 1,2,3,4, 5,6-hexafosfato ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) possui forte potencial quelante, podendo complexar-se com minerais, como cálcio, ferro e zinco, comprometendo a digestibilidade das mesmas. Já os taninos são compostos fenólicos solúveis em água, com peso molecular variando entre 500 e 3000 D, que contêm muitos grupos hidroxila, que permitem a formação de ligações cruzadas estáveis com proteínas, o que reduz sua digestibilidade e consequente aproveitamento pelo organismo animal (BARAMPAMA; SIMARD, 1995; SILVA; SILVA, 1999).

A habilidade dos taninos em associar-se e precipitar as proteínas é que ocasiona esses efeitos adversos, as interações hidrofóbicas e a presença de pontes de hidrogênio é que ocasionam esses efeitos (BONETT et al., 2007).

Os resultados obtidos em estudo de Shimelis e Rakshit (2007), mostraram que os métodos de processamento de feijão influenciam no teor de fatores antinutricionais e na sua digestão. Nesse mesmo estudo, mostraram que a germinação reduz significativamente componentes antinutricionais indesejáveis, como fitatos, taninos, e os fatores causadores de flatulência.

2.3.1 Polifenóis

Os taninos são componentes polifenólicos encontrados em plantas, alimentos e bebidas (PANSERA et al, 2003). Os polifenóis de leguminosas e cereais são, predominantemente, taninos de origem flavonóide (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLUCKE, 2005). O termo tanino foi utilizado, originalmente, para descrever a substância contida nos extratos vegetais e usada no curtimento de couro, principalmente pela sua capacidade de se combinar com proteínas da pele animal, inibindo o processo de putrefação (DESHPANDE et al., 1992).

Os taninos podem ser classificados como hidrolisáveis e não hidrolisáveis ou condensados. Os taninos condensados estão presentes na fração da fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995).

Ambos os grupos podem ser hidrolisados. Taninos "Condensados" são mais corretamente designados como flavan-3, taninos 4diol derivados ou proantocianidinas; e os taninos hidrolisáveis, como galotanins ou elagitaninos. Os polifenóis podem fornecer um número de funcionalidades diferentes nos alimentos, incluindo cor e adstringência. Os taninos são um grupo diverso de moléculas, que são formadas a partir de ácidos carboxílicos, ácidos fenólicos e açúcares. A estrutura exata das moléculas maiores não é conhecida. A complexação dos taninos com as proteínas está relacionada à redução do valor nutritivo dos tecidos com alto teor de tanino, mas não há evidências que sugerem que o efeito antinutricional pode ser causado por um efeito mais direto e fisiológico dos taninos. Proteínas com alto teor de prolina têm uma maior afinidade com os taninos do que outras proteínas (FENNEMA, 1996).

Devido a seus efeitos adversos na cor, sabor e qualidade nutricional, os taninos de leguminosas e cereais têm recebido considerável atenção. O aproveitamento dessas proteínas em animais e humanos é afetado pela presença de taninos no tegumento dos feijões, cujo teor pode variar de 0 a 2%, segundo a espécie e a coloração da semente (BONETT et al, 2007). Em feijões, os compostos polifenólicos estão concentrados, primeiramente, no tegumento da semente, com quantidades baixas ou insignificantes e, em

segundo lugar, nos cotilédones. Os genótipos de feijões coloridos são mencionados com frequência como maiores limitantes do valor nutritivo de leguminosas (SILVA; SILVA, 1999).

Em estudos com animais alimentados com dietas ricas em polifenóis, verificou-se a redução no consumo de alimentos e um baixo quociente de eficiência protéica (DESHPANDE, 1992).

Um baixo aproveitamento de nutrientes foi observado em feijões marrons, pretos, vermelhos e brancos, com teor médio de taninos de 7,8 mg, 6,6 mg, 12,6 mg e 2,3 mg g⁻¹ equivalentes de catequina, respectivamente (BRESSANI; ELIAS; BRAHAM, 1993).

Os compostos polifenólicos possuem propriedades antimicrobianas, indicando possível função como mecanismo de defesa da planta (DESHPANDE, 1992). Os taninos, em feijão, concentram-se na casca (7,7 mg g⁻¹), enquanto nos cotilédones a sua concentração é de apenas 0,8 mg g⁻¹ (DELPINO, 1992).

Durante o processo de cozimento dos feijões foi observado que, com um aumento da temperatura, os polifenóis podem ligar-se com algumas proteínas, serem eliminados na água do cozimento, permanecer livres ou sofrer polimerização. As hipóteses sugeridas foram de que os polifenóis livres podem tanto influenciar indiretamente na digestão das proteínas, por inibição da atividade enzimática, como durante o cozimento, podem penetrar no cotilédone e reagir com suas proteínas, tornando-as menos suscetíveis à hidrólise enzimática (BRESSANI; ELIAS; BRAHAM, 1993).

Em análise do conteúdo de tanino em leguminosas submetidas à germinação, descorticação e cozimento, constatou-se que o método mais efetivo de remoção desse composto foi a descorticação das sementes, resultando em perda de 83 a 97% de tanino, constatando-se também que há liberação do tanino da semente para o caldo durante o cozimento (BONETT et al, 2007).

Os efeitos dos taninos em seres humanos são pouco conhecidos, e os efeitos nocivos do consumo anormal de fenóis em plantas, apresentam resultados pouco expressivos, embora substâncias formadoras de complexos com compostos nitrogenados, provavelmente, influenciem na digestão e absorção de nutrientes (CHANG et al., 1996).

Em ratos, a digestibilidade do feijão fica entre 40 e 70% e, em seres humanos, em torno de 60% do nitrogênio ingerido (BRESSANI; ELIAS; BRAHAM, 1993). Embora seja reconhecida a ação do tanino no valor nutritivo de certos vegetais, os efeitos na saúde humana ainda são questionáveis, devido à limitação de estudos nessa área (SILVA; SILVA, 1999).

Em estudo de Ranilla; Genovese e Lajolo (2007), sobre os polifenóis e a capacidade antioxidante do tegumento e cotilédones de cultivares de feijão do Brasil e do Peru, foi observado que os cotilédones tinham menor quantidade de compostos fenólicos totais e menor capacidade antioxidante do que o tegumento, e não foram encontrados taninos condensados, como também foi observado em sementes. Em geral, a variabilidade

entre as amostras não era tão alta quanto a observada no tegumento, no entanto, foi mais evidente nos cotilédones de feijão branco e amarelo, que apresentaram os menores teores de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Considerando todas as amostras, uma correlação positiva moderada foi encontrada entre a quantidade de ácidos fenólicos totais e fenóis totais, que foi maior para os cotilédones de feijão preto, indicando que nesse grupo, os principais compostos fenólicos são os ácidos fenólicos.

Atualmente, os principais métodos para determinação do teor de taninos abrangem a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e a espectrofotometria (VERZA et al., 2007).

2.3.2 Fitatos

Dentre os fatores antinutricionais encontrados em leguminosas está o ácido fítico ou ácido hexafosfórico (IP6), constituindo aproximadamente 1 a 2% do peso da semente, podendo alcançar a quantidade de 3 a 6% em alguns cereais (KASIM; EDWARDS, 1998).

Entre outros fatores, a disponibilidade de nutrientes pode ser influenciada pela formação de complexos naturais desses agentes. Este é particularmente, o caso de cereais, sementes de oleaginosas e legumes que contêm fitatos. Conhecido também como ácido fítico, ele é um complexo orgânico de armazenagem de fósforo nas plantas. O fitato é um anion reativo, no qual pode formar sais, com minerais nutricionalmente importantes como o Ca, Mg, Zn ou Fe (COUSINS, 1999).

Os fitatos são compostos naturais, formados durante o processo de maturação das sementes e também responsáveis pela iniciação da dormência (MAGA, 1982; TORRE et al., 1991). São derivados do ácido fítico ou ácido hexafosfórico mioinositol, com habilidade de formar quelantes com íons de minerais, tais como cálcio e magnésio, formando complexos solúveis resistentes à ação no trato intestinal, que diminuem a disponibilidade desses minerais e, embora esse seja seu maior efeito, os fitatos também interagem com resíduos básicos das proteínas, participando da inibição de enzimas digestivas como a pepsina, a pancreatina e a amilase (AGOSTINI; IDA, 2006). O ácido fítico contém aproximadamente 70% do conteúdo de fosfato das sementes de leguminosas (ZHOU; ERDMAN, 1995).

No armazenamento, fermentação, germinação, processamento e digestão das sementes, o ácido fítico pode ser desfosforilado, produzindo compostos como pentafosfato (IP5), tetrafosfato (IP4), trifosfato (IP3) e, provavelmente, o inositol difosfato (IP2) (ZHOU; ERDMAN, 1995), e o efeito negativo na biodisponibilidade de minerais está associado ao IP5 e IP6 (hexafosfato) (SANDBERG et al., 1989).

Do conteúdo total de feijão em 50 cultivares estudadas, o ácido fítico mioinositol hexafosfato, ou seus sais fitatos, representaram 54% a 82%, com média de 69,3%. O

conteúdo de ácido fítico no feijão varia de 0,54% a 1,58%, mais de 99% na forma solúvel, o de fósforo total de 0,26% a 0,56%, sendo o de fósforo inorgânico de 0,021% a 0,044% e o de fósforo orgânico, que não ácido fítico, de 0,05% a 0,135% (LOLAS; MARKAKIS, 1975).

Vários complexos insolúveis formados pelo ácido fítico com minerais, como cálcio, zinco, ferro e magnésio, podem torná-los indisponíveis, dependendo da concentração de ambos (ácido fítico e minerais) no alimento, das condições do processamento, da digestão ou hidrólise do fitato pela fitase e da capacidade da mucosa intestinal para absorver minerais (BONETT et al., 2007).

O fitato pode ser considerado bastante estável ao calor (DESHPANDE, 1992). Tanto a maceração em temperatura ambiente quanto a cocção do feijão, não alteram o seu conteúdo de ácido fítico. No entanto, foi constatada uma correlação inversa entre tempo de cozimento de feijões e teor de ácido fítico, ou seja, quanto maior o tempo de cozimento menor o teor de ácido fítico (BERNAL-LUGO et al., 1991; DESHPANDE, 1992).

De acordo com Khokhar et al. (1994), altos níveis de fitatos podem estar associados a efeitos nutricionais negativos ao homem. O fitato pode estar contido comumente, em fórmulas de alimentos infantis, preparados com leguminosas que, quando ingeridas, podem formar fortes complexos com cálcio, ferro, zinco e manganês (LONNERDAL, 1997).

