



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**QUALIDADE, PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E POTENCIAL
FUNCIONAL DE VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.)**

RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



QUALIDADE, PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E POTENCIAL
FUNCIONAL DE VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.)

RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO

Sob a Orientação da Professora
SILVANDA DE MELO SILVA, Ph.D

Dissertação submetida como requisito
para obtenção do título de **Mestre em**
Agronomia, no Programa de Pós-
graduação em Agronomia.

Areia, PB
Fevereiro, 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

N244q Nascimento, Ricardo de Sousa.
Qualidade, perfil de compostos fenólicos e potencial funcional de variedades de
fava (*Phaseolus lunatus* L.)/ Ricardo de Sousa Nascimento. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xiv, 82 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientadora: Silvanda de Melo Silva.

1. Feijão-fava 2. Análise sensorial 3. Cocção 4. Compostos bioativos I. Silva,
Silvanda de Melo (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 635.653(043.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

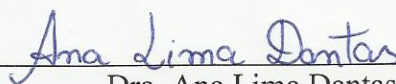
TÍTULO: QUALIDADE, PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E POTENCIAL FUNCIONAL DE VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.)

AUTOR: RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO

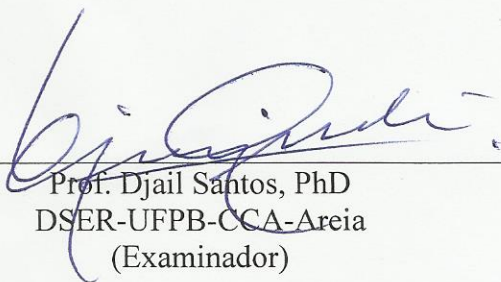
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Profa Silvana Melo Silva, PhD
PPGA-DCFS-UFPB-CCA-Areia
(Orientadora)



Dra. Ana Lima Dantas
PDJ-CNPq-UFPB-CCA-Areia
(Examinadora)



Prof. Djail Santos, PhD
DSER-UFPB-CCA-Areia
(Examinador)



Profa Dra. Naysa Flávia Ferreira do Nascimento
DFCA-UFPB-CCA-Areia
(Examinadora)

Data da realização: 18 de fevereiro de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora
SILVANDA DE MELO SILVA
Orientadora

Dedico...

*Ao meu pai, **Rivaldo Jerônimo Nascimento** In memória a minha amada e adorada mãe **Maria das Graças de Sousa Nascimento**, ao meu irmão e amigo **Roberto de Sousa Nascimento**, a minha tia Terezinha Araújo Alves In memória, aos meus primos Daguiá, Neném, Aceline, Mazinho, Leandro e Lenilson, a minha namorada, esposa, companheira e amiga **Alba Rejane Soares Sousa**, pelo carinho, compreensão, paciência e motivação que tem me dedicado sempre, seu apoio, incentivo e amor me conduziram até aqui, ao pequeno ser que a cada dia que se desenvolve em seu ventre e que em breve chegará em nossas vidas, nos enchendo de amor e alegria , rogamos a Deus para que venha com saúde e paz pois já amamos muito e aguardamos ansiosos a sua chegada...*

AGRADECIMENTOS

O real significado da nossa grandeza interior sempre se fará presente na simplicidade dos nossos gestos. Reconhecer e agradecer o que passou de bom em nossa vida é um gesto simples mais que vale muito.

Agradeço primeiramente a DEUS, que me guiou, iluminou e protegeu durante todos os dias na realização desse projeto, concedendo o dom da compreensão e paciência, me fazendo perceber que é por meio dele que todas as coisas se tornam possíveis de se realizar.

À professora PhD Silvanda de Melo Silva, pela orientação, compreensão, amizade e incentivo. Sua competência e seriedade muito contribuíram para o desenvolvimento de todo esse projeto.

À Dra. Ana Lima Dantas, professor Dr. Djail Santos e professora Dra. Naysa Flávia Ferreira do Nascimento, integrantes da banca examinadora, pelas contribuições e melhorias neste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Aos professores do Curso de Mestrado pelos conhecimentos transmitidos, à Coordenação e Funcionários da Pós-Graduação em Agronomia, PPGA, pela amizade e préstimos.

Ao meu pai, pelo incentivo e direcionamento nos estudos. Afirmo com toda certeza que sem ele nada seria possível. Esse é mais um passo que dou, buscando realizar o que ele sempre desejou e sonhou pra mim. Infelizmente não estais mais aqui fisicamente para presenciar esse belo momento, porém sinto em mim a sua presença e te presto feliz essa homenagem. PAI TE AMO.

Agradeço também e jamais poderia deixar de agradecer a minha amada e adorada mãe, pelo incentivo, carinho, dedicação e amor que sempre demonstrou para comigo. Agradeço por ter me educado com carinho, ter me apoiado e incentivado sempre a estudar. Com ela aprendi o significado singular de receber um amor único e incondicional, aquele capaz de me fazer acreditar continuamente no meu valor e no meu potencial. MÃE TE AMO. Para mim, você será eterna.

Agradeço ao meu irmão e amigo de todas as horas Roberto de Sousa Nascimento, que sempre me ajudou a tomar decisões importantes, como a realização e conclusão dessa etapa de vida. Obrigado pelas palavras de apoio e incentivo sempre que precisei.

Agradeço a minha namorada, esposa, companheira e amiga Alba Rejane Soares Sousa, pelo amor, carinho, paciência e cuidados que me tem prestado durante todos esses anos de relacionamento. Obrigado pelas suas palavras de apoio e incentivo sempre que necessitei e por não ter me abandonado nas horas difíceis, mantendo-se sempre fiel e amiga, trazendo sempre e acima de tudo uma palavra de conforto e motivação. Obrigado por tudo meu grande e eterno amor. Te Amo. Agradeço ainda por carregar dentro de você nosso sonho, nossos planos e acima de tudo nossa motivação de viver. Que essa pessoinha que vem chegando e já mudou por completo nossas vidas, nos proporcione muita paz e amor durante nossos restantes de dias. Que venha com paz, saúde e cheio de bênçãos do céu e do Espírito Santo. Nós já te amamos muito.

À toda a equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita que me acolheu de braços abertos em especial a Renato Pereira (o Burro Mestre), Ana Lima Dantas, Mariany Cruz (MaryCro), Alex (Tesouro), Dona Rozani, Renato Dantas, Vanda, Valdenia, Assys, Luciana, Raylson, George, Rosana, Graça, Eduardo, Leonardo, Fernando, Augusto, Expedito, Matheus, Luana, Plácido, Amanda, Claudiana e os demais, pela ajuda constante nos momentos de desespero e na condução do experimento. Pelos momentos de descontração e pelas palavras de incentivo e conforto, afirmo que sem essa equipe nada disso seria possível.

Aos amigos conquistados durante o curso Elder, Dácio, Robério, Juliana (Jukas), Tiago Aires, Lucimara, Luciana, Graça, Júlio Cezar, Vinícius, Janailson, Jarbas, Vandeilson, Jardelio, Vanessa, Aparecida, Welington, Jhone, Victor Felix, Léa, Rafaela, Tarcísio e os demais pelos bons momentos de convivência, pelos bons momentos de distração, aprendizagem, consideração, palavras de conforto e ajuda que serão sempre lembrados com muito carinho.

Agradeço a todos os meus professores e mestres da graduação pelos ensinamentos e orientações, em especial a Lucínio Oliveira, Mirele, Luciano Pacelli, Cláudio Uyeda, Daniela Batista, Frederico Campos, Talita de Sá e Wilson Carvalho.

Aos meus amigos de Picuí: Jarlene Dantas, Arquimedes, Patrícia, seu Mauricio, dona Neide, Jussara, Pastel, dona Beza e Cristiane pelo apoio e incentivo.

Agradeço aos meus amigos e companheiros de curso: Romualdo, Carisa, Luciana, Tatiana, Letícia, Diva, Katiana, Tatiana, Issabely, Elma, João, Renan, Victor, Alex, Ilka, Adely, Jamilly, Lourdes, Edivane, Luíza, Gerciana e Aldenice.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e conterrâneos Tiago Alves, Aragão, Felipe, Myllena Guerra, Aparecida, Viviane, Daniela, Alcirlene Zé, Patrícia Fernandes, Ruan e a todos os demais que torceram junto comigo para que esse sonho se concretizasse. Enfim a todos o meu muito obrigado.

NASCIMENTO, R. S. **Qualidade, perfil de compostos fenólicos e potencial funcional de variedades de favas (*Phaseolus lunatus* L.)**. Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2016, 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Orientadora: Profª. Silvanda de Melo Silva, PhD

RESUMO GERAL

A fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma cultura originada na América Central pertencente à família Fabaceae do gênero *Phaseolus*, que se adapta bem na maioria das áreas climáticas e apresenta tolerância à seca e ao clima quente. Esta leguminosa é bastante cultivada na região Nordeste do Brasil em função do seu valor nutricional, sendo considerada uma boa fonte de carboidratos, proteínas, fibra, vitaminas, minerais, flavonoides, antocianinas, polifenóis e compostos antioxidantes. A principal forma de consumo e preparo da fava ocorre com grãos ainda verdes ou secos cozidos sob altas temperaturas, esse processo contribui para a redução de compostos antinutricionais e auxilia no consumo melhorando o sabor e a palatabilidade, aumenta a disponibilidade de nutrientes e leva a uma série de mudanças nas características físicas e químicas. Desse modo, são necessários estudos que determinem os fatores pré e pós cozimento que mais influenciam na preferência, sobretudo aqueles determinantes para o sabor, uma ferramenta importante para avaliar a escolha de diferentes variedades de fava, por parte do consumidor, é a análise sensorial descritiva quantitativa. Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido, abordando os aspectos acima explanados, sendo dividido em dois capítulos. No Capítulo I avaliou-se o efeito do cozimento sobre a qualidade e aspectos sensoriais de diferentes variedades de fava crua e cozida. Esse experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado utilizando cinco variedades de fava denominadas na região como ‘Cearense’, ‘Fava Branca’, ‘Orelha de Vó’, ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ analisadas em duas condições (crua e cozida). As variedades de fava apresentam diferenças em sua composição química e físico-química, o processo de cocção promove diversas alterações nas propriedades físicas e físico-químicas de todas as variedades estudadas, resultando em mudanças qualitativas e quantitativas na composição total dos grãos cozidos. No Capítulo II foram avaliados os compostos bioativos e a atividade antioxidante de diferentes variedades de fava, indicando as principais alterações decorrentes do cozimento dos grãos, bem como a composição do caldo. Esse estudo foi realizado em dois ensaios: 1) Caracterização de grãos de cinco variedades de fava cruas; 2) Avaliação da fava cozida, realizado em esquema fatorial 5 x 2, sendo 5 variedades de fava e 2 porções após o cozimento (grãos e caldo). As variedades de fava de coloração mais escura Rosinha e Roxinha apresentam em sua composição nos grãos crus, cozidos e caldos um maior conteúdo de ácidos fenólicos, antocianinas e flavonoides, bem como maior atividade antioxidante. Constatou-se uma diminuição nos compostos bioativos ocasionados pelo processo de cocção e acumulação desses no caldo. Além disso, foram detectados por meio de HPLC o ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 dihidroxibenzoico e ácido 4 hidroxibenzoico como os principais ácidos fenólicos presentes na composição de todas as variedades com destaque para a fava ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ os principais flavonoides detectados em todas as variedades de fava foram a catequina, crisina e miricetina.

