

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Tese

Efeitos da hidratação prévia em propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão

Reni Rockenbach
Nutricionista M.Sc.

Pelotas, 2018

Reni Rockenbach

**Efeitos da hidratação prévia em propriedades tecnológicas,
nutricionais e sensoriais em feijão**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias

Coorientadores: Prof. Dr. Jander Luis Fernandes Monks

Profa. Dra. Marcia Arocha Gularte

Prof. Dr. William Peres

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R682e Rockenbach, Reni

Efeitos da hidratação prévia em propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão / Reni Rockenbach ; Moacir Cardoso Elias, orientador. — Pelotas, 2018.

103 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Feijão. 2. Hidratação. 3. Temperatura. I. Elias, Moacir Cardoso, orient. II. Título.

CDD : 635.652

Reni Rockenbach

Efeitos da hidratação prévia em propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 16/02/2018

Banca examinadora:

Prof. Dra. Ana Paula do Sacramento Wally Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Magda Santos dos Santos Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Mônica Palomino de Los Santos, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Vera Maria de Sousa Bortolini Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

A **Deus** pela sua proteção, bênçãos e por ter guiado meus pensamentos e decisões
durante toda minha caminhada.

A minha **mãe** e ao meu **pai**, que me ensinaram valores e exemplo de coragem.

Ao meu marido **Miguel** e ao meu filho **Ricardo**, pela paciência,
incentivo, apoio e carinho.

Aos meus irmãos, amigos e familiares, que me ajudaram, e me estimularam.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do doutorado.

Aos Professores Dr. Moacir Cardoso Elias, Dr. William Peres, Dr. Jander Luis Fernandes Monks e Dra. Marcia Arocha Gularte pela orientação, pela amizade, pelo incentivo e pelos ensinamentos que, com suas experiências acadêmicas, tornaram possível este trabalho.

Aos queridos amigos e colegas Guilherme Bragança e Bianca Ávila por toda a ajuda, apoio, estímulo e amizade, não tenho palavras para agradecer.

As minhas queridas amigas e colegas da Universidade da Região da Campanha Mônica e Vera pela ajuda e motivação, companheirismo e principalmente pela amizade sincera.

À equipe do LABGRÃOS, em especial as colegas e amigas, Angélica Nicoletti e Magda Santos pelo carinho, incentivo.

Aos estagiários e bolsistas do IFSUL pela valiosa cooperação durante a realização do experimento

A toda minha família pelo apoio e incentivo.

A todos que de alguma forma contribuíram e me incentivaram, para a execução deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

ROCKENBACH, Reni. **Efeitos da hidratação prévia em propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão**. 2018. 103f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

O feijão apresenta um papel importante na alimentação humana por representar uma significativa fonte de proteínas e carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de ter pouca quantidade de lipídios. O objetivo neste estudo foi identificar hábitos de preparo de feijão na alimentação escolar e avaliar efeitos da hidratação prévia nos teores de nutrientes, fatores antinutricionais, compostos bioativos e perfil sensorial. Para isso, a tese foi estruturada em dois estudos. O primeiro busca identificar hábitos de preparo e cocção de feijão na alimentação escolar. Os resultados mostram que no preparo do feijão nas escolas, metade das cozinheiras não tinha o hábito de utilizar a prévia hidratação dos grãos, sendo isso justificado por motivo operacional (quantidade a ser preparada, tempo de preparo, boa cocção) e pela preocupação com a qualidade sanitária (deterioração e fermentação). No segundo estudo, foram avaliados efeitos da hidratação sobre teores de proteínas, lipídios, carboidratos, fibras, cinzas, minerais, fatores antinutricionais, compostos bioativos e perfil sensorial. Nas determinações físico-químicas não ocorreu efeito da hidratação prévia nos teores de proteína e fibra, mas a temperatura da água de hidratação com e sem descarte, influenciou nos conteúdos de proteínas solúveis, cinzas e lipídios. Foi evidenciada a diminuição de compostos bioativos e fatores antinutricionais com o descarte da água de hidratação, principalmente quando utiliza água quente. Houve variabilidade nos conteúdos de minerais entre os tratamentos. A avaliação do perfil sensorial mostrou diferenças nos atributos cor, ruptura e viscosidade, sendo que, para o atributo “dureza”, foi detectada diferença apenas na amostra de feijão cozido com a água de hidratação a 90°C. No entanto, relacionando os atributos sensoriais com os instrumentais na totalidade, verificou-se uma diferenciação entre os tratamentos, com correlações em todas as variáveis.

Palavras-chave: Feijão, hidratação, temperatura.

ABSTRACT

ROCKENBACH, Reni. ROCKENBACH, Reni. **Effects of previous hydration on technological, nutritional and sensory properties in beans.** 2018. 103f. Thesis (Doctor's degree) 2018. 102f. Thesis (Doctoral) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

Beans play an important role in human nutrition because they represent a significant source of protein, carbohydrates, and are distinguished by high levels of food fibers, vitamins and minerals, as well as low lipids quantities. The objective of this study was to identify habits of bean preparation in school food and evaluate effects of hydration on nutrient contents, antinutritional factors, bioactive compounds and sensory profile. In this regard, the thesis was structured in two studies: the first one sought to identify habits of preparation and cooking of beans in school feeding. The results show that, in the evaluation of the bean preparation in schools, half of the cooks did not have the habit of using grain hydration, which is justified by operational reasons (quantity to be prepared, preparation time) and concern with the sanitary quality (deterioration and fermentation). In the second study the effects of previous hydration on protein, lipid, carbohydrate, fiber, ashes, minerals, antinutritional factors, bioactive compounds and sensory profile were determined. The results showed that, in the physical chemistry evaluations, the treatments did not present hydration effects on protein and fiber contents, but the temperature of the hydration water, with and without discarding, influenced the content of soluble proteins, ashes and lipids. The decrease of bioactive compounds and antinutritional factors with the discard of hydration water mainly when hot water was used became evident. In relation to the determination of minerals, variability between the treatments was verified. In the evaluation of the sensorial profile, the evaluators recognized differences in the attributes of color, rupture and viscosity, but for the "hardness" attribute, a difference only in the sample of beans cooked with water of hydration at 90°C was noticed. However, relating the sensorial attributes with the instrumentals in the totality, a differentiation between the treatments was verified, with correlations in all the variables.

Keywords: Beans, hydration, temperature.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa com as microrregiões do Rio Grande do Sul.....	33
Figura 2 - Comportamento do feijão quanto à capacidade de hidratação (percentual) em função do tempo e temperatura de hidratação	52
Figura 3 - Média da intensidade dos atributos sensoriais	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos municípios que participaram da pesquisa sobre preparo de feijão	33
Tabela 2 - Distribuição da amostra conforme escolas avaliadas.....	35
Tabela 3 - Características do preparo de feijão preto nas escolas/RS.....	36
Tabela 4 - Características do processo de hidratação de feijão.....	36
Tabela 5 - Tempos e temperatura de hidratação do feijão em escolas públicas.....	37
Tabela 6 - Características de cocção de feijão.....	38
Tabela 7 - Perfil texturométrico de feijão preto cultivar guapo brilhante. DCTA/UFPEL, Pelotas (2015).....	54
Tabela 8 - Parâmetros colorimétricos L*, a*, b* e °Hue croma de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015	55
Tabela 9 - Sólidos solúveis totais no caldo de feijão preto cultivar guapo brilhante cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015.....	56
Tabela 10 - Composição proximal de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. FAEM/UFPEL, Pelotas - 2015	58
Tabela 11 - Macrominerais de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015.....	61
Tabela 12 - Microminerais de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015.....	62
Tabela 13 - Fatores antinutricionais de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015.....	65
Tabela 14 - Compostos bioativos de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015.....	66
Tabela 15 - Médias dos atributos sensoriais avaliados nas amostras de feijão cozido	69
Tabela 16 - Componentes principais (PC), autovalores (λ_i), percentagem de variação (% VPC) e da variação acumulada (% VPC acumulada) explicada pelos componentes principais considerando às variáveis avaliadas. FAEM/UFPEL-DCTA, 2015	71
Tabela 17 - Autovetores correspondentes aos dois componentes principais (PC1 e PC2) para variáveis dependentes referentes às amostras testadas. FAEM/UFPEL-DCTA, 2015.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	16
2.2 COMPOSIÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DO FEIJÃO COMUM (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	19
2.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS.....	24
2.3.1 Fitatos	25
2.3.2 Taninos	26
2.4 COMPOSTOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE - BIOATIVOS.....	26
2.5 HIDRATAÇÃO E COCÇÃO DO FEIJÃO	28
2.6 ATRIBUTOS SENSORIAIS	29
3 ESTUDO I – IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS DE PREPARO E COCÇÃO DE FEIJÃO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR	31
3.1 INTRODUÇÃO	31
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.2.1 Métodos	32
3.2.2.1 Plano de Amostragem do Estudo	32
3.2.2.2 Características dos Locais do Estudo	33
3.2.2.3 Características do Instrumento.....	34
3.2.2.4 Teste Piloto	34
3.2.2.5 Organização do Estudo	34
3.2.2.6 Coleta dos Dados	35
3.2.2.7 Análise Estatística	35
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.4 CONCLUSÃO.....	39
4 ESTUDO II – EFEITOS DA HIDRATAÇÃO PRÉVIA SOBRE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS, NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO	40
4.1 INTRODUÇÃO	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.2.1 Material	42
4.2.2 Procedimentos e Avaliações	42
4.2.2.1 Preparo das Amostras dos Grãos Crus, Grãos Hidratados e Cozidos	42

4.2.2.2	Parâmetros de Cocção	43
4.2.2.3	Perfil Textuométrico	43
4.2.2.4	Cor do tegumento.....	44
4.2.2.5	Sólidos Solúveis Totais no Caldo	45
4.2.2.6	Determinação da Composição Centesimal	45
4.2.2.7	Índice de Proteínas Hidrossolúveis	45
4.2.2.8	Determinação dos Teores de Minerais.....	45
4.2.2.9	Fatores Antinutricionais	46
4.2.2.9.1	<i>Determinação de Taninos</i>	46
4.2.2.9.2	<i>Determinação do Teor de Ácido Fítico</i>	46
4.2.2.10	Compostos Bioativos.....	46
4.2.2.10.1	<i>Determinação de Antocianinas Totais</i>	46
4.2.2.10.2	<i>Determinação de Fenóis Totais.....</i>	47
4.2.2.10.3	<i>Determinação de Fenóis Simples.....</i>	47
4.2.2.10.4	<i>Determinação da Capacidade Antioxidante - Método DPPH</i>	48
4.2.2.10.5	<i>Determinação da Capacidade Antioxidante - Método ABTS</i>	48
4.2.2.11	Atributos Sensoriais do Feijão.....	49
4.2.2.12	Análise Estatística	50
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.3.1	Parâmetros Tecnológicos.....	52
4.3.1.1	Coeficiente de Hidratação	52
4.3.1.2	Tempo de Cocção	53
4.3.1.3	Parâmetros de Textura.....	54
4.3.1.4	Parâmetros de Cor	55
4.3.1.5	Sólidos Solúveis totais do caldo	56
4.3.2	Parâmetros Químicos dos Grãos.....	57
4.3.2.1	Composição Proximal.....	57
4.3.2.2	Minerais.....	61
4.3.2.3	Fatores Antinutricionais	65
4.3.2.4	Bioativos.....	66
4.3.3	Análise Sensorial	68
4.4	CONCLUSÃO.....	75
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
	REFERÊNCIAS.....	77

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO	95
APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ESCOLAS).....	96
APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ANÁLISE SENSORIAL)	98
APÊNDICE 4 - TERMOS DESCRITORES DA ANÁLISE SENSORIAL	100
ANEXO 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	101

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é uma necessidade básica para a vida, exercendo grande influência sobre os indivíduos, tanto no que diz respeito à saúde como também ao desempenho das atividades diárias.

O feijão é um alimento que se destaca pela relevância nutricional, sendo recomendado o consumo habitual, principalmente em conjunto com o arroz. O arroz e o feijão, em proporções adequadas e, quando consumidos na mesma refeição, apresentam uma boa composição de nutrientes, pois a mistura destes alimentos, pode compensar a deficiência de aminoácidos de um ou de outro, e assim melhorar o valor biológico das proteínas. Há também importância nutricional do feijão em termos de composição de minerais, vitaminas e fibras com efeito hipocolesterolêmico, hipoglicêmico e de proteção contra o câncer do cólon.

Mesmo o Brasil sendo um dos maiores produtores e consumidores de feijão, pesquisas mostram que o consumo vem diminuindo. Apesar disto, o feijão ainda está presente na dieta da maioria dos brasileiros, fazendo parte do cardápio diário das famílias e de instituições que servem refeições, entre estas, a alimentação de escolares.

Transformações significativas vêm acontecendo nos padrões dietéticos e nutricionais. Dados epidemiológicos na população jovem mostram o aparecimento de doenças como o diabetes tipo 2, obesidade, dislipidemias, hipertensão arterial, entre outras relacionadas com a alimentação. O feijão vem sendo considerado um importante aliado na prevenção destas patologias, avaliado como um alimento funcional.

O aumento da expectativa de vida e as crescentes informações divulgadas sobre alimentação e saúde, levam o consumidor a procurar cada vez mais alimentos com características funcionais para a prevenção das patologias.

Muitos estudos são realizados com o objetivo de investigar o impacto de métodos utilizados para hidratar e cozinhar feijões na tentativa de preservar os nutrientes.

É importante considerar que as leguminosas ou fabáceas apresentam fatores que podem inibir ou promover a absorção de determinados nutrientes. Assim, conhecer os fatores que afetam o valor nutricional durante o processamento de

feijão, bem como avaliar sensorialmente os métodos de preparo, torna-se fundamental.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar efeitos da hidratação prévia sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e identificar hábitos de preparo na alimentação escolar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Do contexto das fabáceas que são consumidos pelos seres humanos, o mais importante em nível mundial é o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) (PEDROSA et al., 2015). Segundo Njoroge et al. (2015), isto ocorre tanto em produção como em consumo. O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é importante fonte de proteínas, fibras, ferro, carboidratos, minerais e vitaminas para milhões de pessoas, tanto nos países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos (LIN et al., 2008).

O mundo tem vivido um aumento na produção de fabáceas em 31% entre 1990 e 2014. Uma das vantagens das fabáceas é a sua longa vida de prateleira: feijão, ervilhas e lentilhas podem ser armazenados por meses sem perder seu alto valor nutritivo, sendo, por conseguinte, um importante componente da segurança alimentar nos países em desenvolvimento (FAO, 2016).

Em relação especificamente ao cultivo mundial de feijão verificou-se maior produção na Ásia (46,6%), seguido da América (35%), África (17,7%), Europa (2,6%) e Oceania (0,2%), a produção mundial média no período de 2012 a 2014 foi 23,8 milhões de toneladas. Os setes principais países produtores de feijões secos e que juntos respondem por cerca de 64% da produção média mundial são: Índia (16%), Mianmar (16%), Brasil (13%), Estado Unidos (5%), México (5%) e Tanzânia (5%), e China (4%) (FAO, 2016).

O continente americano corresponde a 43,2 % do consumo deste grão (EMBRAPA, 2010). Em muitas áreas, o feijoeiro é a segunda fonte mais importante de calorias após o milho. Milhões de pessoas na África subsariana depende dessa leguminosa, que é amplamente cultivada pelas mulheres, como principal alimento básico (FAO, 2016).

Até 2009, o Brasil era o maior produtor, mas a partir daí perdeu para Índia e Mianmar ficando em terceiro lugar em 2015. O comércio internacional do produto é bastante limitado. A pequena importância comercial, aliada ao baixo consumo nos países desenvolvidos e ao fato de os principais países produtores serem também os maiores consumidores, gera pequeno excedente exportável, e tornam o comércio internacional do produto restrito (MAPA, 2016).

No Mercosul, o Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor, com participação superior a 90% na produção e no consumo. Nos últimos quatro anos, a produção média de feijão em países que compõem o Mercosul ficou em 3,6 milhões de toneladas, sendo o Brasil o principal produtor, com cerca de 3,2 milhões de toneladas anuais, seguido da Argentina, com cerca de 350 mil toneladas, Paraguai, com 56 mil toneladas e Uruguai com 3,5 mil toneladas (CONAB, 2015).

Existem, aproximadamente, 40 tipos de feijão. No mercado brasileiro, essa diversidade é bem evidente, sendo cultivados principalmente feijões dos tipos Preto, Carioca, Roxinho, Mulatino, Rosinha, Vermelho, Caupi e Manteigão (CHAVES; BASSINELLO, 2014).

Segundo o MAPA (2016), tanto a produção quanto as preferências no consumo de feijão são bem definidas no Brasil. O maior consumo de feijão preto ocorre no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo.

O feijão é cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras. É um produto de grande importância socioeconômica e nutricional, sendo um dos componentes mais importantes no hábito alimentar da população brasileira (MAPA, 2016). Segundo a CONAB (2017), houve aumento de 33,5% na produção de feijão na safra 2016/17 em relação a safra 2015/2016.

Destaca-se o papel estratégico do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) na produção de alimentos. Em 2009, o PNAE avançou ao obrigar as escolas públicas a destinar pelo menos 30% dos recursos repassados pelo governo federal para a compra de alimentos diretamente de agricultores familiares. O programa tem cobertura universal para toda a rede pública da educação básica e, em 2015, atendeu 41,5 milhões de alunos e o investimento foi cerca de R\$ 3,7 bilhões de reais (PNAE, 2016). O Manual de Orientação para a Alimentação Escolar (VASCONCELOS et al., 2012) orienta que parte das proteínas da alimentação diária pode ser obtida com o consumo de arroz com feijão, por ser uma combinação de bom valor nutricional.

Segundo Velásquez-Meléndez et al. (2012), a adoção de medidas de incentivo ao consumo de feijão deve ser estimulada, uma vez que este alimento possui efeitos benéficos pelos nutrientes que o compõe, como fibras alimentares, ácido fólico, zinco e magnésio. Pedrosa et al. (2015) considera o feijão um

complemento ideal para ser utilizado juntamente com cereais em dietas vegetarianas.

Importante destacar a transição no padrão alimentar no mundo e no Brasil, sendo influenciado por fatores como renda, custo dos alimentos, preferências individuais, crenças, tradições culturais, aspectos geográficos e socioeconômicos (WHO, 2003).

De acordo com Souza et al. (2013), a pesquisa sobre alimentos mais consumidos no Brasil, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009, relata que a alimentação dos brasileiros vem se caracterizando pela introdução de alimentos processados, de alta densidade energética e bebidas com adição de açúcar, embora sejam ainda mantidos os hábitos tradicionais de alimentação. Salienta ainda, a urgência no desenvolvimento de propostas de intervenção sobre os hábitos de consumo de alimentos voltadas para os adolescentes, dado que esse grupo etário apresentou consumo alimentar marcado pela baixa ingestão de frutas e verduras e alto consumo de alimentos considerados não saudáveis, como biscoitos e refrigerantes.

O Ministério da Saúde (2014) destaca ainda pesquisas nacionais que evidenciam o fenômeno da transição nutricional na população brasileira, que se caracteriza pelo elevado percentual de consumo de alimentos ricos em açúcar, gorduras saturadas, lipídeos insaturados tipo trans e sal e pelo baixo consumo de carboidratos complexos e fibras.

Com isto o aumento do sobrepeso e obesidade vem sendo observado não somente nos países desenvolvidos, mas também nos países em desenvolvimento, como o Brasil, que vem passando por uma transição nutricional, com queda no número de desnutridos e aumento no número de obesos (COUTINHO; GENTIL; TORAL, 2008). A Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2013) mostrou que 56,9% das pessoas com mais de 18 anos estão com excesso de peso, e 20,8% das pessoas são classificadas como obesas. A obesidade é um fator de risco importante para doenças como hipertensão, diabetes e câncer.

Cotta e Machado (2013) salientam a necessidade de políticas de educação alimentar e orientam um modelo de atenção à saúde que integre as duas faces da insegurança alimentar: a desnutrição e o sobrepeso/obesidade. Neste contexto, uma dieta utilizando leguminosas é uma alternativa para ajudar a melhorar a saúde do coração, reduzir o colesterol no sangue e controle de peso, sendo ainda um alimento

muito importante no combate à desnutrição, devido ao seu elevado valor nutritivo (FAO, 2016).

2.2 COMPOSIÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DO FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijão apresenta um papel importante na alimentação humana por constituir fonte de proteínas, carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios (BASSINELLO et al., 2009).

Os grãos de feijão possuem em média 20 a 25% de proteínas conforme relatado na literatura (VIEIRA, 1983). O perfil proteico dos grãos de feijões se destaca pela composição de aminoácidos e a proteína do feijão apresenta todos os aminoácidos requeridos pelo organismo humano, exceto os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, em quantidades compatíveis com as necessidades nutricionais (DOMENE, 2011). O feijão apresenta teor elevado de lisina que exerce um efeito complementar com as proteínas dos cereais, ricos em aminoácidos sulfurados (RIOS; ABREU; CÔRREA, 2003). Na proporção de duas partes de arroz para uma parte de feijão, consegue-se a combinação dos aminoácidos em proporções adequadas ao atendimento das demandas humanas pelos aminoácidos essenciais (DOMENE, 2011).

A composição dos lipídios encontra-se na faixa de 0,8 a 1,5%, possuindo quantidade substancial de ácidos graxos insaturados (REYES-MORENO; PAREDES-LOPEZ, 1993). Estes ácidos graxos representam cerca de 65 a 87% do total dos lipídios do feijão e os mais frequentes são o ácido oleico (7 a 10%), o linoleico (21 a 28%) e o α -linolênico (37 a 54%) (CHIARADIA; GOMES, 1997).

Quanto aos carboidratos o feijão possui em torno de 60 a 65%, sendo que o principal é o amido, com pequenas quantidades de monossacarídeos e dissacarídeos, como a sacarose (GEIL; ANDERSON, 1994). Segundo Hawkins e Johnson (2005), as leguminosas são consideradas excelentes fontes de amido de digestão e assimilação lenta, sendo de baixo índice glicêmico o que traz benefícios para a saúde, por aumentar a glicemia pós-prandial de forma lenta, quando comparada com o amido de digestão rápida.