Os resultados do estudo de Park et al. (2006) indicaram que não apenas os alimentos infantis, contendo farinha de trigo, arroz ou soja, mas também o tipo de papas, com frutas e vegetais, pode induzir um efeito negativo sobre a biodisponibilidade dos minerais e proteínas nesses alimentos, devido às elevadas quantidades de ácido fítico.

O fitato, provavelmente, não exerce efeito significativo na biodisponibilidade de zinco, em seres humanos que praticam uma dieta adequada (FORBES et al., 1984). Avaliando-se a absorção de ferro, proveniente de vários tipos de pães, em seres humanos, concluiu-se que o inositol tri, tetra, penta e hexafosfato inibem a absorção de ferro, sendo que a fermentação utilizada no processo de fabricação de pães melhora a biodisponibilidade de ferro (BRUNE et al., 1992).

De acordo com estudo realizado por Nappi et al (2006), através da determinação de ácido fítico em multimistura, pode-se constatar que os teores encontrados estão cerca de 20 vezes acima do limite máximo permitido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura à base de farelos de cereais, que é de $0,1\text{g } 100\text{g}^{-1}$ da amostra.

Nas sementes de leguminosas, o ácido fítico faz parte de, aproximadamente, 70% do conteúdo de fosfato, sendo estruturalmente integrado com proteínas e/ou minerais na forma de complexos (OLIVEIRA et al., 2001).

Embora existam resultados de algumas pesquisas, ainda há discordância sobre a influência do fitato na biodisponibilidade de minerais (SILVA; SILVA, 1999).

2.4 Armazenamento dos grãos do feijão

Fuscaldi e Prado (2005) descreveram que o feijão apresenta ciclo vegetativo entre 90 e 100 dias, compreende um processo simples de logística, em que é colhido, limpo, seco e embalado, e deve ser comercializado e industrializado em, até dois meses, para garantir a qualidade do grão. Esta, para Kigel (1999), até chegar ao consumidor depende das características das sementes na época da colheita, de sua manipulação, das condições de armazenamento e tecnologia de processamento. Muitas vezes, em virtude do alto conteúdo de água na época da colheita, a secagem pós-colheita dos grãos de feijão é fundamental para a sua durabilidade e qualidade ao longo do armazenamento (FARONI et al., 2006).

Ribeiro; Poersch e Rosa (2008) mencionaram que as condições de armazenamento afetam as propriedades sensoriais e nutricionais do feijão e podem influenciar no endurecimento do tegumento e dos cotilédones do grão. A partir disso, afirmam que, quanto maior o período de estocagem, maior o tempo para a cocção. Essas alterações são relacionadas ao defeito denominado hard-to-cook ou HTC, no qual os grãos são capazes de absorver água, mas os cotilédones não amaciam durante o cozimento, mesmo quando estão completamente hidratados, sendo caracterizado pelo longo tempo de cozimento (REYES-MORENO; PAREDES-LÓPES, 1993).

Estocagem prolongada a altas temperaturas e umidade relativa (UR) acelera o aparecimento do defeito HTC e o feijão torna-se menos aceito pelos consumidores, causando importante perda pós-colheita (ANTUNES; SGARBIERI, 1979; JACKSON; VARRIANO-MARSTON, 1981; GARCIA; LAJOLO, 1994).

A qualidade culinária do feijão é, consideravelmente, afetada à medida em que aumentam-se os meses de armazenamento, preferindo o consumidor produto de colheita mais recente. A perda de qualidade manifesta-se pelo aumento no grau de dureza do feijão, com consequentes acréscimos no tempo necessário para o cozimento, além de mudanças no sabor e escurecimento do tegumento em alguns cultivares. Alguns produtores evitam estocar o produto por períodos prolongados (RIOS; ABREU; CORRÊA, 2003).

A manutenção e as condições de alta temperatura e umidade relativa podem provocar o desenvolvimento do fenômeno “difícil de cozinhar” (HTC - hard to cook), acarretando aumento do tempo de cozimento, alterações na composição química, diminuição do pH dos grãos, menor solubilidade e mudanças no perfil eletroforético das proteínas (RIBEIRO; PRUDENCIO-FERREIRA; MIYAGUI, 2005).

No estudo de Bressani; Elias e Braham (1993) também citam que o efeito de difícil cozimento está relacionado com altas temperaturas e umidade relativa que favorecem o crescimento de fungos, os quais produzem compostos tóxicos e infestação de insetos, que podem resultar em perda de matéria seca e valor nutricional do grão.

Quando armazenados em ambiente de alta umidade, e passando por longo tempo de cocção, por causa do endurecimento pós-colheita, os grãos de feijão apresentam redução do valor nutricional. Além disso, as suas proteínas apresentam estrutura compacta, quando no estado nativo, o que as torna resistentes à digestão (ANTUNES; SGARBIERI, 1980).

Outra alteração importante é o endurecimento ou perda das propriedades de cocção dos cotilédones (*hard-to-cook*), fenômeno reversível e com velocidade dependente, principalmente da temperatura ambiental e da umidade relativa da atmosfera de armazenamento (SGARBIERI, 1996).

A qualidade nutricional do feijão é alterada quando o produto é armazenado de forma inadequada (BRAGANTINI et al., 1996). A estocagem em condições de alta temperatura e umidade relativa resulta em aumento do tempo de maceração e de cozimento e aumento na dureza final dos grãos de feijão. Além disso, a qualidade tecnológica e a qualidade nutricional do feijão são determinadas, em parte, pelo genótipo, e influenciadas pelas condições do ambiente durante o desenvolvimento da planta e dos grãos e seu armazenamento (DALLA CORTE et al., 2003).

Rios; Abreu e Corrêa (2003) concluíram, em seu estudo, que após o período de armazenamento de 2, 4, 6 e 8 meses, os feijões apresentaram um conteúdo de proteína ligeiramente mais alto. A digestibilidade tende a diminuir com os meses de armazenamento. Reação entre proteínas e fenóis durante o processamento de feijão pode estar relacionada à menor digestibilidade, devido à correlação negativa entre digestibilidade *in vitro* e o teor de taninos presentes no produto.

2.5 Métodos de cocção dos grãos e influência na qualidade

Os processamentos domésticos e os métodos de cocção são conhecidos por reduzirem os fatores antinutricionais, melhorando o valor nutricional das leguminosas (OLIVEIRA et al., 2001).

Segundo Kigel (1999), estudos realizados indicam que o tamanho do grão, conteúdo de proteína, amido e açúcares solúveis, além de lipídeos e minerais influenciam nas características de cozimento. As principais características físicas e químicas relacionadas com a qualidade tecnológica dos grãos são absorção de água antes e após o cozimento, tempo de cozimento, porcentagem de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo, teor de fibra dietética, minerais, proteínas e vitaminas.

De acordo com o estudo de Oliveira et al. (2008), o cozimento provocou alteração na composição de alguns minerais nos grãos e no caldo. No entanto, o aproveitamento da água de maceração para o processamento não modificou os teores de minerais nos grãos e no caldo, e a composição de minerais nos grãos e no caldo de feijão, não foi alterada pelo

descarte da água de maceração. O aproveitamento da água de maceração não alterou a qualidade microbiológica do feijão cozido e o processamento pode ser realizado com ou sem o aproveitamento da água de maceração, pois a qualidade nutricional e microbiológica é mantida. Esse resultado discorda dos relatados por Derivi et al. (2006), que observaram incremento dos teores de cálcio, ferro, magnésio e zinco, no caldo do feijão, quando a água de maceração foi utilizada para o cozimento de duas cultivares de feijão.

No processamento doméstico do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), a maceração dos grãos crus em água por 12 a 16 horas, durante a noite, é prática corrente, e apesar desse procedimento ser secular, está baseado apenas na experiência, sem caráter científico, sendo, portanto, empírico. Entretanto, alguns autores têm pesquisado o efeito dos tratamentos caseiros de feijão, incluindo maceração prévia à cocção, no seu valor nutritivo e nos hábitos preferenciais dos consumidores. Outros estudos demonstraram que existe uma importante diminuição em oligossacarídeos dos tipos rafinose, amido e fatores antinutricionais em feijão cozido ou feijão macerado e cozido (BARAMPAMA; SIMARD, 1995).

O estudo de Eyarú; Shrestha e Arcot (2009) mostrou que de todos os processos de cozimento, realizados para processar e tornar o amido de leguminosas mais digeríveis, em comparação com as sementes cruas, a embebição durante a noite causou uma queda significativa em amido rapidamente digerível e no nível de amido resistente em leguminosas, indicando melhora na digestibilidade deste.

Em estudo de Ramírez-Cárdenas; Leonel e Costa (2008), que avaliaram o efeito do processamento doméstico e de fatores antinutricionais em cultivares de feijão, foi observado que houve uma redução acentuada de taninos, devido ao cozimento, e que o cozimento sem água de maceração promoveu uma redução ligeiramente superior à redução conseguida quando os feijões foram cozidos com água de maceração e cozidos sem maceração. Nesse mesmo estudo, o teor de proteínas para os feijões crus variou de 22,57 a 24,42 g 100 g⁻¹. Nos feijões cozidos com água de maceração os valores estiveram na faixa de 23,25 a 26,29 g 100 g⁻¹. Quando não foi utilizada a água de maceração para o cozimento, o conteúdo proteico esteve entre 22,59 e 24,67 g 100 g⁻¹, e nos feijões cozidos sem maceração a proteína esteve na faixa de 22,24 a 26,09 g 100 g⁻¹.

Segundo estudo de Oliveira et al. (2001), o processamento doméstico do feijão comum, incluindo maceração prévia à cocção com descarte da água de maceração não absorvida pelos grãos, ocasionou redução nos fatores antinutricionais fitatos (85%) e taninos (88%). O tratamento do feijão cozido sem água de maceração foi o mais efetivo na remoção dos fatores antinutricionais fitatos e taninos, embora a maceração prévia à cocção do feijão comum não tenha interferido no seu valor nutritivo.

Com a finalidade de harmonizar a procura e a demanda de feijão, no Brasil, por seu elevado consumo, faz-se necessário um armazenamento adequado baseado em tempo x

temperatura, para amenizar perdas por deterioração gradual, irreversível e cumulativa do produto alimentício (RIOS; ABREU; CORRÊA, 2002; RIBEIRO et al., 2007b). Outros fatores a serem cogitados, nessa etapa, é a umidade e a temperatura adequada (CRUZ et al., 2005), uma vez que podem afetar o valor nutritivo pela formação de compostos antinutricionais (RESENDE et al., 2008), os quais contribuem para o baixo valor biológico das proteínas, bem como na diminuição de sua digestibilidade (CHIARADIA; COSTA; GOMES, 1999). Contudo, estes redutores da biodisponibilidade protéica, na dieta, podem ser restringidos por meio de métodos de tratamentos na leguminosa, previamente ao seu consumo (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da realização da pesquisa

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) *Campus* de Cascavel, durante o período de novembro de 2009 a julho de 2010.