Palavras-chave: Grãos, processo de cocção, compostos bioativos, análise sensorial, HPLC

NASCIMENTO, R. S. **Quality, profile of phenolic compounds and functional potential of lima bean varieties** Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Feb. 2016, 96 p. Master Dissertation (Master in Agronomy). Advisor: Professor Silvanda de Melo Silva, PhD

GENERAL ABSTRACT

The lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) is a plant originated in Central America, belonging to family Fabaceae of the genus *Phaseolus* that fits well in most areas and climatic features drought-tolerance and to warm weather. This leguminous is cultivated in the northeastern region of Brazil in function its of nutritional value, being considered a good source of carbohydrate, proteins, fiber, vitamins, minerals, flavonoids, anthocyanins, polyphenols and antioxidant compounds. The main form of consumption and preparation of the lima bean occurs with grains still green or dried cooked under high temperatures. This process contributes to the reduction of anti-nutritional compounds and assists in the consumption improving the taste and the palatability, increases the availability of nutrients and leads to a series of changes in the physical and chemical characteristics. In this way, studies are required to determine the factors of pre and post cooking that more influence the preference, especially those determinants to the flavor. An important tool to assess the choice of different varieties of lima bean for the consumers is the descriptive quantitative sensory analysis. In this context, this work was developed, covering the above aspects explained, being divided into two chapters. In the Chapter I was evaluated the effect of cooking on the quality and sensorial aspects of different lima bean varieties raw and cooked. This experiment was conducted at completely randomized design using five lima bean varieties denominated in the region as 'Cearense', 'Fava Branca', 'Orelha de Vó', 'Rosinha' and 'Roxinha' analyzing in two conditions (raw and cooked). The lima bean varieties presented differences in their chemical and physico-chemical composition; the cooking process promotes several alterations in the physical and physico-chemical properties of all varieties studied, resulting in qualitative and quantitative changes in the total composition of the cooked grains. In the Chapter II were evaluated the bioactive compounds and antioxidant activity of the different lima bean varieties, indicating the main alterations arising from the grain cooking, as well as composition of juice. This search was realized in two tests: 1) Characterization of the raw grains of five lima bean varieties; 2) Evaluation of cooked lima bean, realized in factorial scheme 5 x 2, being 5 lima bean varieties and 2 portions after cooking (grains and juice). The lima bean varieties with darkest coloration, 'Rosinha' and 'Roxinha', present higher content of phenolic acids, anthocyanin and flavonoids, as well as antioxidant activity in the composition of its raw, cooked grains and juice. It was found a decrease in bioactive compounds caused by the cooking process and accumulation of them in the juice. In addition, we detected, by HPLC, 2,5-dihidroxibenzoic acid, 3,4-dihidroxibenzoic acid and 4 4-hidroxibenzoic acid as main phenolic acids present in their composition of all varieties with prominence to 'Rosinha' and 'Roxinha'. The catechin, chrysin and myricetin were the main flavonoids detected in all lima bean varieties.

Keywords: Grains, cooking process, bioactive compounds, sensory analysis, HPLC.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: QUALIDADE DE DIFERENTES VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUA E COZIDA

Tabela 1. Características físicas em grãos de diferentes variedades de fava crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Physical characteristics in raw and cooked grains of different lima bean varieties. Areia, CCA/UFPB, 2016.27

Tabela 2. Características físico-químicas em grãos de diferentes variedades de fava, crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Physico-chemical characteristics in raw and cooked grains of different lima bean varieties. Areia, CCA/UFPB, 2016.29

Tabela 3. Análise Descritiva Quantitativa. Para Atributos sensoriais de aparência, sabor, odor, intenção de compra, aceitação global e mudanças nos atributos sensoriais de aparência após o processo de cozimento em grãos de diferentes variedades de fava (0-10 cm), crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Quantitative Descriptive Analysis. For sensory analysis of appearance, flavor, odor, purchase intentions, global acceptance and changes of appearance sensory attributes after cooking process in raw and cooked grains of different lima bean varieties (0-10 cm). Areia, CCA/UFPB, 2016.30

Tabela 4. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variables related with the physical physico-chemical and sensorial characteristics of raw grains of lima bean. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variables related with the physical, physico-chemical and sensorial characteristics of raw grains of lima bean. Areia, CCA/UFPB, 2016.33

Tabela 5. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variable related with the physical physicochemical and sensorial characteristics of cooked grains of lima. Areia, CCA/UFPB, 2016.34

CAPÍTULO II: COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES VARIEDADES DE GRÃOS DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUS E COZIDOS

Tabela 1. Compostos bioativos e atividade antioxidante total (ABTS•+: µM Trolox.g polpa-1, DDPH: g polpa.g DPPH-1) em grãos crus de diferentes variedades de fava.51

Tabela 2. Perfil de Compostos fenólicos identificados em grãos crus de cinco variedades de fava.58

Tabela 3. Perfil de Compostos fenólicos identificados em grãos de cinco variedades de fava cozida.59

Tabela 4. Perfil de Compostos fenólicos identificados no caldo de cinco variedades de fava.61

Tabela 5. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com os compostos bioativos, atividade antioxidante total (DPPH● e ABTS●+) e perfil de compostos fenólicos de fava crua, cozida e caldo correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). 62

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I: QUALIDADE DE DIFERENTES VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUA E COZIDA

Figura 1. Círculo de autovetores de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava crua e cozida correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). Circles of eigenvectors of variables correlated with physical, physico-chemical and sensorial characteristics of raw and cooked grains of lima bean with first two principal components (CP1 and CP2). Areia, CCA/UFPB, 2016.36

CAPÍTULO II: COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES VARIEDADES DE GRÃOS DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUS E COZIDOS

Figura 1. Teor de antocianinas em grãos de diferentes variedades de fava cozidos e nos seus respectivos caldos.52

Figura 2. Teor de flavonoides amarelos em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.53

Figura 3. Conteúdo total de PET = polifenóis extraíveis totais em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.....54

Figura 4. Atividade antioxidante total (ABTS^{•+}) em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.55

Figura 5. Atividade antioxidante total (g polpa.g DPPH⁻¹) em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.....56

Figura 6. Círculo de autovetores de variáveis relacionadas com os compostos bioativos, atividade antioxidante total (DPPH[•] e ABTS^{•+}) e perfil de compostos fenólicos de fava crua, cozido e caldo correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).63

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

µg	Micrograma	IC	Intenção de compra
%	Porcentagem	ILPC	Intensidade de listras após cozimento
µL	Microlitro	KCl	Cloreto de potássio
µM	Micrômetro	M	Molar
AAT	Atividade antioxidante total	MC	Mastigabilidade da casca
Abs.	Absorbância	MCPC	Mudança de cor após cozimento
ABTS	2,2' - azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)	mg	Miligramas
Ac	Ácido	mL	Mililitro
ADQ	Análise descritiva quantitativa	mM	Milimol
Ads	Adstringência	MS	Massa seca
AG	Aceitação global	N	Nitrogênio
ANOVA	Análise de variância	NaOH	Hidróxido de sódio
ANR	Açúcares não redutores	nm	Nanômetro
ATPC	Aumento de tamanho após cozimento	OV	Fava orelha de vó
CA	Características de aroma	P.A.	Para análise
CE	Fava Cearense	PET	Polifenóis extraíveis totais
CP	Componente principal	pH	Potencial Hidrogeniônico
CR	Casca residual	PL	Presença de listras
DL	Danos leves	ROS	Espécies reativas de oxigênio
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil	rpm	Rotação por minuto
FA	Flavonóides amarelos	RS	Fava rosinha
FB	Fava branca	Rugo	Rugosidade
g	Grama	RX	Fava rosinha
SA	Sabor amilácio	Ss	Sólidos solúveis
SAM	Sabor amargo	UC	Uniformidade da cor
HCl	Ácido clorídrico	UT	Uniformidade do tamanho
HPLC	Cromatografia líquida de alta eficiência	UV Vis	Ultravioleta Visível

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	viii
GENERAL ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. Aspectos gerais sobre a fava (<i>Phaseolus lunatus</i> L.).....	4
3.2. Aspectos Físico-químicos e Nutricionais da Fava	5
3.3. Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante	7
3.4. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	9
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I: Artigo científico.....	19
QUALIDADE DE DIFERENTES VARIEDADES DE FAVA (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) CRUA E COZIDA	19
Resumo	20
Abstract	21
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO II: Artigo Científico.....	41
Resumo:	42
Abstract:.....	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4. CONCLUSÕES.....	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CONCLUSÕES GERAIS	71
APÊNDICES	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

A fava (*Phaseolus lunatus* L.), pertencente à família *Fabaceae* do gênero *Phaseolus*, é uma cultura originada na América Central, mais precisamente da Guatemala, que se adapta bem na maioria das áreas climáticas tendo sido cultivada em grande parte do mundo (Sofi et al., 2013). No Brasil, essa leguminosa é bastante cultivada principalmente em regiões semiáridas, a exemplo do Nordeste brasileiro, constituindo-se nessa região uma importante fonte alimentar e econômica para a população rural (Frazão et al., 2010).

Dessa forma, dentre as principais culturas agrícolas da região Nordeste, a fava tem se destacado nos últimos anos, obtendo em 2014 uma área de produção equivalente a 23.697 ha (IBGE, 2014), com destaque para o estado da Paraíba com 9.913 ha de área plantada, estando seu cultivo associado à agricultura familiar, desempenhando importante papel na diversificação da produção (Ruiz et al., 2013).

Essa leguminosa possui um enorme valor nutricional e proporciona vários benefícios para a saúde humana, sendo considerada em geral uma boa fonte de carboidratos, proteínas, fibra, vitaminas, minerais, flavonoides e antioxidantes (Ulloa et al., 2013; Seidu et al., 2015). Os grãos são consumidos tanto secos como verdes, de forma processada ou cozida em altas temperaturas, sendo que esse processamento pode influenciar positivamente na disponibilidade de nutrientes para o homem e influenciar na liberação de compostos fitoquímicos indesejáveis (Baardseth et al., 2010).

O processamento por meio de fervura e cozimento em altas pressões adequa o sabor e a palatabilidade dos alimentos ao consumo, resultando numa série de mudanças físicas e químicas, que proporcionam a melhoria no sabor, na cor e na disponibilidade de nutrientes e compostos bioativos (Xu & Chang, 2011). Apesar disso, mais informações ainda são necessárias sobre os constituintes dessa leguminosa e das variedades de ocorrência regional, bem como quanto aos atributos de qualidade e aceitação sensorial de aparência e sabor. Desse modo, estudos dessa natureza são importantes na determinação dos fatores pré e pós cozimento que mais influenciam na preferência, sobretudo aqueles determinantes para o sabor.

Adicionalmente estudos sensoriais sobre a preferência por variedades de fava constituem uma ferramenta importante de regulação, consolidação e agregação de valor desse produto no mercado e torna-se parte crucial para o setor produtivo, principalmente para o nordeste brasileiro que tem se destacado na produção e consumo dessa leguminosa.

Assim, uma ferramenta importante para avaliar a escolha de diferentes variedades de fava, por parte do consumidor, é a análise sensorial descritiva quantitativa – ADQ, que é capaz de fornecer o perfil sensorial completo de determinado alimento (Moussaoui & Varela, 2010).

Portanto, estudos relacionados a qualidade pós colheita de variedades de fava é uma estratégia importante para o fortalecimento da cadeia produtiva, visando um aumento na produção e na qualidade do produto final. Dessa forma, a caracterização de características sensoriais e dos atributos de qualidade pós-colheita de variedades de fava podem possibilitar uma maior agregação de valor ao produto, tornando-o mais competitivo, possibilitando sua inserção em mercados mais exigentes e seletivos, aumentando dessa forma o consumo e despertando o interesse para a expansão do cultivo, além do desenvolvimento de tecnologias visando a valorização do consumo de grãos, seja fresco ou desidratado.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a qualidade nutricional e sensorial, compostos bioativos, perfil de fenólicos e atividade antioxidante de diferentes variedades de fava (*Phaseolus lunatus* L.) cru e cozido.

2.2 Específicos

- Avaliar os principais atributos de qualidade pós-colheita em grãos secos de diferentes variedades de fava, crus e cozidos;
- Determinar a composição e a qualidade nutricional da fava crua e cozida;
- Avaliar descritivamente os atributos sensoriais, de aparência e sabor, da fava crua e cozida;
- Identificar o perfil de fenólicos da fava crua, cozida e no caldo;
- Avaliar os compostos bioativos da fava crua, cozida e no caldo;
- Determinar a atividade antioxidante total da fava crua, cozida e no caldo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos gerais sobre a fava (*Phaseolus lunatus* L.)

O gênero *Phaseolus* possui origem Mesoamericana e é de grande interesse devido à sua ampla distribuição e adaptação em diversas regiões do mundo. Dentre as cinco espécies cultivadas desse gênero, o *Phaseolus lunatus* ou fava é amplamente distribuído no norte do México, Caribe, sul dos Estados Unidos, Canadá e América do Sul, bem como em muitas outras regiões do mundo a exemplo de Europa, África e China (Ruiz et al., 2013; Serrano et al., 2010). É uma cultura de subsistência nos trópicos úmidos da América e uma importante fonte alimentar para as populações rurais na América do Sul e África (Silva et al, 2015).

No Brasil, existe aproximadamente 24.651 ha de área plantada de fava, sendo o Nordeste responsável por boa parte dessa produção, possuindo uma área de 23.697 ha dessa cultura (IBGE, 2014). Os principais estados produtores são Paraíba, a qual apresentou naquele ano 9.913 ha sendo dessa forma o maior produtor de fava do Nordeste, seguido de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão (IBGE, 2014).

A principal região produtora do estado é o Agreste com 8.502 ha de área plantada, tendo como destaque o município de Campina Grande com maior produção no estado. Nessa região, a fava se destaca como uma das principais culturas agrícolas, apresentando potencial para fornecer proteína vegetal à população e uma importante alternativa de renda para diversas famílias rurais (Soares et al., 2010). Nessa região, a fava é bastante cultivada, pois apresenta grande adaptação às condições edafoclimáticas onde sua colheita é prolongada, podendo ser realizada nos períodos secos (Cavalcante et al., 2012). Funciona como uma alternativa ao uso de adubos sintéticos, podendo ser usada na rotação de culturas e constituem uma alternativa alimentar e econômica para agricultores familiares. (Köpke e Nemecek, 2010).