Entretanto, alguns carboidratos (oligossacarídeos) não digeríveis, estão envolvidos com a ocorrência de flatulência e desconforto abdominal, que ocorre devido à ausência no organismo humano da enzima α -galactosidase. Estes açúcares contêm ligações α -galactosídicas, que não são hidrolisadas, sendo fermentados pelas bactérias do trato intestinal produzindo dióxido de carbono, hidrogênio e metano, desencadeando flatulência, o que leva muitas vezes à diminuição do consumo de feijão (ANISHA; PREMA, 2008).

Fabbri (2015) também destaca que os açúcares da família rafinose quando não hidrolisados por enzimas no sistema digestivo, podem resultar em problemas gástricos, tais como a produção de gás e flatulência, salientando ainda que, estes fatores podem ser diminuídos hidratando e descartando a água dos feijões e, em seguida, cozinhando com água fresca. Também a cocção sob alta pressão, foi destacada como uma alternativa para a redução significativa dos teores desses açúcares. Estudos avaliando várias cultivares mostram que a perda desses açúcares para a água do molho varia de 25 a 40% para a rafinose e de 18 a 40% para estaquiose (IYER et al., 1980; SILVA et al., 1992).

Por outro lado, Gibson e Roberfroidn (1995) demonstraram a importância de oligossacarídeos e, dentre esses, a rafinose e a estaquiose que estão presentes no feijão como constituintes funcionais, alterando favoravelmente a flora bacteriana.

A fibra alimentar outro componente encontrado no feijão, também denominada fibra dietética, é resistente à ação de enzimas digestivas e é constituída de polímeros de carboidratos, com três ou mais unidades monoméricas, e mais a lignina – um polímero de fenilpropano (HOWLETT et al., 2010).

Coultate (2004) salienta que as fibras formam um conjunto de substâncias derivadas de vegetais e podem ser classificadas como solúveis e insolúveis, de acordo com a solubilidade de seus componentes em água. O feijão em sua composição química contém importante fonte de fibra sendo constituído de três partes de fibra insolúvel para uma de fibra solúvel (LONDERO et al., 2006).

O maior consumo de fibra na dieta tem sido associado à redução na pressão arterial, na concentração de colesterol total, colesterol LDL e triglicérides, e ao controle da glicose sanguínea (LI et al., 2003; BEHALL et al., 2006; BUTTRISS; STOKES, 2008), auxiliando na prevenção e no controle de algumas doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares.

Enfatizando a importância da fibra na alimentação humana especificamente para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, câncer, doença renal e diabetes, a Associação Dietética Americana (ADA, 2002) desenvolveu algumas diretrizes orientando o consumo de fibras entre 20 e 35 g/dia, também o Guia Alimentar para a População Brasileira, elaborado pelo Ministério da Saúde, recomenda 25 g de fibras alimentares ao dia para adulto (BRASIL, 2008).

Entretanto, pesquisadores relatam que, em alguns casos, a fibra pode prejudicar a absorção de minerais devido a sua capacidade de ligação e/ou sequestro destes (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

O feijão também é uma fonte importante de mineral principalmente para países em desenvolvimento, como o Brasil, apresentando excelentes fontes de cálcio, ferro, zinco, cobre e magnésio, particularmente teores altos de potássio, fósforo e baixo de sódio (SGARBIERI, 1989; BASSINELLO et al., 2009).

Os minerais são compostos inorgânicos não sintetizados pelo organismo e essenciais para diversas funções, tais como: controle do equilíbrio ácido-básico, difusão de impulsos nervosos, atuação como cofatores em diversas enzimas e como elementos estruturais do organismo, sendo classificados em macrominerais e microminerais. Os minerais com necessidade de absorção superior a 100mg por dia (cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio e enxofre) são considerados macrominerais, e os com necessidade de absorção abaixo de 100mg por dia (ferro, cobre, cobalto, zinco, manganês, iodo e cromo) são os microminerais (FREIRE et al., 2009).

As fabáceas se destacam como fontes de minerais e no caso do feijão é considerado a melhor fonte vegetal de ferro, tendo importante contribuição em caso de deficiências nutricionais (BRIGIDE, 2002). Este mineral é essencial à formação da hemoglobina e sua deficiência provoca anemia ferropriva (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

A anemia ferropriva é considerada um problema de saúde pública, que afeta países desenvolvidos e em desenvolvimento, causando problemas tanto de saúde como no âmbito social e econômico, pois causa sonolência, afeta a capacidade de raciocínio, prejudica o desenvolvimento motor, dentre outros (NUNES; ALMEIDA; NUNES, 2014). Estima-se que, aproximadamente, 24,8% da população mundial seja afetada pela anemia por deficiência de ferro, sendo mais elevado em crianças menores de cinco anos que atingem um percentual de 47,4% (WHO, 2008).

Segundo a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (BRASIL, 2006) a prevalência de deficiência de ferro entre crianças menores de 5 anos no Brasil é de 20,9%, com prevalência de 24,1% em menores de 2 anos e de 29,4% das mulheres férteis. No estudo de Sila et al. (2013), os autores observaram que a prevalência de anemia no estado do Rio Grande do Sul em crianças com idade de 18 meses a 6 anos e em mulheres jovens em idade fértil e não grávidas de 14 a 30 anos apresentou as cifras de 45,4% (IC 95% 43,3%-47,5%) e 36,4% (IC 95% 34%-38,3%), respectivamente.

Identifica-se a primeira infância como uma das fases de maior risco em razão de alguns fatores relacionados às necessidades de ferro do lactente, como as reservas de ferro ao nascer, a velocidade de crescimento, a ingestão e as perdas do mineral (MINISTÉRIO DA SAÚDE; UNICEF, 2007).

O ferro desempenha funções de extrema importância no sistema imunológico, enzimáticos, hormonal, coagulação sanguínea, transporte de vitamina A, percepção do gosto, cicatrização de feridas, produção de espermatozoides, material genético e proteico e no desenvolvimento normal do feto (MAFRA; COZZOLINO, 2004).

Destaca-se que o ferro de origem vegetal deve ser ingerido associado a alimentos facilitadores de sua absorção. O ácido ascórbico, aumenta a biodisponibilidade de ferro não heme presente nos alimentos, e essa relação parece ser direta, independente do estado nutricional do indivíduo em relação à vitamina. Interações no nível da camada inextensível de água, permite a troca contínua de elétrons e a consequente mudança do estado de oxidação do ferro de íon férrico, anteriormente solubilizado pelo ácido gástrico, para íon ferroso, podendo então ser captado pelos enterócitos (COZZOLINO, 2016). Moura e Canniatti-Brazaca (2006) salientam que o ácido ascórbico e a carne ou tecido animal são os dois maiores promotores dietéticos, conhecidos, da biodisponibilidade de ferro.

O zinco também presente em quantidades significativas no feijão deve ser avaliado com especial atenção devido a suas importantes funções: participa do processo respiratório celular, regula diversas enzimas, favorece o adequado transporte de nutrientes, reforça o sistema imunológico e é antioxidante. O zinco é necessário para a mobilização hepática da vitamina A, atua na maturação sexual, na fertilidade e na reprodução, e a sua deficiência provoca atraso no crescimento, retardamento da maturação sexual, perda de apetite e intolerância à glicose (FRANCO, 2005). O zinco desempenha importante papel estrutural como componentes de várias proteínas. Ele também funciona em associação com mais de

300 enzimas diferentes, em reações envolvendo tanto a síntese ou a degradação de hidratos de carbono, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

O cálcio outro mineral que é importante destacar no feijão, considerado um elemento essencial do esqueleto, é o mineral mais abundante no corpo humano (COZOLLINO, 2016) desempenha funções na mineralização de ossos e dentes. Estudos mostram que o consumo de cálcio previne doenças como a osteoporose, hipertensão arterial, obesidade e câncer de cólon (GUEGUÉN, 2000; HEANEY, 2006; GIL-ANTUNÃO; ZENARRUZABEITIA; CAMACHO, 2009).

O fósforo tem como função tamponar sistemas ácidos ou alcalinos, auxiliando na manutenção do pH, no armazenamento temporário de energia provindo do metabolismo de macronutrientes, bem como a sua transferência, e por último na atuação de diversas enzimas pela fosforilação (COZZOLINO, 2009). As fabáceas apresentam baixas quantidades de fósforo em sua forma livre, porém, considerável teor na forma de fitato (RAVINDRAM; RAVIDRAM; SIVALOGAN, 1994; BURATTO, 2012).

Outro mineral encontrado no feijão é o magnésio, importante em várias reações celulares, participando de quase todas as ações anabólicas e catabólicas. Cerca de 300 sistemas enzimáticos são dependentes da presença de magnésio. Algumas destas atividades incluem a glicólise e o metabolismo proteico e lipídico (LUKASKI, 2004). Outra função muito importante é a participação do metabolismo de cálcio, potássio, fósforo, zinco, cobre, sódio, ácido clorídrico, acetilcolina e óxido nítrico para enzimas na homeostasia intracelular e para ativação da tiamina (COZZOLINO, 2016).

Este mineral ainda participa da transmissão e na atividade neuromuscular, atuando em conjunto e contra os efeitos do cálcio dependendo do sistema envolvido. Em uma contração muscular normal, o cálcio é um estimulador e o magnésio um relaxador. O magnésio atua como um bloqueador fisiológico de canal de cálcio (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Outros minerais presentes no feijão, cobre, manganês e também o potássio são considerados importantes devido a suas funções no organismo. O cobre é cofator de várias enzimas (FENNEMA, 2000), o manganês é essencial para o metabolismo do colesterol, crescimento corpóreo e reprodução (FRANCO, 1999) e o

potássio maior cátion intracelular do corpo, é necessário para a função celular normal (COZZOLINO, 2009).

Segundo Cozzolino (2007), até 2020 ainda existirão altos índices de desnutrição, embora a projeção aponte para uma redução, essa será de apenas 15% em relação aos índices de 1995, a autora destaca ainda que deficiência de micronutrientes, ainda é problema para cerca de dois milhões de indivíduos.

2.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS

Fatores antinutricionais são definidos como substâncias naturais que causam efeito negativo sobre o crescimento e a saúde do homem e dos animais (SANTOS, 2006). O mesmo autor afirma que o termo “fator antinutricional” tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos, reduzem a biodisponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o valor nutritivo dos alimentos.

As fabáceas, em sua maioria, possuem diferentes fatores antinutricionais, como inibidores enzimáticos (protease e alfa-amilase), lectinas, fitatos, polifenóis (taninos) e oligossacarídeos. Os fatores antinutricionais limitam a qualidade nutricional no feijão, pois reduzem a digestibilidade e a absorção dos nutrientes e, no caso da proteína, aumentam a excreção de nitrogênio (EMBRAPA, 2013).

As proteínas apresentam digestibilidade reduzida em condições “in natura”. Entretanto, mesmo após o tratamento térmico, 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; KLOTZ; CAMPBELL, 2008).

Entretanto Diaz-Batalla et al., (2006) destaca que estes fatores podem assumir efeitos preventivos a algumas doenças, podendo estar vinculados a um menor risco no desenvolvimento de alguns tipos de câncer e a uma menor incidência de doenças degenerativas (MACHADO; FERRUZI; NIELSEN, 2008).

Os estudos de Campos-Vega, Guadalupe e Oomah (2010) e Sievenpiper et al. (2009) salientam que atualmente estes compostos são considerados como fatores nutricionalmente ativos ou componentes bioativos, que podem desempenhar

papéis saudáveis podendo reduzir o risco de doenças crônicas, como doença cardíaca coronária, diabetes tipo II e obesidade.

2.3.1 Fitatos

O ácido fítico é o ácido inositol 1,2,3,4,5,6-hexafosfato (RIBEIRO; IDA; OLIVEIRA, 1999) e possui forte potencial quelante, podendo complexar-se com minerais, como cálcio, ferro e zinco, e com proteínas, comprometendo a digestibilidade das mesmas. Vários complexos insolúveis formados pelo ácido fítico com minerais, como o cálcio, o zinco, o ferro e o 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).

A absorção de ferro e zinco a partir de dietas ricas em ácido fítico é discutida como um fator importante para as deficiências de ferro e zinco nos países em desenvolvimento, onde as dietas bem balanceadas não estão disponíveis e as pessoas dependem de alimentos básicos, como grãos em geral (BROWN; SOLOMONS, 1991). Também as dietas vegetarianas apresentam baixa biodisponibilidade de ferro porque, embora ricas em ferro não heme, contêm altas concentrações de fitato, o qual dificulta a absorção de ferro (COZZOLINO, 2016). A absorção do ferro não heme é dependente da solubilização do ferro ingerido no estômago e redução a forma ferrosa no intestino (BORTOLINI E FISBERG, 2010). Salienta-se que a quantidade de ácido ascórbico ingerida é fundamental para minimizar os efeitos inibidores da alta ingestão de fitatos sobre a absorção de ferro não heme (GIBSON; HEATH; SZYMLEK-GAY, 2014).

A maceração dos grãos de feijão contribuiu para a redução no conteúdo de fitatos, podendo ser explicada pela lixiviação dos íons fitatos na água sob a influência de um gradiente de concentração (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008).

2.3.2 Taninos

Os taninos dietéticos possuem a habilidade em complexar e precipitar proteínas, conseqüentemente, têm propriedades antinutricionais (GOLANI; COCKELL; SEPEHR, 2005).

Os taninos são compostos fenólicos solúveis em água, com alto peso molecular. Contém muitos grupos hidroxila, que permitem a formação de ligações cruzadas estáveis com proteínas, com redução na digestibilidade e aproveitamento (SILVA; SILVA, 1999; BARAMPAMA; SIMARD, 1994). Entretanto Bassinello et al. (2009) destacam que a digestibilidade é aumentada após o processamento térmico, especialmente pelo calor úmido. Isso ocorre pela desnaturação de fatores antinutricionais de natureza proteica. O cozimento não destrói os taninos, mas boa parte é removida com o caldo do cozimento.

Os teores de taninos totais presentes nas leguminosas podem ser diminuídos por meio da hidratação prévia (maceração) e cocção, devido a sua natureza hidrofílica e termolábil (FUKUDA; ELÍAS; BRESSANI, 1982; HELBIG et al., 2003).

Em sementes de feijão, os taninos encontram-se principalmente no tegumento e, juntamente com as antocianinas, determinam a cor, tonalidade e intensidade das sementes (DÍAZ; CALDAS; BLAIR, 2010). O conteúdo de taninos varia de acordo com a coloração da casca.

No que se refere ao efeito positivo dos taninos no feijão, Serrano e Goñi (2004) salientam que estes podem ter atividade antiamilásica, dificultando a digestão e a porcentagem dos carboidratos glicêmicos e incrementando a porcentagem de carboidratos resistentes à digestão.

2.4 COMPOSTOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE - BIOATIVOS

Nos seres vivos, a produção de radicais livres é controlada por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena (superóxido dismutase, a catalase e a peroxidase) ou serem provenientes da dieta alimentar, entre outras fontes. São exemplos os tocoferóis, ácido ascórbico, polifenóis, selênio e os carotenóides (VALKO et al., 2006). Bioquimicamente, o organismo humano possui sistemas de defesa para lidar com o estresse oxidativo, que incluem os sistemas enzimáticos, especialmente superóxido dismutase, glutathione peroxidase,

catalase e glutatona (LAGUERRE; LECOMTEA; VILLENEUVE, 2007), mas a eficiência destes processos decresce de acordo com o envelhecimento do organismo. Também os sistemas antioxidantes de defesa do organismo não são suficientes para combater o estresse oxidativo, sendo necessária a obtenção e consumo de antioxidantes pela alimentação (KAUR; KAPOOR, 2001; HALLIWEL, 1996). Antioxidantes são substâncias que, quando presente em pequenas concentrações comparadas com o substrato oxidável, retardam ou inibem de forma significativa a oxidação desse substrato, são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células (BIANCHI; ANTUNES, 1999; DOLINSKY, 2009).

A atividade antioxidante é a capacidade de um composto inibir a degradação oxidativa (ROGINSKI; LISSI, 2005), assim os antioxidantes exógenos da dieta combatem o excesso de radicais livres, sendo capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA, 2007).

Os compostos com atividade antioxidante têm recebido grande atenção, pois auxiliam a proteger o organismo humano contra o estresse oxidativo, evitando e prevenindo uma série de distúrbios crônico-degenerativos (YAHIA, 2010). Cozzolino (2016) destaca que há evidências de que os compostos bioativos apresentam papéis na redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como o câncer e as doenças cardiovasculares, entretanto os efeitos destes compostos na saúde dependem das quantidades consumidas e da biodisponibilidade desses compostos.

Os compostos fenólicos representam um importante grupo entre os compostos bioativos. Representam a principal classe de metabólitos secundários presentes nas plantas e encontram-se distribuídos no reino vegetal. Os compostos fenólicos são originados no metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, englobam desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas e são incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção da autoxidação (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Os dois grupos principais de polifenóis são os ácidos fenólicos e os flavonóides. Os ácidos fenólicos podem ser classificados em ácidos benzóicos, e derivados, e ácidos cinâmicos, e derivados. O grupo dos flavonoides está dividido

nas subclasses: flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis, antocianinas e isoflavonas (FRAGA, 2009).

Os compostos fenólicos presentes nos grãos e vegetais que estão na forma insolúvel são unidos por ligações covalentes a estruturas de parede, tais como celulose, hemicelulose, lignina, pectina e proteínas estruturais (WONG, 2006). As ações fisiológicas exercidas pelos polifenóis já foram relacionadas à prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, entre outras, principalmente em função da elevada capacidade antioxidante (SCALBERT; JOHNSON; SALTMARSH, 2005). Além das propriedades antioxidantes, também contribui na parte sensorial dos alimentos, como a cor, o sabor e o aroma, conservando a qualidade do alimento (NACZK; SHAHIDI, 2004).

As antocianinas, que fazem parte do grupo dos flavonoides são importantes compostos fenólicos devido as suas propriedades funcionais e nutricionais. Antocianinas são substâncias que possuem a capacidade de doar elétrons, estabilizando radicais livres, agindo assim como antioxidantes naturais (WANG; CAO; PRIOR, 1997; PRIOR, 2003), sendo comprovado seu potencial antioxidante por diferentes estudos (TSUDA et al., 1994; SMITH et al., 2000; MAZZA et al., 2002). Também possuem pigmentos responsáveis pela coloração característica de diversos alimentos vegetais, dentre eles, os grãos. Seu espectro de cor pode variar de salmão, rosa, vermelho, magenta, violeta, roxo e azul (CISSE et al., 2009).

As fabáceas podem ser consideradas uma fonte importante de compostos bioativos, o feijão vem sendo investigado pelo seu potencial benefício à saúde. O consumo de feijão tem sido associado à diminuição do risco de doenças, o Guia Alimentar destaca estudos que o feijão apresenta efeitos hipocolesterolêmicos, hipoglicêmicos e de proteção contra o câncer do cólon (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

2.5 HIDRATAÇÃO E COCÇÃO DO FEIJÃO

O processo de hidratação de grãos é utilizado frequentemente com objetivo de diminuir o tempo de cocção. Bewley, Black e Halme (2006) destacam que a capacidade de hidratação é determinada durante a imersão à medida que as sementes absorvem água e depende da composição química e do revestimento da semente e cotilédones.

Araújo et al. (2014) e Domene (2011) relatam duas formas de hidratação, em temperatura ambiente e em água quente, este denominado de remolho forçado.

Estudos mostram que a hidratação provoca perda de algumas vitaminas e minerais na água do descarte, no entanto, a qualidade proteica do feijão não se altera (OLIVEIRA; QUEIROZ; HELBING, 2001; ARAÚJO et al., 2014). Fernandes e Proença (2011) verificaram no estudo de revisão bibliográfica que a utilização do processo de hidratação do grão com descarte da água, seguido de cocção é importante, pois atua na diminuição de componentes antinutricionais e flatulentos.

A cocção é a etapa de abrandamento com a absorção máxima de água, pela aplicação de calor úmido. A casca é a primeira barreira para o cozimento do feijão e é fator responsável pela dureza do grão e, conseqüentemente, pelo grande tempo de cocção (CHAVES; BASSINELLO, 2014). Este fato torna-se importante pois nesta etapa, a estrutura do grão modifica, o amido é gelificado e as proteínas são desnaturadas (HOHLBERG; STANLEY, 1987; SIDDIQ; UEBERSAX, 2012). Segundo Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) a cocção promove aumento na digestibilidade proteica de 20,8% para valores que ficam entre 69,33 a 82,59%.

Para avaliar o tempo de cocção de feijão em panela de pressão tem sido recomendado o método tátil de Vindiola, Seib e Hosney (1986), onde o tempo de cocção é determinado quando 90% dos feijões ao serem apertados com o dedo indicador e o polegar estejam macios, e quando o centro do grão de feijão esteja com coloração branca quando pressionado entre placas de vidro.

2.6 ATRIBUTOS SENSORIAIS

Yoo et al. (2012) destaca alguns fatores que os consumidores consideram importantes quando selecionam alimentos para cozinhar em casa: sabor, textura, nutrição, custo, segurança e conveniência. Entre estes, o sabor foi considerado o mais importante.

Segundo Chaves e Bassinello (2014), a qualidade dos grãos de feijão pode ser julgada sob o aspecto tecnológico de três formas: comercial, culinária e nutricional. Entre as características culinárias desejáveis pelos consumidores de feijão estão rápida hidratação, baixo tempo de cozimento, produção de um caldo espesso, bom sabor e textura, grãos moderadamente rachados, casca fina e boa estabilidade de cor. Fabbri e Crosby (2016) salientam a importância para o

consumidor em saber como diferentes métodos de preparo afetam a qualidade nutricional e sensorial dos alimentos.

No Brasil existe uma deficiência da análise sensorial de feijão, existindo uma carência de estudos que caracterizam aparência, aroma, textura e sabor dos grãos das diversas variedades de feijão, em que geralmente, não se conhece o perfil sensorial dos grãos de feijão (FERRAREZI et al., 1999; CARNEIRO et al., 2005).

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO), proposto por Silva et al. (2012), teve o objetivo de suprir a demanda por métodos descritivos rápidos e, ao mesmo tempo, fornecer informações quantitativas sobre os atributos sensoriais presentes nos alimentos.