3.2 Amostra

Compreenderam-se como amostra, feijões da variedade carioca IAPAR 81 (*Phaseolus vulgaris L.*), provenientes do cultivo da safra das águas 2009/2010, com espaçamento entre linhas de 0,45m e 12 plantas por metro linear, em propriedade rural, no Município de Santa Tereza do Oeste - Paraná, nas coordenadas 25°10'41,05"S e 53°32'45,82"O. A colheita ocorreu em lote único, de forma mecanizada, por meio de colhedora marca New Holland, modelo 8040, equipada com kit feijão e cilindro axial da marca Max.

3.3 Armazenamento

Após a colheita, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, em prateleiras abertas, com ventilação natural, temperatura ambiente e livre de incidência de luz direta, com intuito de simular um ambiente doméstico, por um período total de 180 dias. Não houve controle de umidade do ar e de temperatura. As análises foram realizadas em cinco diferentes tempos de armazenamento (TA): 0, 45, 90, 135 e 180 dias. Para o controle de insetos durante o experimento, aos 90 dias foi aplicado fosfina (PH₃).

3.4 Determinação do tempo de cozimento dos grãos em cada tempo de armazenamento.

Após cada tempo de armazenamento, amostras foram retiradas para determinar o tempo de cozimento dos grãos, realizado com o auxílio do Cozedor de Mattson adaptado, seguindo método proposto por Proctor e Watts (1987).

Os grãos inteiros, em cada tempo de armazenamento, foram macerados em água deionizada à temperatura ambiente, por 16 horas, e colocados nas 25 câmaras cilíndricas do aparelho. Sobre os grãos, foi colocado um cilindro metálico com ponta, com peso de 82,0 gramas em contato com a superfície superior do grão. O aparelho, previamente aquecido, foi colocado em um banho-maria, contendo 1,5 litros de água em ebulição, sendo este volume completado durante o cozimento dos grãos, com água fervente. O tempo de cozimento foi obtido quando 50% dos grãos mais um, foram perfurados pela ponta do cilindro.

3.5 Processamento dos grãos

Após cada tempo de armazenamento, as amostras foram submetidas a diferentes tratamentos: feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM) e feijão cozido sem maceração (FCSM). Como controle, utilizou-se feijão sem cozimento ou feijão cru (FC), em cada tempo de armazenamento.

Para os tratamentos com maceração dos grãos antes do cozimento, o processo foi realizado com os feijões colocados em molho, com água deionizada, durante 16 horas, na proporção feijão: água de 1:4, em temperatura ambiente. Ao FCSAM e ao FCSM, nos quais não utilizou-se a água de maceração para o cozimento, acrescentou-se água deionizada, na proporção feijão: água de 1:4, a mesma utilizada no cozimento do feijão com água de maceração.

As amostras, maceradas ou não, foram cozidas em becker pelo tempo médio obtido em cada tempo de armazenamento (item 3.4). O becker foi coberto com papel alumínio, com a intenção de manter a quantidade de água na cocção, uma vez que analisaram-se o grão e o caldo do cozimento.

A separação dos grãos cozidos do caldo de feijão foi realizada com o auxílio de peneira e o caldo obtido foi acondicionado em tubos plásticos, devidamente identificados e congelados até o momento das análises.

Os grãos cozidos foram secos em Becker, em estufa com circulação de ar a 60 °C constantes, por 48 horas. Logo após, os grãos foram triturados, em liquidificador, e peneirados em peneira de 50 mesh, para a realização das análises físico-químicas de umidade, sólidos totais, proteínas, fitatos, taninos e minerais (cálcio, ferro e manganês). O tratamento controle, feijão cru, também foi triturado após cada tempo de armazenamento e a farinha obtida, passada em peneira de 50 mesh. As amostras obtidas foram armazenadas em geladeira a 5 °C durante a realização das análises.

3.6 Análises realizadas

Após cada tempo de armazenamento e para cada método de processamento, a farinha obtida foi retirada da refrigeração e após a estabilização da temperatura da farinha com a temperatura ambiente, foram realizadas as análises de umidade, proteína, fitatos, taninos, cinzas e minerais como ferro, manganês e cálcio. Para a análise do caldo, o mesmo foi descongelado e foram determinados os teores de sólidos totais, proteína e taninos. Todas as análises foram feitas em triplicata.

3.6.1 Determinação da umidade e sólidos totais

O teor de umidade foi analisado, pesando 10g da amostra (farinha ou caldo) em cápsula tarada, a qual foi submetida à secagem em estufa a 105 °C, por 24h, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada até obter peso constante, segundo procedimento do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a determinação de umidade da farinha foi considerada a água evaporada e para o teor de sólidos totais do caldo, o resíduo obtido após a evaporação da água.

3.6.2 Determinação das proteínas

Foi utilizado o método semimicro-Kjeldahl para a determinação da proteína bruta (PB%) dos grãos e dos caldos do feijão. Foram utilizadas 0,2g de farinha de grãos e 2,0mL de caldo, como amostra para a determinação de nitrogênio total. O teor de proteína foi obtido a partir da multiplicação do teor de nitrogênio pelo fator 6,25 (CARVALHO, 2002).

3.6.3 Determinação dos fitatos

A análise de fitatos foi realizada através do método colorimétrico, segundo a metodologia proposta por Latta e Eskin (1980). Os fitatos foram extraídos de 5g de farinha, com 100ml HCl (2,4%) em agitação por 1 hora, à temperatura ambiente, seguida de centrifugação a 3000 rpm por 10 minutos. Foi coletado 1 ml do sobrenadante, em triplicata e houve a diluição em balão volumétrico de 25mL, em água destilada. Após, 1 mL da amostra, submetida à diluição foi eluída em coluna com resina de troca aniônica AG1-X8, inicialmente, com 10 ml de solução de NaCl 0,1M, desprezados e, por último, com 10ml de solução de NaCl 0,7M, para a remoção de fitatos da amostra. Ato contínuo à extração, foi

adicionado o extrato da solução de NaCl 0,7M, em tubos de ensaio, com 3,3 ml da solução de Wade (0,03% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 0,3% ácido sulfossalicílico em água destilada). O branco da reação foi realizado, utilizando-se 10mL de água destilada e 3,3ml da solução de Wade. Posteriormente, as amostras foram agitadas em vórtex e centrifugadas por 5 minutos, e então, lidas em espectrofotômetro a 500 nm. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ fenóis.

3.6.4 Determinação dos taninos

A determinação dos taninos foi realizada, segundo método espectrofotométrico Folin-Denis (HORWITZ, 1980). Foram pesadas, aproximadamente, 0,3000 g de farinha ou 2 ml do caldo e colocadas em tubos de ensaio. Em cada tubo foi adicionado 1 ml de metanol: água (2:1). Em seguida, foram misturados por 5 minutos no vortex e levadas para banho ultrassônico por 25 minutos, após, centrifugados por 15 minutos a 3.600 rpm. O sobrenadante foi colocado em balão de 10 ml, neste sobrenadante foi adicionada a mistura metanol: água na mesma quantidade anterior e repetiu-se todo o procedimento. Foi colocado o sobrenadante no mesmo balão de 10 ml e completado com a mesma quantidade anterior da mistura metanol/água e o volume completado com água destilada. Adicionou-se o reagente Folin-Denis e a solução saturada de Na_2CO_3 . Após agitação dos tubos, estes foram mantidos em banho Maria a 40 °C, por 30 minutos, e a leitura da absorbância foi realizada a 765 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em g fenóis (ácido tânico) $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

3.6.5 Determinação do teor de cinzas

Foram pesados, aproximadamente, 0,5g de farinha, em cadinho previamente tarado, e as amostras calcinadas a 550 °C, por aproximadamente, 2 horas, até atingir cinzas brancas. O cadinho foi resfriado em dessecador e pesado, e o teor de cinzas expresso em g cinzas 100^{-1}g de amostra.

3.6.6 Determinação dos minerais

Foram analisados o teor do ferro, manganês e cálcio. Após a determinação das cinzas, as mesmas foram dissolvidas em 25 mL de HCL 0,1 N. O material foi deixado em repouso por 1 hora e filtrado em balão de 50 mL, completo com água destilada, conforme

descrito por Malavolta; Vitti e Oliveira (1997). A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica e os resultados expressos em mg de minerais por 100 gramas de feijão (bs).

3.7 Delineamento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para cada método, os tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, foram os tipos de processamento (FC, FCSM, FCSAM, FCCAM) como parcelas e os tempos de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias), como subparcelas, com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F de Snedecor e teste de comparação de médias (Teste de Tukey), por meio do software Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2000). O nível de significância considerado foi igual ou menor a 5%. Para os dados que não apresentaram normalidade pelo teste de Anderson-Darling, realizou-se análise estatística descritiva de médias ($n=8$).

Para os dados que apresentaram interação entre os fatores analisados foi significativa ($p \leq 0,05$), ocorreu influência entre os tipos de processamento X tempo de armazenamento. Se a interação não foi significativa, os tipos de processamento comportam-se de maneira semelhante ao armazenamento e as comparações foram feitas com as médias gerais dos tratamentos, com tipos de processamento culinário e com as médias do tempo de armazenamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No anexo 1 estão apresentados os resultados da análise de variância dos parâmetros de qualidade tecnológica de feijão carioca IAPAR 81, submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados durante 180 dias.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do tempo de cozimento do feijão carioca em relação a diferentes tempos de armazenamento. Esses resultados foram utilizados na padronização do cozimento dos grãos em cada tipo de processamento. Verificou-se que ocorreu acréscimo no tempo de cozimento dos grãos armazenados em condições ambientais, a partir de 90 dias decorridos, sendo que aos 135 dias, este acréscimo representou 80% do tempo inicial, e no tempo de 180 dias, apresentou 300% no acréscimo do tempo de cozimento em comparação com o tempo inicial, o que pode indicar endurecimento dos grãos armazenados em temperatura ambiente.

O teor de umidade do grão do feijão resultou em um valor elevado no tempo de 180 dias de armazenamento, o feijão armazenado por 45 dias apresentou o menor teor de umidade e não diferiu do armazenamento por 135 dias.