A principal forma de cultivo no Nordeste é em regime de sequeiro de forma isolada ou consorciada com outras culturas, com pouco uso de tecnologias, por agricultores familiares, resultando em baixos índices de produtividade e grande oscilação (Oliveira, 2014).

Essa cultura possui plantas herbáceas pertencente à família das Leguminosas, com ciclo anual de produção. Suas sementes podem possuir tamanho grande, pequeno ou médios com formatos variando de achatados a arredondados, sendo uma espécie com produtividade alta, podendo atingir cerca de 1500 kg há⁻¹ (Santos et al., 2002; Santos, 2008; Ruiz et al., 2013). É amplamente utilizada como alimento no mundo, possuindo uma notável fonte de energia e proteínas indispensáveis na nutrição humana, podendo ser consumida como grãos verdes ou secos (Doymaz et al., 2015; Silva et al., 2014). Se caracteriza por possuir uma elevada diversidade genética, grande potencial de produção e adaptação às mais diferentes condições ambientais (Oliveira et al., 2014).

Apesar de ser uma fonte de alimento e renda em todos os Estados nordestinos, observa-se um baixo consumo e uma baixa produtividade de fava nesta região. Isso é devido à tradição no consumo de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L), o sabor amargo dos grãos e o tempo de cocção mais longo, quando comparado ao feijão comum (Santos et al., 2002; Pedroso, 2012).

Outros fatores como a ocorrência de doenças, como a antracnose, a não adoção de tecnologias que visem o aumento da produtividade, a não utilização de adubação de forma adequada e de cultivares adaptadas à região, bem como o uso de sementes nas lavouras originárias de sua própria produção, do comércio local e de trocas entre as comunidades rurais podem ocasionar um baixo rendimento na produção, tornando-se um entrave para a produção.

3.2. Aspectos Físico-químicos e Nutricionais da Fava

As sementes leguminosas, em geral são alimentos com alto teor e excelente valor nutricional, sendo ricas em fibras e nutrientes que promovem vários benéficos para a saúde humana. Isso ocorre devido a um alto teor de carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais, ferro, cálcio e um baixo teor de gordura. Além disso, são consideradas uma fonte de antioxidantes naturais (Baginskya et al., 2013; Duenas et al., 2015; Tosha & Yadab, 2010; Vazquez et al., 2015; Wang et al., 2010). Dessa forma, o consumo do feijão e a inclusão deste em dietas básicas pode resultar em diversos benefícios, com destaque a melhoria da qualidade de vida, podendo combater doenças cardiovasculares e doenças degenerativas das células humanas (Chen et al., 2015).

Dentre os carboidratos presentes em sementes de leguminosas, o amido representa cerca de 22 à 45% e os açúcares apresentam-se entre 6 e 12%. Por outro lado, o teor de

proteínas pode variar entre 17 e 34% (Graham & Vance, 2003; Huma et al., 2008; Sofi et al., 2013). O pH nos grãos de leguminosas pode variar entre 6,23 a 6,47. Essas alterações ocorrem devido as condições de armazenamento inapropriadas, umidade relativa, temperatura e longos períodos de armazenamento (Ribeiro et al., 2005).

O sabor característico dessa leguminosa geralmente é amargo, fator esse que tem limitado o consumo por parte dos brasileiros. Essa característica é comum na fava devido ao alto teor de taninos presente em sua composição, variando entre 8-9% (Oomah et al., 2011). Outro fator importante na cadeia produtiva e na manutenção da qualidade dos produtos vegetais é o armazenamento pós colheita. O armazenamento de feijões, na maioria dos casos, acontece de maneira imprópria, sem as devidas precauções pelo produtor. Dessa forma, o armazenamento sob temperatura inadequada, condições de umidade e luz impróprias ocasionam diversas alterações nas características físicas, químicas e nutricionais dos grãos, provocando a oxidação dos compostos fenólicos, mudanças na cor e sabor, proporcionando um aumento no tempo de preparo desse alimento (Vanie et al., 2014).

Sementes de fava apresentam diversos tamanhos e cores variando de pequenos a grande. Esses atributos variam conforme a variabilidade genética e tem sido reportado uma variação de peso em sementes de diversas variedades de fava entre 15,0 e 88,9 g ou de 31,16 a 49,96 g essa característica muda de acordo com cada cultivar ou variedade estudada (Guimarães et al., 2007; Oliveira et al., 2011).

Os aspectos físicos como tamanho, diâmetro, espessura e textura dos grãos após o cozimento são características que influenciam a preferência na hora da compra, uma vez que a aceitabilidade do consumidor está relacionada à qualidade das propriedades como cozimento e preparo rápido, caldo espesso e grãos macios. O tempo de cocção elevado está associado à impermeabilidade do tegumento à água e a incapacidade do cotilédono de ser hidratado durante o processo de cozimento (Njoroge et al., 2014).

O cozimento auxilia na redução dos compostos antinutricionais presentes nos grãos de leguminosas do gênero *Phaseolus* e ocasiona a perda e/ou redução significativa nos teores de nutrientes e danos nas estruturas físicas dos grãos facilitando a liberação de componentes e agentes nutricionais, tais como os açúcares solúveis, afetando toda a composição nutricional do grão (Huma et al., 2008). Porém, sabe-se que é um processo necessário na digestão, afetando as propriedades sensoriais, proporcionando sabor e

textura aceitável, além de regular e contribuir para uma maior disponibilidade de nutrientes e agentes benéficos a saúde humana (Elmaki et al., 2007; Siah et al., 2014).

Sendo assim, torna-se de extrema importância o desenvolvimento de estratégias que agreguem valor produto e que mantenham sua qualidade nutricional ao longo do período pós-colheita, sendo dessa forma essencial o desenvolvimento de pesquisas que visem o prolongamento da qualidade e que investiguem os aspectos nutricionais e funcionais.

3.3. Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante

Os compostos bioativos são biomoléculas essenciais para a saúde humana, sendo encontrados nos alimentos, principalmente nas frutas e hortaliças. Os principais compostos pertencem ao grupo dos compostos fenólicos, são polifenóis, antocianinas, flavonoides, taninos entre outros (Aaby et al., 2012; Alezandro et al., 2011; Paul, 2007; Wootton-Beard & Ryan, 2011).

Nos últimos anos, esses compostos têm sido objeto de pesquisas, pois desempenham papel fundamental na saúde humana, agindo no combate e prevenção de doenças como hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares e doenças degenerativas das células, como o câncer (Attree et al., 2015; Chen et al., 2015; Vadivel et al., 2011).

O consumo de alimentos com alto teor de compostos bioativos previne a ocorrência de danos causados pelo aumento de radicais livres na célula e tem sido uma alternativa encontrada para reduzir e combater algumas doenças devido aos antioxidantes presentes nesses alimentos, como vitaminas C e E, carotenoides e polifenóis (Bagetti et al., 2011; Zucoloto et al., 2015).

Os compostos fenólicos ou polifenóis estão amplamente distribuídos na natureza e incluem moléculas simples, como os ácidos fenólicos, compostos com peso molecular intermediário, tais como os flavonoides e os polímeros de cadeia longa com um peso molecular elevado (Agostini-Costa et al., 2015). São encontrados em uma grande diversidade de alimentos vegetais e exercem efeitos benéficos diretamente ao corpo humano pela eliminação de radicais livres (Denga et al., 2013).

Comprovadamente, esses compostos atuam na prevenção e/ou inibição do desenvolvimento de muitas doenças crônicas devido aos seus benefícios nutricionais e suas propriedades antioxidantes que são capazes de eliminar os radicais livres presentes nas células (Vadivel et al., 2011). Dentre os diversos alimentos ricos em compostos

bioativos e com atividade antioxidante nas células, as leguminosas do gênero *Phaseolus* têm se destacado, especialmente a fava (*Phaseolus lunatus* L.), por possuir um alto teor de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas (Boudjoua et al., 2013).

A concentração e composição de antocianinas nos alimentos possuem uma demasiada importância para a qualidade dos produtos vegetais pois essas propiciam diversos benefícios para a saúde (Aaby et al., 2012). Na fava, a quantidade de antocianinas presente varia entre 14,82 a 129,72 mg. g⁻¹ do seu conteúdo total (Boudjoua et al., 2013). Esse pigmento é responsável por promover uma melhora na aparência geral, conferindo cor atraente as frutas e legumes (Lachman et al., 2012). Por sua vez, os flavonoides, que são pigmentos fenólicos presentes nos vegetais, em fava variam entre 0,12 a 0,85 mg. g⁻¹ (Boudjoua et al., 2013) ou de 0,2 a 17,3 mg. g⁻¹ (Agostini-Costa et al., 2015).

Os flavanoides são antioxidantes que mais se destacam no grupo dos compostos fenólicos e os que são mais comuns nas fontes naturais (Broinizi et al., 2007). Por essa razão, tem havido grande interesse em pesquisas da composição funcional de vários alimentos, sobretudo aqueles que fazem parte da dieta das populações de baixa renda. Além disso, estudos dessa natureza estão em consonância com outros que elucidam acerca, por exemplo, da biodisponibilidade, estabilidade, encapsulação e entre outros.

Diversos estudos têm apresentado os benefícios dos polifenóis presentes em grãos de leguminosas do gênero *Phaseolus*, atuando como anti-hipertensivo, antioxidantes por combatem o estresse oxidativo nas células (Xu & Chang, 2011). Esses estão associados a efeitos benéficos na saúde humana, e sua composição fenólica nos grãos de fava pode variar de 19,06 a 897,66 mg.kg⁻¹, sendo a catequina, quercetina, naringenina e ácido ferúlico os compostos que mais se destacam nessa cultura (Baginsky et al., 2013; Dueñas et al., 2015).

Dentro desse contexto, essa leguminosa tem sido alvo de estudos que visam combater e reduzir os riscos de várias doenças como câncer, ações anti-inflamatórias e doenças cardiovasculares (Dueñas et al., 2015). Além disso, são responsáveis por diversas ações benéficas no corpo humano e contribuem para as características sensoriais como sabor e odor, boa aparência e perfeitas funcionalidades no produto como um todo (Siah et al., 2014). Dessa forma, fica evidente a importância dos polifenóis tanto do ponto de vista nutricional, quanto funcional por serem antioxidantes naturais presentes em plantas.

3.4. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Nos últimos anos, a análise sensorial vem se destacando no meio tecnológico, tornando-se uma ferramenta científica importante na indústria alimentícia devido à capacidade de gerar informações precisas e reproduzíveis acerca de produtos alimentícios. Por meio dessa técnica é possível determinar a aceitabilidade e o grau de qualidade dos alimentos e produzir informações que recaiam sobre o poder de decisão dos consumidores. Conceitualmente, a análise sensorial é um método científico utilizado para medir, analisar e interpretar as características dos alimentos que possam ser percebidas pelo sentido humano (Pflanzer et al., 2010).

Dentre as principais técnicas de análise sensorial, destaca-se a análise sensorial descritiva quantitativa – ADQ, que é um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial desenvolvido por Stone et al. (1974) com objetivo de avaliar todos os atributos sensoriais presentes no produto em relação à aparência, aroma, sabor e textura.

É uma metodologia sensorial que fornece descrições quantitativa dos produtos com base nas percepções de um grupo de pessoas selecionado, qualificado e treinadas, a fim de fornecer uma descrição completa de um produto e seus atributos, sendo essencial para descrever e tornar um determinado produto competitivo no mercado consumidor (Stone & Sidel, 2004; Moussaoui & Varela, 2010; Mascarenhas et al., 2013).

Essa técnica permite traçar o perfil sensorial dos produtos avaliados, chegando a relevantes conclusões, como quais as características sensoriais e o nível de aceitação pelos consumidores de determinado produto (Moura et al., 2015). Além disso, atua como instrumento de garantia de qualidade do resultado final de determinado produto, é capaz de detectar atributos que não podem ser percebidos por outros instrumentos e revela a individualidade existente para a preferência de certos sabores, aromas, cores e formas (Camilo et al., 2015).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) tem sido adotada no Brasil e no exterior para a avaliação de novos cultivares de feijão, tornando-se, assim, um instrumento de extrema necessidade para os programas de melhoramento, uma vez que o hábito alimentar dos consumidores acerca das propriedades sensoriais é responsável pela geração de conceitos e ideias para a criação e desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos (Mantilla et al., 2012; Oliveira et al., 2013). Atributos como tamanho,

aparência, textura, cor e dimensão dos grãos, podem ser elementos desejáveis em produtos inovadores deste tipo (Camilo et al., 2015).