Silva et al. (2013) relatam que o PDO compreende as seguintes etapas: recrutamento e pré-seleção dos candidatos, levantamento dos atributos sensoriais e definição dos materiais de referência, familiarização da equipe de julgadores com as referências e, por último, a avaliação dos produtos por meio da escala de intensidade. É recomendada, neste método, a utilização da escala não estruturada de 9 cm ancorada nos extremos pelos termos “nenhum/fraco” e “forte”, os quais são representados por materiais de referência.

3 ESTUDO I – IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS DE PREPARO E COCÇÃO DE FEIJÃO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Resumo

O objetivo neste estudo foi avaliar hábitos de preparo de feijão na alimentação escolar. Foi aplicado um questionário para verificar as técnicas de preparo de feijão em 113 escolas da microrregião da campanha meridional do Rio Grande do Sul. Os resultados mostram que a maioria das escolas preparava feijão quatro vezes na semana, em relação ao preparo do feijão nas escolas, metade das cozinheiras não tinha o hábito de utilizar a hidratação do grão, sendo justificado pelo motivo operacional e preocupação com a qualidade sanitária. Ao avaliar a forma como hidratavam o feijão a maioria realizava em temperatura ambiente por 10 a 12 horas com o descarte da água sendo justificado pela diminuição na qualidade. Verificou-se que predominou a utilização de panela de pressão.

Palavras-chave: Hidratação. Temperatura. Escolas.

3.1 INTRODUÇÃO

A alimentação desempenha um papel fundamental durante todo o ciclo de vida dos indivíduos. Entre as distintas fases da vida a idade escolar se caracteriza por um período em que a criança apresenta um metabolismo muito mais intenso, quando comparado ao do adulto (PHILIPPI, 2000).

O crescimento infantil requer um aporte nutricional eficiente, sendo importante a qualidade da nutrição, pois na infância existe a necessidade de uma distribuição adequada de macro e micronutrientes (HARROD-WILD, 2006) fundamental na prevenção de deficiências como desnutrição e anemia.

O aporte proteico é de extrema importância para o desenvolvimento infantil (CHUPROSKI et al., 2012). As proteínas são nutrientes necessários à homeostase celular e seu *déficit* em uma criança, por exemplo, prejudicará o crescimento, ocasionando alterações em muitos tecidos de seu organismo, sendo assim, torna-se uma preocupação para profissionais da saúde em relação ao adequado consumo, valor biológico, digestibilidade proteica e composição de aminoácidos.

De acordo com a American Dietetic Association (ADA), o ambiente escolar é um local importante para o desenvolvimento de estratégias de intervenção para a formação de hábitos de vida saudáveis (BRIGGS; SAFARI; BEALL, 2003). No Brasil o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) constitui outra importante estratégia para o acesso à alimentação.

Leal et al. (2010) salienta que o consumo de feijão deve ser incentivado, por ser característico do hábito alimentar brasileiro sendo considerado um alimento de elevado valor nutritivo pelo alto teor de fibras, proteínas, ferro e ácido fólico, constituindo fonte importante de ferro e proteína para adolescentes.

O estudo de Assis et al. (2010), que avaliou o consumo de feijão na população infantil, em idade escolar, encontrou que 50% das crianças estudadas consumiam feijão diariamente. Levy et al. (2010) verificaram no estudo populacional realizado em 26 estados brasileiros e o Distrito Federal, que na alimentação escolar 62,6% dos adolescentes consumiam feijão regularmente (2 a 3 dias na semana).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Métodos

3.2.2.1 Plano de Amostragem do Estudo

O método de pesquisa proposto para o desenvolvimento deste estudo classifica-se como descritivo, pois visa identificar as práticas de preparo e cocção de feijão em escolas. Em relação aos procedimentos, o estudo foi desenvolvido através de pesquisa participante, realizada com envolvimento da pesquisadora e pesquisadas (GIL, 2010). Trata-se de estudo de corte transversal, em que a população, foi composta por escolas dos municípios pertencentes à microrregião da Campanha Meridional do Rio Grande do Sul, composta pelos municípios de Aceguá, Bagé, Dom Pedrito, Hulha Negra e Lavras do Sul que aceitaram participar do estudo.

Quanto ao plano de amostra, utilizou-se uma amostragem não probabilística intencional, constituída por 113 escolas públicas, representando 93% da população em estudo. A escolha dos locais do estudo foi de forma intencional, considerando o objetivo do estudo, feijão comum (*P. vulgaris* L.). Os critérios de participação foram

escolas públicas pertencentes a estes municípios e que aceitaram participar. Os critérios de exclusão foram escolas rurais com difícil acesso (interior do município).

3.2.1.2 Características dos Locais do Estudo

A microrregião da Campanha Meridional do Rio Grande do Sul (figura 1), ocupa uma área de 14.259,907 Km² e representa em torno de 5 % da área total do estado. A população estimada em 2010 pelo IBGE é de 173.819 habitantes. A área, o número de habitantes e de escolas públicas, que compõe cada município está apresentado na Tabela 1.

Figura 1 - Mapa com as microrregiões do Rio Grande do Sul

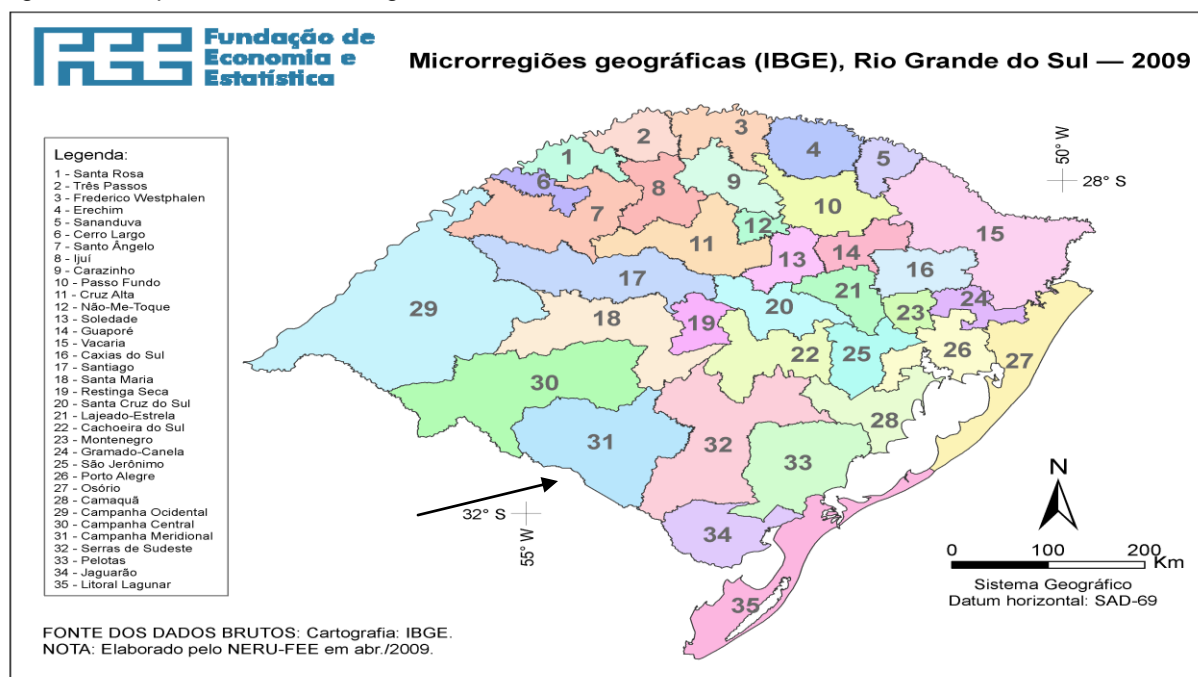


Tabela 1 - Características dos municípios que participaram da pesquisa sobre preparo de feijão

Município	Total de Escolas Públicas	Escolas avaliadas	População do município (hab.)	Área do município (km ²)
Aceguá	04	04	4.394	1.549,383
Bagé	77	72	116.792	4.095,534
Dom Pedrito	28	25	38.916	5.192,096
Hulha Negra	04	04	6.048	822,899
Lavras	08	08	7.669	2.600,600
Total	121	113	173.819	14.260,512

3.2.1.3 Características do Instrumento

As variáveis do estudo foram definidas a partir de estudos anteriores sobre práticas de processamento e cocção do feijão, e do referencial teórico. Para a coleta dos dados foi aplicado questionário semiestruturado às cozinheiras contendo 17 perguntas (apêndice 1) investigando técnicas de preparo de feijão. As questões foram fechadas, mas também se utilizaram questões abertas que foram agrupadas. O questionário foi organizado em três blocos.

Bloco 1 (questões 1 a 9) com questões referente à frequência e quantidade de preparo do feijão preto. A prática de conservação questionada foi se congelavam feijão e a forma de congelamento.

No bloco 2 (questões 10 a 12) foram identificadas as características de hidratação questionando se hidrata ou não o feijão, por que hidrata e por que não hidrata.

No bloco 3 (questões 13 a 17) foram determinadas as características de cocção, questionando se utiliza ou não a água de hidratação e se utiliza panela de pressão.

3.2.1.4 Teste Piloto

O objetivo do teste piloto foi testar e identificar possíveis dúvidas e dificuldades no entendimento do entrevistado, quanto às questões aplicadas pelo entrevistador.

Os locais selecionados para o teste piloto foram escolas no município de Candiota e Pinheiro Machado, totalizando seis escolas, a escolha se deu pela conveniência e facilidade. Após, foi realizado o ajuste no instrumento de coleta dos dados.

3.2.1.5 Organização do Estudo

Foi solicitada autorização da Coordenadoria e Secretaria Municipal de Educação dos Municípios, foi enviado um documento explicando o objetivo do estudo à direção das escolas. Após autorização, foi fornecida a relação das escolas

com o endereço das mesmas, sendo então, agendada visita para realização da entrevista com a cozinheira que preparava o feijão.

3.2.1.6 Coleta dos Dados

A coleta dos dados foi realizada nas escolas e no local de preparo da alimentação escolar, no mês de dezembro de 2015. As entrevistas foram aplicadas individualmente após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice 2), respeitando os aspectos éticos conforme Resolução 466/12, sob aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/FAMED da Universidade Federal de Pelotas, sob o protocolo CAAE 49200415.2.0000.5316 (anexo 1).

3.2.1.7 Análise Estatística

A análise estatística das entrevistas nas escolas foi realizada de forma descritiva, expressando os valores em frequência (valor observado na amostra - n) e percentual (%).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas 113 escolas públicas, sendo a maioria (63%) pertencente ao município de Bagé (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição da amostra conforme escolas avaliadas

Município	Escolas	
	N	%
Aceguá	04	3,54
Bagé	72	63,72
Dom Pedrito	25	22,12
Hulha Negra	04	3,54
Lavras do Sul	08	7,08
Total	113	100

Na Tabela 3, podem ser observadas as características do preparo de feijão nas escolas avaliadas.

Tabela 3 - Características do preparo de feijão preto nas escolas/RS

Variável	Escolas	
	N	%
Frequência de preparo		
1 vezes/semana	12	10.6
2 vezes/semana	9	8.0
3 vezes/semana	20	17.7
4 vezes/semana	62	54.9
5 vezes/semana	10	8.8
Total	113	100
Quantidade Preparada		
1 kg a 1,9 kg	27	24
2 a 3 kg	57	50
4 a 5 kg	20	18
mais que 5 kg	9	8
Total	113	100

A maioria das escolas (55%) preparava 4 vezes na semana e em relação à quantidade preparada, verificou-se que 50% das escolas utilizava de 2 a 3 quilos de feijão diariamente.

Tabela 4 - Características do processo de hidratação de feijão

Variável	Escolas	
	N	%
Hidratação do feijão		
Sim	52	46
Não	61	54
Total	113	100
Por que hidrata*		
Operacional	32	62
Nutricional	08	15
Operacional/Sensorial	12	23
Total	52	100
Por que não hidrata**		
Operacional	27	44
Operacional/Nutricional	4	7
Qualidade	16	26
Qualidade/Nutricional	3	5
Qualidade/Operacional	11	18
Total	61	100

* Por que hidrata - Operacional: Cozinha melhor. Nutricional: feijão tem ferro, possui gases. Operacional/sensorial: Cozinha melhor/caldo grosso.

** Por que não hidrata - operacional: não dá tempo, muita quantidade, boa cocção. Operacional/nutricional: boa cocção/perde nutrientes, muita quantidade/perde nutrientes. Qualidade: deteriora/fermenta, espuma/fermenta. Qualidade/nutricional: deteriora/perde nutrientes. Operacional/qualidade: boa cocção, deteriora, espuma.

Observou-se que mais da metade das escolas (Tabela 4) não tinha o hábito de hidratar o feijão (54%). O mesmo resultado (64%) foi verificado por Rodríguez-González e Fernández-Rojas (2015) avaliando o modo de preparo de feijão em famílias da Costa Rica. Resultados semelhantes também foram encontrados por

Bassinello et al. (2003) em pesquisa realizada em Goiânia, onde famílias (66%) não realizavam esta prática. Chaves e Bassinello (2014) recomendam este procedimento não só pela redução do tempo de cozimento, mas também pela diminuição ou eliminação de quantidade considerável dos compostos – chamados taninos e fitatos – que diminuem a digestibilidade, bem como dos oligossacarídeos, compostos que causam flatulência (formação de gases intestinais).

Nos resultados referentes ao motivo da não hidratação, prevaleceu a questão operacional (boa cocção, hábito, não dá tempo, muita quantidade), seguida da qualidade (deteriora e fermenta, espuma e fermenta).

No estudo de Fernandes, Calvo e Proença (2012) que avaliaram técnicas de preparo de feijão em Unidades Produtoras de Refeições, 51% relataram não realizar hidratação, tendo como justificativa as questões operacionais.

Os resultados (Tabela 4) mostraram que em relação ao motivo pelo qual hidratavam o feijão, prevaleceu o operacional, seguido da associação de operacional com sensorial (cozinha melhor e o caldo fica mais grosso).

Tabela 5 - Tempos e temperatura de hidratação do feijão em escolas públicas

Processo de hidratação	Escolas	
	N	%
10 a 12 horas temperatura ambiente	30	58
1 a 6 horas temperatura ambiente	9	17
Menos que 1 h temperatura ambiente	5	10
10 a 12 horas na geladeira	1	2
Água quente entre 5 a 30 minutos	7	13
Total	52	100

Ao avaliar a forma como hidratavam o feijão (Tabela 5) a maioria dos entrevistados (58%) relatou realizar em temperatura ambiente por 10 a 12 horas. Fernandes, Calvo e Proença (2012) observaram que, a maioria das Unidades Produtoras de Refeições hidratava (51%) por mais de 6 horas. Esta prática é recomendada na literatura especializada (OLIVEIRA et al., 1999, OLIVEIRA; QUEIROZ; HELBING, 2001; ORNELLAS, 2008; DOMENE, 2011; ARAÚJO et al., 2014).

Foi verificado também que 13% utilizavam água quente para hidratar o feijão e no estudo de Rodríguez-González e Fernández-Rojas (2015), este procedimento foi citado por 1,4% das famílias da Costa Rica. Vários autores recomendam a hidratação em água quente como alternativa chamando de remolho ou maceração

forçada. Araújo et al. (2014) relatam a fervura de 2 minutos em temperatura de 100°C, e permanência em água quente durante 1 hora. Domene (2011) destaca a hidratação com dois volumes de água fervente durante 20 minutos fora do fogo, o autor afirma ainda que a maceração forçada deve ser evitada por não permitir a ação das enzimas oligossacaridasas.

Quando foi questionado se costumavam congelar feijão, a maioria referiu que não, pelo fato de cozinharem a quantidade necessária todos os dias. Murillo e Rodríguez (2004) citam que os métodos utilizados para conservar feijão cozido, refrigeração e congelamento são os mais adequados, sendo que o congelamento aumenta a vida útil e torna este alimento disponível, fator importante no caso de famílias pequenas.

Tabela 6 - Características de cocção de feijão

Variável	Escolas	
	N	%
Utilização da água de hidratação para cocção		
Sim	16	31
Não	36	69
Total	52	100
Por que utiliza*		
Sensorial	2	12,5
Qualidade	1	6
Nutricional	11	69
Operacional	2	12,5
Total	16	100
Por que não utiliza**		
Qualidade	24	67
Operacional	04	11
Nutricional	8	22
Total	36	100
Utilização panela pressão		
Sim	109	97
Não	4	3
Total	113	100
Tamanho panela pressão		
4,5 litros	14	13
De 7 a 10 litros	81	74
De 12 a 20 litros	13	12
Industrial	01	1
Total	109	100

*Por que utiliza a água de hidratação: Sensorial: fica mais saboroso. Qualidade: água é limpa. Nutricional: nutrientes. Operacional: a água é suficiente para a hidratação.

**Por que não utiliza a água de hidratação: Qualidade: água escura e roxa, higiene, fermentação. Operacional: espuma derrama. Nutricional: gases.

Foi observado que 69% das escolas (Tabela 6) não utilizam a água da hidratação para a cocção. Fernandes, Calvo e Proença (2012), Rodríguez-González

e Fernández-Rojas (2015) também encontraram resultados semelhantes. Chaves e Bassinello (2014) destacam que o descarte da água da hidratação diminuiu os oligossacarídeos que causam flatulência. Os entrevistados referiram não utilizar a água por motivos de qualidade (higiene, fermentação e a água é muito escura), sobre este assunto Domene (2011) recomenda maceração por 8 a 12 horas em temperatura de até 20°C, quando a temperatura ambiente for superior recomenda uso de refrigeração. A preocupação com a qualidade da água de hidratação tem sido referida em alguns estudos, entretanto Oliveira et al. (2008) destacam que o processamento pode ser realizado com e sem o aproveitamento da água de hidratação, pois a qualidade microbiológica não se altera.

Em relação aos entrevistados que declararam utilizar a água de hidratação, tiveram como justificativa o motivo nutricional (nutrientes contidos na água). Chaves e Bassinello (2014) expõem que proteínas solúveis e minerais, podem ser perdidos, mas que mesmo assim ainda é considerado um alimento nutritivo.

Em relação ao tipo de cocção, foi verificado predominância na utilização de panela pressão. A maioria referiu utilizar panelas entre 7 e 10 litros, justificada pela quantidade preparada diariamente (mais de 2 kg).

3.4 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que na avaliação do preparo do feijão nas escolas estudadas, metade das cozinheiras não tinha o hábito de utilizar a hidratação do grão sendo justificado pelo motivo operacional e preocupação com a qualidade sanitária. Ao avaliar a utilização da hidratação foi observado que a maioria hidrata de 10 a 12 horas com o descarte da água. Em relação à cocção foi evidenciada a utilização da panela de pressão.

4 ESTUDO II – EFEITOS DA HIDRATAÇÃO PRÉVIA SOBRE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS, NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da hidratação prévia sobre teores de nutrientes, fatores antinutricionais, compostos bioativos e perfil sensorial. Utilizou-se amostra feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Guapo Brilhante (grupo 1 classe preto), sendo os grãos analisados na forma in natura, cozidos sem e com hidratação prévia. A hidratação prévia foi realizada com temperatura da água a 25°C e 90°C, em ambas os tratamentos os feijões foram cozidos com água de hidratação prévia e cozidos sem água hidratação prévia. Os resultados demonstraram que nas determinações físico-químicas, os tratamentos com hidratação não apresentaram efeitos nos teores de proteína e fibras, mas a hidratação com temperatura de 90°C, com e sem descarte, influenciou no conteúdo de proteínas solúveis, cinzas e lipídios. Foi evidenciado diminuição nos compostos bioativos e fatores antinutricionais com o descarte da água de hidratação, principalmente, quando foi utilizada água a 90°C. Na avaliação do perfil sensorial, os avaliadores reconheceram diferenças nos atributos de cor, ruptura e viscosidade, sendo que, para o atributo “dureza” foi detectada diferença apenas na amostra de feijão cozido com a água de hidratação a 90°C onde os avaliadores perceberam maior dureza. Quando os feijões foram hidratados antes da cocção, o conteúdo de sólidos solúveis do caldo aumentou. Os grãos que tiveram a água de hidratação descartada apresentaram-se mais brandos quanto à dureza. No Perfil Descritivo Otimizado, o efeito da hidratação foi o que diferenciou sensorialmente as amostras quanto à cor e viscosidade do caldo. No entanto, relacionando os atributos sensoriais com os instrumentais na totalidade, verificou-se uma diferenciação entre os tratamentos com e sem hidratação, apresentando correlações em todas as variáveis.

Palavras-chaves: Fabácea. Antinutricionais. Nutrientes.

4.1 INTRODUÇÃO

O feijão é consumido por todas as classes sociais, sendo para as de menor poder aquisitivo a principal fonte de proteínas (BASSINELLO et al., 2009). Feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) também é fonte de amido, fibras, vitaminas, fitoquímicos e minerais como o cálcio, ferro, cobre, zinco, fósforo, e magnésio, todos os quais oferecem benefícios potenciais para a saúde na dieta humana (LIM, 2012; ULLOA et al., 2013).

Messina (2014) relata que os profissionais de saúde devem incentivar um maior consumo de feijão devido aos benefícios nutricionais. A Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO, 2016) orienta também o consumo como parte de uma dieta saudável para tratar a obesidade, assim como para prevenir e ajudar a controlar doenças crônicas como diabetes, problemas cardiovasculares e câncer.

Destaca-se que o feijão pode ser hidratado com água em diferentes temperaturas, havendo um grande interesse de se identificar melhores condições sensoriais e nutricionais desencadeadas durante este processo. Araújo et al. (2014), relata que a prática de hidratação em água quente, também chamada de maceração forçada, tem sido comumente utilizada, entretanto alguns autores (KON, 1979; HOPNER; LAMP, 1993; LEAN; FOX, 2006) consideram esta prática inadequada pela inibição de enzimas que intervêm na degradação de polifenóis e na hidrólise de amido, e também pode afetar a qualidade nutricional por exposição mais prolongada ao calor.

A cocção também melhora os atributos sensoriais da aparência, do sabor e da textura. Conhecer formas de cocção, qualidade sensorial e nutricional de alimentos que fazem parte do hábito de consumo da população é uma importante estratégia para atender aos interesses dos consumidores por produtos com melhor valor nutricional (FROTA et al., 2010).