Tabela 2 Tempo de cozimento (minutos) e teor de umidade (%) de grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 por 180 dias de armazenamento em condições ambientais

	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	45	90	135	180
Tempo de cozimento do feijão carioca cru (minutos)	30	30	46,5	54	128
Teor de umidade (%)	11,5	10,74	11,77	10,88	13,27

Fonte: dados coletados

Coelho et al (2008), trabalhando com feijão carioca IAPAR 81, armazenado em condições naturais, verificou acréscimos no tempo de cozimento de 46 minutos aos seis meses de armazenamento, valor inferior ao obtido nesse trabalho. Diferenças nos tempos de cozimento de grãos de mesma variedade, podem ser devido a interações genótipo ambiente, bem como diferentes condições ambientais de armazenamento.

Em estudo de Carbonell; Carvalho e Pereira (2003), destacando-se a época das águas, apesar de apresentar os maiores valores de tempo de cozimento, como a mais propícia para diferenciar genótipos superiores para tempo de cocção, encontrou valores próximos a 27 minutos, que pode estar relacionado fortemente com a qualidade do grão na colheita (permeabilidade de membrana devido à chuva na colheita), embora nesse estudo, após a colheita, os feijões foram armazenados em sacos plásticos, em freezer de uso

doméstico ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), portanto, em ambiente monitorado, diferente do presente estudo, no qual o armazenamento foi em temperatura ambiente e sem controle.

Quanto ao tempo de cozimento, Farinelli e Lemos (2010) destacam que foram maiores na safra das águas do que nas safras da seca, e tal ocorrência pode estar relacionada com a maior precipitação pluvial acumulada nos meses compreendidos entre a maturação fisiológica e a colheita.

Perina et al. (2010) encontraram um teor de umidade de 7,42% na safra das águas, valor abaixo do analisado pelo estudo. Bragantini (2005) afirma que baixos níveis de umidade (11 e 13%) e de temperatura, na etapa de armazenamento, favorecem a manutenção do produto, pois o metabolismo, de acordo com o processo respiratório, é reduzido e há inibição do desenvolvimento de microorganismos e insetos. Para o mesmo autor, os grãos são infestados, ainda no campo, e são levados para o ambiente de armazenamento, e, dessa forma, os métodos convencionais, como inseticidas, têm sido pouco eficientes.

4.1 Absorção de água

Os dados de absorção de água nos grãos, após o cozimento, são apresentados na Tabela 3. Verificou-se que os dados analisados apresentaram interação entre os tratamentos de cozimento e o tempo de armazenamento. Observaram-se os maiores percentuais de absorção de água, a partir de 90 dias de armazenamento, em todos os tipos de processamento culinário.

Tabela 3 Absorção de água após o cozimento (%) de grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	104,01eB	106,64dB	111,56eA	107,40
45	108,56dB	117,87cA	117,46dA	114,63
90	131,30aB	138,32aA	141,82aA	137,17
135	115,20cC	128,48bA	122,36cB	122,03
180	123,10bB	136,60aA	135,53bA	131,77
Média	116,48	125,58	125,74	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância.**Tempo de armazenamento (TA), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

Para a característica absorção de água, após o cozimento, Perina et al. (2010) observaram variação de 138,74% na época das águas e de 145,11% na época da seca. Grãos com altos valores de absorção de água, após o cozimento, são recomendados a refeitórios e cozinhas industriais, pois proporcionam maior rendimento, após o seu cozimento.

Pode-se inferir que o maior tempo de cozimento, a partir de 90 dias, apresenta relação direta com a absorção de água dos grãos, após o cozimento, contradizendo o trabalho de Carbonell et al (2003), que trabalhou com grãos não cozidos.

A absorção de água dos grãos cozidos sem água de maceração (FCSAM), diferiu estatisticamente do feijão cozido sem maceração, visto que o feijão cozido sem água de maceração obteve as maiores médias de absorção.

Ribeiro et al (2009) encontraram médias entre 127,13 e 160,18%, respectivamente, para o feijão, após cozimento, no tempo controle e em 60 dias de armazenamento, para a capacidade de absorção de água, já Donadel e Prudencio-Ferreira (1999), encontraram valores entre 271,73 e 335,28 no controle e até 40 dias de armazenamento dos concentrados protéicos armazenados a 41° C, valores mais elevados, quando comparados a este estudo.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados de sólidos totais no caldo do feijão. Verifica-se que ocorre interação significativa entre o tempo de armazenamento e o tipo de processamento. No tempo 0 não ocorreram diferenças estatísticas entre os tipos de processamentos analisados, após 45 e 135 dias, observou-se diferenças entre o tratamento FCCAM e os demais tratamentos. Aos 90 dias, o tratamento FCSM foi o que apresentou maior média de sólidos no caldo, diferindo estatisticamente apenas do FCSAM. Ao final do período de armazenamento, não foram verificadas diferenças para o teor de sólidos totais do caldo de feijão entre os tratamentos analisados.

Tabela 4 Sólidos totais (g de sólidos. 100ml⁻¹ de caldo) de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	4,07aA	4,69aA	4,02aA	4,26
45	2,97bB	4,58aA	2,91bB	3,49
90	3,92aA	3,27bA	1,77cB	2,99
135	3,95aB	4,93aA	3,87aB	4,25
180	4,83aA	4,58aA	4,36aA	4,59
Média	3,95	4,41	3,39	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância.**Tempo de armazenamento (TA), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

Observou-se redução no teor de sólidos do caldo, o que indica perda de matéria seca do grão durante o cozimento. Os maiores valores foram obtidos nos grãos cozidos sem maceração e com água de maceração, uma vez que não houve retirada de material durante o cozimento, o que indica que o descarte da água de maceração leva ao descarte de sólidos do feijão.

Perina et al. (2010), ao pesquisarem 19 genótipos de feijoeiro, encontraram a média de 11,96% para os sólidos solúveis totais no caldo, após o cozimento dos feijões, valor acima da presente pesquisa.

4.2 Proteínas

4.2.1 Proteínas nos grãos

Os teores de proteína, durante o armazenamento do feijão cru e em diferentes processamentos dos grãos (Tabela 5), apresentaram diferenças estatisticamente significativas, com interação entre processamento culinário e tempo de armazenamento.

Ao analisar o teor de proteína em função dos tempos de armazenamento, observou-se que nos grãos do feijão cru, obteve o maior teor protéico no tempo de armazenamento de 45 dias, e, após esse período, decresceu e atingiu 25,90%, no tempo de 180 dias. No FCSM e no FCCAM infere-se que a maior concentração de proteína detectada foi, respectivamente, 28,06% e 27,70%, no tempo de armazenamento de 135 dias, enquanto a menor foi, respectivamente, 24,09% e 23,31, no tempo de 180 dias. Já para o FCSAM a concentração protéica sobressaiu-se no tempo 0 e o menor valor deparado quanto às proteínas foi no tempo de 180 dias, com percentual de 23,74.

Tabela 5 Teores de proteínas (%) b.s. dos grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos

TA (dias)	FC	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	25,84bA	26,24bA	27,38bA	27,16bA	26,65
45	29,16bA	24,15bC	25,72bAB	26,38aB	23,36
90	27,88aA	26,72bAB	26,49aAB	25,48aB	26,64
135	26,46bAB	28,06aA	27,70aA	25,03bB	26,80
180	25,90bA	24,09bAB	23,31bB	23,74aB	24,20
Média	27,05	25,85	26,12	25,56	

*As letras maiúsculas referem-se à comparação das médias nas linhas, enquanto as letras minúsculas referem-se à comparação das médias nas colunas.**Tempo de armazenamento (TA), feijão cru (FC), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

Analisando o tempo de armazenamento em função das técnicas de tratamento sob cocção (FCSM, FCCAM e FCSAM), verifica-se que para os percentuais de proteína há igualdade estatística nos tempos de armazenamento, exceto no tempo de 45, para o FCSAM, o qual foi superior (26,38%) aos demais, e no tempo de 135 dias, entre o FCSM e o FCSAM. No entanto, quando comparados com o feijão cru, existe variação estatística significativa, relativa às técnicas de tratamento. Isso evidencia-se no tempo 0, no qual as três técnicas possuem valores estatísticos distintos e superiores do feijão cru, fato não verificado para todos os demais tempos de armazenamento.

Verificando as médias de tratamento representadas na Tabela 5, verifica-se que entre as técnicas abordadas, o FCCAM sobressaiu-se em seu conteúdo proteico, com 26,12%, seguido do FCSM, com 25,85%.

A média proteica nos grãos do feijão cru foi de 27,05%, entre os períodos de armazenamento, valores acima do teor médio de 22%, utilizado como referência pelo Instituto Agrônomo do Paraná, para a variedade IAPAR 81 (IAPAR, 2010). Para este valor, o percentual mais próximo, encontra-se no tempo 0 (25,84%).

De acordo com Lajolo et al. (1996), o teor proteico do feijão pode variar conforme o local de cultivo, as condições ambientais e a cultivar empregada. Estes quesitos foram observados por Perina et al. (2010) ao avaliarem, num período de 60 dias após a colheita, 19 genótipos de feijoeiro carioca e preto, em 18 ambientes, onde a época da seca propiciou, em média, 22,93%, de inverno 21,35% e das águas 21,23% de proteína bruta. Já Farinelli (2006), utilizando 24 genótipos, obteve nas safras da seca e das águas, entre 16,3% e 23,9%. Nesses estudos, a proteína apresentou valor abaixo dos resultados médios deparados (Tabela 5), considerando que a safra ocorreu no período das águas.

O conteúdo proteico do grão de feijão cru, variedade preto, encontrado por Yamaguishi (2008), foi de 20,93%, inferior ao valor médio em questão (Tabela 5). Mesquita et al. (2007), em trabalho com 21 linhagens de feijões crus, na safra das águas, obtiveram um valor médio de 29,31 g/100g. Tal valor ultrapassa, consideravelmente, a média final do teor protéico obtido no feijão cru (27,05%).

Em feijões cozidos, do grupo vermelho, ao longo de 112 dias de armazenamento, verificou-se que a concentração de proteína variou de 22,93 a 23,66%, demonstrando que não houve alterações relevantes. No tempo 0, constatou ser 22,93% (RESENDE, 2006), sendo abaixo do resultado obtido atual trabalho no FCCSM (26,24%).

Ramírez-Cárdenas; Leonel e Costa (2008) verificaram, ao analisar 5 cultivares, um aumento de até 13% de proteína bruta para feijões cozidos com água de maceração e até 7% nos cozidos sem água de maceração, quando comparados aos feijões crus. No presente trabalho, com base nas médias do FCCAM e do FCSAM, em relação à média do feijão cru, verificou-se uma redução de quase 1% para o FCCAM, e quase 2% para o FCSAM, o que contradiz com os resultados encontrados nesse estudo. Em pesquisa realizada com 15 cultivares recém-colhidas, com técnica semelhante ao FCSAM, observou-se o percentual de 21,2 para a IAPAR 81, (RAMOS JUNIOR; LEMOS; SILVA, 2005), valor inferior ao resultado obtido (FCSAM 27,16%, TA 0).