Dessa forma, essa técnica possui grande importância para a caracterização de diferentes variedades de fava que possuem um potencial tecnológico, porém são pouco exploradas comercialmente no Brasil. Incentivos para seu cultivo associados ao desenvolvimento de tecnologias que garantam uma maior conservação da qualidade do grão, podendo dessa forma proporcionar uma melhor inserção desse produto no mercado consumidor, aumentando o consumo e a comercialização, garantido emprego e renda para os agricultores familiares.

Em síntese, a fava é um alimento bastante aceito pelos consumidores brasileiros, porém seu consumo é considerado baixo, fazendo-se dessa forma necessário estudos e pesquisas visando o aumento da produtividade e da qualidade final de produtos dessa natureza, pois trata-se de uma cultura de grande importância social e econômica que vem proporcionando alimento e renda a diversos agricultores de áreas produtoras e disponibilizando para os consumidores uma ótima fonte nutricional, capaz de proporcionar vários benefícios à saúde. Portanto, é fundamental o seu estudo e sua caracterização, pois informações que subsidiem a sua exploração tornam-se cada vez mais necessários e são instrumentos essenciais para a aceitabilidade do consumidor e estabilidade do produto no mercado.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AABY, K.; MAZUR, S.; NES, A.; SKREDE, G. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 86–97, 2012.

AGOSTINI-COSTA, T.S.; TEODORO, A.F.P.; ALVES, R.B.N.; Braga, L.R.; RIBEIRO, I.F.; SILVA, J.P.; QUINTANA, L.G.; BURLE, M.L. Total phenolics, flavonoids, tannins and antioxidant activity of lima beans conserved in a Brazilian Genebank. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 335-341, 2015.

ALEZANDRO, M.R.; LUI, M.C.Y.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M. Commercial spices and industrial ingredients: evaluation of antioxidant capacity and flavonoids content for functional foods development. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 527-332, 2011.

ATTREEA, R.; DUA, B.; XUA, B. Distribution of phenolic compounds in seed coat and cotyledon, and their contribution to antioxidant capacities of red and black seed coat peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 67, n. 1, p. 448–456, 2015.

BAARDSETH, P.; BJERKE, F.; MARTINSEN, B. K.; SKREDE, G. Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. *napobrassica*) processed by methods used in catering. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 1, p. 1245–1255, 2010.

BAGETTI, M.; FACCO, E.M.P.; PICCOLO, J.; HIRSCH, G.E.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KOBORI, C.N.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, 2011.

BAGINSKY, C.; PEÑA-NEIRA, A.; CÁCERES, A.; HERNÁNDEZ, T.; ESTRELLA, I.; MORALES, H.; PERTUZÉ, R. Phenolic compound composition in immature seeds of

fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, n. 1, p. 1–6, 2013.

BOUDJOUA, S.; OOMAHB, B. D.; ZAIDIA, F.; HOSSEINIANC F. Phenolics content and antioxidant and anti-inflammatory activities of legume fractions. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 1543–1550, 2013.

BROINIZI, P.R.B.; ANDRADE-WARTHA, E.R.S.; SILVA, A.M.O.; NOVOA, A.J.V.; TORRES, R.P.; AZEREDO, H.M.C.; ALVES, R.E.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência. Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGE, R.M.; BONNAS, D.S.; LUZ, J.M.Q.; OLIVEIRA, R.C. Aceitação sensorial de híbridos de milho doce e híbridos de milho verde em intervalos de colheita. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 001-008, 2015.

CAVALCANTE, G.R.S.; CARVALHO, E. M. S.; GOMES, R. L. F.; SANTOS, A. R. B.; SANTOS, C. M. P. M. Reação de subamostras de feijão-fava à antracnose. **Summa Phytopathol**, v. 38, n. 1, p. 329-333, 2012.

CHEN, P X. ; Tang, Y.; MARCONE, M.F.; PAULS, P.K.; ZHANG, B.; LIU, R.; TSAO R. Characterization of free, conjugated and bound phenolics and lipophilic antioxidants in regular- and non-darkening cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 185, n. 1, p. 298–308, 2015.

DENGA, G.F.; LIN, X.; XU, X.R.; GAO, L.L.; XIE, J.F.; LI, H.B Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables. **Journal of functionl foods**, v. 5, n. 1, p. 260–266, 2013.

DOYMAZ, I.; KIPCAK, A. S.; PISKIN, S. Characteristics of Thin-layer Infrared Drying of Green Bean. **Czech Journal Food Science**, v. 33, n. 1, p. 83–90, 2015.

DUEÑAS, M.; MARTÍNEZ,V.C.; LIMÓN, R.I.; PEÑAS, E.; FRIAS, J. Effect of germination and elicitation on phenolic composition and bioactivity of kidney beans. **Food Research International**, v. 70, n. 1, p. 55–63, 2015.

ELMAKI, H.B.; ABDELRAHAMAN, S.M.; IDRIS, W.H.; HASSAN, A.B.; BABIKER, E.E.; El TINAY, A.H. 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.

FRAZÃO, J.E.M.; SANTOS, D.; OLIVEIRA, F.P.; PEREIRA, W.E.; MORAIS, J.F. Morfologia e fenologia de dez variedades de fava nas fases vegetativa e de inflorescência. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 1, p. 18–24, 2010.

GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Legumes: Importance and constraints to greater use. **Plant Physiology**, v. 131, n. 1, p. 872–877, 2003.

GUIMARÃES, W.N.R.; MARTINS, L.S.S.; SILVA, E.F.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 11, n.1, p.37–45, 2007.

HUMA, N.; ANJUM, F. M; SEHAR, S. Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. **Nutrition & Food Science**. v. 38, n. 1, p. 570–577, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. **Produção Agrícola Municipal 2014**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=29&i=P>, acesso em 06/01/2016.

KÖPKE U.; NEMECEK, T. Ecological services of faba bean. **Field Crops Research**, v. 115, n. 1, p. 217-233, 2010.

LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; ORSÁK, M.; PIVEC, V.; HEJTMÁNKOVÁ, K.; PAZDERŮ, K.; DVOŘÁK, P.; ČEPL, J. Impact of selected factors – Cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. **Food Chemistry**, v. 133, n. 4, p. 1107-1116, 2012.

MANTILLA, S.P.S.; SANTOS, E.B.; BARROS, L.B.; Freitas, M.Q. Análise descritiva quantitativa aplicada em mel de abelhas (*apis mellifera*): uma revisão **Colloquium Agrariae**, v. 8, n. 2, p. 75-84, 2012.

MASCARENHAS, R.J.; GUERRA, N.B.; AQUINO, J.S.; LEÃO, P.C. S. Qualidade sensorial e físico-química de uvas finas de mesa cultivadas no submédio são Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 546-554, 2013.

MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SILVA, A.G. Caracterização física e sensorial de pães de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*). **Bioenergia em Revista: diálogos**. v. 5, n. 1, p. 08-28, 2015.

MOUSSAOUI, K.A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis, Food Quality and Preference, **Barking**, v. 21, n. 1, p. 1088–1099, 2010.

NJOROGE, D.M.; KINYANJUI, P.K.; MAKOKHA, A.O.; CHRISTIAENS, S.; SHPIGELMAN, A.; SILA, D.N.; HENDRICKX, M.E. Extraction and characterization of pectic polysaccharides from easy- and hard-to-cook common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Research International**, v. 64, n. 1, p. 314–322, 2014.

OOMAH, B. D.; LUC, G.; LEPRELLE, C.; DROVER, J.C.G.; HARRISON, J.E.; OLSON, M. Phenolics, Phytic Acid, and Phytase in Canadian-Grown Low-Tannin Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 1, p. 3763–3771, 2011.

OLIVEIRA, A. E. S.; SIMEÃO, M.; MOUSINHO, F. E. P.; GOMES, R. L. F. Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em ambiente protegido. **Holos**, v. 01, n. 30, p.143-151, 2014.

OLIVEIRA, F.N.; TORRES, S. B.; BEBEDITO, C.P. Caracterização botânica e agrônômica de acessos de feijão fava, em Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 143-148, 2011.

OLIVEIRA, V.R.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; COLPO, E.; POERSCH, N.L. Perfil sensorial de cultivares de feijão. **Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of. Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 145-152, 2013.

PAUL, M. **Effects of food processing on bioactive compounds**. New Delhi: Gene-Tech Books; 2007. 266 p.

PEDROSO C. **Incidência, controle de doenças de feijão-vagem e anatomia e histoquímica de phaseolus vulgaris e vigna unguiculata resistentes e suscetíveis ao oídio (Erysiphe polygoni)**. (Tese doutorado) Brasília- DF, UnB, Instituto de Ciências Biológicas Departamento de Fitopatologia. 144p, 2012.

PFLANZER, S.B.; CRUZ, A.G.; HATANAKA, C.L.; MAMEDE, P. L.; CADENA, R.; FARIA, J.A.F.; SILVA M.A.A.P. Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 391-398, 2010.

RIBEIRO, H.J.SS.; FERREIRA, S.H.P.; MIYAGUI, D.T. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar iapar 44, após envelhecimento acelerado. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 165-169, 2005.

RUIZ, J.C.R.; CAMPOS, M.R.S.; ANCONA, D.A.B.; GUERRERO, L.A.C. “Encapsulation of *Phaseolus lunatus* Protein Hydrolysate with Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitory Activity,” **Biotechnology**, v. 34, n. 6, p. 1-6, 2013.

SANTOS, D.; CORLETT, F.M.F.; MENDES, J.E.M.F.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SANTOS, J, O. **Divergência genética em feijão-lima (*Phaseolus lunatus* L.)**. Dissertação de Mestrado. Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí. 97p, 2008.

SEIDU, K.T.; OSUNDAHUNSI, O.F.; OLALEYE, M.T.; OLUWALANA, I.B. Amino acid composition, mineral contents and protein solubility of some lima bean (*Phaseolus lunatus* L. Walp) seeds coat. **Food Research International**, v. 73, n. 1, p. 130–134, 2015.

SERRANO, M.L.S.; TORRES, J.H.; VILLAMIZAR, G.C.; DEBOUCK, D.G.; MARÍA I.; SÁNCHEZ, C. Gene pools in wild Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) from the Americas: Evidences for an Andean origin and past migrations. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 54, n. 1, p. 76–87, 2010.

SIAH, S.; WOOD, J.A.; AGBOOLA, S.; KONCZAK, I.; BLANCHARD, C. L. Effects of soaking, boiling and autoclaving on the phenolic contents and antioxidant activities of faba beans (*Vicia faba* L.) differing in seed coat colours. **Food Chemistry**, v. 142, n. 1, p. 461–468, 2014.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, M.G.; SOUZA L. T.; ASSUNÇÃO, I. P.; LIMA, G.A.; MICHEREFF, S.J. Reação de genótipos de feijão-fava a *Sclerotium rolfsii*. **Horticultura brasileira**, v. 32, n. 1, p. 98-101, 2014.

SILVA, V.B.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A.; DIAS, C.T.S.; SILVA, R.N. O. Genetic diversity and promising crosses indication in lima bean (*Phaseolus lunatus*) accessions. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 683-692, 2015.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLDEY, A. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technol**, v. 85, n. 1, p.82-85, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Cap 6 – **Descriptive Analysis**. In: Sensory Evaluation Practices (Third Edition). A volume in Food Science and Technology. Academic Press, San Diego Pages 201–245, 2004.

SOARES, C. A.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; GÂNDAR, F. C. **Aspectos socioeconômicos**. Capítulo 12, p.235-245. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. (Eds.) A cultura do feijão-fava no Meio Norte do Brasil. Teresina: EDUFPI, 272p. 2010.

SOFI, B.A.; WANI, I. A.; MASOODI, F.A.; SABA, I.; MUZAFFAR, S. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of broad bean (*Vicia faba* L.) starch. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n. 1, p. 63-72, 2013.

TOSHA, S. M.; YADAB, S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. **Food Research International**, v. 43, n. 1, p. 450–460, 2010.

ULLOA, J.A.; BONILLA-SÁNCHEZ, C.R.; ORTÍZ-JIMÉNEZ, M.A.; ROSAS-ULLOA, P.; RAMÍREZ-RAMÍREZ, J.C.; ULLOA-RANGEL, B.E. Rehydration properties of precooked whole beans (*Phaseolus vulgaris*) dehydrated at room temperature. **CyTA – Journal of Food**, v. 11, n. 1, p. 94–99, 2013.

VADIVEL, V.; STUETZ, W.; SCHERBAUM, V.; BIESALSKI, H.K. Total free phenolic content and health relevant functionality of Indian wild legume grains: Effect of indigenous processing methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 935–943, 2011.

VANIER, N.L.; RUPOLLO, G.; PARAGINSKI, R.T.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. Effects of nitrogen-modified atmosphere storage on physical, chemical and technological properties of Carioca bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Current Agricultural Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 10-20, 2014.

VAZQUEZ, J.A.R.; ULLOA, J.A.; ULLOA, P.R.; RAMÍREZ, J.C.R. Effect of Dehydration Conditions on the Chemical, Physical, and Rehydration Properties of Instant Whole Bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. Azufrado). **Journal of Chemistry**, v. 2015, Article ID 131357, 11 pages. 2015.