Acredita-se que o feijão quando cozido sobre diferentes métodos de hidratação será afetado nutricionalmente e fisicamente e terá diferentes características sensoriais que serão percebidas por avaliadores treinados.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material

Foram utilizados grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Guapo Brilhante (grupo 1 classe preto), produzida no município de Canguçu – RS, safra 2014. Os grãos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), e armazenados em sala climatizada ($17\pm 1^{\circ}\text{C}$) até a realização das análises laboratoriais.

4.2.2 Procedimentos e Avaliações

4.2.2.1 Preparo das Amostras dos Grãos Crus, Grãos Hidratados e Cozidos

Para a realização das análises do feijão cru, o mesmo foi triturado e moído à temperatura ambiente no "moinho de facas", marca Perten, modelo Laboratory Mill 3100 do Laboratório de Pós Colheita Industrialização e Qualidade de Arroz do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" UFPEL/Pelotas.

O comportamento hidrotérmico dos grãos de feijão foi determinado segundo metodologia desenvolvida pelo Laboratório Pós-Colheita e Industrialização e Qualidade de Grãos (ELIAS, 1998). Para a hidratação, o feijão, foi submetido a dois tratamentos: hidratação em água à temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), e hidratação em água à temperatura inicial de $90\pm 5^{\circ}\text{C}$. O tempo de hidratação foi determinado utilizando 50g de grãos selecionados ao acaso da amostra original, os quais foram colocados em um béquer contendo 250mL de água destilada.

A cada intervalo de uma hora as amostras foram centrifugadas durante 1 minuto, a 1000 rpm, pesadas e escorridas. O procedimento foi repetido até peso constante. O tempo de absorção de água pelo grão foi definido no momento em que não ocorreu mais diferença significativa entre as quantidades de água absorvida nas últimas horas.

Os coeficientes de hidratação (CH) foram determinados, de acordo com o método proposto por El-Refai et al. (1988), calculado pela equação 1:

$$(1) \quad CH = \frac{PGH}{PAH} \times 100$$

Onde:

CH: Coeficiente de hidratação (%);

PGH: Peso dos grãos após hidratação;

PAH: Peso dos grãos antes da hidratação.

4.2.2.2 Parâmetros de Cocção

A cocção do feijão foi realizada em panela de pressão de 4,5 litros (120°C a 2atm), onde uma amostra foi cozida sem hidratação prévia (FCSH), onde foi utilizada água na proporção de 1:5 (grão de feijão: água). No restante dos tratamentos as amostras foram anteriormente hidratadas em água na proporção de 1:5, conforme tempo determinado no comportamento hidrotérmico (máxima hidratação), obtendo-se os seguintes tratamentos: feijão cozido com a água de hidratação à temperatura de 25±2°C (FCA25), feijão cozido com a água de hidratação a 90±5°C (FCA90), feijão cozido sem a água de hidratação a 25±2°C (FSA25) e feijão cozido sem a água de hidratação a 90±5°C (FSA90), onde a água de hidratação foi descartada e colocada uma nova água na proporção de 1:3 (o restante já tinha sido absorvido pelo grão durante a hidratação).

O tempo de cocção foi marcado após começar a sair pressão pela válvula da panela. Em todos os tratamentos utilizou-se o método tátil de Vindiola, Seib e Hosney (1986) para avaliar o tempo de cocção, sendo que este tempo determinado quando 90% dos feijões, ao serem apertados com o dedo indicador e o polegar, estavam macios, e quando o centro do grão de feijão estava com coloração branca quando pressionado entre placas de vidro.

4.2.2.3 Perfil Texturométrico

O perfil texturométrico dos grãos cozidos foi determinado, por teste, utilizando-se um único grão, o qual foi colocado na base do equipamento (*Stable Micro Systems Texture Analysers*, modelo TA.XT plus, fabricado na Inglaterra) e submetido a uma compressão de 80%, com uma sonda cilíndrica de 40 mm de diâmetro e velocidade do teste de $1\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$, em dois ciclos, empregando-se carga de 5 kg para calibração. Os parâmetros dureza (força máxima durante o primeiro ciclo de compressão ou primeira mordida, também denominada firmeza), coesividade (razão entre as áreas de força positiva durante a segunda compressão e durante a primeira compressão) e mastigabilidade (produto de gomosidade e elasticidade) foram determinados conforme descrito por Bourne (1966). Os parâmetros de dureza, coesividade, mastigabilidade, foram escolhidos devido à sua relação com parâmetros sensoriais. O resultado foi expresso pela média de dez repetições.

4.2.2.4 Cor do tegumento

A cor do tegumento de grãos inteiros (cru e cozido) e uniformes foi determinada com o uso de um colorímetro Minolta modelo CR-300, o qual indica as cores em um sistema tridimensional. O eixo vertical L^* aponta a cor da amostra do preto ao branco, o eixo a^* da cor verde ao vermelho e o eixo b^* da cor azul ao amarelo. Foram feitas 10 determinações para cada amostra, as quais foram realizadas, colocando-as em um recipiente de 22cm de diâmetro e três cm de altura, em que o feijão cobria completamente o fundo do recipiente. A amostra foi medida em uma área de $19,6\text{cm}^2$ (LAWLESS; HEYMANN, 1998). O ângulo HUE ($^{\circ}\text{H}$) e o croma foram calculados de acordo com equações expostas por Harder, Canniatti-Brazaca e Arthur (2005).

$$(2) \text{ } ^{\circ}\text{HUE} = \arctg b^*/a^*$$

$$(3) C^2 = (a^2 + b^2)$$

Onde:

$^{\circ}\text{HUE}$: Ângulo que indica a tonalidade de cor do alimento;

\arctgb^* : Arcotangente do parâmetro b^* ;

a^* , a : Parâmetro colorimétrico “ a^* ”;

b^* , b : Parâmetro colorimétrico “ b ”;

C: Croma, indicando a saturação da cor.

4.2.2.5 Sólidos Solúveis Totais no Caldo

O feijão foi cozido nas mesmas condições citadas anteriormente. Após a cocção os caldos foram drenados dos grãos e encaminhados à estufa para secagem a 105°C. Os sólidos solúveis totais no caldo (SSTc) dos grãos de feijão, foram determinados, baseando-se na metodologia descrita por Sartori (1982).

4.2.2.6 Determinação da Composição Proximal

O teor de água dos grãos de feijão foi determinado de acordo com as recomendações da ASAE (2000). As análises do teor de cinzas, proteína bruta, lipídios, fibras, foram executadas de acordo com a metodologia indicada pela AOAC (2006). O teor de carboidratos foi determinado por diferença. Os resultados das determinações, feitas em triplicatas, foram expressos em porcentagem em peso.

4.2.2.7 Índice de Proteínas Hidrossolúveis

A solubilidade da proteína em água foi determinada de acordo com o método descrito por Liu, McWatters e Phillips (1992). Um grama de amostra foi misturado em 50mL de água destilada, sob agitação. O material foi centrifugado a 5300 x g, por 20 minutos, e o teor de proteína determinado no sobrenadante. Os valores de proteína total e no sobrenadante foram determinados pelo método de *Kjeldahl*, utilizando-se o fator de conversão 6,25. A solubilidade da proteína foi calculada pela equação 2:

$$(4) \text{ ÍPH} = \frac{\text{massa de proteína no sobrenadante} \times 100}{\text{massa de proteína na amostra}}$$

Onde:

ÍPH: índice de proteínas hidrossolúveis (%)

4.2.2.8 Determinação dos Teores de Minerais

As amostras foram digeridas e os macro (P, K, Ca, Mg) e microminerais (Cu, Zn, Fe, Mn) quantificados segundo adaptação da metodologia proposta por Souza, Bassinello e Nóbrega (2010).

4.2.2.9 Fatores Antinutricionais

4.2.2.9.1 Determinação de Taninos

O teor de taninos foi obtido por diferença dos valores obtidos na determinação dos compostos fenólicos totais e fenólicos simples, e expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ amostra, conforme descrito por Nasar-Abbas et al. (2008).

4.2.2.9.2 Determinação do Teor de Ácido Fítico

A determinação do teor de ácido fítico foi realizada de acordo com Haug e Lantzsch (1983). Pesou-se 0,015g de grãos moídos, adicionou-se 2mL de ácido clorídrico 0,2M. Fez-se agitação por 30 minutos e realizou-se centrifugação de 7200rpm por 15 minutos a 24°C. Do sobrenadante, coletou-se 0,5mL e transferiu-se para um *ependorf* juntamente com 1mL de FeCl₃ (0,11g de cloreto férrico dissolvidos em 100mL de ácido clorídrico 0,2M e o volume completado com água para 1L). Permaneceu em banho por 30 minutos a uma temperatura de 100°C, sendo posteriormente centrifugado a 3000g durante 15 minutos a 24°C. Retirou-se 0,5mL do sobrenadante e transferiu-se para outro *ependorf*, adicionando-se 0,75mL de biperidina (10g de biperidina em 10mL de ácido tioglicólico, completando o volume com água para 1 L.). A leitura foi feita a 515nm. Resultados expressos em mg de equivalentes de ácido fítico. g⁻¹ de amostra através da curva padrão de ácido fítico hidratado.

4.2.2.10 Compostos Bioativos

4.2.2.10.1 Determinação de Antocianinas Totais

Foi utilizada a técnica baseada no procedimento descrito por Abdel-Aal e Hucl (2003). Moeu-se 2g de amostra de feijão e acrescentou-se 50mL de solução

etanólica acidificada pH 1,0 e, foi feita uma homogeneização por 30 minutos, centrifugou-se por 20 minutos a 7500rpm. Leu-se a absorbância a 535nm e o equipamento foi zerado com etanol acidificado pH 1,0. Os níveis de antocianinas foram expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo equivalentes por 100g em base seca.

4.2.2.10.2 Determinação de Fenóis Totais

Determinação pelo método descrito por Nasar-Abbas et al. (2008). Para a extração de fenóis totais foram pesados 2 gramas de amostra; após se adicionou 20mL de solução de acetona (70%) e colocado em banho-maria à temperatura de 25°C durante 24 horas.

Foram retiradas as amostras do banho e centrifugadas a 4000rpm durante 10 minutos à temperatura de 10°C. Após foi coletado o sobrenadante e armazenado. Para determinação de fenóis totais adicionou-se uma alíquota de 20µL de amostra e ajustou-se o volume para 0,5mL com água destilada, após adicionou-se 250µL de *Folin-Ciocalteu* (Sigma-Aldrich) deixando no escuro por 8 minutos.

Após acrescentou-se 1,25mL de solução de carbonato de sódio (20%p/p), agitou-se em vortex e por fim se fez a leitura em espectrofotômetro a 725nm após 2 horas em ambiente escuro. Os resultados foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ de amostra seca.

4.2.2.10.3 Determinação de Fenóis Simples

Determinação pelo método descrito por Nasar-Abbas et al. (2008). Para o preparo do extrato de fenóis simples, utilizou-se 100mg de PVPP (“Polyvinylpolypyrrolidona”) e adicionou-se 1mL de água destilada; 1mL do extrato preparado na determinação de fenóis totais e agitou-se no vortex. Foi colocado em geladeira à temperatura de 4°C durante 30 minutos. Após esse período, o extrato foi agitado novamente em vortex, centrifugou-se a 7000rpm durante 20 minutos à temperatura de 10°C e coletou-se o sobrenadante.

Para a determinação de fenóis simples, foram adicionados 0,15mL de extrato da PVPP; completando-se o volume para 0,5mL com água destilada, adicionou-se 0,25mL de *Folin-Ciocalteu* (Sigma-Aldrich) deixando no escuro por 8 minutos. Após, foi acrescentado 1,25mL de solução de carbonato de sódio (20% p/p) e

agitou-se em vortex; por fim, foi colocado em ambiente escuro e fez-se a leitura em espectrofotômetro a 725nm após 2 horas. Os resultados foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ amostra seca.

4.2.2.10.4 Determinação da Capacidade Antioxidante - Método DPPH

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada de acordo com o método DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazila) adaptado de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Os valores de DPPH foram expressos em micromoles de Trolox equivalente por grama de feijão usando a curva de calibração Trolox.

A faixa de linearidade da curva de calibração foi de 100-2000µM. Este método se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante (presente nas amostras) para um radical livre, o DPPH (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Para obter-se o extrato pesou-se 0,8g de amostra e acrescentou-se 10mL de etanol p.a., após o extrato foi centrifugado a 6000rpm por 10 minutos.

A solução padrão de DPPH foi feita com 0,042g de DPPH dissolvidos em etanol p.a. A solução diluída foi preparada com uma alíquota de 10mL de solução padrão de DPPH em 45mL de etanol p.a. Foi certificado que a absorbância inicial a 515nm da solução diluída estava em torno de $1,1 \pm 0,02$. A solução para leitura compreendia de 500 µL de extrato em tubo falcon de 15mL (envolto em papel alumínio), com 3mL de etanol p.a e 300µL de solução diluída DPPH. Aguardou-se 45 minutos e realizou-se a leitura em espectrofotômetro (marca Jenway, modelo 6705 UV) a 515nm.

4.2.2.10.5 Determinação da Capacidade Antioxidante - Método ABTS

Para determinar a atividade antioxidante, pelo método ABTS, radical livre 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), foi utilizado o método descrito por Re et al. (1999).

A solução de uso foi feita através da adição de 0,088mL de persulfato de potássio a 4,912mL de solução padrão de ABTS. Diluiu-se 1mL da solução contendo o radical ABTS em 90mL de etanol e ajustou-se absorbância até $0,70 \pm 0,05$ utilizando comprimento de onda de 734nm conforme metodologia proposta por Kuskoski et al. (2004). Foi utilizado o mesmo extrato feito para o método de DPPH, onde em tubos Falcon de 15ml colocou-se 0,1mL da amostra e 3,9mL da solução

diluída de ABTS. Agitou-se em vortex brevemente e transcorridos 6 minutos (tempo necessário para que a reação ocorresse), efetuou-se a leitura de absorbância em espectrofotômetro com 734nm de comprimento de onda. Os resultados obtidos da leitura espectrofotométrica foram calculados através de curva de calibração e os resultados finais foram expressos em $\mu\text{Mol Trolox.g}^{-1}$ (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). O espectrofotômetro (marca Jenway, modelo 6705 UV) foi zerado com etanol P.A.

4.2.2.11 Atributos Sensoriais do Feijão

A avaliação sensorial do feijão foi realizada através do Perfil Descritivo Otimizado (PDO), proposto por Silva et al. (2012), sendo um método mais rápido e que fornece informações quantitativas sobre características do produto estudado, visando eliminar as etapas de treinamento e seleção final dos avaliadores.

A análise sensorial foi realizada no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CQQFA), Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão (UFPel), após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice 3), respeitando os aspectos éticos conforme Resolução 466/12, sob aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/FAMED da Universidade Federal de Pelotas, sob o protocolo CAAE 49200415.2.0000.5316 (Anexo 1).

O teste para avaliar os atributos de dureza, ruptura do tegumento, cor e viscosidade do caldo foi realizado através do Perfil Descritivo Otimizado proposto por Silva et al. (2012) com escala não estruturada de 9cm. Foram convidados individualmente 16 avaliadores treinados, de ambos os sexos, com experiência em avaliação sensorial.

Participaram de uma sessão de familiarização dos termos descritivos (Apêndice 4) com os extremos dos atributos sensoriais avaliados bem como seus respectivos materiais de referência. Após esta etapa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As amostras foram servidas logo após a cocção, em potes de porcelana branca, com aproximadamente 15 gramas a temperatura de 50-55°C.

Em cabines individualizadas, os avaliadores receberam em cada sessão, a amostra codificada com três dígitos aleatórios, juntamente com a escala. Foram

apresentadas também amostras e as referências que limitam o extremo de cada atributo para que os avaliadores pudessem consultá-las durante toda a avaliação.

Os atributos avaliados foram: cor do grão (extremos “claro” e “escuro”, referentes aos valores 0 e 9 na escala, respectivamente); dureza (ancorada com os extremos “duro” e “macio”, referentes aos valores 0 e 9 na escala, respectivamente), viscosidade do caldo (extremo “pouco” e “muito”) e ruptura de tegumento (extremo “muito” e “pouco”), referentes aos valores 0 e 9 na escala respectivamente.

4.2.2.12 Análise Estatística

Utilizou-se delineamento completamente casualizado em esquema bifatorial com três repetições.

Os valores atípicos (*outliers*) foram identificados com a plotagem dos resíduos estudentizados externamente (*RStudent*) versus valores preditos (variável Y). A partir do *RStudent*, valores que se encontravam fora do intervalo -2 a 2 foram considerados *outliers* e suas observações correspondentes foram removidas do banco de dados (ROUSSEUW; LEROY, 1987; BARNETT; LEWIS, 1994).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Os efeitos de hidratação foram comparados pelo teste de Duncan, e a comparação com a testemunha (FCSH: Feijão cozido sem hidratação) foi realizada pelo teste de Dunnett. Todos os testes foram efetuados a 5% de probabilidade.

A análise estatística dos resultados da avaliação sensorial foi realizada através da análise de componentes principais (PCA) sendo extraída a partir de uma matriz de correlação de forma separada para cada grupo de variável (instrumental + perfil sensorial). Dessa forma, a informação contida nas variáveis originais foi projetada em um número menor de variáveis subjacentes chamadas de Componentes Principais (PCAs).

O critério para descarte de variáveis (PCAs) utilizado foi recomendado por Jolliffe (2002), esse critério estabelece que se deve reter um número de componentes principais que contemple pelo menos, entre 70 e 90% da variação

total. Após a seleção do número de PCAs, foram obtidos os seus respectivos autovalores, com seus correspondentes autovetores.

O procedimento gráfico adotado foi o *biplo*t, a partir dos escores e das cargas dos componentes principais selecionados.

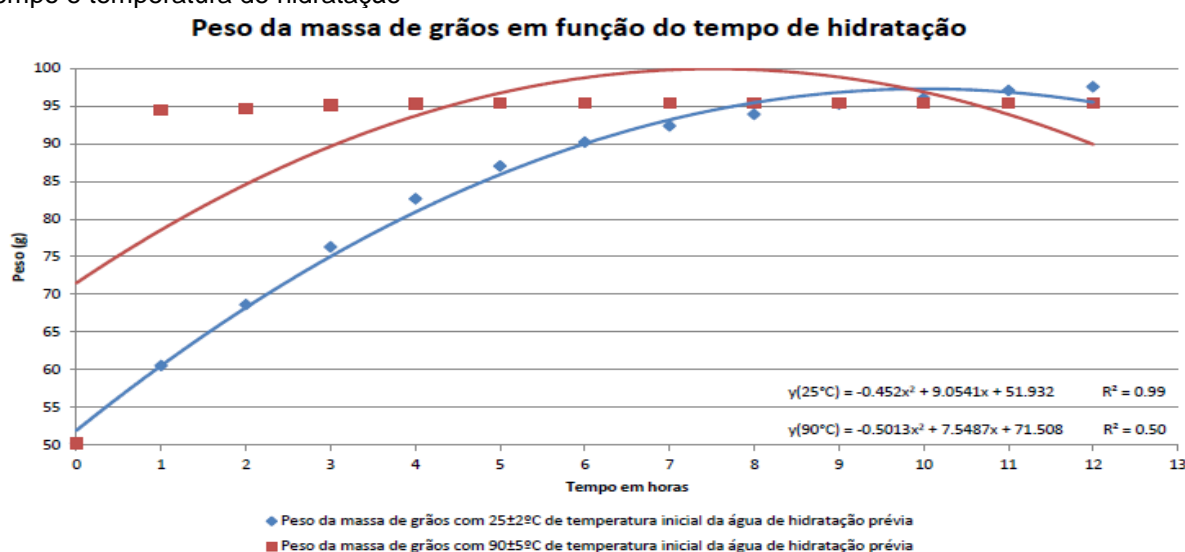
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Parâmetros Tecnológicos

4.3.1.1 Coeficiente de Hidratação

O coeficiente de hidratação está apresentado na figura 2.

Figura 2 - Comportamento do feijão quanto à capacidade de hidratação (percentual) em função do tempo e temperatura de hidratação



A hidratação tornou-se constante após 12 horas de imersão em água na temperatura ambiente (25°C) e, 5 horas na temperatura inicial de 90°C . O tempo requerido, para a máxima hidratação dos grãos, apresentou relação significativa com a temperatura da água de hidratação. Observou-se que a quantidade de água absorvida na primeira hora do teste com água em temperatura ambiente foi igual a 20,59%, enquanto que com água a 90°C foi de 88,2%. O valor reduzido do ajuste equacional (R^2) observado para a hidratação com água em temperatura inicial a 90°C justifica-se pela alta hidratação dos grãos observada na primeira hora, havendo constância de hidratação apenas nas horas seguintes. Zimmermann et al. (2009) verificou porcentagem de absorção de água de 82,53 em grãos de feijão preto macerados durante uma hora água em ebulição.

O coeficiente de hidratação foi calculado, obtendo-se o valor de 194,2% na temperatura de 25°C (após 12 horas) e 190,0% na temperatura de 90°C (após 5 horas). Abu-Ghannam (1998) estudou a cinética de hidratação do feijão vermelho

nas temperaturas de 20°, 30°, 40° e 60°C. O tempo de maceração e a temperatura foram os principais parâmetros que afetaram o grau de absorção de água e as alterações da textura dos grãos durante a hidratação.

Vários estudos (RIOS; ABREU; CÔRREA, 2003; BORDIN et al., 2010; PIRES, 2014) recomendam a hidratação por um período de aproximadamente 6 a 14 horas à temperatura ambiente antes do preparo, sendo um hábito na culinária brasileira.

Zimmermann et al. (2009) destacam que o aumento da temperatura da água, durante a maceração dos grãos de feijão, pode ser realizado visando acelerar a absorção e facilitar o cozimento do produto, devido ao amaciamento do grão, entretanto a utilização da prática de maceração com adição de água fervente aumenta a perda de sólidos solúveis dos grãos.

Romano et al. (2005) salientam que o fato dos grãos permanecerem tempo prolongado no processo de hidratação, pode causar perdas significativas de proteínas solúveis e sólidos totais na água de hidratação não absorvida pelos grãos.