O cultivar Pérola, após análises de tempo 0, 3 e 6 meses, revelou possuir média de 24,96% de proteína no feijão cru e 25,77% no feijão cozido com água de maceração (DELFINO; CANNIATI-BRAZACA, 2010). Ao comparar os dados, verifica-se que para o feijão cru a média dos tempos de armazenamento 0, 90 e 180 dias, foi superior (26,54), enquanto para o FCCAM (25,73%) foi semelhante. Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) deduziram que não houve diferença no teor proteico, devido à substituição da água de maceração com grão de feijão tipo Carioca, o que coincide com os resultados médios da Tabela 5.

Rios; Abreu e Corrêa (2003) demonstraram que, após o período de 8 meses de armazenamento de feijões, o valor de proteína apresentou-se ligeiramente mais elevado, o que contradiz os resultados obtidos no presente estudo, uma vez que houve alterações desproporcionais ao tempo de armazenamento, sendo que o sexto mês apresentou os menores valores para todas as amostras. Considerando o mesmo período de armazenamento para sementes de feijão (Carioca-Pérola), Shiga; Cordenunsi e Lajolo (2009) verificaram que os teores de proteínas decresceram nas amostras cruas. Porém, após cocção, pequenas diferenças foram observadas. Embora o tempo de armazenamento tenha sido superior ao do atual estudo, as diferenças observadas no teor protéico, considerando o cozimento, são similares.

4.2.2 Proteínas nos caldos

Não houve normalidade dos dados e os valores percentuais do teor de proteínas dos caldos do feijão estão apresentados na Tabela 6, para os tratamentos FCSM, FCCAM e FCSAM, nos cinco tempos de armazenamento. Pode-se observar que os valores aumentam até 90 dias de armazenamento, em todos os parâmetros de tratamento das amostras de caldo de feijão.

Para o caldo do feijão, o teor protéico obtido no tempo 0 é o menor para todas as técnicas de tratamento, com valores de 0,34%, 0,45% e 0,36% para FCSM, FCCAM e FCSAM, respectivamente, com semelhança entre o FCSM e o FCSAM. Os valores máximos obtidos para FCSM e FCCAM são oriundos de 135 dias de armazenamento, enquanto para FCSAM é de 90 dias. Nas três técnicas de tratamentos utilizadas, os resultados obtidos em relação ao tempo de armazenamento apresentaram-se dispersos quanto ao aumento ou à redução do conteúdo protéico (Tabela 6).

Tabela 6 Teor de proteínas (%) obtido dos caldos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	0,34	0,45	0,36	0,38 c
45	0,59	0,91	0,67	0,73 b
90	0,99	1,07	1,06	1,04 a
135	1,00	1,13	0,86	0,96 ab
180	0,97	0,81	0,79	0,86 ab
Média	0,78a	0,87a	0,75a	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância.**Tempo de armazenamento (TA), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

O teor de proteína pode ser afetado pela interação de fatores ambientais e genéticos. Durante o armazenamento as proteínas são alteradas, especialmente, em condições de alta temperatura e umidade relativa (KIGEL, 1999). Tais fatores contribuem para a formação de ácidos nos tecidos dos grãos de feijão, acarretando a diminuição no teor e na solubilidade das proteínas (DONADEL; PRUDENCIO-FERREIRA, 1999). Para o FCSAM, observou-se que, a partir do tempo de armazenamento de 135 dias, houve um decréscimo contínuo na solubilização das proteínas do grão para o caldo. Os fatores supracitados podem ter influenciado, tendo em vista que a temperatura e a umidade não foram controladas durante o armazenamento.

4.2.3 Relação entre o teor de proteína no caldo de cozimento e nos grãos de feijão

Ao comparar as concentrações de proteínas entre os grãos e os caldos, denota-se ampla variação, com predomínio elevado nos grãos (Tabelas 5 e 6).

O processo de maceração ocasiona perda no teor proteico por lixiviação (YAMAGUISHI, 2008), sendo este fato observado na técnica do FCCAM, pela difusão parcial da proteína dos grãos para o caldo. Comprova-se que ao preservar a água de maceração para o cozimento, o caldo apresenta-se com a maior concentração protéica média (0,87%). Vale ressaltar que para o tempo de armazenamento de 135 dias, são obtidos os valores máximos, tanto para o grão quanto para o caldo do FCSM e do FCCAM. Já para o FCSAM, este valor foi encontrado com 90 dias para o caldo e com 0 dias para o grão.

O processo de cocção faz com que o conteúdo celular seja solubilizado no meio do cozimento, e, conseqüentemente, reduz os níveis de nutrientes, como das proteínas (EYARU; SHRESTHA; ARCOT, 2009). Assim, mesmo sem sofrer maceração ou com o descarte da água das amostras, pode-se observar, nos caldos de cozimento do FCSM e do FCSAM, a presença de proteína proveniente do interior dos grãos (Tabela 6).

Cazetta et al. (1995) utilizaram grãos de feijão carioca, após a colheita, e realizaram o processo de maceração com o desprezo da água. Compararam os grãos crus, cozidos e o caldo do feijão e obtiveram os seguintes valores para proteína bruta, respectivamente, 24,76 g 100⁻¹g, 23,46 g 100⁻¹g e 1,26 g 100⁻¹g. Portanto, apenas uma parte das proteínas dos grãos passou para a água de cozimento. Estes resultados corroboram com a presente pesquisa, assim como o trabalho de Oliveira et al. (2008), que ao avaliarem a qualidade nutricional do feijão da cultivar BRS Expedito, com os grãos crus e cozidos com ou sem a água de maceração, evidenciaram maiores teores de nitrogênio (N) nestes, quando comparados aos caldos. Ainda, a composição de N, nos grãos e nos caldos, não foi alterada pelo descarte da água de maceração para o cozimento.

4.3 Fitatos

Observou-se interação entre os fatores de análise, evidenciando a influência do tempo de armazenamento nas técnicas de cozimento empregado. Na avaliação temporal, para o teor de fitatos nos grãos (Tabela 7), observou-se que o tempo 0 de armazenamento, diferiu significativamente dos tempos de 45, 90, 135 e 180 dias e os menores valores ocorreram nos 135 e 180 dias de armazenamento, em todos os processos de cozimento. Quando avaliadas as técnicas em relação aos dias, visualiza-se uma tendência de maiores valores de fitatos no FCSM e FCCAM, nos tempos de 0, 45 e 90 dias, e que a partir dos 135 dias não ocorrem diferenças estatísticas entre os tipos de processamento dos grãos. Verifica-se que quanto maior o tempo de armazenamento menor o teor de fitatos nas diferentes técnicas de cozimento empregado.

Tabela 7 Teor de fitatos (%) dos grãos de feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FC	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	0,44aB	0,53aA	0,56aA	0,57aA	0,52
45	0,18bC	0,23bB	0,36bA	0,15bD	0,23
90	0,23bA	0,22bA	0,17cA	0,09cB	0,18
135	0,02cA	0,05cA	0,07dA	0,07cdA	0,06
180	0,04cA	0,02cA	0,01dA	0,02dA	0,02
Média	0,18	0,21	0,24	0,18	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância. **Tempo de armazenamento (TA), feijão cru (FC), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM)

Silva et al (2011) encontraram um teor de fitatos de 0,564% em grãos de feijão da cultivar Uirapuru, acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa a 30 °C, por 72 horas, e padronizadas para 12% de umidade, realizadas na pós colheita, em grãos crus, próximo do resultado da presente pesquisa (0,44%).

Os grãos de leguminosas contêm uma variedade de fatores antinutricionais, que podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de certos nutrientes. Danos crônicos leves, devido à prolongada ingestão de antinutrientes, são muito difíceis de avaliar. O papel dos fatores antinutricionais tem sido rediscutido, em função de descobertas recentes, que evidenciam o potencial de algumas dessas substâncias em exercer funções benéficas ao organismo humano.

Calheiros e Canniatti-Brazaca (2011) elaboraram formulados para alimentação enteral de idosos, à base de feijão, e encontraram teores entre 0,315 e 0,426% e demonstra que alimentos, como o feijão, apresentam quantidades consideráveis de ácido fítico, pois outros formulados, que não tiveram feijão na elaboração, apresentaram teores mais baixos entre 0,1 e 0,3%.

A quantidade de fitatos encontrada por Martini (2002) foi de 0,01%, Moura e Canniatti-Brazaca (2006) encontraram 8,83 mg 100g⁻¹, enquanto Guzmán-Maldonado; Acosta-Gallego e Paredes-López (2000) verificaram para o feijão cozido a variação de 0,01 a 0,0183%, para espécies de feijões selvagens; e de 0,0073 a 0,0108% para os feijões comuns.

Granito; Paolini e Pérez (2008) armazenaram feijão comum por 150 dias e encontraram teores entre 1917 mg 100g⁻¹, para o tempo 0, e 1560 mg 100g⁻¹, no tempo de 150 dias de armazenamento, onde verificaram a redução do teor de fitatos em maiores tempos de armazenamento, o que demonstra também os dados da Tabela 7.

4.4 Taninos

4.4.1 Teor de taninos nos grãos

Na Tabela 8 são apresentadas as médias para o teor de taninos nos grãos de feijão armazenados e submetidos a diferentes tipos de processamento, a interação entre os fatores estudados foi significativa ao nível de significância adotado. Observa-se que no tempo 0 de armazenamento, os grãos submetidos aos tratamentos FCCAM e FCSAM, apresentaram menores teores de taninos, quando comparados ao FC e FCSAM. A partir do período de 135 dias de armazenamento, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tipos de processamento utilizados. Verificou-se que o feijão cozido com água de maceração tem aumento acentuado do teor de taninos, após 135 dias de armazenamento, quando comparado aos demais tratamentos. Para este período, o feijão cozido sem maceração apresentou um menor teor dessa substância.

Tabela 8 Teor de taninos (%) encontrado nos grãos do feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FC	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	3,59dB	4,52dA	1,99cAB	1,56dB	2,91
45	3,28cA	3,30cA	3,00cA	1,65cA	2,81
90	9,04bA	8,83bA	8,48bA	6,92bA	8,32
135	20,74aA	15,43aA	27,74aA	16,48aA	19,98
180	34,46aA	34,82aA	26,71aB	25,10aB	30,27
Média	14,22	13,38	13,18	10,65	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância.**Tempo de armazenamento (TA), feijão cru (FC), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

Segundo estudo de Oliveira et al.(2001), o processamento doméstico do feijão comum, incluindo maceração prévia à cocção com descarte da água de maceração não absorvida pelos grãos, ocasionou redução de fitatos (85%) e taninos (88%). O feijão cozido sem água de maceração apresentou menor teor de fitatos e taninos, embora a maceração prévia à cocção do feijão comum não tenha interferido no seu valor nutritivo.