XU, B.; CHANG, S.K.C. Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. **Food Chemistry**, v. 129, n. 1, p. 974–981, 2011.

ZUCOLOTO, M.; KU, K.M.; KUSHAD, M.M.; SAWWAN, J. Bioactive compounds and quality characteristics of five apples cultivars. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 1972-1979, 2015.

WANG, N.; HATCHER, D.W.; TYLER, R.T.; TOEWS, R.; GAWALKO, E.J. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). **Food Research International**, v. 43, n. 1, p. 589–594, 2010.

WOOTTON-BEARD, P.C.; RYAN, L. Improving public health? The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Res Int**, v. 44, n. 1, p. 35-48. 2011

CAPÍTULO I: Artigo científico

QUALIDADE DE DIFERENTES VARIEDADES DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUA E COZIDA

Trabalho em fase de revisão final pelos autores para submissão ao periódico
Horticultura Brasileira

(Qualis/Capes B1 Ciências Agrárias I)

Qualidade de diferentes variedades de fava (*Phaseolus lunatus* L.) crua e cozida

Ricardo de S Nascimento; Silvanda de M Silva; Mariany CA da Silva; Ana L Dantas; Renato P Lima; George Henrique C Guimarães; Djail Santos
Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, 58.397-000, Brasil. E-mail:
ricardosousapb@gmail.com (autor para correspondência), silvasil@cca.ufpb.br,
marianycruz@yahoo.com.br, dantas.ana.lima@gmail.com, renatolima.p@gmail.com
guimaraesghc@hotmail.com, santosdj@cca.ufpb.br

Resumo

A fava (*Phaseolus lunatus* L.) é considerada uma rica fonte de proteínas, fibras e carboidratos, sendo consumida na forma de grãos verdes ou secos cozidos sob altas temperaturas, embora seja essencial para o consumo a técnica do cozimento ocasiona diversas alterações físico-químicas nos grãos. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito do cozimento sobre a qualidade e aspectos sensoriais de diferentes variedades de fava crua e cozida. Grãos secos foram colhidos em plantios comerciais da comunidade Ligeiro no município de Queimadas-PB e transferidos ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB para realização das análises físicas, físico-químicas e sensorial nos grãos crus e cozidos. A pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, correspondente a cinco (5) variedades de fava, denominadas na região como fava Orelha de Vó (OV), Fava Branca (FB), fava Roxinha (RX), fava Rosinha (RS) e fava Cearense (CE), e duas (2) condições (fava crua e cozida). As variedades de fava apresentaram diferenças em sua composição química e físico-química. A fava ‘Orelha de Vó’ apresenta maior massa nos grãos crus e maior firmeza nos grãos cozidos, seu sabor foi considerado amargo e adstringente tendo em consequência a isso uma menor intenção de compra e menor aceitação global entre o painel sensorial. O processo de cocção promove diversas alterações nas propriedades físicas e físico-química de todas as variedades estudadas resultando em mudanças qualitativas e quantitativas na composição total dos grãos cozidos.

Palavras-chave: Aspectos sensoriais, composição, cocção, propriedades físico-químicas

Abstract

The lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) is considered a rich source of protein, fibers and carbohydrates, being consumed as green or dried grains cooked under high temperatures, although it is essential for consumption, the technics of cooking causes several physico-chemical alterations in the grains. In this context, we aimed to evaluate the effect of cooking on the quality and sensory aspects of different varieties of lima bean raw and cooked. The dry grains were harvested in commercial cultivations of Ligeiro community in the municipality of Queimadas-PB and transferred to the Laboratory of Biology and Post-Harvest Technology of Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB for evaluations of physical, physico-chemical and sensorial analysis of the raw and cooked grains. The survey was conducted in completely randomized design in factorial scheme 5 x 2, corresponding to five (5) lima bean varieties, known in the region as Orelha de Vó (OV), Fava Branca (FB), Roxinha (RX), Rosinha (RS) and Cearense (CE), and two (2) conditions (raw and cooked lima bean). The lima bean varieties presented statistical differences in their chemical and physico-chemical composition. The lima bean “Orelha de Vó” showed higher matter in the raw grains and more firmness in the cooked grains, its flavor was considered bitter and astringent, having as a consequence a smaller intention of purchase and less global acceptance among sensory panel. The cooking process promotes several alterations in the physical and physico-chemical properties of all lima bean varieties studied, resulting in qualitative and quantitative changes in the composition of total grain cooked.

Keywords: Sensorial aspects, composition, cooking, physico-chemical properties.

INTRODUÇÃO

A fava (*Phaseolus lunatus* L.) pertencente à família *Fabaceae*, originária da América Central, é amplamente distribuído em toda América do Sul (Serrano-Serrano *et al.*, 2010). Sua produção e cultivo vêm se intensificando em várias partes do mundo nos últimos anos, por ser considerada uma rica fonte de proteínas, fibras, carboidratos, minerais, vitaminas, compostos essenciais à saúde e indispensáveis na alimentação humana (Rosa-Sibakov *et al.*, 2016). No Brasil, a principal região produtora é o Nordeste, com área de 23.697 hectares de produção, tendo o estado da Paraíba como maior produtor desta leguminosa de alto valor agregado. O cultivo tem se destacado na região do agreste, com maior produção no município de Campina Grande (IBGE, 2014).

O cultivo da fava é considerado uma alternativa agrícola, principalmente em regiões de clima seco, pois esta cultura possui mecanismos de tolerâncias à seca e representa uma fonte de alimento e renda para os agricultores dessas áreas (Silva *et al.*, 2014). Assim, como o feijão comum, a fava se caracteriza por possuir uma grande

diversidade de variedades que mudam conforme local, origem, condições ambientais e climáticas (Giménez *et al.*, 2016). Dentre as principais variedades de fava destaca-se como preferida, após o processo de cozimento e condimentação, pelo domínio popular a fava ‘Orelha de Vó’. Tais diferenças ainda não são bem caracterizadas em ensaios de campo e principalmente, em relação à qualidade após a colheita e cozimento, o que permitiria estabelecer padrões específicos de identidade e qualidade para estas variedades, gerando alternativas para agregação de valor.

Além da avaliação de grãos crus, é de grande importância avaliar os grãos de acordo com a forma de consumo, que no caso de fava é consumida no Brasil na forma de grãos verdes ou secos, cozidos sob altas temperaturas, diferentemente de outras regiões do mundo, onde o consumo se dá na forma de grãos verdes processados e enlatados (Petzold *et al.*, 2014).

A cocção é um processo hidrotérmico que ocasiona alterações físico-químicas nos grãos, sobretudo no processo de gelatinização do amido e na desnaturação das proteínas, proporcionando mudanças na textura, resultando no amolecimento dos grãos (Kinyanjui *et al.*, 2015; Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015). Este processo permite a disponibilidade de diversos componentes nutricionais e minimiza fatores antinutricionais como os ácidos fítics e taninos, além de se obter características sensoriais desejáveis (Giménez *et al.*, 2016) mas também pode diminuir a quantidade de compostos nutricionais. Porém, consiste em um processo indispensável para a alimentação.

Dessa forma, estudos que caracterizem os atributos de qualidade, aparência, aceitação e preferência do consumidor por diferentes variedades comerciais de fava, ainda são insuficientes. Por isso, estudos sobre aspectos sensoriais estão associados a preferência do consumidor por variedades de fava, constituindo uma estratégia importante para agregação de valor no mercado e melhoria na cadeia produtiva.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cozimento sobre a qualidade e aspectos sensoriais de diferentes variedades de fava crua e cozida.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos secos de fava foram colhidos de forma manual no período da manhã em plantios comerciais, característicos da agricultura familiar que cultiva fava há mais de quarenta anos na comunidade Ligeiro, município de Queimadas PB, Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião de Campina Grande. Os grãos foram acondicionados

em sacos plásticos dentro de caixas de polietileno e transportados ao Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. No laboratório foram selecionados manualmente para remoção de sujidades e de grãos deformados, quebrados e brocados.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliadas cinco variedades de fava, denominadas na região como fava Orelha de Vó (OV), fava Branca (FB), fava Roxinha (RX), fava Rosinha (RS) e fava Cearense (CE) e duas (2) condições (fava crua e cozida). Para as avaliações físicas foram utilizados 50 grãos (50 repetições) e para as físico-químicas utilizou-se três repetições com 300 g de grãos triturados e homogeneizados.

Para as determinações na fava crua os grãos foram moídos em moinho de rotor tipo ciclone (TE-651/2-TECNAL) até a obtenção de um pó homogêneo em forma de farinha. Enquanto que para as determinações na fava cozido foram embebidas 100 g em 200 mL de água destilada por doze horas sob condições ambiente em Becker de 500 mL, completando-se o volume para realização do cozimento em fogão industrial em panela de pressão durante 20 minutos (Oliveira *et al.*, 2013). Após a cocção, o caldo foi separado dos grãos e as favas cozidas foram homogeneizadas em processador até obtenção de uma pasta.

A massa (g) dos grãos crus e cozidos foi determinada através de pesagem em balança semianalítica UX4200–SHIMADZU. O comprimento, diâmetro e espessura (mm) foram medidos com o auxílio de paquímetro digital. Os sólidos solúveis foram determinados na fava cozida por leitura direta com refratômetro de bancada tipo Abbe digital, ATAGO N1, com controle de temperatura (20 °C) (AOAC, 2005). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado nos grãos de fava crua e cozida utilizando potenciômetro digital (IAL, 2008).

Os glicídios foram determinados conforme IAL (2008) por meio de titulometria, utilizando solução de Fehling A e B com indicador azul de metileno. Para os açúcares redutores (g de glicose.100 g⁻¹) e não-redutores (g de sacarose.100g⁻¹) foram utilizadas 15 g de fava crua e cozida, respectivamente, para um volume final de 100 mL e para a determinação de amido (g. 100g⁻¹) utilizou-se 10 g de fava para um volume final de 250 mL, sendo realizada hidrólise ácida do amido em glicose.

O teor de proteínas totais (g.100g⁻¹) foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl, utilizando-se 0,50 g de fava crua e cozida processados para 0,5 gramas de mistura

catalítica e 10 mL de ácido sulfúrico. A mistura foi colocada em bloco digestor com temperatura inicial de 50 °C até atingir a temperatura máxima de 350 °C, seguida de destilação em micro-Kjeldahl, utilizando ácido bórico à 4%, indicador de titulação e ácido clorídrico 0,1 M, convertendo o nitrogênio da amostra em Nitrogênio protéico (proteína) por meio do cálculo $N \times 6,25$ (fator) (IAL, 2008).

A umidade (%) foi determinada por meio de secagem em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante, utilizando 5 g da amostra triturada e homogeneizada, em cápsula de porcelana previamente tarada. As cinzas (%) foram determinadas por incineração em mufla à 550 °C até obtenção de peso constante, utilizando de 3 g da amostra em cadinho previamente tarado (AOAC, 2005).

Para a avaliação sensorial o projeto foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFPB, sob número de registro CAAE 45784315.9.0000.5188. Foi aplicado o teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (Ellendersen & Wosiack, 2010), com julgadores previamente treinados, utilizando escala estruturada de 0 a 10 cm. Nesta escala, cada avaliador marcou através de um traço vertical a melhor posição que refletisse seu julgamento para cada atributo. Foram utilizadas fichas individuais para os grãos crus, cozidos. O teste foi aplicado em três etapas: seleção e recrutamento de julgadores, treinamento para a ADQ e a ADQ propriamente dita. Inicialmente foram recrutados quinze julgadores, tendo cada um declarado ser consumidor habitual de fava, sendo selecionados dentre estes os julgadores que apresentaram habilidade em discriminar diferentes amostras de fava. Os julgadores aptos foram selecionados por meio de testes de reconhecimento dos sabores básicos: doce, ácido, salgado e amargo e teste de reconhecimento de odores, com no mínimo 50 % de acertos (Barnabé *et al.*, 2007). Em seguida, para determinação das terminologias descritivas foi utilizado o método de rede (“The Kelly Repertory Grid Method”) proposto por Dutcosky (1996).

As amostras foram apresentadas simultaneamente em painel aberto, onde cada avaliador sugeriu termos descritivos relacionados a fava crua e cozida, descrevendo as principais similaridades e diferenças entre as variedades e identificando os principais atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura. A partir dos termos obtidos pelo método de rede detalharam-se as terminologias definidas e aprimoradas pelo grupo. Sob a supervisão de um coordenador foi discutido os termos e elaborada uma ficha de avaliação sensorial contemplando a definição dos termos descritivos que caracterizavam melhor as amostras quanto ao aroma, aparência, textura e sabor. Ao término do

treinamento e com base nos critérios descritos, compuseram a equipe final doze julgadores, com idade entre 18 a 35 anos.