Oliveira, Queiroz e Helbing (2011) estudando genótipos de feijão com e sem armazenamento, sob refrigeração, observaram que, a cultivar Guapo Brilhante apresentou a menor porcentagem de absorção de água. Os autores afirmam ainda que a presença de brilho no tegumento da cultivar Guapo Brilhante pode justificar os menores valores de absorção de água, pois a espessura e a uniformidade de deposição da camada de cera na superfície do tegumento podem influenciar na capacidade de absorção de água.

4.3.1.2 Tempo de Cocção

Observou-se no presente estudo uma diminuição de 25% no tempo de cocção com a hidratação. A cocção dos grãos avaliados ocorreu em 30 minutos para feijão hidratado e 40 minutos para o feijão não hidratado. A possibilidade de redução no tempo de cocção de grãos quando hidratados, viabiliza o planejamento do cardápio. Dentre essas metodologias, o tratamento hidrotérmico na pré-cocção foi discutido por Resende e Corrêa (2007) com o objetivo de reduzir o tempo de cocção.

Bressani et al. (1991) determinaram que o tempo de cocção é maior para feijões com tonalidade mais escura. Na cocção de leguminosas ocorrem alterações físico-químicas, incluindo gelatinização do amido, desnaturação de proteínas,

solubilização de alguns dos polissacarídeos e amolecimento e desagregação da lamela média, um material de cimentação encontrado no cotilédone (VINDIOLA; SEIB; HOSENEY, 1986; WANI; SOGI; GILL, 2013). Sánchez-Arteaga (2015) destaca também que imersão promove inchaço, lixiviação de polifenóis, e de dissolução de sais e outros compostos iônicos presentes nas sementes.

Segundo Bassinello (2008), o tempo de cocção pode ser um fator limitante no consumo de feijão, pois demanda energia e tempo para o consumidor, destacando que os grãos de feijão precisam ser hidratados e cozidos para se tornarem palatáveis.

4.3.1.3 Parâmetros de Textura

Na Tabela 7, podem ser verificados os parâmetros de textura do feijão avaliado.

Tabela 7 - Perfil texturométrico de feijão preto cultivar guapo brilhante. DCTA/UFPEL, Pelotas (2015)

Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Mastigabilidade (Nmm ⁻¹)
FCSH	16,53±1,49 ^{1/}	0,140±0,01	1,16±0,23
FCA25	12,84±1,66a ^α	0,164±0,0ns ^α	0,74±0,23ns
FCA90	13,04±1,47a ^α	0,156±0,01ns	0,88±0,55ns
FSA25	10,02±1,43b ^α	0,162±0,00ns ^α	0,52±0,24ns ^α
FSA90	11,88±1,13ab ^α	0,145±0,01ns	0,41±0,11ns ^α

^{1/} Médias de cinco repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^α Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

Ao avaliar os parâmetros de dureza (Tabela 7) foi observado que os feijões cozidos com hidratação prévia apresentaram menores resultados indicando maciez após cocção, apresentando o FSA25 o menor valor (10,02 N). A hidratação do feijão antes da cocção favorece o amolecimento da casca, conseqüentemente, faz com que ele absorva mais água e torna o grão mais brando. Segundo Elias (1982), a capacidade do grão absorver água deve ser analisada em vários aspectos: facilidade de penetração de água, e a relação da capacidade de penetração e difusão uniforme da mesma através do cotilédone, sendo um ponto importante para relacionar características físicas como a textura e o tempo de cozimento.

A coesividade não apresentou diferença entre os tratamentos de hidratação, porém os tratamentos com hidratação a 25°C apresentaram diferença significativa em relação ao FCSH.

A resistência à mastigabilidade foi superior nos grãos não hidratados ($1,16\text{Nmm}^{-1}$). Observou-se diferença significativa em relação aos tratamentos em que a água foi descartada. Os tratamentos com hidratação não diferiram entre si em relação a este parâmetro. Observou-se que o comportamento da mastigabilidade foi semelhante ao da dureza significando que o grão mais duro foi o que teve maior resistência à mastigabilidade.

Segundo Wani, Sogi e Gill (2015), estudando diferentes variedades de feijão comum, ocorreram variações de 9,63 a 11,28 N na dureza. Quanto à coesividade, os valores encontrados no presente trabalho (0,14 a 0,16) foram semelhantes a este autor, que encontrou 0.15 na variedade Local Red, mas diferiram quanto à mastigabilidade, onde para a variedade Guapo Brilhante foi observado (0.41 a 1.16 N.mm^{-1}) valores estes superiores ao do autor citado (0.35 N.mm^{-1}).

4.3.1.4 Parâmetros de Cor

Na Tabela 8, podem ser observados os parâmetros de cor.

Tabela 8 - Parâmetros colorimétricos L*, a*, b* e °Hue cromas de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	L*	a*	b*	Croma	°Hue
Feijão cru	28,74±0,83	3,47±0,25	2,28±0,29	4,16±0,31	33,33±3,10
FCSH	25,13±0,73	6,93±0,54	1,56±0,47	7,08±0,46	13,00±4,42
FCA25	25,69±1,10a ^{1/}	8,24±0,72ns ^a	0,91±0,56ns	8,31±0,68ns ^a	6,43±4,24ns ^a
FCA90	23,99±0,38bc	8,73±0,72ns ^a	1,33±0,37ns	8,43±1,13ns ^a	8,29±4,26ns
FSA25	25,04±1,21ab	8,75±1,03ns ^a	1,45±0,36ns	8,84±0,66ns ^a	8,83±3,17ns
FSA90	23,23±1,22c ^a	8,77±0,58ns ^a	1,36±0,23ns	8,88±0,54ns ^a	8,92±1,99ns

^{1/} Médias de cinco repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^a Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de ns na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

Para os resultados das análises de cor (Tabela 8), verificou-se que o feijão cru apresentou o maior valor em relação ao parâmetro de luminosidade. Segundo Ribeiro (2003), feijões do grupo comercial preto, valores de L dentro da faixa de 20 a 22 unidades podem ser considerados adequados. Silva, Rocha e Canniatti-Brazaca (2009) encontraram valores de 18,13 em feijão preto cultivar BRS supremo. Em

relação às amostras que sofreram hidratação o maior valor prevaleceu à temperatura de 25°C.

O mesmo ocorreu em relação ao valor de a^* cuja variação de cor vai do verde para o vermelho. Nos feijões em que foram realizados tratamentos de hidratação, estes apresentaram maiores valores indicando ser mais avermelhados. Isso provavelmente ocorra devido à lixiviação de pigmentos nestes tratamentos. O valor de b^* cuja variação vai do azul ao amarelo não apresentou diferença entre os tratamentos de cocção.

Os valores de croma aumentaram após a cocção indicando que este processo remove agentes pigmentantes do grão responsáveis pela tonalidade acinzentada. Não ocorreu diferença significativa entre os grãos aos quais foi aplicado tratamento de hidratação antes da cocção. Silva, Rocha e Canniatti-Brazaca (2009) encontraram valor de croma de $4,05 \pm 1,0$ na cultivar BRS Supremo, valor inferior ao encontrado no presente estudo.

Observou-se diminuição no valor de Hue com a hidratação e cocção, não havendo diferença estatística entre estes tratamentos. Os resultados para este parâmetro colorimétrico indicam tonalidade vermelha dos grãos após cocção, visto que os valores foram próximos a 0 °Hue.

4.3.1.5 Sólidos Solúveis totais do caldo

Tabela 9 - Sólidos solúveis totais no caldo de feijão preto cultivar guapo brilhante cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	Sólidos Solúveis
FCSH	3,203±0,03
FCA25	7,003±0,59ab ^{1/α}
FCA90	7,233±0,48a ^α
FSA25	7,393±0,28a ^α
FSA90	6,233±0,15b ^α

Médias de cinco repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^α Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C

Na determinação dos sólidos solúveis totais do caldo (Tabela 9) os resultados mostraram que o feijão não hidratado (3.2%) apresentou valor inferior de sólidos em relação às amostras hidratadas. Entre os tratamentos com hidratação e após cocção

os resultados foram semelhantes, variando de 7 % a 7,4%, exceto para a FSA 90°C (6.2%) obtendo um caldo mais ralo. A hidratação favoreceu a liberação de sólidos para o caldo.

Carneiro et al. (1999) avaliaram a qualidade tecnológica de genitores de grãos tipo carioca e preto e observaram os teores de sólidos solúveis no caldo de cocção, variando de 6,71% a 11,87% no carioca e de 8,00% a 14,52% no preto. Hamid et al. (2014), estudando feijão caupi, verificaram o valor de 8,8% de sólidos solúveis totais no caldo.

4.3.2 Parâmetros Químicos dos Grãos

4.3.2.1 Composição Proximal

Na Tabela 10, são apresentados os valores para composição proximal do feijão avaliado.

Tabela 10 - Composição proximal de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. FAEM/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	Umidade (%)	Energia (kcal/100g)	Proteína (%)	Proteína solúvel (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Fibra Total (%)	Cinzas (%)
Feijão cru	13,39±0,15	334,88±1,53	22,27±0,11	65,98±2,73	1,82±0,01	54,65±0,47	3,56±0,19	4,31±0,07
FCSH	7,00±0,18	347,15±1,50	20,61±0,42	69,98±5,64	1,57±0,10	62,53±0,56	4,08±0,09	3,90±0,06
FCA25	6,38±0,23b ^{1α}	344,74±3,63b	20,30±0,33 ^{ns}	67,80±2,59b	1,21±0,30ab ^α	63,53±0,50b	4,70±0,14 ^{ns}	3,87±0,03ab
FCA90	10,2±0,08a ^α	328,44±2,00c ^α	19,56±0,56 ^{ns}	77,26±7,39a	0,91±0,05b ^α	60,58±1,23c	4,18±0,10 ^{ns}	4,15±0,21a ^α
FSA25	5,90±0,06c ^α	351,21±2,40ab	19,45±0,51 ^{ns}	71,87±2,04b	1,41±0,05a	65,16±0,61b	4,44±0,46 ^{ns}	3,62±0,25b
FSA90	4,41±0,2d ^α	359,39±7,72a ^α	18,94±1,85 ^{ns}	73,96±4,38ab	1,27±0,05a	68,05±2,19a ^α	4,49±0,44 ^{ns}	2,82±0,05c ^α

Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^α Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de ^{ns} na coluna não foram significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

A composição química dos diferentes tratamentos está apresentada na Tabela 10. O feijão cru avaliado apresentou teor de proteína de 22,27%. Corroborando com este resultado, Oliveira, Queiroz e Helbing (2011) encontraram 22,54% de proteína bruta em feijão (Guapo Brilhante) recém-colhido. Vanier (2008) encontrou proteínas variando entre 23,08 e 26,00% em cinco variedades de feijão preto.

Na composição de proteína das amostras submetidas à hidratação e posterior cocção, observou-se que não diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) em relação ao FCSH. Toledo e Caniatti-Brazaca (2008) também verificaram que a maceração não promoveu alterações na porcentagem de proteínas presentes, diferentemente, Ávila (2014) estudando feijões observou que o processo de maceração provocou a perda de conteúdo de proteína por lixiviação.

De acordo com Costa et al. (2006) os processamentos térmicos, como o cozimento, podem provocar alterações físico-químicas nas proteínas, amidos e outros componentes de leguminosas, alterando o seu valor nutricional.

A alteração no valor proteico não foi observada entre os processamentos utilizados para avaliar a cultivar de feijão Guapo Brilhante, pelo fato de que as determinações foram realizadas com grão e caldo o que é uma prática comum de consumo de feijão. Este resultado é de suma importância, pois em se tratando de feijão, a não alteração da constituição proteica revela termoestabilidade desse composto, indicando sobretudo versatilidade quanto às técnicas de pré-preparo.

Ao analisar o conteúdo total de proteína solúvel, observou-se influência da temperatura, onde os grãos hidratados a 90°C apresentaram maiores teores, indicando que o aumento da temperatura promove disponibilização desses compostos, o que tecnologicamente é um dado importante, visto que segundo Liu, McWatters e Phillips (1992) as proteínas solúveis são responsáveis pela geleificação do caldo, promovendo dessa forma o engrossamento do mesmo.

Quanto aos lipídios houve diferença em relação à testemunha somente no tratamento com água de hidratação. Entre os tratamentos com hidratação somente o feijão cozido com água a 90°C diferiu dos demais, entretanto, no estudo de Toledo e Caniatti-Brazaca (2008) observou-se que não ocorreu diferença entre os tratamentos com e sem hidratação.

O teor encontrado de carboidrato no feijão cru (54,65%) está concordante com resultados observados por Silva, Rocha e Caniatti-Brazaca (2009) no qual o

carboidrato de três variedades variou entre 43,84 e 55,95%. Também se observou que os feijões cozidos sem utilização da água de hidratação apresentaram valores maiores de carboidrato, em concordância com o estudo de Ávila (2014), no qual encontrou maiores valores nas cultivares Red Kidney e Nova Era quando a água de hidratação foi descartada. A maceração aumenta o conteúdo de água dos grãos antes do cozimento e, assim, acelera reações químicas, tais como a gelatinização do amido e a desnaturação proteica durante a cocção. Além disso, ocorre uma remoção parcial de estaquinose e rafinose, que estão relacionadas com o desenvolvimento da flatulência (ZAMINDAR et al., 2011).

Ao avaliar o conteúdo de fibras, observou-se que não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. Este dado apresenta significância tecnológica, indicando que mesmo após, submetido a diferentes processos usualmente utilizados para o consumo em domicílios, o feijão Guapo Brilhante mantém o teor de fibras, garantindo maior funcionalidade ao grão. Segundo Bourdon (2001), devido ao feijão ser um alimento vegetal rico em fibras que produzem saciedade, e níveis elevados de colecistocinina, relacionada com reduções dos níveis de glicose plasmática e insulina em pacientes diabéticos. O conteúdo de fibra no feijão cozido variou entre 4,36 e 4,70%.

Segundo Reyes-Moreno e Paredes-Lopez (1993), Martin-Cabrejas et al. (2004), os benefícios das fibras incluem redução do índice glicêmico e diminuição de colesterol sérico, além de serem indicadas na dieta para estratégia de prevenção de câncer de cólon e doenças cardíacas

O teor de cinzas encontrado na cultivar avaliada foi de 4,31% (Tabela 10), resultado similar no estudo de Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) no qual foi encontrado um teor de 4,22% na cultivar Diamante Negro, bem como no estudo de Silva, Rocha e Canniatti-Brazaca (2009) de 4,91% na cultivar BRS Pontal.

Ao avaliar os feijões hidratados observou-se que o aproveitamento da água possibilitou maior concentração deste composto. Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) também encontrou melhores resultados no feijão cozido com a água de hidratação na cultivar Diamante Negro. Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) não encontrou diferença nos teores de cinza entre os diferentes tipos de cocção. Observa-se também pela análise da Tabela 10, que o aumento da temperatura de hidratação pode aumentar a lixiviação mineral para a água de hidratação, sendo que a eliminação da mesma infere de forma negativa no teor de cinzas desta fabácea.

4.3.2.2 Minerais

Os resultados das determinações de minerais podem ser observados nas tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Macrominerais de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	MINERAIS (g/kg)			
	P	K	Ca	Mg
FC	3,29±0,02	6,22±0,02	3,19±0,02	1,52±0,02
FCSH	4,09±0,02	8,42±0,02	3,08±0,02	1,86±0,02
FCA 25	3,73±0,02b ^{1/α}	7,44±0,02a ^α	3,10±0,02a	1,69±0,02b ^α
FCA 90	3,74±0,02b ^α	6,22±0,02b ^α	3,01±0,02b ^α	1,73±0,01a ^α
FSA 25	3,81±0,02a ^α	5,86±0,02c ^α	2,65±0,02d ^α	1,65±0,01c ^α
FSA 90	3,07±0,02c ^α	4,83±0,02d ^α	2,91±0,02c ^α	1,29±0,01d ^α

Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^α Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

O feijão cozido sem hidratação possui maior teor de fósforo apresentando diferença significativa em relação aos grãos cozidos hidratados. Analisando os grãos hidratados o melhor tratamento foi aquele em que a água de hidratação a 25°C foi descartada. Oliveira et al. (2008) não encontraram diferença significativa entre os tratamentos com e sem hidratação.

Quanto ao teor de potássio, o feijão cozido sem hidratação apresentou maior teor deste mineral. Em relação aos tratamentos utilizando hidratação, observou-se que o aumento da temperatura e hidratação são inversamente proporcionais ao teor de potássio. Resultados similares foram encontrados por Valdés et al. (2011) em que os teores de potássio nos caldos de feijão preto foram menores quando a água de hidratação foi descartada. O potássio desempenha papel importante na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água do organismo, no entanto, quando houver comprometimento renal é recomendada a restrição de potássio na alimentação (LOUIS; DOLAN, 1970).

Em relação ao teor de cálcio, observou-se diferença em relação à testemunha em todos os tratamentos exceto no tratamento cozido com água a 25°C (FCA 25), este apresentou melhor resultado entre os tratamentos de hidratação o que

evidencia que o desprezo da água acarreta perda deste mineral. O cálcio não diferiu entre os tratamentos sem hidratação e com hidratação a 25°C e utilização da água, porém o descarte e a temperatura da água ocasionou perda.

Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) também relatam que o processo de encharcamento promove lixiviação de alguns minerais. O mineral cálcio em grão de feijão encontra-se em maior proporção no tegumento (BURATTO, 2012), Ribeiro et al. (2012) destacam que a proporção de cálcio no tegumento pode chegar até a 94,5%.

Ramirez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) também encontrou melhores resultados no feijão cozido com a água de hidratação na cultivar Diamante Negro. Diferentemente Valdés et al. (2011) e Oliveira et al. (2008) não encontraram diferença nos teores de cálcio entre os tratamentos nos grãos e nos caldos de feijão preto submetidos à hidratação.

O tratamento térmico influenciou de forma positiva no teor de magnésio. A testemunha grão cozido diferiu estatisticamente dos grãos hidratados. Em relação à utilização de hidratação observou-se melhor resultado no tratamento com água a 90°C, verificando-se que o descarte da água influenciou de forma negativa neste mineral. Silva et al. (2013) também verificaram aumento no teor de magnésio com a cocção em duas cultivares de feijão. Valdés et al. (2011) não encontraram diferença estatística nos teores de magnésio entre os tratamentos nos grãos e nos caldos de feijão preto.

Tabela 12 - Microminerais de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	MINERAIS (mg/kg)			
	Cu	Zn	Fe	Mn
FC	18,07±0,01	31,7±0,02	99,8±0,01	22,7±0,02
FCSH	25,99±0,01	36,7±0,01	120,1±0,01	24,6±0,02
FCA 25	22,39±0,01d ^{1/} ^a	35,4±0,02a ^a	106,1±0,01c ^a	23,4±0,01c ^a
FCA 90	24,06±0,02c ^a	34,6±0,02ab ^a	99,3±0,01d ^a	22,0±1,0d ^a
FSA 25	26,21±0,01b ^a	33,86±0,1b ^a	127,1±0,01a ^a	27,4±0,01a ^a
FSA 90	28,10±0,02a ^a	34,5±0,02ab ^a	109,4±0,01b ^a	26,2±0,01b ^a

^{1/} Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^a Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

A cocção promoveu aumento nos teores de cobre (Tabela 12), sendo que os grãos hidratados e cozidos sem a água de hidratação apresentaram os maiores valores, diferindo significativamente em relação à testemunha cozido sem hidratar. Ramirez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) também encontrou melhor resultado na cultivar Talismã quando o feijão foi cozido sem a água de hidratação. Andrade, Barros e Takase (2003) destacaram que compostos minerais como cobre e zinco de fontes leguminosas são sais inorgânicos dificilmente solúveis em água.

O teor de zinco no grão cru foi de 31,7%, resultado inferior foi observado no estudo de Oliveira, Queiroz e Helbing (2011) com uma concentração de 24,9% em feijão Guapo Brilhante recém-colhido. Ao avaliar os grãos cozidos encontrou-se maior valor no tratamento sem hidratação. O mesmo resultado foi encontrado por Ramirez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) com feijão Diamante Negro. Corrêa (2007) não encontrou diferença estatística no teor de zinco entre os tratamentos com feijão BRS grafite. Huma et al. (2008) ainda destacam alguns fatores que podem favorecer a migração de minerais para o meio, como o tempo que os grãos permanecem em contato com a água, a quantidade de água utilizada na cocção e a temperatura da água de embebição.

Os resultados mostraram que o teor de ferro no feijão cru foi de 99,8%, superando os índices encontrados deste mineral (85,89%) por Oliveira, Queiroz e Helbing (2011). Ao analisar os tratamentos da tabela 12 observou-se que o feijão cozido sem a água de hidratação a 25°C apresentou maior quantidade, o que também foi evidenciado por Oliveira et al. (2008) em estudo com feijões. Valdés et al. (2011) não verificaram diferença no teor de ferro dos grãos de feijão entre os tratamentos nos grãos, porém no caldo de feijão a hidratação diminuiu o teor deste mineral. Diferentemente, Mechi, Caniatti-Brazaca e Arthur (2005) verificaram diminuição nos teores de ferro com a cocção onde o feijão cru apresentou (126,3 mg.kg⁻¹) e o feijão cozido (98,0 mg.kg⁻¹)

Os teores de manganês foram maiores quando a água de hidratação (25°C) foi descartada, diferindo estatisticamente do grão cozido sem hidratar. Também foi observado que o aproveitamento da água de hidratação promoveu um decréscimo neste mineral. Silva et al. (2013) não encontraram diferença estatística entre os grãos crus e cozidos.

No presente estudo os teores de fósforo, potássio, magnésio e zinco foram maiores no feijão cozido sem hidratação. Os teores ferro e manganês apresentaram

maiores teores quando o feijão foi hidratado e descartada a água em temperatura ambiente.

Ao avaliar os tratamentos com amostras hidratadas, os teores de fósforo, ferro, cobre e manganês apresentaram-se superiores nos grãos hidratados com o descarte da água e o potássio, cálcio, magnésio, zinco tiveram maiores valores nos grãos hidratados com utilização da água.

Analisando a hidratação com água a 90°C, o descarte da água provocou diminuição nos minerais, fósforo, potássio, cálcio, magnésio.