O teor de taninos encontrada, em feijão comum, por Martini (2002), foi de 0,18%. Teor abaixo do encontrado na presente pesquisa. Oliveira et al (2001) observaram que somente o processo de cozimento ocasionou a redução do conteúdo de tanino, e que o melhor tratamento para a remoção de tanino foi a maceração, seguida da cocção sem a água de maceração, chegando a 88% a redução no teor de taninos. Observou-se que o melhor processamento culinário foi o feijão cozido sem a água de maceração, seguido pelo FCCAM, o processo de maceração reduziu o teor de taninos do grão.

Moura e Canniatti-Brazaca (2006) utilizaram o processo de maceração e descarte da água, que ocasionou a diminuição dos teores de taninos na amostra, sendo este de 8,03 mg g⁻¹.

Em estudo de Mesquita et al (2007), os teores de compostos fenólicos variaram de 0,28 a 1,08 mg de ácido tânico 100 g⁻¹ de matéria seca, comparados ao feijão cru. Valores inferiores ao encontrado neste estudo.

Os taninos são antioxidantes, inibidores de determinadas enzimas e influenciam negativamente a digestibilidade de proteínas, no entanto, os seus efeitos em seres humanos ainda são desconhecidos (SILVA; SILVA, 1999).

No mesmo estudo de Calheiros e Canniatti-Brazaca (2011), com formulados para alimentação enteral de idosos, à base de feijão, avaliaram também os teores de fenólicos totais e encontraram valores entre 10,03 e 10,66 mg g⁻¹, e explicam que o aquecimento, no caso de cozimento em água, exerceu influência nas quantidades de compostos fenólicos totais pós-cocção e, nesse estudo, foi desprezada a água do remolho do feijão.

Granito; Paolini e Pérez (2008) encontraram teores de 36,87 mg 100 g⁻¹, no tempo 0, e 11,00 mg 100 g⁻¹, no tempo de 150 dias de armazenamento, para os taninos, o que contradiz com o presente estudo, no qual foi verificado um aumento do teor de taninos, de acordo com o tempo de armazenamento.

4.4.2 Teor de taninos no caldo

O teor de taninos no caldo do feijão apresentou-se maior no tempo inicial de armazenamento, para o processamento FCSAM, sendo este diferente, estatisticamente, dos tratamentos FCSM e FCCAM. Aos 45, 90 e 135 dias, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tipos de processamento do feijão, ocorrendo diferenças apenas aos 180

dias, em que FCSM apresentou média no teor de taninos no caldo, maior e diferente de FCCAM e FCSAM, estes tratamentos, por sua vez, apresentaram médias iguais entre si (Tabela 9).

Tabela 9 Teor de taninos (%) encontrado no caldo do feijão variedade carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes períodos

TA (dias)	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	0,0027bB	0,0030bB	0,0052aA	0,0036
45	0,0026bA	0,0027bA	0,0025cA	0,0026
90	0,0023bA	0,0024bA	0,0022cA	0,0023
135	0,0038aA	0,0040aA	0,0039bA	0,0039
180	0,0036aA	0,0028bB	0,0024cB	0,0029
Média	0,0030	0,0030	0,0032	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância. **Tempo de armazenamento (TA), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM).

O teor de taninos, quando comparado o grão com o caldo, observa-se que o grão apresenta uma quantidade superior desse fator antinutricional, o que demonstra uma baixa solubilidade dos taninos.

4.5 Minerais

Na tabela 10, que demonstra o teor de cinzas dos grãos de feijão, não foi verificada interação significativa entre o tipo de processamento e o tempo de armazenamento. Entre os tipos de processamento culinário avaliados, verificou-se que FC, FCSM e FCCAM apresentaram maiores médias para este parâmetro e foram iguais estatisticamente, e ambos diferiram do tratamento FCSAM. Entre os tempos de armazenamento, não ocorreu diferença estatística significativa nas médias deste parâmetro.

Tabela 10 Teor de cinzas dos grãos (%) de feijão carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos

TA (dias)	FC	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	4,63	3,68	3,58	3,20	3,77 a
45	5,41	3,96	3,20	3,54	4,03 a
90	3,95	4,21	4,20	3,70	4,02 a
135	3,24	4,25	4,00	3,75	3,81 a
180	4,48	3,49	3,25	3,74	3,74 a
Média	4,34a	3,92a	3,65a	3,59b	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância. **Tempo de armazenamento (TA), feijão cru (FC), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM)

***Dados originais transformados em \sqrt{x}

Em relação à quantidade de cinzas totais, em estudo de Pires et al (2005), os valores variaram de 3,36 a 4,17%, muito próximo ao resultado da presente pesquisa. Já para o teor de minerais, o mesmo autor encontrou resultados que corroboram com a presente pesquisa.

O teor de cinzas (4,63%), encontrado para o feijão cru, foi próximo ao relatado por Mechi; Caniatti-Brazaca e Arthur (2005) (4,9%). Em Mesquita et al. (2007), o conteúdo de cinzas de 21 linhagens de feijão variaram entre 3,0 e 4,9%. Segundo o mesmo autor, essas diferenças podem ser inerentes à linhagem ou condições de cultivo, como clima e fertilidade do solo.

O método utilizado para o cozimento do feijão é um dos fatores que poderia estar associado a um aumento no teor de cinzas. Estudo de Costa et al. (2006) relatou o aumento de 5% no teor de cinzas de feijões (cultivar IAC carioca), cozidos com a água de maceração. Contraditoriamente, das 5 cultivares de feijão analisadas, Ramírez-Cárdenas; Leonel e Costa (2008), 4 apresentaram, aproximadamente, o mesmo conteúdo de cinzas para o feijão cru e cozido com água de maceração. Foi observado que o feijão cru apresentou maior média ao comparar com os demais tratamentos que passaram pela cocção, em seguida o FCSM apresentou média (3,92%) também acima dos tratamentos que passaram pela maceração dos grãos, observando que a cocção reduziu o teor de cinzas nesse estudo.

Os resultados da Tabela 11 demonstram os teores de ferro, manganês e cálcio nos grãos de feijão carioca, e verifica-se que o cálcio foi o único mineral que apresentou interação, isso mostra que o tempo de armazenamento influenciou no teor de cálcio em relação ao método de cozimento. Para o ferro, as médias não diferiram estatisticamente entre os tipos de processamento, já entre os períodos de armazenamento dos grãos, observou-se maior e diferente média dos demais aos 135 dias de armazenamento (117,77 mg 100 g⁻¹). Quando observa-se o teor de manganês nos grãos, nota-se que a menor concentração de manganês é no feijão cru e a maior média apresentada está no feijão cozido sem água de maceração.

Ao verificar os valores do cálcio em grãos de feijão, apresentados na Tabela 11, fixando os tratamentos em função dos tempos de armazenamento, o teor de cálcio encontrado no FCSM, obteve o maior índice no tempo de 135 dias (691,37), e, após este período, decresceu e atingiu 529,68, no tempo de 180 dias. No FCCAM e no FCSAM infere-se que a maior concentração de cálcio detectada foi no tempo de armazenamento com 90 dias, enquanto a menor foi, respectivamente, 321,47 e 188,80, no tempo 0.

Mechi; Caniatti-Brazaca e Arthur (2005) encontraram em feijão preto cru, um teor de 126,3% de ferro, e para o feijão cozido com a água de remolho 98,0%.

Teixeira et al (2005) avaliaram os teores de nutrientes minerais em sementes de feijão na safra das águas, nos quais foi aplicado doses de manganês e zinco, por via foliar, e encontraram teores de 18,80 g kg⁻¹ de manganês, obtido com a maior dosagem. Nesse

estudo, encontrou uma média 30% menor de manganês no feijão cru. Já para o teor médio de ferro, no mesmo estudo, ficou em 50,01%, e este não foi influenciado por nenhum dos nutrientes aplicados pela adubação foliar. Valores que corroboram com a presente pesquisa.

Tabela 11 Teor Ferro, Manganês e Cálcio ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) dos grãos de feijão carioca IAPAR 81 submetidos a diferentes tipos de processamento culinário e armazenados em diferentes tempos

TA (dias)	Fe grãos				
	FC	FCSM	FCCAM	FCSAM	Média
0	69,63	70,05	86,38	61,31	71,58ab
45	65,72	100,95	67,77	74,72	77,29ab
90	77,37	80,85	85,47	67,06	77,69ab
135	60,95	62,80	81,57	265,77	117,77a
180	66,52	53,99	32,28	29,55	45,58b
Média	68,04a	73,70 a	70,70 a	99,68b	
	Mn grãos				
0	9,95	16,79	22,13	16,14	16,25b
45	3,62	11,69	12,51	10,80	9,65c
90	18,28	25,51	31,17	30,02	26,25 a
135	12,65	23,98	22,83	29,46	22,23 a
180	17,14	23,16	23,41	26,09	22,45a
Média	12,33b	20,23a	22,41a	22,50b	
	Ca grãos				
0	310,60abA	376,59cA	321,47bA	188,80cB	299,37
45	208,06bA	234,38dB	347,65bA	338,17bA	282,06
90	372,23aB	611,87abA	679,38aA	675,21aA	584,67
135	366,77aB	691,37aA	649,81aA	583,14aA	572,77
180	216,32bB	529,68bA	589,11aA	615,12aA	487,56
Média	294,80	488,78	517,48	480,09	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância. ** Tempo de armazenamento (TA), feijão cru (FC), feijão cozido sem maceração (FCSM), feijão cozido com água de maceração (FCCAM), feijão cozido sem água de maceração (FCSAM)

***Dados originais transformados em \sqrt{x}

Estudo de Mesquita et al (2007), que avaliou 21 linhagens de feijão, verificou que os teores de manganês mg kg^{-1} apresentaram resultados entre 14,93 e 28,90, já o ferro mg kg^{-1} esteve entre 71,37 e 126,90 e o cálcio $\text{g}/100\text{g}$ de 0,03 a 0,28.

Jost et al (2009) investigaram o teor de cálcio em grãos de feijão em cruzamento controlado entre as cultivares “Pérola” x “TPS Bonito” e “TPS Bonito” x “BRS Expedito”, e encontraram teores de cálcio de 0,58g a 0,94g kg^{-1} , respectivamente, no qual foi constatado efeito significativo. Estes valores foram similares aos teores observados por Barampama e Simard (1993), e inferiores aos verificados por Guzmán-Maldonado; Acosta-Gallego e Paredes-López (2000) e por Mesquita et al (2007).