Assim, as características sensoriais avaliadas para a fava crua foram a uniformidade da cor, uniformidade do tamanho, brilho, presença de listras, rugosidade, danos leves, intenção de compra e aceitação global. Enquanto que, para a fava cozida foram avaliadas a uniformidade da cor e tamanho, brilho, mudança de cor após o cozimento, rugosidade, características de aroma, suculência, firmeza, mastigabilidade da casca, casca residual, sabor amargo, adstringência, sabor amilácio. Os grãos crus foram apresentados aos julgadores em placas de Petri e identificadas com três dígitos aleatórios, servidos em cabines sensoriais individuais, com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes.

Para os aspectos de odor, sabor e textura os grãos cozidos foram servidos em recipientes plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos aleatórios, sob temperatura ambiente, em cabines sensoriais individuais com iluminação por meio de lâmpadas vermelhas, acompanhada da ficha para realização do teste. Entre uma amostra e outra os julgadores receberam água e biscoito água e sal, para limpeza das papilas gustativas e cavidade bucal.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias das variedades foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Realizou-se ainda análise de componentes principais (ACP), e para estabelecer as variáveis relacionadas com os Componentes Principais, com base nos autovetores, foi usado o critério de Jolliffe (1972), utilizando o software estatístico SAS[®] 9.3 (2011) para as análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas das variedades de fava crua estão apresentadas na Tabela 1. A maior massa foi observada para a fava ‘Orelha de Vó’, não sendo observada diferenças entre as favas ‘Roxinha’ e ‘Rosinha’. As favas ‘Cearense’ e ‘Branca’ apresentaram massa inferior a fava ‘Orelha de Vó’ e superior as demais. Para Crépon *et al.* (2010), o peso de sementes de fava pode variar de 0,2 a 2,6 g, estando os valores, aqui reportados, dentro dessa faixa, embora fatores como composição química e fatores ambientais, manejo pré e pós-colheita possam afetar o peso dos grãos.

Para o comprimento e diâmetro dos grãos, observou-se que as favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ apresentaram valores superiores às demais, porém não diferiram entre si.

A fava ‘Cearense’ apresentou comprimento e diâmetro inferiores as favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ e superiores as favas ‘Roxinha’ e ‘Rosinha’, sendo essas as variedades de menores grãos dentre as estudadas. Para a avaliação da espessura dos grãos. Os maiores valores foram encontrados para a fava ‘Cearense’. Os grãos das favas ‘Branca’, ‘Roxinha’ e ‘Rosinha’ foram os menos espessos e não diferiram entre si. A variedade Orelha de Vó, apresentou valores intermediários.

As diferenças de peso, comprimento, diâmetro e espessura entre os grãos estão relacionadas com o tipo e a variedade de feijão estudado (Silva *et al.*, 2009). Além disso, essas diferenças podem ser decorrentes das características genéticas de cada variedade ou resultante das condições de plantio e manejo de campo (Crépon *et al.*, 2010), sendo notavelmente, as variedades Orelha de Vó, Cearense e Branca as que apresentam tamanho maior de grãos comparados os das variedades Roxinha e Rosinha.

Após a cocção, observou-se alterações nas propriedades físicas de todas as variedades estudadas (Tabela 1). Esse processo resultou em mudanças qualitativas e quantitativas da composição total dos grãos a exemplo do ganho de massa nos grãos de todas as variedades, porém a fava ‘Orelha de Vó’ apresentou ganho superior às demais. As favas ‘Cearense’ e ‘Branca’ apresentaram valores inferiores de massa à ‘Orelha de Vó’ e superiores às favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’, que não diferiram entre si. Esse aumento da massa relaciona-se com a capacidade de absorção de água pelos grãos, assim como também relatado por Nakitto *et al.* (2015), estudando os efeitos dos métodos de processamento de grãos de feijão, observaram aumento no peso após imersão em água por 12h.

O tamanho dos grãos de todas as variedades avaliadas aumentaram após o cozimento. A variedade Orelha de Vó apresentou um maior aumento de comprimento com o processo de cocção entre as variedades estudadas. As favas ‘Cearense’ e ‘Orelha de Vó’ apresentaram diâmetro similares após o cozimento diferindo das demais. Por sua vez, a fava ‘Cearense’ cozida apresentou a maior espessura do grão em detrimento das demais.

Tabela 1. Características físicas em grãos de diferentes variedades de fava crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Physical characteristics in raw and cooked grains of different lima bean varieties. Areia, CCA/UFPB, 2016.

Avaliações	Grãos Crus				
	Variedades				
	Cearnense	Fava Branca	Orelha de Vó	Rosinha	Roxinha
Massa (g)	0,57c	0,64b	0,72a	0,33d	0,36d
Comprimento (mm)	13,21b	15,58a	15,88a	10,47d	11,33c
Diâmetro (mm)	9,70b	10,48a	10,84a	7,80c	7,94c
Espessura (mm)	6,30a	5,43c	5,96b	5,60c	5,45c
	Grãos Cozidos				
Massa (g)	1,30b	1,32b	1,55a	0,66c	0,73c
Comprimento (mm)	18,12b	18,42b	19,74a	14,00c	14,63c
Diâmetro (mm)	13,05a	9,25c	12,99a	9,65b	9,70b
Espessura (g)	7,77a	5,43d	6,87b	6,32c	6,30c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. ND= não detectado, CE (Cearnense), FB (Fava Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha). Means followed by the same letter do not differ among them by Tukey test at 5% of probability. ND= no detected, CE (Cearnense), FB (Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha). Means followed by the same letter do not differ among them by Tukey test at 5% of probability. ND= no detected, CE (Cearnense), FB (Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha).

Em relação as características físico-químicas dos grãos crus podemos observar de acordo com a Tabela 2 que os teores de cinzas nas variedades de fava crua não diferiram entre si, com valores variando de 3,4 a 4,2%. Esses valores são inferiores aos reportados por Brigide *et al.* (2014), que em diferentes cultivares de feijão constataram uma variação de 4,10 a 4,57%. As variedades Orelha de Vó e Branca apresentaram maior conteúdo de umidade em relação as demais e não diferiram entre si (Tabela 1). Estudo realizado por Ramírez-Cárdenas *et al.* (2008) reportaram umidade variando de 10,74 a 15,38% em diferentes cultivares de feijão, próximos aos reportados neste trabalho. Advíncula *et al.* (2015) constataram uma variação de umidade entre 8,97 a 10,68% em diferentes variedades de fava crua.

Os teores de proteínas nas variedades de fava não diferiram entre si, com valores variando de 19,8 a 21,3 g.100 g⁻¹ (Tabela 1). Valores aproximados foram reportados em feijão preto 23,36 g.100 g⁻¹ por Martínez-Preciado *et al.* (2014) e 20,4 e 22,5 g 100 g⁻¹ em variedades de feijão comum (Sánchez-Arteaga *et al.* 2015).

Por sua vez, os conteúdos de amido presentes nos grãos das variedades de feijões fava não diferiram entre si, com valores entre 17,5 e 32,7% (Tabela 1), sendo este o

componente presente em maiores teores. O conteúdo de açúcares não redutores (ANR), não diferiu entre as variedades, diferentemente do pH, que apresentou valores superiores para a fava ‘Roxinha’ e ‘Cearense’.

Após o processo de cozimento o teor de cinzas, por sua vez, diminuiu, essa diminuição ocorreu devido a lixiviação de minerais para o caldo (Dueñas *et al.*, 2016). A fava ‘Roxinha’ quando cozida diferiu das demais, com maior teor de cinzas (Tabela 2). Em contraste, houve aumento no teor de umidade após o cozimento entre as variedades estudadas sendo que a ‘Cearense’ destacou-se com 67,10%. Isso foi decorrente da absorção de água pelos grãos durante a cocção e durante o tempo de repouso em água (Kinyanjui *et al.*, 2015).

O conteúdo de proteínas totais presente nos grãos diminuiu acentuadamente após o cozimento. Isso ocorreu devido a lixiviação das proteínas para o caldo e sobretudo, pela desnaturação das proteínas após serem submetidas a altas temperaturas (Kinyanjui *et al.*, 2015). As favas ‘Branca’, ‘Roxinha’ e ‘Rosinha’ apresentaram os maiores conteúdos de proteínas sendo a fava ‘Orelha de Vó’ a que apresentou menor conteúdo (2,54 g.100 g⁻¹), representando uma diminuição de aproximadamente 87% em relação a não cozida (Tabela 2).

Os açúcares não redutores (ANR) e o teor de amido diminuíram após o cozimento se comparado com os valores obtidos no material vegetal cru, porém não diferiram entre os grãos das variedades cozidas. Os sólidos solúveis presentes nos grãos cozidos não diferiram para as favas ‘Cearense’ e ‘Roxinha’ as quais diferiram das demais (Tabela 2).

O pH dos grãos cozidos não diferiu entre as variedades de fava (Tabela 2). Contudo, observou-se um aumento do pH nos grãos cozidos. Valores similares de pH foram reportados por Aguilera *et al.* (2011) em feijão cru, sendo constatado um aumento nesses níveis em feijão cozidos.

Portanto, a composição dos grãos das diferentes variedades de fava foram alteradas pelo cozimento. Essas alterações estão associadas a diferenças nas variedades, condições de produção, características das plantas e fatores climáticos (Brigide *et al.*, 2014).

Tabela 2. Características físico-químicas em grãos de diferentes variedades de fava, crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Physico-chemical characteristics in raw and cooked grains of different lima bean varieties. Areia, CCA/UFPB, 2016.

Avaliações	Grãos Crus				
	Variedades				
	Cearense	Fava Branca	Orelha de Vó	Rosinha	Roxinha
Cinzas (%)	3,4a	3,7a	4,2a	3,6a	3,7a
Umidade (%)	14,3c	16,5ab	17,3a	15,1bc	14,7c
Proteínas (g.100 g ⁻¹)	21,2a	21,3a	20,3a	19,8a	20,3a
pH	6,1ab	6,0bc	5,9c	6,0bc	6,2a
Açúcares redutores (g.100 g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND
Açúcares não redutores (g.100 g ⁻¹)	4,0a	3,7a	4,5a	3,2a	4,1a
Amido (%)	32,7a	24,4a	27,3a	17,5a	19,2a
	Grãos Cozidos				
Cinzas (%)	0,87c	1,30b	1,31b	1,42ab	1,52a
Umidade (%)	67,10a	64,72b	61,50c	61,50c	57,52d
Proteínas (g.100g ⁻¹)	6,92b	8,72a	2,54c	9,07a	8,35a
pH	6,46a	6,53a	6,38a	6,33a	6,43a
Açucares redutores (g.100 g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND
Açucares não redutores (g.100g ⁻¹)	1,07a	1,18a	0,95a	1,33a	1,30a
Amido (%)	11,97a	13,77a	15,41a	13,95a	14,87a
SS (%)	14,17a	12,17b	13,33ab	13,08ab	14,17a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. ND= não detectado, SS = sólidos solúveis CE (cearense), FB (fava branca), OV (orelha de vó), RS (rosinha) RX (Roxinha). Means followed by the same letter do not differ among them by Tukey test at 5% of probability. ND= no detected, ss = soluble solids, CE (Cearense), FB (Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha). Means followed by the same letter do not differ among them by Tukey test at 5% of probability. ND= no detected, ss = soluble solids, CE (Cearense), FB (Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha).

As médias dos atributos sensoriais para cada variedade de fava estão dispostos na Tabela 3. Para a fava crua os maiores escores de uniformidade da cor foram observados para as favas ‘Branca’ e ‘Roxinha’, que foram julgadas como de coloração uniforme por possuir cor única (Branca e Roxa). As variedades Cearense e Orelha de Vó, apresentaram valores intermediários (uniformidade regular) enquanto que, a fava ‘Rosinha’ foi considerada pelos julgadores como desuniforme em relação a cor. As variedades de fava Rosinha e Roxinha apresentaram os maiores valores para a uniformidade de tamanho, diferindo estatisticamente das demais variedades.

Para o brilho dos grãos apenas a variedade Cearense apresentou valores superiores as demais, em escala variando de ausente, pouco, regular, moderado e forte, sendo considerado moderado. As favas ‘Rosinha’ e ‘Branca’, por sua vez, não diferiram entre

si quanto ao brilho. Enquanto que as favas ‘Orelha de Vó’ e ‘Roxinha’ foram consideradas de brilho regular.

Para a presença de listras a variedade Orelha de Vó apresentou os escores mais elevados diferindo das demais e a fava ‘Rosinha’ foi classificada como apresentando presença de listras em quantidade inferior a fava ‘Orelha de Vó’ e superiores as demais, sendo este atributo considerado moderado nessa variedade. As favas ‘Cearense’, ‘Branca’ e ‘Roxinha’ não diferiram entre si com julgamentos indicando a ausência de listras.