Elmaki et al. (2007) verificou que as amostras com descarte da água foram associadas a uma maior capacidade de extração de minerais, provavelmente pela redução concomitante de fatores antinutricionais, salientando que o descarte da água de hidratação pode diminuir alguns minerais por lixiviação, porém a hidratação e a cocção melhoram a biodisponibilidade na preparação pronta. Silva et al. (2013) destacam que no estudo com duas cultivares de feijão não houve alteração significativa nos minerais provavelmente devido às condições de maceração terem sido feitas à temperatura ambiente e ter sido utilizado o caldo do feijão. Para Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008), deve-se ter atenção não somente à quantidade de minerais presentes no grão, mas também na concentração de antinutricionais, pois alto teor mineral não significa que o mineral seja biodisponível.

González (2007) ressalta que a concentração de determinados minerais e a presença de componentes antinutricionais podem interferir diretamente sobre a biodisponibilidade nutricional de feijão, promovendo resultados diferentes em cada tipo de cultivar sob as mesmas condições experimentais.

Com relação aos minerais, sua biodisponibilidade pode ser frequentemente afetada por interações com componentes dos alimentos no trato intestinal, por serem muito reativos. A natureza da ligação que tais componentes formam com os minerais e a solubilidade dos componentes formados, determinarão se são estimulantes ou inibidores da absorção (COELHO, 1991; FERREIRA et al., 2001; DOMENE, 2004).

A composição e aproveitamento de minerais são influenciados por vários fatores. Miller (apud FENNEMA, 1996) ressalta que a composição mineral dos alimentos de origem vegetal está influenciada e controlada pela fertilidade do solo, características genéticas e o ambiente que a planta cresce, bem como o fornecimento de nutrientes minerais para as plantas por meio de adubação (FANG et

al., 2008). Também Ribeiro (2010) destaca a influência de características do meio ambiente como condições climáticas, tipo de solo, época de cultivo.

4.3.2.3 Fatores Antinutricionais

A Tabela 13 apresenta os resultados dos fatores antinutricionais do feijão analisado.

Tabela 13 - Fatores antinutricionais feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	Fatores antinutricionais	
	Fitatos - mg ácido fítico. g ⁻¹	Taninos - mg ácido fítico. g ⁻¹
Feijão cru	39,51±0,09	70,77±1,56
FCSH	41,05±0,09	67,58±1,01
FCA25	39,72±0,09a ^{1/α}	51,87±1,00a ^α
FCA90	38,92±0,04b ^α	48,32±2,02b ^α
FSA25	39,04±0,06b ^α	46,74±2,02b ^α
FSA90	38,12±0,13c ^α	46,07±1,01b ^α

Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^α Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

Ao avaliar o teor de fitatos (Tabela 13) observou-se diferença significativa em relação à testemunha (FCSH), havendo maior redução em todos os tratamentos com a hidratação. Dados semelhantes foram encontrados nos estudos de Helbig et al. (2003) e Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) no qual encontraram redução dos teores de fitato com a hidratação quando a água foi desprezada. Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) destacam que a maceração dos grãos contribuiu para a redução no conteúdo de fitatos, podendo ser explicada pela lixiviação dos íons fitatos na água sob a influência de um gradiente de concentração. Pedrosa et al. (2015) observou redução no teor total de fosfatos de inositol (aproximadamente 50%) após o processamento do feijão podendo explicado por lixiviação durante o processamento ou pela ativação de fitases endógenas durante a imersão.

Em relação aos taninos observou-se redução com a cocção e descarte da água de hidratação. Delfino e Canniatti-Brazaca (2010) avaliaram o efeito do processamento e armazenamento nos teores de taninos no feijão e observaram um decréscimo de 34,51% após o cozimento. De acordo os autores isso se dá porque

grande parte dos taninos é transportada por lixiviação à água de maceração. O tanino apresenta grande afinidade com proteínas sendo considerado um dos principais fatores que interferem na digestibilidade protéica de leguminosas, seja por inibição da ação de enzimas digestivas ou por aumento de nitrogênio fecal (CHIARADIA; GOMES, 1997).

Oliveira, Queiroz e Helbig (2001) observaram que somente o processo de cozimento ocasionou redução do conteúdo de tanino e que o melhor tratamento para a remoção de tanino foi o descarte da água de hidratação. Ramirez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008), também encontraram maior redução do teor de taninos em feijões macerados e cozidos sem a água de maceração. Infere-se que na cultivar avaliada tanto a hidratação prévia quanto ao cozimento teve um papel importante na redução de fatores antinutricionais. Fabbri e Crosby (2016) destacaram a importância da hidratação e cocção na redução ou remoção de antinutrientes em feijões e ervilhas.

4.3.2.4 Bioativos

Tabela 14 - Compostos bioativos de feijão preto cultivar guapo brilhante cru e cozido. DCTA/UFPEL, Pelotas - 2015

Tratamentos	Compostos Bioativos				
	Antocianinas CTA mg.100g^{-1}	F totais mgác.tânico. g^{-1}	F. simples mgác.tânico. g^{-1}	DPPH $\mu\text{MTrolox.g}^{-1}$	ABTS $\mu\text{MTrolox.g}^{-1}$
FC	45,88 \pm 0,08	76,17 \pm 3,84	5,06 \pm 0,22	4,90 \pm 0,03	1971,37 \pm 1,01
FCSH	9,43 \pm 0,32	70,41 \pm 0,74	2,82 \pm 0,09	4,49 \pm 0,02	3052,96 \pm 2,01
FCA 25	12,07 \pm 0,14b ^{1/2} ^a	55,41 \pm 5,83 <i>ns</i> ^a	6,72 \pm 0,31b ^a	4,47 \pm 0,04a	2137,15 \pm 1,00b
FCA 90	13,57 \pm 0,56a ^a	56,84 \pm 0,71 <i>ns</i> ^a	8,65 \pm 0,24a ^a	4,51 \pm 0,03a	2142,79 \pm 2,01a
FSA 25	10,33 \pm 0,14c ^a	51,53 \pm 8,64 <i>ns</i> ^a	7,34 \pm 0,20b ^a	4,52 \pm 0,03a	2084,53 \pm 2,00c
FSA 90	7,74 \pm 0,32d ^a	51,50 \pm 3,51 <i>ns</i> ^a	6,87 \pm 0,67b ^a	4,37 \pm 0,03b ^a	1796,82 \pm 2,02d

Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ^a Significativo em relação à testemunha FCSH (Feijão cozido sem hidratação) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de *ns* na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

Ao avaliar os compostos bioativos observou-se que o teor de antocianina diminuiu quando foi realizada a hidratação e cocção, ocorrendo diferença significativa em relação à testemunha (FCSH). Os tratamentos em que a água de hidratação foi utilizada apresentaram maiores teores. Ávila (2014) encontrou resultados semelhantes onde os feijões comuns apresentaram maiores teores de

antocianinas quando a água de maceração foi utilizada no cozimento. Também Botelho (2014) verificou maior concentração nos grãos quando foi utilizada a água de maceração.

Maiores teores de fenóis totais foram encontrados nos grãos cozidos sem hidratar, diferindo significativamente dos grãos hidratados. Botelho (2014) analisando o comportamento dos fenóis totais em feijão carioca constatou que, o preparo de feijão sem maceração seguido de preparo em autoclave, parece ser a melhor opção na preservação dos compostos fenólicos nos grãos. A perda de fenóis totais quando o feijão é hidratado e cozido sem a água de hidratação também foi relatada em outros estudos (TOLLEDO; CANNIATTI-BRAZACA, 2008; XU; CHANG, 2008; BOATENG et al., 2008; BOTELHO, 2014).

Os fenóis simples aumentaram com a hidratação, dados semelhantes foram encontrados no estudo de Ávila (2014), no qual obteve o mesmo resultado ao analisar o feijão Cranberry. Ao investigar o destino dos polifenóis durante o processo de cozimento de feijões, Bressani et al. (1982) encontraram que com a elevação da temperatura os polifenóis podem associar-se com algumas proteínas e serem eliminados na água de cozimento, permanecendo livres ou sofrendo polimerização.

Em relação à atividade antioxidante pelo método de DPPH observou-se que não houve diferença entre as amostras com e sem hidratação exceto o feijão hidratado a 90°C com descarte da água que teve perda da atividade. Botelho (2014) verificou que quando foi utilizada a maceração com o aproveitamento da água, o caldo e os grãos apresentaram maior capacidade antioxidante respectivamente.

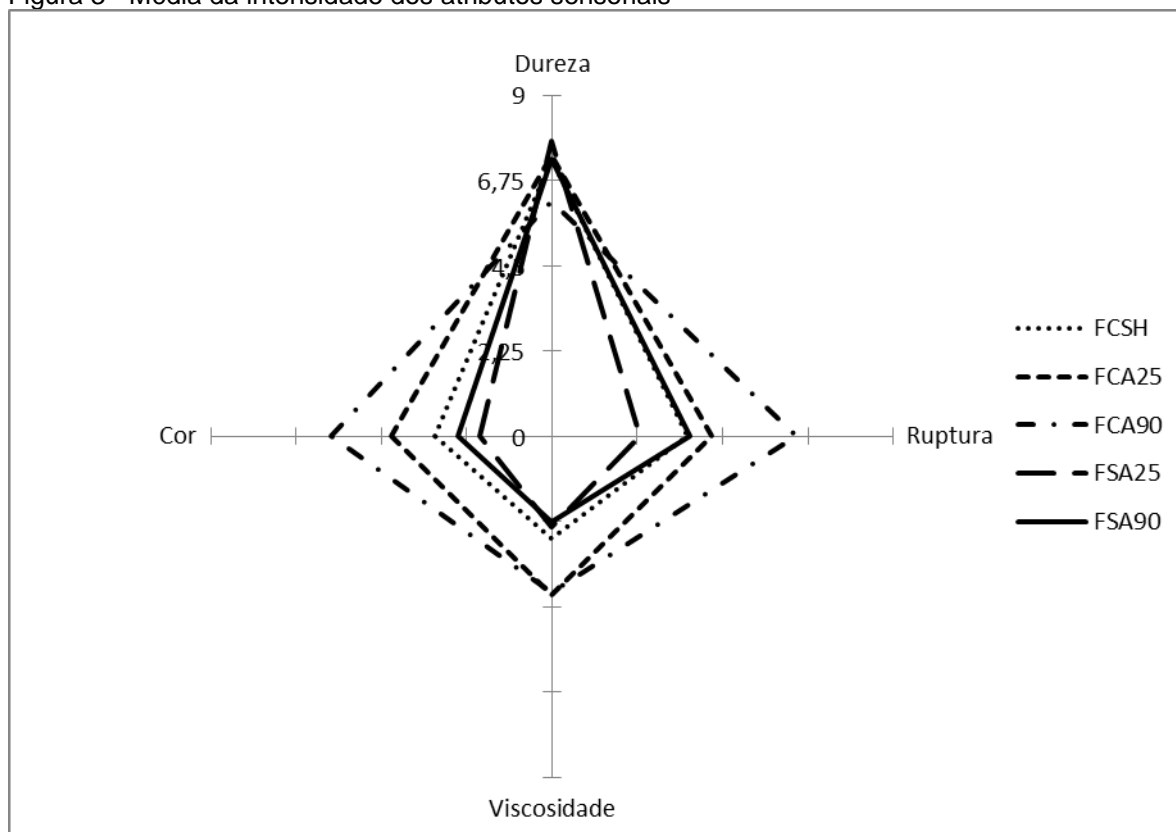
Ao avaliar a capacidade antioxidante pelo método ABTS, constatou-se que o feijão cozido sem hidratação foi superior, diferindo estatisticamente das amostras hidratadas. Em relação à utilização de hidratação as cocções com a água de hidratação apresentaram-se mais elevadas, o tratamento FSA 90°C teve o menor resultado. Ranilla, Genovese e Lajolo (2009) também encontraram maior atividade antioxidante em feijões cozidos sem hidratação. Resultados semelhantes foram encontrados por Ávila (2014) no qual verificou que os feijões Cranberry e Red Kidney apresentaram os melhores resultados nos processamentos sem hidratação e com utilização da água de maceração.

4.3.3 Análise Sensorial

A qualidade de um produto está relacionada com diversas características que compõem o alimento, sendo assim, a análise sensorial pode ser usada como técnica de avaliação das suas características de qualidade. A análise sensorial foi realizada utilizando-se o método PDO através de quatro atributos como apresentada na Figura 4.

O ponto inicial da figura, representado pelo zero na escala, sugere que a intensidade aumenta do centro para a extremidade e o perfil sensorial é evidenciado em cada processamento através das linhas tracejadas.

Figura 3 - Média da intensidade dos atributos sensoriais



* A média da intensidade dos atributos sensoriais foram avaliados a partir de cinco tipos diferentes de processamentos de feijão: A) Atributo cor, 0 na escala refere-se a claro e 9 escuro; B) Atributo dureza, 0 na escala refere-se a duro e 9 macio; C) Atributo viscosidade, 0 na escala refere-se pouco e 9 muito; D) Atributo Ruptura, 0 na escala refere-se muito e 9 pouco.

Para avaliar as diferenças entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Duncan ($p \leq 0,05$) em cada atributo avaliado (Tabela 15).

Tabela 15 - Médias dos atributos sensoriais avaliados nas amostras de feijão cozido

Tratamento	Cor	Dureza	Viscosidade	Ruptura
FCSH	3,1±2,34bc	7,3±0,82a	2,7±1,59b	3,5±2,78bc
FCA25	4,2±2,38ab	7,4±1,03a	4,2±1,79a	4,2±2,38b
FCA90	5,8±2,73a	6,2±0,98b	4,1±2,20a	6,4±1,96a
FSA25	1,9±1,69c	7,8±0,81a	2,4±1,29b	2,3±2,02c
FSA90	2,5±1,94c	7,3±1,40a	2,2±1,89b	3,6±2,27b

* Médias de três repetições acompanhadas de desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). Onde: FCA25 e FSA25 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 25°C; FCA90 e FSA90 referem-se, respectivamente, a feijão cozido com e sem água de hidratação prévia a temperatura inicial de 90°C.

Analisando o parâmetro cor os avaliadores não perceberam diferença quanto às amostras FCSH (3,1), FSA25 (1,9) e FSA90 (2,5), mas perceberam que os feijões

que tiveram a água descartada foram mais claros que aqueles cozidos com a água. Talvez isto se deva à lixiviação e degradação térmica das antocianinas.

As médias para dureza variaram de 6,2 a 7,8 situando-se próximo ao termo “macio”, indicando que todos os feijões são adequados ao consumo, havendo apenas diferença estatística entre a amostra FCA90 (6,2) e as demais.

No atributo viscosidade do caldo os feijões que tiveram cozimento com a água de hidratação tiveram maior valor indicando mais viscosidade segundo os avaliadores, isto demonstra que a hidratação, seguido do aproveitamento da água, favoreceu a lixiviação de compostos que promovem o engrossamento do caldo.

Conforme avaliação sensorial o FCA90 apresentou menor ruptura do tegumento. As menores médias foram para os feijões FSA25 e FCSH que tiveram comportamento sensorial semelhante, situando-se próximo ao termo muito na escala não estruturada.

Com o intuito de validar os atributos sensoriais (cor, dureza, viscosidade do caldo e ruptura do tegumento) foi realizada correlação através da Análise de Componentes Principais (PCA) com os parâmetros instrumentais (texturométricos, colorimétricos e sólidos solúveis no caldo).

Realizando a combinação das variáveis originais, a análise de componentes principais forneceu uma visão parcial dos dados num espaço com número reduzido de dimensões, preservando ao mesmo tempo a maior parte de sua variabilidade. Para explicar a distribuição dos grupos foi necessário menor número de componentes em função da quantidade de altas e/ou médias correlações entre as variáveis dependentes, fator esse que é variável em função da população estudada (MANLY, 2004).

A Tabela 16 mostra os PCs gerados a partir dos dados de nove avaliações instrumentais e quatro sensoriais, totalizando de 13 variáveis dependentes. Esse novo conjunto de quatro variáveis ortogonais (PCs) foi gerado pela PCA, onde o primeiro componente principal (PC1) apresentou o maior autovalor, de 6,00, e representou 46,21% da variabilidade no conjunto de dados. O segundo PC teve autovalor de 4,23, e foi responsável por 32,57% da variância nos dados. O restante, os dois PCs gerados (PC3 e PC4) produziram progressivamente autovalores menores e não explicaram de forma significativa a variabilidade dos dados. Portanto, de acordo com a regra de Jolliffe (2002), apenas os dois primeiros PCs foram utilizados para estudos adicionais.

Tabela 16 - Componentes principais (PC), autovalores (λ_i), percentagem de variação (% VPC) e da variação acumulada (% VPC acumulada) explicada pelos componentes principais considerando às variáveis avaliadas. FAEM/UFPEL-DCTA, 2015

Componentes Principais (PC)	(λ_i)	% VPC	% VPC (acumulada)
PC1	6,00	46,21	46,21
PC2	4,23	32,57	78,78
PC3	2,23	17,18	95,96
PC4	0,53	4,04	100,00

Os dois primeiros componentes principais explicaram uma grande proporção da variação total, ou seja, 78,78%, onde o PC1 e o PC2 foram responsáveis por 46,21 e 32,57%, respectivamente, o que possibilitou a plotagem dos escores e das cargas dos componentes referentes aos níveis do fator de tratamento estudado (2: FCSH; 3: FCA25; 4: FCA90; 5: FSA25; e, 6: FSA90) (Figura 4). Verificou-se a formação de grupos distintos, mostrando a diferenciação entre os tratamentos em função das variáveis dependentes avaliadas.

Tabela 17 - Autovetores correspondentes aos dois componentes principais (PC1 e PC2) para variáveis dependentes referentes às amostras testadas. FAEM/UFPEL-DCTA, 2015

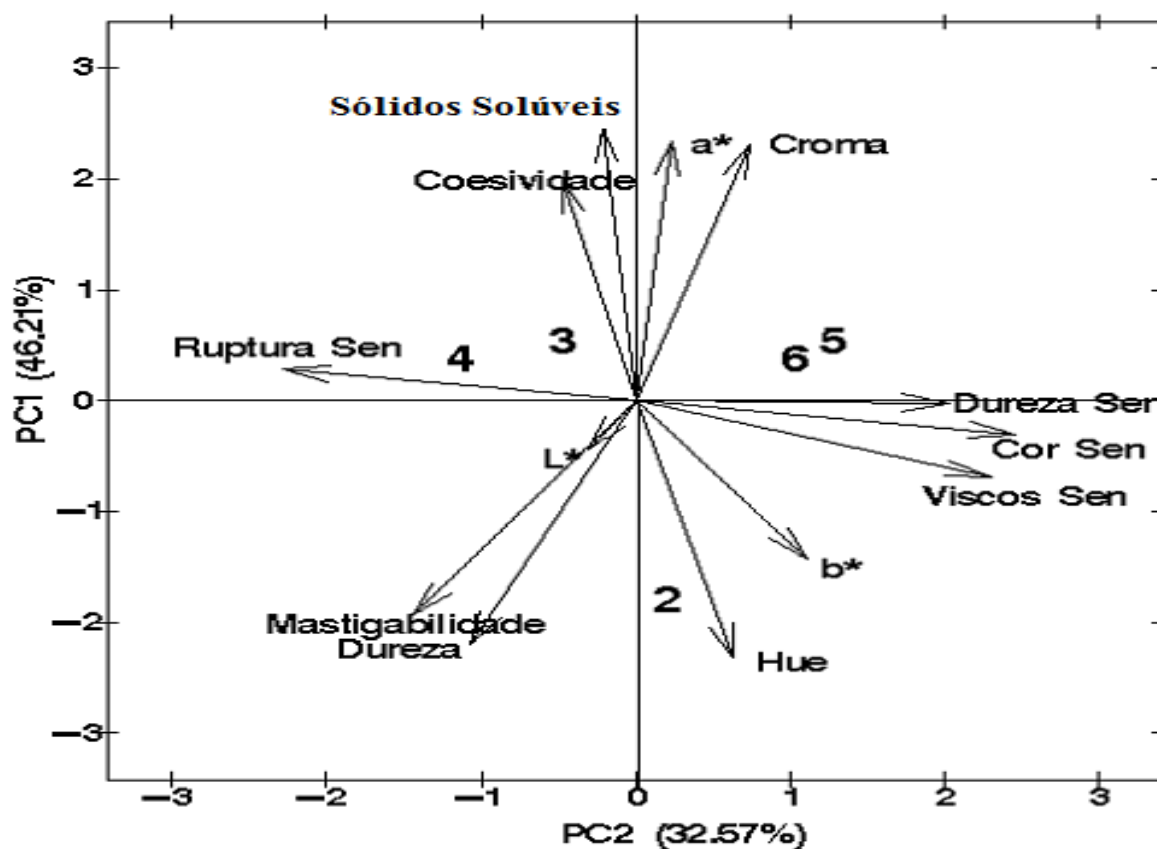
Variáveis	PC1	PC2
L	-0,071	-0,058
a*	0,381	0,046
b*	-0,232	0,216
Hue	-0,378	0,123
Croma	0,376	0,143
Dureza	-0,360	-0,208
Coabilidade	0,324	-0,091
Mastigabilidade	-0,315	-0,279
Viscosidade	0,400	-0,042
Dureza – Sensorial	-0,003	0,394
Ruptura – Sensorial	0,046	-0,443
Viscosidade – Sensorial	-0,113	0,447
Cor – Sensorial	-0,049	0,477
Autovalor	6,00	4,23
Variação (%)	46,21	32,57
Variação acumulada (%)	46,21	78,78

Analisando os autovetores (Tabela 17) correspondentes à componente principal 1, os quais são o resultado do carregamento das variáveis originais sobre este componente e representam uma medida da relativa importância de cada variável, obteve-se -0,38 para Hue que diferenciou a amostra 2 (FCSH) e 0,40 para

sólidos solúveis, 0,38 para a^* e croma caracterizando as amostras 3 (FCA25) e 4 (FCA90) como análogas. Já na PC2 os autovetores de 0,45 para viscosidade sensorial e 0,48 para cor sensorial foram responsáveis pelo agrupamento das amostras 5 (FSA25) e 6 (FSA90) e -0,44 para ruptura sensorial diferenciou a amostra 4 (FCA90) das demais (Figura 4 e Tabela 17).