Barrueto-Gonzalez (2008) concluiu em sua pesquisa de revisão sobre a biodisponibilidade de minerais, que as fontes leguminosas estão sujeitas à presença de substâncias promotoras ou não de absorção, cujas concentrações variam de acordo com o tipo de leguminosa. Contudo, é possível atenuar esses efeitos negativos, com

procedimentos culinários adequados no preparo desses grãos, já que a maioria desses compostos é hidrossolúvel e termolábil.

5 CONCLUSÃO

Consideradas as análises realizadas, infere-se que o tempo de armazenamento altera os teores de proteínas do feijão, acarretando redução de seus valores em função do tempo. O processo de maceração e de cocção influenciou em suas propriedades nutricionais proteicas, pela variação da concentração desse nutriente.

Para o preparo doméstico, a qualidade do grão, quanto ao seu valor nutricional, eleva-se com o descarte da água de maceração para o cozimento, por reduzir as limitações inerentes, como os fatores antinutricionais, e, assim, proporcionar o aumento da digestibilidade das proteínas da leguminosa.

O armazenamento dos grãos de feijão resultou em aumento no teor de taninos, e o melhor tratamento foi no feijão cozido sem água de maceração, que resultou em diminuição desse fator antinutricional. Foi possível verificar que os teores de fitatos dos grãos de feijão foram reduzidos com o processamento culinário, quando foi realizada a maceração prévia e a água desse processo foi descartada e utilizada outra água para o cozimento. Também observou-se que ocorreu diminuição do conteúdo desse composto, com o armazenamento do produto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo de armazenamento foi um fator importante e influenciou os teores de proteína, fitatos, taninos e cálcio, com redução ou aumento dos seus valores em função do tempo.

Tecnologias para melhoramentos na produção e no armazenamento do feijão vêm sendo empregadas, e com isso, apresentam soluções quanto ao maior aproveitamento dos nutrientes pelo organismo, com o consumo da leguminosa pela população, o que torna a alimentação mais proveitosa do ponto de vista nutricional.

Os resultados apontam que a ingestão dos grãos é mais benéfica que a do caldo, com relação à concentração de proteína. Já para os taninos, o teor desse fator antinutricional, no caldo é menor. Nesse contexto, salienta-se a necessidade de serem realizados novos estudos sobre o caldo do feijão, uma vez que prevalece a tradição de ingerir tanto o grão quanto o caldo desse alimento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, J. S.; IDA E. I. Efeito das condições de germinação de girassol na redução do teor de fitato e ativação de fitase e fosfatase ácida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p. 61-70, jan./mar. 2006.
- AGUILERA, J.M.; RIVERA, R. Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water imbibition and multiple mechanism hypothesis. **Food Research International**, Santiago, v.25, p.101-108, 1992.
- ANTUNES, I. F.; SILVEIRA, E. P.; SILVA, H. T. Novas Cultivares: BRS Expedito: nova cultivar de feijão de grãos pretos. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, v.42, n.1, p. 135-136, jan., 2007.
- ANTUNES, P. L., BILHALVA, A. B., ELIAS, M. C., SOARES, G. J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivares rico 23, carioca, pirata-1 e rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.1, p. 12-18, jan-abr., 1995.
- ANTUNES, P.L., SGARBIERI, V.C. Effect of heat treatment on the toxicity and nutritive value of dry bean (*Phaseolus vulgaris* var. Rosinha G2) proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v.28, n.1, p.935-938, 1980.
- ANTUNES, P.L.; SGARBIERI, V. C. Influence of time conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean variety rosinha G2. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, p.1703-1706, 1979.
- BARAMPAMA Z; SIMARD R. E. Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, in-vitro starch digestibility and nutritive value of common beans. **Plant Foods for Human Nutrition**, Springer, v. 48, n. 4, p.349-365, 1995.
- BARRUETO-GONZALEZ, N. B. Biodisponibilidade de minerais das fontes leguminosas. **Rev. Simbio-Logias**, Botucatu, v.1, n.1, p.174-183, mai, 2008.
- BARTOLOMÉ, B.; JIMÉNEZ-RAMSEY, L. M.; BUTLER, L. G. Nature of the condensed tannins present in the fractions in foods. **Food Chemistry**, Reading, v. 53, p. 357-362, 1995.
- BONETT, L. P., BAUMGARTNER, M. S. T., KLEIN, A. C., SILVA, L. I. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.). **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, v. 11, n. 3, p. 235-246, set./dez. 2007.
- BRACKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, D.R.; FREITAS, S.T. 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.
- BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R. S.; AGUSTÍN RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, Sç. 4, p. 639-667, 1996.
- BRESSANI, R.; ELÍAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. **Journal of Plant Foods for Human Nutrition**, Springer, v. 4, p. 43-55, 1993.
- BRUNE, M. Iron absorption from bread in humans: inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups. **Journal of Nutrition**, Greensboro, v. 122, p. 442-449, 1992.

CALHEIROS, K. O.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Disponibilidade de ferro, digestibilidade de proteína e teor de β -caroteno em formulados alternativos de baixo custo para alimentação enteral de idosos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.31, n.1, p.41-55, jan./mar. 2011.

CARBONELL, S. A.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA JR., M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, jan./mar. 2005.

CARVALHO, H. H.. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2002.

CAZETTA, J. O.; KANESIRO, M. A. B.; FALEIROS, R. R. S.; DURIGAN, J. F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão-comum e ervilha. **Alim. Nutr.** São Paulo, v.6, p. 39-53, 1995.

CHAGAS, J.M. Considerações sobre a cultura do feijão no inverno em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.5-8, 1994.

CHANG, M. J. et al. Cowpeas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, p. 1034-1036, 1996.

CHIARADIA, A. C. N.; COSTA, N. M. B.; GOMES, J. C. Retirada do tegumento e da extração dos pigmentos na qualidade protéica do feijão. **Rev. Nutr.** Campinas, v.12, n.2, p. 131-136, mai/ago., 1999.

COELHO, S. R. M.; PRUDENCIO, S. H.; NÓBREGA, L. H. P.; LEITE, C. F. R. Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.33, n.2, p. 539-544, mar./abr., 2009.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2011. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4_o_lev_safra_2010_2011..pdf

COUSINS, B. **Enzima na nutrição de aves**. I Simpósio Internacional ACAV - Embrapa sobre Nutrição de Aves, 17 e 18 de novembro. Concórdia, SC, 1999.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de Minerais. **Revista Nutr. PUCCAM**, Campinas, 10 (2): 87-98, jul/dez., 1997.

CUPPARI, L. **Guia de nutrição: nutrição clínica do adulto**. 2ª Ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

CRUZ, G. A. D. R.; OLIVEIRA, M. G. A.; COSTA, N. M. B.; PIRES, C. V.; CRUZ, R. S.; MOREIRA, M. A. Comparação entre a digestibilidade protéica *in vitro* e *in vivo* de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenados por 30 dias. **Alim. Nut.** Araraquara, v.16, n.3, p. 265-271, jul./set., 2005.

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.

DELFINO, R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade proteica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.30, n.2, p. 308-312, abr./jun. 2010.

DERIVI, S. C. N.; MEDEZ, M. H. M.; CALDAS, L. G. A.; TOEHWÉ, L. H.; ALMEIDA, C. B.; MARTINS, D. V.. Composição de caldos de feijões utilizados em dietas líquidas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.20, n. 139, p. 48-53, mar. 2006.

DELPINO, V. M. H. **Interação de procianidinas com faseolina nativa desnaturada: efeito na digestibilidade *in vitro***: 1992. 109 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição Experimental) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

DESHPANDE, S. S. Food of legume in human nutrition: a personal perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 32, p. 333-363, 1992.

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.19, n.3, set./dez., 1999.

EMBRAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Jan/2003. Disponível em:** <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>. Acesso em 16 de Abril de 2009.

EVANS, R.J., BAUER, D.H. Studies of the poor utilization by the rat of methionine and cystine in heated dry bean seed (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v.26, n.4, p.779-784, 1978.

EYARU, R.; SHRESTHA, A. K.; ARCOT, J. Effect of various processing techniques on digestibility of starch in Red kidney bean and two varieties of peas. **Food Research International**. Guelph, v. 42, p. 956-962, 2009.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de Feijão**. Piracicaba: Os Autores, 2007.

FARINELLI, R. **Características agronômicas e tecnológicas em genótipos de feijoeiro**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Qualidade nutricional e tecnológica de genótipos de feijão cultivados em diferentes safras agrícolas. **Bragantia**. Campinas, v.69, n.3, p.759-764, 2010.

FARONI, L. R.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. Campina Grande, v.10, n.1, p. 148-154, 2006.

FORBES, R. M.; PARKER, H. M.; ERDMAN, J. W. Effects of dietary phytate, calcium and magnesium levels on zinc bioavailability to rats. **Journal of Nutrition**, Urbana, v.114, p. 1421-1425, 1984.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1998.

FUKUDA, G., ELIAS, L.G., BRESSANI, R. Significado de algunos factores antifisiologicos y nutricionales em la evaluación biológica de diferentes cultivares de frijol comum (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.32, n.4, p.945-960, 1982.

FUSCALDI, K. C.; PRADO, G. R. Análise econômica da cultura do feijão. **Revista de Política Agrícola**. Brasília: Embrapa, n.1, jan./fev./mar., 2005

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

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

GERALDO, A. **Aminoácidos sulfurados, Lisina e Treonina digestíveis para poedeiras comerciais leves em pico de produção**: 2006. 188f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

GRANITO, M.; PAOLINI, M.; PÉREZ, S.. Polyphenols and antioxidant capacity of *Phaseolus vulgaris* stored under extreme conditions and processed. **Society of Food Science and Technology**, Chicago, v. 41, p. 994-999, 2008.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; ACOSTA-GALLEGO, J.; PAREDESLÓPEZ, O. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chicago, v. 80, n. 13, p. 1.874-1.881, 2000.

GUZMÁN, N. E. R.; LAREDO, R. F. G.; PÉREZ, F. J. I.; BERÚMEN, C. A. N.; INFANTE, J. A. G. Effect of pressure cooking on the antioxidant activity of extracts from three common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Food Chemistry**. v.100, p. 31-35, 2007.

HAAGENSON, D. M.; KLOTZ, K. L.; CAMPBELL, L. Impact of storage temperature, storage duration, and harvest date on sugarbeet raffinose metabolism. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v.49, p. 221-228, 2008.