Tabela 3. Análise Descritiva Quantitativa. Para Atributos sensoriais de aparência, sabor, odor, intenção de compra, aceitação global e mudanças nos atributos sensoriais de aparência após o processo de cozimento em grãos de diferentes variedades de fava (0-10 cm), crua e cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Quantitative Descriptive Analysis. For sensory analysis of appearance, flavor, odor, purchase intentions, global acceptance and changes of appearance sensory attributes after cooking process in raw and cooked grains of different lima bean varieties (0-10 cm). Areia, CCA/UFPB, 2016.

Atributos Sensoriais	Variedades				
	Cearense	Fava Branca	Orelha de Vó	Rosinha	Roxinha
<i>Fava Crua</i>					
Uniformidade da cor	6,28b	8,78a	6,97b	3,96c	9,02a
Uniformidade do tamanho	6,37c	7,38b	6,90bc	8,86a	8,96a
Brilho	7,99a	6,52bc	4,81d	7,05ab	5,24cd
Presença de listras	0,56c	0,96c	9,33a	5,95b	0,59c
Rugosidade	4,71a	2,13b	3,69a	0,95b	1,47b
Danos leves	1,82a	0,78b	1,23ab	0,94b	1,26ab
Intenção de compras	7,76a	8,11a	7,67a	7,90a	8,04a
Aceitação global	7,54a	8,65a	8,01a	8,25a	8,17a
<i>Fava Cozida</i>					
Uniformidade do tamanho	8,45a	8,68a	7,91a	8,58a	8,53a
Uniformidade da cor	8,15ab	11,66a	6,07b	8,38ab	8,35ab
Mudança de cor após cozimento	5,27b	5,68b	6,68ab	7,95a	6,89ab
Brilho	7,35ab	9,21a	7,35ab	4,96b	4,72b
Rugosidade	1,53b	1,78b	1,53b	2,14ab	3,23a
Característica de aroma	8,19a	8,28a	7,49ab	6,87b	6,82b
Suculência	5,98a	4,85a	4,76a	6,12a	5,20a
Firmeza	4,77b	6,03a	6,49a	3,92b	4,87b
Mastigabilidade da casca	5,26a	5,58a	5,89a	5,45a	4,83a
Casca residual	3,34ab	2,85b	3,69ab	4,64a	4,86a
Sabor amargo	2,59b	1,98b	6,45a	2,90b	2,93b

Adstringência	1,56b	1,39b	3,59a	1,82b	2,11b
Sabor amilácio	5,38a	5,16a	4,68a	5,05a	5,37a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CE (cearense), FB (branca), OV (orelha de vó), RS (rosinha) RX (Roxinha). Means followed by the same letter do not differ among them by Tukey test at 5% of probability. CE (Cearense), FB (Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha), RX (Roxinha).

Quanto a rugosidade dos grãos, na ‘Cearense’ e ‘Orelha de Vó’ esse atributo foi mais notado, diferindo das favas ‘Branca’, ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ as quais não diferiram entre si. A presença de danos leves nos grãos não foi percebida como acentuado pelos julgadores, a variedade Cearense apresentou escores maiores, porém não diferiu da ‘Orelha de Vó’ e ‘Roxinha’ as demais variedades ‘Branca’ e ‘Rosinha’ não diferiram entre si, tendo escores menores que 1 para esse atributo (Tabela 3).

Com base nos atributos de aparência dos grãos, os escores para a intenção de compra e aceitação global não diferiram entre as variedades estudadas, embora os maiores valores médios foram obtidos para a variedade Roxinha. A uniformidade de coloração, tamanho e menor rugosidade pode ter contribuído para a aceitação dos grãos.

Para a fava cozida a variedade ‘Branca’ apresentou maior uniformidade da cor, diferindo das demais variedades que, por sua vez, não diferiram entre si. Isso pode ser devido essa fava apresentar apenas uma cor e não possuir listras ou estrias. Em relação ao atributo mudança de cor após cozimento, os maiores escores foram observados sobretudo na variedade Rosinha, que diferiu das demais.

Quanto ao brilho, as favas ‘Cearense’, ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ apresentaram maior uniformidade, diferindo das demais. A fava ‘Roxinha’ cozida apresentou rugosidade mais acentuada em detrimento das demais, porém não diferiu da fava ‘Rosinha’, as demais variedades Orelha de Vó, Branca e Cearense não diferiram entre si. Para o aroma, os maiores escores foram apontados nas favas ‘Cearense’ e ‘Branca’, porém não diferiram da fava ‘Orelha de Vó’ (Tabela 3).

A firmeza dos grãos cozidos avaliado por meio de escala não estruturada de 10 cm não diferiu entre as favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’, sendo estas as variedades que apresentaram firmeza superior e portanto, de menos preferência pelos julgadores, podendo dessa forma ser indicado um tempo maior de cocção para essas variedades. As demais variedades com firmeza inferior, foram consideradas detentoras de firmeza adequada, sob o ponto de vista dos julgadores, para a fava cozida por 20 minutos em panela de pressão doméstica, sendo as preferidas neste atributo.

Para Bertoldo *et al.* (2010), a firmeza dos grãos está relacionada com a interação genótipo e ambiente, manejo de campo e o tempo necessário para a máxima hidratação, bem como o tempo de cocção ao qual o produto foi submetido. Portanto, nas condições deste experimento esses fatores provavelmente influenciaram juntamente com as variedades na firmeza dos grãos. A casca residual esteve mais presente nas variedades Rosinha e Roxinha, que apresentaram valores superiores às demais e não diferiram entre si (Tabela 3).

A fava ‘Orelha de Vó’ apresentou os maiores valores para o atributo sabor amargo. As demais variedades não diferiram entre si para esse atributo, sendo, dessa forma, consideradas livres da presença de sabor amargo após o cozimento. A adstringência foi também maior nessa variedade. O sabor amargo em diferentes intensidades é característico dessa cultura devido ao alto conteúdo de taninos e outros agentes antinutricionais em sua composição, fator esse que algumas vezes dificulta o consumo (Pedroso, 2012; Giménez *et al.*, 2016). A fava geralmente é cozida após trocas sucessivas de água de hidratação para remoção do sabor amargo. Provavelmente, a fava ‘Orelha de Vó’ requer mais trocas sucessivas antes da cocção que as demais variedades.

Com base nas características físicas, físico-químicas e sensorial de fava crua, a Tabela 4 mostra os scores e autovetores, apontando as principais variáveis responsáveis pela variabilidade, a qual foi satisfatoriamente explicada por dois componentes principais, com variância acumulada de 70,12%, sendo 44,57% para o CP1 e 25,55% para o CP2.

Para o CP1, as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre as variedades de fava estudadas foram a massa, comprimento, diâmetro, espessura, amido, uniformidade do tamanho, rugosidade, intenção de compra e aceitação global. Para o CP2, as principais características foram a espessura, cinzas, umidade, brilho, presença de listras e danos leves. As variáveis proteínas, pH, ANR e uniformidade da cor não estiveram presentes em nenhum dos dois componentes por apresentar autovetores baixos, não sendo, portanto, importantes para explicar a variabilidade das variedades de fava analisadas neste trabalho.

Tabela 4. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variables related with the physical physico-chemical and sensorial characteristics of raw grains of lima bean. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variables related with the physical, physico-chemical and sensorial characteristics of raw grains of lima bean. Areia, CCA/UFPB, 2016.

Variáveis	Autovetores	
	CP 1	CP 2
Massa	0,330	-0,115
Comprimento	0,294	-0,180
Diâmetro	0,322	-0,116
Espessura	0,251	0,271
Cinzas	0,165	-0,395
Umidade	0,184	-0,389
Proteínas	0,182	0,167
pH	-0,207	0,220
ANR	0,223	-0,075
Amido	0,311	0,208
Uniformidade da cor	0,021	-0,123
Uniformidade do tamanho	-0,334	-0,130
Brilho	-0,007	0,382
Presença de listras	0,112	-0,273
Rugosidade	0,312	0,198
Danos Leves	0,136	0,349
Intenção de compra	-0,235	-0,068
Aceitação global	-0,242	-0,129
Autovalores	8,02	4,60
Variância acumulada (%)	44,57	70,12

ANR = açúcares não redutores; CP = componente principal; VA = Variância acumulada. Autovetores em negrito são significativos conforme Jolliffe (1972). NRS = not reducer sugars; PC = principal components; AV = accumulated variable

As diferenças observadas para características físicas, físico-químicas e sensorial da fava cozida propiciou a formação de dois componentes principais, com variância acumulada de 75,26 %, sendo 44,60% atribuído às variáveis do CP1 e 30,66% para CP2 (Tabela 5.). Para o CP1, as principais variáveis foram a massa, comprimento, diâmetro, proteínas, ANR, brilho, rugosidade, característica de aroma, firmeza, mastigabilidade da casca e casca residual. Para o CP2, foram umidade, proteínas, pH, amido, uniformidade do tamanho, uniformidade da cor, mudança de cor após cozimento, característica de aroma, sabor amargo, adstringência e sabor amiláceo. As variáveis espessura, SS e

suculência não estiveram presentes em nenhum dos dois componentes por apresentar autovetores baixos e, portanto, não explicam a variabilidade entre as favas estudadas.

Tabela 5. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava cozida. Areia, CCA/UFPB, 2016. Eigenvectors of two principal components (CP1 and CP2) of variable related with the physical physicochemical and sensorial characteristics of cooked grains of lima. Areia, CCA/UFPB, 2016.

Variáveis	Autovetores	
	CP1	CP2
Massa	0,303	-0,013
Comprimento	0,302	-0,008
Diâmetro	0,295	0,027
Espessura	0,085	-0,042
Cinzas	-0,182	-0,180
Umidade	0,194	0,237
Proteínas	-0,215	0,250
pH	0,117	0,265
ANR	-0,285	0,098
Amido	-0,037	-0,301
Ss	-0,075	-0,068
Uniformidade do tamanho	-0,171	0,293
Uniformidade da Cor	-0,033	0,297
Mudança de cor após cozimento	-0,205	-0,225
Brilho	0,259	0,152
Rugosidade	-0,258	-0,044
Característica de aroma	0,240	0,229
Suculência	-0,141	0,114
Firmeza	0,240	-0,094
Mastigabilidade da casca	0,219	-0,116
Casca residual	-0,259	-0,181
Sabor amargo	0,134	-0,330
Adstringência	0,104	-0,345
Sabor amiláceo	-0,137	0,272
Autovalores	10,70	7,36
Variância acumulada	44,60	75,26

ANR = açúcares não redutores; CP = componente principal; SS = sólidos solúveis; VA = Variância acumulada, Autovetores em negrito são significativos conforme Jolliffe (1972). NRS = not reducers sugars; PC = principal components; AV = accumulated variable

A Figura 1 apresenta o círculo de autovetores para as variáveis estudadas e o agrupamento das variedades de fava com base nas variáveis significativamente correlacionadas com o CP1 e CP2 para ambas as condições do grão: cru e cozido. Para

grãos crus, houve a formação de três grupos (G). O G1 foi formado pelas variedades Rosinha e Roxinha, o G2 pela fava ‘Cearense’ e o G3 pelas variedades Branca e Orelha de Vó. As variáveis que mais contribuíram para o agrupamento das favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ foram maior intenção de compra e aceitação global e uniformidade do tamanho, sendo essa última característica a que mais influenciou, visto que essas variedades apresentaram tamanho menor e mais uniforme (Tabela 3). Características essas de extrema importância pois indicam uma agregação de valor e potencial de mercado para essas variedades.

A fava ‘Cearense’ diferenciou-se das demais, formando isoladamente um grupo por apresentar maior incidência de danos leves e uma maior espessura, uma vez que os grãos dessa variedade são mais quebradiços. As favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ formaram o G3 por serem detentoras de características físico-químicas e sensorial em comum como uniformidade da cor, massa, comprimento e diâmetro (Figura 1). Estas variáveis caracterizam as duas variedades, que podem influenciar de forma positiva no mercado consumidor, pois podem influenciar os consumidores que buscam grãos com alto rendimento.

Na condição cozida (Figura 1), o G1 foi formado pelas variedades de fava Rosinha e Roxinha por apresentaram uma maior rugosidade após cozida, maior intensidade na mudança de cor após o cozimento, maior teor de cinzas e maior percepção de casca residual. O G2, formado pelas favas ‘Cearense’ e ‘Branca’, caracterizou-se por apresentarem menor adstringência, menor sabor amargo, maior teor de umidade, brilho, pH e aroma mais intenso.

O G3 foi formado apenas pela variedade Orelha de Vó onde as variáveis, sabor amargo e adstringência, influenciaram para essa separação (Tabela 4 e 5). Estudos realizados por Vilariño *et al.* (2009), Arbid *et al.* (2013) e Giménez *et al.* (2016) constatam que a concentração de taninos e de outros compostos antinutricionais presentes na composição dos grãos se concentram geralmente no tegumento, podendo influenciar no sabor, conferindo-os um sabor mais amargo e uma maior adstringência.