A amostra 2 (FCSH) formou um grupo e as variáveis responsáveis pela sua diferenciação foram b^* , Hue, dureza e mastigabilidade. Com correlações positivas entre b^* e Hue ($r = 0,83$), dureza e Hue ($r = 0,66$), mastigabilidade e Hue ($r = 0,58$), mastigabilidade e dureza ($r = 0,89$); e, correlações negativas entre b^* e coesividade ($r = -0,65$), b^* e sólidos solúveis no caldo ($r = -0,51$), Hue e coesividade ($r = -0,83$), Hue e sólidos solúveis no caldo ($r = -0,90$), Hue e a^* ($r = -0,76$), Hue e croma ($r = -0,73$), dureza e coesividade ($r = -0,66$), dureza e sólidos solúveis no caldo ($r = -0,86$), dureza e a^* ($r = -0,89$), dureza e croma ($r = -0,95$), mastigabilidade e coesividade ($r = -0,36$), mastigabilidade e viscosidade ($r = -0,67$), mastigabilidade e a^* ($r = -0,82$), mastigabilidade e croma ($r = -0,93$).

Figura 4 - Plotagem de escores e cargas de PC1-PC2 referente às variáveis dependentes analisadas considerando as amostras: 2: com cozimento, sem hidratação; 3: com cozimento, com água de hidratação a 25°C; 4: com cozimento, com água de hidratação a 90°C; 5: com cozimento, com nova água de hidratação a 25°C; e, 6: com cozimento, com nova água de hidratação a 90°C



Fonte: FAEM/UFPel-DCTA (2015).

Esses dados confirmam o que foi verificado anteriormente, em que grãos não hidratados são mais endurecidos, não liberando compostos suficientes para o engrossamento do caldo. E que a dureza e a mastigabilidade estão fortemente relacionadas.

O outro grupo formado foi com a amostra 3 (FCA25) e 4 (FCA90) caracterizado pelas variáveis coesividade, sólidos solúveis no caldo, a* e croma, com correlações positivas entre essas variáveis. Demonstrando que a temperatura da água de hidratação não foi decisiva para diferenciar essas variáveis. Correlações entre coesividade e sólidos solúveis no caldo ($r = 0,84$), coesividade e a* ($r = 0,58$), coesividade e croma ($r = 0,55$), sólidos solúveis no caldo e a* ($r = 0,92$), sólidos solúveis no caldo e croma ($r = 0,88$), a* e croma ($r = 0,97$). Essas variáveis, coesividade, sólidos solúveis no caldo, a* e croma obtiveram correlações negativas com b*, Hue, dureza e mastigabilidade, como descrito acima.

A amostra 4 (FCA90) apresentou comportamento diferenciado em relação as demais amostras principalmente em relação a variável de ruptura sensorial. Essa variável apresentou correlação negativa com dureza sensorial ($r = - 0,97$), cor sensorial ($r = - 0,96$) e viscosidade sensorial ($r = - 0,76$).

O outro grupo formado foi representado pelas amostras 5 (FSA25) e 6 (FSA90) que apresentaram o mesmo comportamento quanto as variáveis de dureza sensorial, cor sensorial e viscosidade sensorial. Com correlações positivas entre dureza sensorial e cor sensorial ($r = 0,88$), dureza sensorial e viscosidade sensorial ($r = 0,59$), e cor sensorial e viscosidade sensorial ($r = 0,90$). Porém, com correlações negativas em relação à ruptura sensorial, como descrito anteriormente. A variável L^* não foi importante na diferenciação dos grupos formados.

Os feijões FCA25 e FCA90 foram caracterizados pelas variáveis coesividade, sólidos solúveis, a^* e croma. Sendo que, para esses parâmetros a temperatura da água de hidratação não demonstrou influência. No entanto a amostra FCA90 foi bem correlacionada com a ruptura do tegumento.

O teste de Perfil Descritivo Otimizado (PDO) foi proposto como um método mais rápido e que fornece informações quantitativas sobre características do produto estudado, esse método visa eliminar as etapas de treinamento e seleção final dos julgadores, para isso as referências são apresentadas juntas às amostras avaliadas para que possam ser usadas na comparação.

A análise sensorial proposta com diferentes tratamentos em feijões pretos demonstrou que os avaliadores perceberam diferenças quanto à dureza, viscosidade do caldo e ruptura do tegumento.

A dureza é uma característica que compõe a textura do grão e é de extrema importância para a aceitação das cultivares de feijão. Verificou-se, portanto que, os dezesseis avaliadores identificaram diferença tênue no perfil sensorial dos diferentes tratamentos.

4.4 CONCLUSÕES

A cultivar de feijão avaliado que foi hidratado com água à temperatura de 25°C atingiu a máxima hidratação em 12 horas e à temperatura de 90°C em 5 horas, e conseqüentemente, sua cocção ocorreu em menor tempo que os feijões não hidratados previamente.

Nas determinações físico-químicas não ocorreu efeito da hidratação prévia nos teores de proteína e fibra, mas a temperatura da água de hidratação com e sem descarte, influenciou nos conteúdos de proteínas solúveis, cinzas e lipídios.

Foi verificado maior teor de cinzas no feijão cozido sem hidratação prévia e nos feijões cozidos com a água da hidratação, o menor teor de cinzas foi verificado na hidratação com água quente e com descarte da água.

O efeito da hidratação promoveu o aumento, do conteúdo de sólidos solúveis do caldo, bem como, os grãos apresentaram-se mais brandos quanto à dureza e mastigabilidade.

Os tratamentos de hidratação prévia, seguido de cocção, utilizados na cultivar de feijão avaliado apresentaram diferença nos conteúdos dos minerais estudados, bem como na presença de fatores antinutricionais, sugerindo-se estudos subsequentes da biodisponibilidade mineral.

Verificou-se efeito da hidratação prévia com redução no teor de fenóis totais dos grãos e na capacidade antioxidante pelo método ABTS. O feijão cozido sem a água de hidratação a 90°C apresentou a menor capacidade antioxidante.

No Perfil Descritivo Otimizado, o efeito da hidratação foi o que diferenciou sensorialmente as amostras quanto à cor e viscosidade do caldo.

Relacionando os atributos sensoriais com os instrumentais, verificou-se uma diferenciação entre os tratamentos, e com correlações altas em todas as variáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observada variabilidade nos métodos de preparo utilizado nas escolas, verificando-se que não há consenso de hidratar e não hidratar o feijão. A avaliação de parâmetros físico-químicos permitiu caracterizar os compostos presentes no feijão. Verificou-se no presente estudo que ocorreu variabilidade entre os efeitos da hidratação prévia nas propriedades nutricionais, no entanto a hidratação e utilização da água proporcionou melhores características sensoriais. Foi evidenciado que o efeito da hidratação prévia pode aumentar a lixiviação de alguns componentes para a água de hidratação e ao mesmo tempo ocorrerem redução dos fatores antinutricionais e de compostos bioativos, assim há necessidade de se obter mais informações sobre a biodisponibilidade no alimento pronto.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AAL, E. S. M.; HUCL, P. Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 51, p. 2174-2180, 2003.
- ABU-GHANNAM, N. Modelling textural changes during the hydration process of red beans. **Journal of Food Engineering**, v. 38, p. 341-352, 1998.
- ACEVEDO, E.; BRESSANI, R. Contenido de fibra dietetica y digestibilidad del nitrogeno en alimentos centroamericanos: Guatemala. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 40, p. 439-451, 1990.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE). **Moisture measurement: unground grain and seeds**. St. Joseph: ASAE, 2000.
- ANDRADE, E. C. B.; BARROS, A. M.; TAKASE, I. Evaluation of the solubility of copper and zinc in a salty, watry vegetable soup. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 386-388, 2003.
- ANGELIS, R. **Fome Oculta**. São Paulo: Atheneu, 2000.
- ANISHA, G. S.; PREMA, P. Reduction of non-digestible oligosaccharides in horse gram and green gram flours using crude α -galactosidase from *Streptomyces griseoloalbus*. **Food Chemistry**, n. 106, p. 1175-1179, 2008.
- ARAÚJO, S. A. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996.
- ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: SENAC, 2007.
- _____. **Alquimia dos alimentos**. 3. ed. Brasília: SENAC, 2014.
- ASSIS, M. A. A. et al. Qualitative analysis of the diet of a probabilistics ample of school children from Florianópolis, Santa Catarina State, Brazil, using the Previous Day Food Questionnaire. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 7, p. 1355-1365, 2010.
- ASSOCIAÇÃO DIETÉTICA AMERICANA (ADA). Health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 102, p. 993-1000, 2002. Disponível em: <[http://www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/advocacy_adar2_07_02_ENU_HTML_\(Draft\).htm](http://www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/advocacy_adar2_07_02_ENU_HTML_(Draft).htm)>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of Analysis**. 18. ed. Washington: AOAC, 2006.

ÁVILA, B. P. **Efeito dos processamentos nas propriedades tecnológicas, sensoriais e nutricionais de feijão comum e caupi e sua aplicação em panificação.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R. E. Oligosaccharides, antinutritional factors and protein digestibility of dry beans as affected by processing. **Journal of Food Science**, v. 59, p. 833- 838, 1994.

BARNETT, V.; LEWIS, T. **Outliers in Statistical Data.** 3. ed. New Jersey: John Wiley e Sons, 1994.

BASSINELLO, P. Z. et al. **Aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum.** Santo Antonio de Góias: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003.

_____. Qualidade nutricional, funcional e tecnológica do feijão. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 385-424.

BEHALL, K. M. et al. Whole-grain diets reduce blood pressure in mildly hypercholesterolemic men and women. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, p. 1445-1449, 2006.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M., HALME, P. The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and Uses. Wallingford: CABI, 2006.

BIANCHI, M. L.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, maio/ago., 1999.

BONETT, L. P. et al. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão comum. **Arquivos de Ciência e Saúde Unipar**, v. 11, n. 3, p. 235-246, 2007.

BORDIN, L. C. et al. Diversidade genética para a padronização do tempo e percentual de hidratação preliminar ao teste de cocção de grãos de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p.890-896, 2010.

BORTOLINI G. A.; FISBERG M. Orientação nutricional do paciente com deficiência de ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, vol.32 supl.2, 2010.

BOTELHO, T. F. **Consumo de feijão e efeitos do processamento na cocção sobre compostos fenólicos, capacidade antioxidante e atributos sensoriais.** Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

BOURDON, I. Beans, as a source of dietary fiber, increase cholecystokinin and apolipoprotein B48 Response to test meal in men. **Journal of Nutrition**, v. 13, p. 1485-1490, 2001.

BOURNE, M. C. A. Classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. **Journal Food Science**, v. 31, p.1011-1022, 1966.

_____. Texture Profile Analysis. **Food Technological**, v. 32, n. 62, p. 66-72, 1978.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2003.

_____. **PNDS 2006**: relatório da pesquisa nacional de demografia e saúde da criança e da mulher. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRESSANI, R. et al. Avaliação de los métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estes provocan en la digestibilidad de la proteína. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 4, n. 4, p. 569-583, 1991.

BRESSANI, R.; ELÍAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. **Journal of Plant Foods**, London, v. 4, n. 1, p. 43-55, 1982.

BRIGGS, M.; SAFARI, S.; BEALL, D. L. American Dietetic Association; Society for Nutrition Education; American School Food Service Association. Position of the American Dietetic Association, Society for Nutrition Education, and American School Food Service Association - Nutrition services: an essential component of comprehensive school health programs. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, p. 505-514, 2003.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) irradiados**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, 2002.

BURATTO, J. S. **Teores de minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BUTRUM, R. R.; CLIFFORD, C. K.; LANZA, E. NCI dietary guidelines: rationale. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, p. 881-895, 1988.

BUTTRISS, J. L.; STOKES, C. S. Dietary fibre and health: an overview. **Nutrition Bulletin**, v. 33, n. 1, p. 186-200, 2008.

CAMPOS-VEJA, R; GUADALUPE, L. P.; OOMAH, D. B. Minor components of pulses and their potencial impact on human health. **Food Research International**, p. 461-482, 2009.

CARNEIRO, J. D. S. et al. Qualidade tecnológica dos grãos de linhagens de feijão. In: RENAPE: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 6., 1999, Salvador,

BA. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, v. 1, p. 412-415, 1999.

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

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali dell'Istituto superiore di sanità**, Roma, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.

CHAVES M. O.; BASSINELLO, P. Z. O Feijão na Alimentação Humana. In: GONZAGA, A. C. O. (Ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. rev. e atual. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 15-23. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123450/1/p15.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2018.

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

CHOPRA, S.; SANKHALA, A. Effect of soaking and sprouting on tannin, phytate and *in vitro* iron in underutilized legumes - Horse gram (*Dolichos biflorus*) and moth bean (*Phaseolus aconitifolius*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 41, n. 5, p. 547-550, 2004.

CHUPROSKI, P. et al. Práticas alimentares de crianças desnutridas menores de dois anos de idade. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 33(4):118-125, 2012.

CISSE, M. et al. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins from Blood Orange, Blackberry, and Roselle Using the Arrhenius, Eyring, and Ball Models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 6285-6291, 2009.

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

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO (EPAGRI). **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul Brasileira**. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária**. Companhia Nacional de Abastecimento. Vol. I. Brasília: CONAB, 2013.

_____. **Proposta de Preços Mínimos**. Companhia Nacional de Abastecimento. Vol. I. Brasília: CONAB, 2015.

_____. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Vol. 4. Safra 2016/17. Décimo Levantamento. Brasília: CONAB, 2017.

CORRÊA, M. M. **Avaliação da qualidade tecnológica de sete cultivares de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quanto à: absorção de água, tempo de cozimento, hard-shell e, os teores de ferro e zinco antes e após diferentes**

métodos de cozimento. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

COSTA, G. E. A. et al. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, v. 94, n. 3, p. 327-330, 2006.

COTINGUIBA, G.G. et al. Método de avaliação da defesa antioxidante: Uma revisão de literatura. **Unopar Científica**, Ciências Biológicas e da Saúde, Florianópolis, v. 3, n. 15, p. 231-237, jul. 2013.

COTTA, R. M. M.; MACHADO, J. C. Programa Bolsa Família e segurança alimentar e nutricional no Brasil: revisão crítica da literatura. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 33, n. 1, p. 54-60, 2013.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

COUTINHO, J. G.; GENTIL, P.C.; TORAL, N. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 2008.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes.** Barueri: Manole, 2005.

_____. **Biodisponibilidade de Nutrientes.** 3. ed. Barueri: Manole, 2009.

_____. Deficiências de Minerais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 60, maio/ago. 2007.

_____. **Biodisponibilidade de Nutrientes.** 5. ed. Barueri: Manole, 2016.

DÍAZ, A. M.; CALDAS, G. V.; BLAIR, M. W. Concentration of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. **Food Research International**, v. 43, p. 595-601, 2010.

DIAZ-BATALLA, L. et al. Chemical components with health implications in wild and cultivated mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, p. 2045-2052, 2006.

DOLINSKY, M. **Nutrição funcional.** São Paulo: Roca, 2009.

DOMENE, S. M. A. **Técnica Dietética: Teoria e Aplicações.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 446-452, 2006.

ELIAS, L. G. Conocimiento actuales sobre al proceso de endurecimiento del frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala; v. 32, n. 2, p. 233-257, jun. 1982.

_____ ; GARCIA-SOTO, A. Y.; BRESSANI, R. **Métodos para establecer la calidad tecnológica y nutricional del frijol**. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1986.

ELIAS, M. C. **Espera para secagem e tempo de armazenamento na qualidade de arroz para semente e indústria**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

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

EL-REFAI, A. A. et al. Chemical and technological Studies on faba bean seeds. Effect of storage on some physical and chemical properties. **Food Chemistry**, v. 29, p. 27-39, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012.

_____. **Catálogo de cultivares de feijão comum**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2013.

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

FABBRI, A. D. T.; CROSBY, G. A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 3, p. 2-11, 2016.

FANG, Y. et al. Effect of foliar applications of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 6, p. 2079-2084, 2008.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FERNANDES, A. C.; PROENÇA, R. P. C. Técnicas Recomendadas para Pré-Preparo de Feijão: Remolho e Descarte da Água. **Nutrição em Pauta**, v. 19, n. 111, p. 50-56, 2011.

_____ ; NISHIDA, W.; PROENÇA, R. P. C. Influence of soaking on the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cooked with or without the soaking water: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2209-2218, 2010.

FERRAREZI, R. S. et al. **Qualidades sensoriais e acúmulo de nutrientes em grãos de feijão afetados por níveis de adubação**. In: 2ª Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 1999. Florianópolis: UDESC/EPAGRI, p. 250-253, 1999.

FRAGA, C. G. **Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition and pharmacology**. New Jersey: Wiley & Sons, 2009.

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

_____. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005.

FREIRE, T. O. et al. Suplementação de minerais e atividade física. In: LANCHÁ JÚNIOR, A. H.; CAMPOS-FERRAZ, P. L.; ROGERI, P. S. **Suplementação nutricional no esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

FROTA, K. M. G. et al. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 44-50, maio 2010.

FUKUDA, G.; ELÍAS, L. G.; BRESSANI, R. Significado de algunos factores antifisiológicos y nutricionales en la evaluación biológica de diferentes cultivares de frijol común (*Phaseolus* sp). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 32, n. 4, p. 945-960, 1982.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Nutrition. 18 nations fortify foods**. Disponível em: <<http://www.unicef.org>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GALEAZZI, M. A. M.; DOMENE, S. M A; SICHIERI, R. Estudo multicêntrico sobre consumo alimentar. **Cadernos de Debate**, Campinas, NEPA/UNICAMP, 1997.

GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 36, n. 8, p. 646-653, dez. 1994.

GIBSON, G. R.; HEATH, A. M.; SZYMLEK-GAY, E. A. Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, n. 1, p. 459-468, 2014.

_____; ROBERFROID, M. B.; Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1401, 1995.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
GIL-ANTUNÁNO, N. P.; ZENARRUZABEITIA, Z. M.; CAMACHO, A. M. R. **Alimentación, nutrición e hidratación em el deporte**. Madrid: Consejo Superior de Deportes/Gobierno de España, 2009.

GOLANI, G. S.; COCKELL, K. C.; SEPEHR, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 3, p. 967-987, 2005.

GONZAGA, A. C. O. (Ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. rev. e atual. Brasília: EMBRAPA, 2014.

GONZÁLEZ, N. B. B. **Biodisponibilidade de cálcio, magnésio, cobre e zinco na soja (*Glycine max*) e em novas variedades de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), obtidas por melhoramento genético clássico e sua relação com fatores antinutricionais não proteicos**. Tese (Doutorado em Alimentos e Produção) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

GUÉGUEN, L.; POINTILLART, A. The Bioavailability of Dietary Calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, p. 119S-136S, 2000.

GUZMÁN-MALDONADO, H.; HERNANDEZ, J. C.; CASTELLANOS, J. Z. **Manual de Métodos para determinar Características de Calid em Frijol Comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Y Agropecuarias, 1995.

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

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Review Nutrition**, v. 16, p. 33-50, 1996.

HARDER, M. N. C., CANNIATTI-BRAZACA, S. G., ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa Orellana). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 102, 339-342, 2007.

HARROD-WILD, K. Nutrition, immunity and the infant and young child. **Journal of Family Health Care**, v. 16, n. 66, 2006.

HAUG, W.; LANTZSCH, H. J. Sensitive method for rapid determination of phytate in cereals and cereal products. **Journal of Food Agriculture**, v. 34, p. 1423-1426, 1983.

HAWKINS, A.; JOHNSON, S. K. In vitro carbohydrate digestibility of whole-chickpea and chickpea bread products. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, p. 147-55, 2005.

HELBIG, E. et al. Effect of soaking prior to cooking on the levels of phytate and tannin of the common bean (*Phaseolus vulgaris*, L) and the protein value. **Journal of Nutritional Science and Vitamilogy**, v. 49, p. 81-86, 2003.

HEANEY, R. P. Calcium Intake and Disease Prevention. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, p. 685-693, 2006.

HOHLBERG, A. I.; STANLEY, D. W. Hard-to-Cook Defect in Black Beans: Protein and Starch Consideration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 35, p. 571-576, 1987.

HOPNER, K.; LAMP, B. Folate retention in dried legumes after different methods of meal preparation. **Food Research International**, v. 26, p. 45-48, 1993.

HORST, M. A.; LAJOLO, E. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2007. p. 697-735.

HOWLETT, J. F. et al. The definition of dietary fiber: discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. **Food e Nutrition Research**, v. 54, p. 5750, 2010.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares: POF 2008-2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**. Rio de Janeiro: IBGE; 2013.

IYER, V. et al. Quick-cooking beans (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Phytates, oligosaccharides, and antienzymes. **Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition**, v. 30, p. 45-52, 1980.

JOLLIFFE, I. T. **Principal Component Analysis**. 2. ed. New York: Springer-Verlag. 2002.

KATHLEEN, M. L. **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1978.

KAUR, C.; KAPOOR, H. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p. 703-725, 2001.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

KON, S. Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1329-1334, 1979.

KRINSKY, N. I. The biological properties of carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**, London, v. 66, n. 5, p. 1003-1010, 1994.

KUSKOSKI, E. M. Atividade antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 691-693, 2004.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 46, n. 5, p. 244-282, 2007.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food principles and practices**. Missori: Food Science Texte Series, 1998.

LEAL, G. V. S. et al. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 3, p. 457-467, 2010.

LEAN, M. E. J.; FOX, Y. B. R. **Fox and Cameron's food science, nutrition and health**. 7. ed. USA: CRC Press, 2006.

LEVY, R. B. et al. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.15, p. 3085-3097, 2010.

LEVY-COSTA, R. B. et al. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 15, n. 2, p. 3085-3097, 2009.

_____. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.4, p.530-540, 2005.

LI, J. et al. Long-term effects of high dietary fiber intake on glucose tolerance and lipid metabolism in GK rats: comparison among barley, rice, and cornstarch. **Metabolism**, v. 52, n. 9, p. 1206-1210, 2003.

LIM, T. K. **Edible medicinal and non-medicinal plants**. Heidelberg: SpringerVerlag GmbH, 2012.

LIN, L. et al. The polyphenolic profiles of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 107, p. 399-410, 2008.

LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 40, p. 2483-2487, 1992.