HAARD, N. F.; CHISM, G. W. Characteristics of Edible Plant Tissues. In: **Food Chemistry** – Third Edition - edited by Owen R. FENNEMA. Dekker, New York, 1996.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**, Washington, D.C. 13. Ed, p.1018, 1980.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363>>. Acesso em: 14 out. 2010.

JACKSON, M.G.; VARRIANO-MARSTON, E. Hard-to-cook phenomenon in beans: Effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, p.799-803, 1981.

JOST, E.; RIBEIRO, N. D.; MAZIERO, S. M.; CERUTTI, T.; ROSA, D. P. Efeitos gênicos do teor de cálcio em grãos de feijão. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.39, n.1, p.31-37, 2009.

KASIM, A. B.; EDWARDS, W. M. The analysis for inositol phosphate forms in feed ingredients. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chicago, v. 76, p.1-9, 1998.

KHATTAB, R. Y.; ARNTFIELD, S. D. Nutricional quality of legume seeds as affected by some physical treatments. **Food Science and Technology**. Zurich, v.42, p. 1113-1118, 2009.

KHOKHAR, S.; PUSHPANJAL, I.; FENWICK, G. R. Phytate content of indian foods and intakes by vegetarian indians of Hisar region, Haryana state. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Oxford, v. 42, p. 2440-2444, 1994.

KIGEL, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. **Biotechnological Agronomic Society Environmental**, Jerusalém, v. 3, n. 4, p. 205-209, 1999. Disponível em: <<http://www.bib.fsagx.ac.be/base/text/v3n4/205.pdf>>. Acesso em: 9/3/2010.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S.; AGUSTÍNRAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.

LATTA M; ESKIN M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Davis, v.28, n. 6, p. 1313-1315,1980.

LEMOES, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.39, n.4, p.319-326, abr., 2004.

LOLAS, G. M.; MARKAKIS, P. Phytic acid other phosphorous compounds of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 23, n.1, p. 13-15, 1975.

LONNERDAL, B. Effects of milk and milk components on calcium, magnesium, and trace element absorption during infancy. **Physiology Reviews**, Davis, v. 77, p. 643-669, 1997.

MACHADO, C.M.; FERRUZZI M.G.; NIELSEN, S.S; Impacto f the hard-to-cook phenomenon on phenolic antioxidants in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington DC, v.56, n.9, p.3102- 3110, 2008.

MAGA, J. A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 30, p. 1-9, 1982.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2^a ed. Piracicaba: Potafos, p.319, 1997.

MARTINI, F. C. C. **Comparação entre a disponibilidade de ferro na presença de vitamina A e beta-caroteno em alimentos e medicamentos**. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP).

MECHI, R.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.1, jan./mar. 2005.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.31, n.4, p. 1114-1121, jul./ago., 2007.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com carne bovina. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.2, p.270-276, abr.-jun., 2006.

NAPPI, G. U.; RIBEIRO-CUNHA, M. R.; COELHO, J. V.; JOKL, L. Validação de métodos para determinação dos ácidos fítico e oxálico em multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.4, p.811-820, out.-dez., 2006.

OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, K. S.; HELBIG, E.; REIS, S. M. P.; CARRARO, F. 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, set. 2001.

OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; LONDERO, P.M.G.. Qualidade nutricional e microbiológica de feijão cozido com ou sem água de maceração. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, nov./dez., 2008.

PANSERA, M. R.; SANTOS, A. C. A.; PAESE, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M.; ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L. A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Farmacogn.**, Caxias do Sul, v.13, n. 1, p. 17-22, jan.- jun. 2003.

PARK, H.; AHN, H.; KIM, S.; LEE, C.;BYUN, M.; LEE, G.. Determination of the phytic acid levels in infant foods using different analytical methods. **Food Control**, Reading, v. 17, p. 727-732, 2006.

PEREIRA, C. A. S.; COSTA, N. M. B. Proteínas do feijão preto sem casca: digestibilidade em animais convencionais e isentos de germes (*germ-free*). **Rev. Nut.** Campinas, v.15, n.1, p. 05-14, jan./abr., 2002.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise Multivariada da "performance" genotípica. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.34, n.2, p. 398-406, mar./abr., 2010.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: Fundamentos básicos da nutrição**. Barueri, SP: Manole, 2008.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; CRUZ, G. A. D. R.; MENDES, F. Q.; REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alim. Nutr.** Araraquara, v.16, n.2, p. 157-162, abr./jun., 2005.

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

PUJOLÁ, M.; FARRERAS, A.; CASANÑAS, F. Protein and starch contento f raw, soaked and cooked beans. **Food Chemistry**, Reading, v. 102, p. 1034-1041, 2007.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, 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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, jan. mar., 2008.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**. Campinas, v.64, n.1, p.75-82, 2005.

RANILLA, L. G.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Polifenóis e capacidade antioxidante do tegumento e cotilédones de cultivares de feijão do Brasil e do Peru. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Davis, v.55, n.1, p. 90-98, 2007.

RESENDE, O. **Variação das propriedades físicas e mecânicas e da qualidade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem e o armazenamento**. 2006. Tese (*Doctor Scientiae* Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RESENDE, O; CORRÊA, P. C.; FARONI, L. R. D. A.; CECON, P. R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.32, n. 2, p. 517-524, mar/abr., 2008.

REYES-MORENO, C.; PAREDES-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans - a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.33, n.3, p.227-286, 1993.

RIBEIRO, H. J. S. S.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; MIYAUGY, D. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar IAPAR 44, após envelhecimento acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.1, p. 165-169, jan./mar. 2005.

RIBEIRO, H. J. S. S.; PRUDENCIO, S. H.; MIYAGUI, D. T.; RIBEIRO, E. L. A. Caracterização de concentrado proteico de feijão comum preto, cultivar IAPAR 44, novo e envelhecido. **Ciênc. Technol. Aliment.** Campinas, v.29, n.3, p. 571-580, jul./set., 2009.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMANN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.42, n.10, p.1393-1399, out., 2007a.

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, jul., 2008.

RIBEIRO, N. D.; RODRIGUES, J. A.; FILHO, A. C.; POERSCH, N. L.; TRENTIN, M.; ROSA, S. S. Tecnologia de Pós-colheita: 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.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.26, n.3, p. 550-558, mai./jun., 2002.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, 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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p. 39-45, dez, 2003.

SANDBERG, A. S.; CARLSSON, N. G.; SVANBERG, U. Effects of inositol tri-, tetra-, penta- and hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, p. 159-161, 1989.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**, São Paulo: Varela, 517 p., 1996.

SHIGA, T.M.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F.M.. Effect of cooking on non-starch polysaccharides of hard-to-cook beans. **Carbohydrate Polymers**. Nottingham, v.76, p. 100-109, 2009.

SHIMELIS, E. A.; RAKSHIT, S. K. Effect of processing on antinutrients and *in vitro* protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. **Food Chemistry**, Reading, v. 103, p. 161-172, 2007.

SILVA, C. O.; GOMES, C. J.; COSTA, N. M. B.; ANDRADE, N. J.; MINIM, V. P. R. Caracterização nutricional de feijão após processamento térmico. **Revista Ceres**, Viçosa, Minas Gerais, v.53, n.309, p. 528-538, 2006.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. **Aspectos Nutricionais de fitatos e taninos**. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.12, n.1, p. 5-19, jan/abr., 1999.

SILVA, A.; PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C. Teor de fitato e proteína em grãos de feijão em função da aplicação de pó de basalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p. 147-152, 2011.

SILVA, T. E. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.41, n.5, p. 739-745, maio, 2006.

SOUZA, E. L.; PINTO, I. C. S.; OLIVEIRA, M. E. G.; LIMA, M. A.; DONATO, N. R.; CAMBUIM, R. B. Fatores antinutricionais: elementos de interferência sobre a biodisponibilidade de nutrientes. **Higiene alimentar**, v. 19, n. 131, p. 19-23, 2005.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.83-88, 2005.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

TOLEDO, T. C. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.28, n.2, p. 355-360, abr./jun., 2008.

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

VERZA, S. G.; KREINECKER, M. T.; REIS, V.; HENRIQUES, A. T.; ORTEGA, G.G. Avaliação das variáveis analíticas do método de folin-ciocalteu para determinação do teor de taninos totais utilizando como modelo o estrato aquoso de folhas de *Psidium guajara* L. **Química Nova**. São Paulo, v. 30, n. 4, p. 815-820, 2007.

VIEIRA, C; PAULA JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed. Atual. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

WILLIAMS, S. R. **Fundamentos de Nutrição e dietoterapia**. 6ª Ed. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

YAMAGUSHI, C. T. **Processo biotecnológico para a produção de feijão desidratado com baixo teor de oligossacarídeos da família rafinose**. 2008. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ZHOU, J. R.; ERDMAN, J. W. Breakmaking properties of composite flours of wheat and faba bean protein preparations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 35, n.6, p. 495-508, nov., 1995.

Anexo

Anexo A

Tabela 1A Resumo da análise de variância para parâmetros de qualidade tecnológica de feijão carioca IAPAR 81 submetido a diferentes tipos de processamento culinário e armazenado no período de 180 dias

	% de absorção de água	Sólidos totais do caldo	Proteínas no caldo	Proteínas no grão	Fitatos no grão	Taninos no caldo	Taninos no grão
Parâmetro	F	F	F	F	F	F	F
Tipos de cozimento (C)	91,47*	15,97*	3,06 ns	4,76*	7,06*	7,36*	15,49*
Tempo de armazenamento (T)	288,22*	15,91*	22,57*	10,73*	302,09*	438,76*	752,14*
C x T	4,77*	4,08*	1,47ns	4,14*	6,65*	22,33*	15,19*
CV (C)	2,02	14,61	23,72	5,11	22,70	22,82	13,59
CV (T)	2,48	15,39	15,19	4,12	17,42	25,40	10,84

ns = não significativo, * = significativo a 5%.

Tabela 2A Resumo da análise de variância para parâmetros de qualidade tecnológica de feijão carioca IAPAR 81 submetido a diferentes tipos de processamento culinário e armazenado no período de 180 dias

	Ferro	Manganês	Cálcio	Cinzas
Parâmetro	F	F	F	F
Tipos de cozimento (C)	0,56 ns	38,34 *	23,29 *	1,76 ns
Tempo de armazenamento (T)	4,13 ns	58,09 *	39,66*	0,22 ns
C x T	2,37 ns	1,33 ns	4,66*	0,91 ns
CV (C)	27,86	10,19	10,99	15,00
CV (T)	26,64	11,11	7,35	9,51

ns = não significativo, * = significativo a 5%.