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

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

LUKASKI, H. C. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. **Nutrition**, v. 20, p. 632-644, 2004.

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

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 79-87, 2004.

_____. Magnésio. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade dos nutrientes**. Barueri: Manole, 2005.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. RAYMOND, J. L. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MAZZA, G.; et al. Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 7731-7737, 2002.

MECHI, R.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*, L.) irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 25, n. 1, p. 109-114, 2005.

MESSINA, V. Nutritional and health benefits of dried beans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, p. 437-442, 2014.

MERCEDES, M. et al. Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 166, p. 68-75, 2014.

MILLER, D. D. Minerals. In: FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3 ed. New York: Marcel Dekker, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Informe Econômico da Política Agrícola**, Brasília, MAPA, v. 3, n. 7. jul. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Caderno de Atenção Básica nº 38: Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica obesidade**. Brasília: MEC, 2014.

_____. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. COORDENAÇÃO GERAL DA POLÍTICA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. **Guia Alimentar para a população brasileira Promovendo à Alimentação Saudável**. Edição Especial, Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

_____; FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Cadernos de Atenção Básica: Carências de Micronutrientes**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com carne bovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, abr./jun. 2006.

MURILLO, S.; RODRÍGUEZ, A. Conocimientos, Actitudes y Prácticas de Madres de Escolares Con Respecto a Los Frijoles. **Agronomía Mesoamericana**, v. 15, n. 3, p. 277-289, 2004.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extration and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatographic Science**, v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, 2004.

NASAR-ABBAS, S. M. et al. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 1260-1267, 2008.

NERGIZ, C.; GÖKGÖZ, E. Effects of traditional cooking methods on some antinutrients and in vitro protein digestibility of dry bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Turkey. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 42, n. 7, p. 868-873, 2007.

NJOROGE, D. M. et al. Effect of storage conditions on pectic polysaccharides in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the hard-look defect. **Food Research International**, mar. 2015. Disponível em: <<https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/488893/1/Njoroge+et+al+2015.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2018.

NUNES, X. P.; ALMEIDA, J. R. G. S.; NUNES X. P. Anemia ferropriva, enteroparasitoses e esgotamento sanitário. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Vitória, v. 16, n. 1, p. 118-124, jan./mar. 2014.

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

_____; QUEIROZ, K. S.; HELBING, E. O processamento doméstico do feijão comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos, taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.

OLIVEIRA, V. R. et al. Qualidade nutricional e microbiológica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido com ou sem água de maceração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, 2008.

_____. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 746-752, maio 2011.

OOMAH, B. D.; BLANCHARD, C.; BALASUBRAMANIAN, P. Phytic acid, phytase, minerals, and antioxidant activity in Canadian dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 23, p. 11312–11319, 2008.

ORGANIZAÇÃO DE LAS NACIONAL UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LÁ AGRICULTURA (FAO). **Legumbres Semillas Nutritivas para un futuro sostenible**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5528s.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2018.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética**: seleção e preparo de alimentos. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

PAPANIKOLAOU, Y.; FULGONI, V. L. Bean consumption is associated with greater nutrient intake, reduced systolic blood pressure, lower body weight, and a smaller waist circumference in adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 27, n. 5, p. 569-576, out. 2008.

PEDROSA, M. M. et al. Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 166, p. 68-75, jan. 2015.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PERINA E. F. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*phaseolus vulgaris* l.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, mar./abr. 2010.

PHILIPPI, S. T. Guia alimentar para o ano 2000. In: ANGELIS, R. **Fome Oculta**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 160-176.

PIRES, F. F. **Qualidade do feijão (*phaseolus vulgaris* l.), classe cores, proveniente da agricultura familiar e do mercado varejista destinado à alimentação escolar**. Dissertação Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

POPKIN, B. M. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 70, p. 82-91, 2011.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 3, p. 570-578, 2003.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 4290-4303, 2005.

PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE). **Alimentação Escolar**. 2016. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/alimentacao-escolar/alimentacao-escolar>>.

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.

RANILLA, L. G.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Effect of different cooking conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of some selected Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5734-5742, 2009.

RAVINDRAM, V.; RAVINDRAM, G.; SIVALOGAN, S. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. **Food Chemistry**, v. 50, n. 133, 1994.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABST radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, 1999.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C. Modelagem matemática do processo de hidratação de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 373-378, 2007.

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

RIBEIRO, M. L. L.; IDA, E. I.; OLIVEIRA, M. C. N. Efeito da germinação de soja cv BR-13 e Paraná sobre ácido fítico, fósforo total e inibidores de tripsina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 31-36, jan. 1999.

RIBEIRO, N. D. Potencial de aumento da qualidade nutricional do feijão por melhoramento genético. **Sêmima: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1367-1376, 2010.

_____; POSSEBON, S. B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agrônômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 629-633, 2003.

RIBEIRO, N. D. et al. Mineral concentration in the embryo and seed coat of common bean cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 26, n. 1/2, p. 89-95, 2012.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology e Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RIOS, A. O.; ABREU, S. M. P.; CÔRREA, 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 dos Alimentos**, v. 23, p. 39-45, 2003.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, S.; FERNÁNDEZ-ROJAS, X. E. Prácticas de Preparación y Conservación de Frijoles en Familias Costarricenses **Agronomía Mesoamericana**, v. 26, n. 1, p. 153-164, 2015.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, Oxford, v. 92, n. 2, p. 235-254, 2005.

ROMANO, C. et al. Avaliação de sólidos totais e proteína solúvel na água de hidratação de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Reunião Nacional de Pesquisa do Feijão, 6, 1999. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA, 2005. p. 684-686.

ROSS, J. A; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 22, p. 19-34, 2002.

ROUSSEUW, P. J.; LEROY, A. M. **Robust regression and outlier detection**. New York: John Wiley and Sons, 1987.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.

SARTORI, M. R.. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) stored under nitrogen**. Ph D. Dissertation. Department of Grain Science and Industry, Kansas State University. Manhattan, Kansas, USA, 1982.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of *Phaseolus*: a review I. Chemical composition: proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 20, p. 1-46, 1984.

SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v. 81, n. 1, p. 215-217, 2005.

SERRANO, J.; GOÑI, I. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de La población guatemalteca. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 54, p. 36-44, 2004.

SGARBIERI, V. C. Composition and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 60, p. 132-198, 1989.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics, sources, chemistry, effects, applications**. Lancaster: Technomic Publishing Co Inc., 1995.

SHONS, P. F. et al. Eficiência protéica da lentilha (*Lens culinaris*) no desenvolvimento de ratos wistar. **Alimentos e Nutrição: Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 255-260, abr./jun., 2009.

SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M. A. **Dry beans and pulses: Production, Processing and Nutrition**. Ames: John Wiley & Sons, 2013.

SILLA, L. M. High prevalence of anemia in children and adult women in an urban population in southern Brazil. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. 68805, 2003.

SILVA A. G. et al. Caracterização da Composição Centesimal e Mineral de Diferentes Cultivares de Feijão Comum Crus e Cozidos. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 3, p. 339-346, jul./set. 2013.

_____; ROCHA L.C.; CANNIATTI-BRAZACA S. C. Caracterização Físico-Química, Digestibilidade Protéica e Atividade Antioxidante de Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Araraquara Alimentação e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 591-598, out./dez. 2009.

SILVA, H. C. et al. Oligossacarídeos da família da rafinose e flatulência. **Cadernos de Nutrição**, v. 4, p. 48-60, 1992.

SILVA, M. R.; SILVA, A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 5-19, 1999.

SILVA, R. C. S. N. et al. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 30, 169-179, 2013.

SILVA, R. C. S. N. et al. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 190-200, 2012.

SMITH, M. A. L. et al. Bioactive properties of wild blueberry fruits. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 2, p. 352-356, 2000.

SOUSA, C. M. M. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Saúde Pública**, v. 47, n. 1, p. 471-410, 2013.

SOUZA, D. M.; BASSINELLO, P. Z.; NÓBREGA, L. N. N. **Metodologia Científica: Aperfeiçoamento metodológico para digestão assistida via micro-ondas na análise mineral de feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2010.

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

TSUDA, T. et al. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyaniding 3-O-beta-d-glucoside and cyanidin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 11, p. 2407-2410, 1994.

ULLOA, J. A. Rehydration properties of precooked whole beans (*Phaseolus vulgaris*) dehydrated at room temperature. **CyTA: Journal of Food**, v. 11, n. 1, p. 94-99, 2013.

VALDÉS, S. T. et al. Association of genotype and preparation methods on the antioxidante activity, and antinutrients in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **LWT: Food Science and Technology**, v. 44, p. 2104-2111, 2011.

VALKO, M. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, Oxford, v. 32, n. 3, p. 3-41, 2006.

VANIER, N. L. **Armazenamento de cultivares de feijão e seus efeitos na qualidade tecnológica dos grãos e nas propriedades do amido**. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, 2008.

VASCONCELOS, F. A. G. et al. **Manual de orientação para a alimentação escolar na educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e na educação de jovens e adultos**. 2. ed. Brasília: PNAE, 2012.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. et al. Tendências da frequência do consumo de feijão por meio de inquérito telefônico nas capitais brasileiras, 2006 a 2009. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.17, n. 12, dez. 2012.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1983.

VINDIOLA, O. L.; SEIB, P. A.; HOSENEY, R. C. Accelerated development of the hard-to-cook state in beans. **Cereal Food World**, v. 31, p. 538-552, 1986.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. Santa Maria: **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1184-1192, jul. 2008.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Food Chemistry**, v. 45, p. 304-309, 1997.

WANG, N. et al. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 589-594, 2010.

WANI, I. A.; SOGI, D. S.; GIL, B. S. Physical and cooking characteristics of black gram (*Phaseolus mungoo* L.) cultivars grown in India. **International Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 2557-2563, 2013.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts Rev**, v. 51, p. 789-975, 1981.

WONG, D. W. S. Feruloyl esterase: a key enzyme in biomass degradation. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 133, p.8 7-111, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases**: report of the Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva: WHO, 2003.

_____. **Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005**: WHO global database on anaemia. Geneva: WHO, 2008.

XU, B. J.; CHANG, S. K. C. Total phenolic content and antioxidant properties of eclipse black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by processing methods. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 19-27, 2008.

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals**: chemistry, nutritional value and stability. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

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

YOO, K. S.; LEE, E. J.; PATIL, B. S. Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 2, p. C216-C221, 2012.

ZAMINDAR, N. et al. Effect of line, soaking and cooking on water absorption, texture and splitting of red kidney beans. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 108-114, 2011.

ZHANG, B. et al. Fatty acid, carotenoid and tocopherol compositions of 20 Canadian lentil cultivars and synergistic contribution to antioxidant activities. **Food Chemistry**, v. 161, p. 296-304. 2014.

ZIMMERMANN, L. O. G. et al. Alterações da qualidade tecnológica de marcas comerciais de feijão dos grupos cores e preto. **Sêmima**, Londrina, 30, n. 3, p. 619-628, jul./set. 2009.

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

<p>1- Escola _____ Cidade: _____</p> <p>2- Identificação: _____</p> <p>3- Quantas pessoas consomem/dia? _____</p> <p>4- Quantidade de feijão preto preparada por dia? _____</p> <p>5- Qual a frequência de preparo feijão preto? () 5 x semana () 4 x na semana () 3 x semana () 2 x sem. () 1 x sem</p> <p>6- Para quantos dias é preparado o feijão () 1 dia () 2 dias () 3 dias () 4-5 dias () mais que 5 dias</p> <p>7- Costuma cozinhar o feijão e congelar? () Sim () Não () NSA</p> <p>8- Porque não congela? _____</p>
<p>9- Se sim costuma congelar: () temperado () sem tempero () NSA</p>
<p>10- No preparo costuma deixar de molho. () Sim () Não</p> <p>11- Se sim. Por quê? _____ () NSA</p> <p>12- Se não Por quê? _____ () NSA</p>
<p>13- Se sim. Utiliza a água do molho para a cocção do feijão? () Sim () Não () NSA</p> <p>14- Porque utiliza _____ () NSA</p> <p>15- Porque não utiliza _____ () NSA</p> <p>16- Se sim. Como costuma deixar de molho? () 10-12 horas temp. amb () 4 a 6 horas temp. amb () outra () NSA</p> <p>_____</p> <p>17- Na cocção: () Utiliza panela de pressão? _____ litros () Não usa panela de pressão</p>

APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ESCOLAS)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*),

Pesquisador: Reni Rockenbach

Endereço: Avenida Rio Branco 1369 - CEP: 96450-000 – Dom Pedrito/RS

Fone: (53) 99625092 e-mail: reni@provesul.com.br

Professor orientador: Moacir Cardoso Elias

Universidade Federal de Pelotas / Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos.

Estamos desenvolvendo um estudo sobre os Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), cujo objetivo é: Identificar hábitos de preparo de feijão na alimentação escolar.. Para isso gostaríamos de convidá-lo a participar respondendo a um questionário sobre a forma de preparo de feijão na escola que você trabalha.

Pelo presente consentimento informado, declaro que fui esclarecido(a), de forma clara e detalhada, livre de qualquer forma de constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa e benefícios do presente projeto de pesquisa. A proposta envolve realização de entrevista, não incluindo nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico, ou experimento com seres humanos. O projeto não apresenta riscos físicos aos sujeitos do estudo, mas pode acarretar desconforto no momento da coleta de dados. A pesquisa apresenta como benefícios aos participantes a colaboração no sentido de obter resultados que demonstrem a maneira mais nutritiva de se preparar feijão.

Fui igualmente informado(a):

- da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento referente à pesquisa;
- da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento, deixar de participar do estudo, sem que isso me traga prejuízo algum;
- da segurança de que não serei identificado ou seja que minha privacidade será respeitada, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.
- do compromisso de acesso às informações coletadas, bem como aos resultados obtidos podendo pedir esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

- de que serão mantidos os preceitos éticos e legais após o término do trabalho;
- da publicação do trabalho.

Eu, _____, aceito participar da pesquisa — Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Estou ciente de que as informações por mim fornecidas serão tratadas de forma sigilosa e que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Ciente, concordo em participar desta pesquisa.

DATA: ___ / ___ / _____

ASSINATURA DO PARTICIPANTE DA PESQUISA _____

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL _____

APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ANÁLISE SENSORIAL)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*),

Pesquisador: Reni Rockenbach

Endereço: Avenida Rio Branco 1369 - CEP: 96450-000 – Dom Pedrito/RS

Fone: (53) 99625092 e-mail: reni@provesul.com.br

Professor orientador: Moacir Cardoso Elias

Universidade Federal de Pelotas / Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos.

Estamos desenvolvendo um estudo sobre os Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), cujo objetivo é: avaliar amostras de feijão cozido para que sejam verificados o melhor cozimento em nível nutricional e sensorial. Para isso gostaríamos de convidá-lo a participar no sentido de provar as amostras de feijão que foram cozidos e detectar possíveis diferenças sensoriais.

Pelo presente consentimento informado, declaro que fui esclarecido(a), de forma clara e detalhada, livre de qualquer forma de constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa e benefícios do presente projeto de pesquisa. A proposta envolve a avaliação de amostras de feijão que foram cozidos e detectar possíveis diferenças sensoriais entre eles, com relação ao sabor, textura, consistência do caldo, cor, não incluindo nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico. A avaliação sensorial consiste na prova de uma pequena amostra, mas este pode acarretar desconforto intestinal, como gases e lenta digestão momentânea.

A pesquisa apresenta como benefícios aos participantes a colaboração no sentido de obter resultados que demonstrem a maneira mais nutritiva de se preparar feijão.

Fui igualmente informado(a):

- da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento referente à pesquisa;
- da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento, deixar de participar do estudo, sem que isso me traga prejuízo algum;
- da segurança de que não serei identificado ou seja que minha privacidade será respeitada, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

- do compromisso de acesso às informações coletadas, bem como aos resultados obtidos podendo pedir esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

- de que serão mantidos os preceitos éticos e legais após o término do trabalho;

- da publicação do trabalho.

Eu, _____, aceito participar da pesquisa — Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Estou ciente de que as informações por mim fornecidas serão tratadas de forma sigilosa e que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Ciente, concordo em participar desta pesquisa.

DATA: ___ / ___ / _____

ASSINATURA DO PARTICIPANTE DA PESQUISA _____

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL _____

APÊNDICE 4 - TERMOS DESCRITORES DA ANÁLISE SENSORIAL

Termo Descritor	Referências
Dureza	Duro – Feijão difícil de mastigar Macio – Feijão mole de fácil mastigação
Ruptura do tegumento	Muito – Grão com tegumento rompido Pouco – Grão inteiro sem rompimento
Viscosidade do caldo	Muito viscoso – caldo grosso Pouco viscoso – caldo ralo
Cor	Escuro – Grão escuro Claro – Grão claro

ANEXO 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

FACULDADE DE
ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Hábitos de preparo e efeito do tratamento de hidratação e cocção sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*)

Pesquisador: Reni Rockebach

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 49200415.2.0000.5316

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pelotas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.345.895

Apresentação do Projeto:

O feijão está presente na refeição de escolares quase que diariamente sendo uma importante fonte de consumo. Crianças e adolescentes possuem necessidade aumentada de nutrientes como as proteínas e minerais, sendo, portanto fundamental avaliar qual a melhor forma de preparo do feijão buscando a preservação de nutrientes essenciais nesta fase da vida. Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar hábitos de preparo de feijão e analisar os diferentes processamentos, investigando o teor de nutrientes, fatores antinutricionais e os atributos sensoriais decorrentes. Para que assim, se estabeleça um consenso entre a melhor técnica de processamento de feijão. A coleta dos dados será realizada através da aplicação de um questionário nas escolas e no local de preparo da alimentação, entre os meses de maio a agosto de 2015. A entrevista individual será realizada pela pesquisadora com a pessoa responsável pela preparação de feijão após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A avaliação sensorial do feijão será realizada por 20 julgadores após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e será utilizado o perfil descritivo otimizado. A análise sensorial descritiva de alimentos consiste na avaliação das características sensoriais por meio de uma equipe de julgadores, os quais irão identificar e quantificar os atributos presentes.

Endereço: Gomes Carneiro nº 01

Bairro: Centro

CEP: 96.010-610

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3221-1522

E-mail: cepfeo@ufpel.edu.br

FACULDADE DE
ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Parecer: 1.345.895

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a influência do tratamento hidrotérmico sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e identificar hábitos de preparo na alimentação escolar.

Objetivo Secundário:

- Analisar efeitos do processamento sobre teores de nutrientes e fatores antinutricionais;
- Identificar a interferência de fatores antinutricionais na biodisponibilidade in vitro de minerais;
- Estudar efeitos do processamento térmico na cocção sobre a digestibilidade de feijão;
- Identificar hábitos de preparo de feijão para alimentação escolar;
- Analisar efeitos do processamento térmico na cocção sobre atributos sensoriais do feijão.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Serão realizados os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, as perguntas que serão realizadas poderão gerar dúvida, mas que independente da resposta não causará constrangimento. Os questionários serão aplicados após concordância da pessoa em participar do estudo. Análise sensorial - Serão realizados os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. O sujeito deve declarar que não possui nenhum tipo de alergia (glúten, lactose), e que foi informado que ao consumir as amostras de feijão cozido pode ter desconforto intestinal, como gases e lenta digestão momentânea. Os procedimentos de avaliação serão realizados com a concordância da pessoa em participar do estudo. É fundamental avaliar formas de preparo de feijão nas escolas para após analisar os diferentes processamentos encontrados e assim investigar o teor de nutrientes e fatores antinutricionais. Para que assim, se estabeleça um consenso entre a melhor técnica de processamento de feijão. A avaliação sensorial é uma importante estratégia para o conhecimento do produto trazendo assim benefícios à população, pois visam atender aos interesses dos consumidores por produtos com melhor valor nutricional e/ou benefícios à saúde. Os resultados obtidos irão colaborar para avaliar a forma mais nutritiva de se preparar feijão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para aprimoramento do consumo de feijão, que após as adequações sugeridas

Endereço: Gomes Carneiro nº 01

Bairro: Centro

CEP: 96.010-610

UF: RS Município: PELOTAS

Telefone: (53)3221-1522

E-mail: cepfeo@ufpel.edu.br

FACULDADE DE
ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Parecer: 1.345.895

pelo CEP encontra-se em consonância com a Resolução 466/12.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: adequada

Cartas de Auência : adequadas

Cronograma:adequado

Orçamento:adequado

TCLE: adequado

Recomendações:

Devolução dos resultados para instituições onde os dados foram coletados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_489691.pdf	19/11/2015 18:31:49		Aceito
Outros	TERMOAS.docx	19/11/2015 18:13:57	Reni Rockebach	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMOESCOLA.docx	19/11/2015 18:12:21	Reni Rockebach	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.doc	19/11/2015 18:11:38	Reni Rockebach	Aceito
Outros	ficha.docx	29/09/2015 12:06:53	Reni Rockebach	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	29/09/2015 11:55:52	Reni Rockebach	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	29/09/2015 11:31:36	Reni Rockebach	Aceito
Outros	Bag.pdf	12/09/2015 22:37:07	Reni Rockebach	Aceito
Outros	Acegu.jpg	12/09/2015 22:28:22	Reni Rockebach	Aceito
Outros	Lavras.doc	12/09/2015 22:23:22	Reni Rockebach	Aceito

Endereço: Gomes Carneiro nº 01

Bairro: Centro

CEP: 96.010-610

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3221-1522

E-mail: cepfeo@ufpel.edu.br

FACULDADE DE
ENFERMAGEM DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Parecer: 1.345.895

Outros	Dom Pedrito.jpg	12/08/2015 11:47:32		Aceito
Outros	Autorização Hulha Negra.pdf	12/08/2015 11:45:12		Aceito
Folha de Rosto	20150730161200371.pdf	30/07/2015 17:30:17		Aceito
Outros	Questionário preparo feijão 16.10.docx	27/03/2015 22:50:50		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorização UFPEL.jpg	27/03/2015 22:48:51		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PELOTAS, 01 de Dezembro de 2015

Assinado por:
Marilu Correa Soares
(Coordenador)

Endereço: Gomes Carneiro nº 01

Bairro: Centro

CEP: 96.010-610

UF: RS **Município:** PELOTAS

Telefone: (53)3221-1522

E-mail: cepfeo@ufpel.edu.br