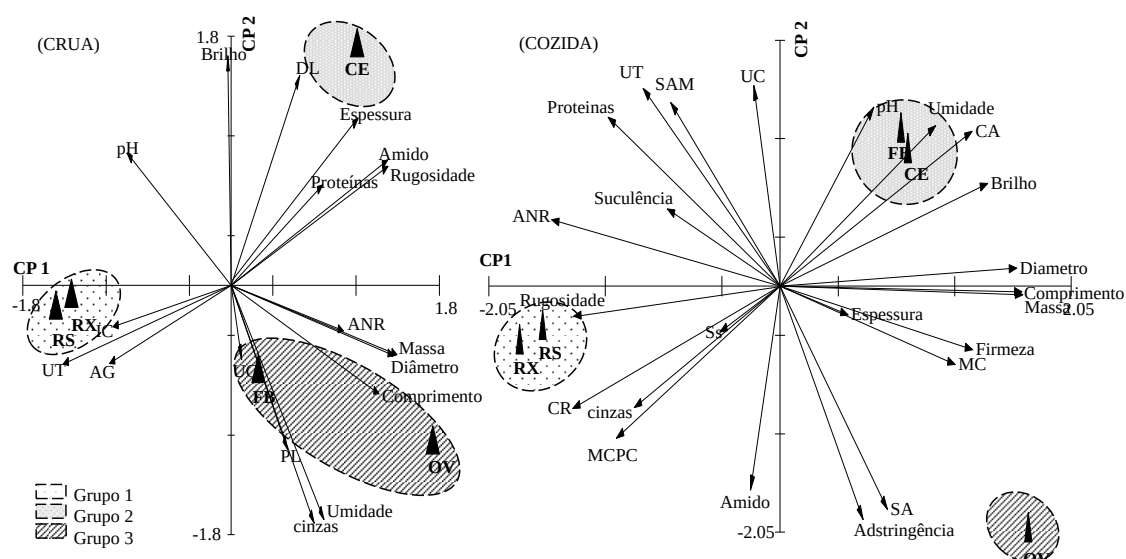


Figura 1. Círculo de autovetores de variáveis relacionadas com as características físicas, físico-química e sensorial de fava crua e cozida correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). Circles of eigenvectors of variables correlated with physical, physico-chemical and sensorial characteristics of raw and cooked grains of lima bean with first two principal components (CP1 and CP2). Areia, CCA/UFPB, 2016.

CE = Cearense; FB = Fava Branca; OV = Orelha de Vó; RS= Rosinha; RX = Roxinha;; ANR = açúcares não redutores; Ss = sólidos solúveis; DL = danos leves; UC = uniformidade da cor; UT = uniformidade do tamanho; PL = presença de listras; Rugo = rugosidade; CA = características de aroma; MC = mastigabilidade da casca; Ads = Adstringência; SA = Sabor amilácio; SAM = Sabor amargo; CR = casca residual; IC = intenção de compra; AG= aceitação global; MCPC = mudança de cor após cozimento; CP = componentes principais. CE = Cearense; FB = Branca; OV = Orelha de Vó; RS = Rosinha; RX = Roxinha; ANR = not reducer sugars; Ss = soluble solids; LD = light damages; CU = coloration uniformity; SU = size uniformity; SP = stripes presence; Rugo = roughness; CA = characteristics of aroma; CS = chewiness of the shell; Ast = Astringency; SF = starchy flavor; BF = Bitter flavor; RS = residual shell; PI = purchase intent; GA = global acceptance; CCAC = changes of coloration after cooking; PC = principal components.

Por fim as variedades de fava estudadas não apresentam diferenças em sua composição para os teores de cinzas, proteínas e carboidratos quando analisadas cruas. No entanto a variedade Orelha de Vó apresentou as melhores características físicas, massa, comprimento e diâmetro quando avaliada crua.

O processo de cocção promoveu diversas alterações nas propriedades físicas de todas as variedades com destaque para a fava ‘Orelha de Vó’ que apresentou maior massa, comprimento e diâmetro. Esse processo ocasionou redução nos teores de cinzas, proteínas e carboidratos para todas as variedades.

As variedades de fava cruas não apresentaram diferenças para os atributos aceitação global e intenção de compra.

Os principais discriminadores das variedades de fava crua foram massa, comprimento, diâmetro, danos leves, intenção de compra e aceitação global. Para os grãos cozidos, foram o brilho, rugosidade, aumento de tamanho após o cozimento, sabor amilácio e adstringência.

REFERÊNCIAS

- ARBID, M.S.; KORIEM, K.M.; ASAAD, G.F.; MEGAHED, H.A. 2013. Effect of the antibiotic neomycin on the toxicity of the glycoside vicine in rats. *Journal of toxicology* 91: 1-8.
- AGUILERA, Y.; ESTRELLA, I; BENITEZ, V.; ESTEBAN, R.M.; MARTÍN-CABREJAS, M.A. 2011. Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. *Food Research International* 44: 774 -780.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2005. *Official methods of analysis of the AOAC*. 18. ed. Washington: AOAC. 1115p.
- BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G.; BOLINI, H. M. A. 2007. Análise Descritiva Quantitativa de Vinhos Produzidos com Uvas Niágara Rosada e Bordô. *Brazilian Journal of Food Technology* 10: 122-129.
- BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; BARILI, L.D.; VALE, N.M.; COAN, M.M.D.; OLIVEIRA, A.F.; SOLDI, V. 2010. Emprego de polímeros na qualidade tecnológica de grãos de feijão sob condições de armazenamento. *Semina: Ciências Agrárias* 31: 975-984.
- BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SILVA, M.O. 2014. Nutritional characteristics of biofortified common beans. *Food Science and Technology*, 34: 493-500.
- CRÉPON, K.; MARGET, P.; PEYRONNET, C.; CARROUÉ, B.; ARESES, P.; DUC, G. 2010. Nutritional value of bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research* 115: 329-339.
- DUEÑAS, M.; SARMENTO, T.; AGUILERA, Y.; BENITEZ, V.; MOLLÁ, E.; ESTEBAN, R. M.; MARTÍN-CABREJAS, M. A. 2016. Impact of cooking and

- germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). *LWT-Food Science and Technology* 66: 72-78.
- DUTCOSKY, S. D. 1996. *Análise sensorial de Alimentos*. Curitiba: Champagnat. 123p.
- ELLENDERSEN, L.S.N; WOSIACKI, G. 2010. *Análise sensorial descritiva quantitativa: estatística e interpretação*. Ponta Grossa: UEPG. 83p.
- IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: IAL, 1 ed. digital. 1020p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. *Produção Agrícola Municipal* 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=29&i=P>.
- JOLLIFFE, I.T. 1972. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C: Applied statistics* 21: 160-173.
- KINYANJUI, P.K.; NJOROGI, D.M.; MAKOKHA, A.O.; CHRISTIAENS, S.; NDAKA, D.S.; HENDRICKX, M. 2015. Hydration properties and texture fingerprints of easy- and hard-to-cook bean varieties. *Food Science & Nutrition* 3:39-47.
- MARTÍNEZ-PRECIADO, A.H.; ESTRADA-GIRÓN, Y.; GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, A.; FERNÁNDEZ, V.V.A.; MACÍAS, E.R.; SOLTERO, J.F.A. 2014. Physicochemical, morphological and rheological properties of canned bean pastes “negro Queretaro” variety (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science and Technology* 51: 1795-1805.
- NAKITTO, Aisha M.; MUYONGA, John H.; NAKIMBUGWE, Dorothy. 2015. Effects of combined traditional processing methods on the nutritional quality of beans. *Food science & nutrition* 3:233-241.

- OLIVEIRA, V.R.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; COLPO, E.; POERSCH, N.L. 2013. Perfil sensorial de cultivares de feijão. *Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of Food and Nutrition* 24:145-152.
- PETZOLD, G.; CARO, M.; MORENO, J. 2014. Influence of blanching, freezing and frozen storage on physicochemical properties of broad beans (*Vicia faba* L). *International Journal of Refrigeration* 40: 429–434.
- PEDROSO C. 2012. *Incidência, controle de doenças de feijão-vagem e anatomia e histoquímica de phaseolus vulgaris e vigna unguiculata resistentes e suscetíveis ao oídio (Erysiphe polygoni)*. Brasília- DF, UnB, Instituto de Ciências Biológicas Departamento de Fitopatologia. 144p (Tese doutorado)
- RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A.J.; COSTA, N.M.B. 2008. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 200-213.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D.A.; CECOM, P.R. 2008. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. *Ciência agrotécnica* 32: 517-524.
- ROSA-SIBAKOV, N.; HEINIO, R.L.; CASSAN, D.; MANTILA, U.H.; MICARD, V.; LANTTO, R.; SOZER, N. 2016. Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. *LWT - Food Science and Technology* 67: 27–36.
- SÁNCHEZ-ARTEAGA, H.M.; URÍAS-SILVAS, J.E.; ESPINOSA-ANDREWS, H.; GARCÍA MÁRQUEZ, E. 2015. Effect of chemical composition and thermal properties on the cooking quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *CyTA - Journal of Food* 13: 385–39.
- SERRANO-SERRANO, M. L.; TORRES, J.H.; VILLAMIZAR, G.C.; DEBOUCK, D.G.; SÁNCHEZ, M.I.C. 2010. Gene pools in wild Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) from the Americas: evidences for an Andean origin and past migrations. *Molecular phylogenetics and evolution* 54: 76–87.

617
618 SILVA, J.A.; OLIVEIRA, M.G.; SOUZA L. T.; ASSUNÇÃO, I. P.; LIMA, G.A.;
619 MICHEREFF, S.J. 2014. Reação de genótipos de feijão-fava a *Sclerotium rolfsii*.
620 *Horticultura brasileira* 32: 98-10.
621
622 SILVA, A.G.; ROCHA, L.C.; CANNIATTI BRAZACA, S.G. 2009. Caracterização
623 físico-química, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijão comum
624 (*phaseolus vulgaris* L.). *Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of. Food and*
625 *Nutrition* 20: 591-598.
626
627 VILARIÑO, M.; MÉTAYERA, J.P.; CRÉPON, K.; DUC, G. 2009. Effects of varying
628 vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on
629 nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology* 150:
630 114–121.
631
632

CAPÍTULO II: Artigo Científico

COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES VARIEDADES DE GRÃOS DE FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) CRUS E COZIDOS

Compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes variedades de grãos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) crus e cozidos

Ricardo de S Nascimento¹; Silvanda de M Silva²; Mariany CA da Silva³; Ana L Dantas⁴; Renato P Lima¹; Alex Sandro Bezerra de Souza¹; Bruno Raniere L.A. Meireles³; Ângela Maria T.M. Cordeiro⁵

1 Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFPB) Areia-PB, 58.397-000, Brasil. E-mail: ricardosousapb@gmail.com (autor para correspondência); renatolima.p@gmail.com; lexsandro2012@gmail.com

2 Prof^a. Ph.D., Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais (UFPB-CCA-DCFS) silvasil@cca.ufpb.br

3 Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, marianycruz@yahoo.com.br, bruno_meireles7@hotmail.com

4 Pós-Doutorado/PNPD, Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, PPGA/CCA/UFPB. dantas.ana.lima@gmail.com,

5 Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. atribuzycordeiro@gmail.com

Resumo:

A fava *Phaseolus lunatus* L. é uma planta herbácea que apresenta em sua composição uma notável fonte de compostos funcionais, polifenóis, ácidos fenólicos, antocianinas e flavanoides. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os compostos bioativos e atividade antioxidante de diferentes variedades de fava, indicando as principais alterações decorrentes do cozimento dos grãos, bem como a composição do grão cozido e do caldo. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado com três repetições, sendo realizado em dois ensaios: 1) Caracterização de grãos de cinco variedades de fava cruas; 2) Avaliação da fava cozida realizado em esquema fatorial 5×2, sendo 5 variedades de fava e 2 porções após o cozimento (grãos e caldo). As variedades de fava avaliadas foram fava ‘Orelha de vó’ (OV), ‘fava Branca’ (FB), fava ‘Roxinha’ (RX), fava ‘Rosinha’ (RS) e fava ‘Cearense’ (CE). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias entre variedades foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), e entre as porções (grãos e caldo) foram comparadas pelo teste t ($p \leq 0,05$). As variedades de fava de coloração mais escura, ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’, apresentaram em sua composição nos grãos crus, cozidos e caldos um maior conteúdo de ácidos fenólicos, antocianinas e flavonoides, bem como maior atividade antioxidante. Nas variedades analisadas foi constatado uma diminuição nos compostos bioativos ocasionados pelo processo de cocção. Além disso, estas continham ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 dihidroxibenzoico e ácido 4 hidroxibenzoico como principais ácidos fenólicos em sua composição, os principais flavonoides detectados por meio de HPLC nos grãos foram catequina, crisina e miricetina.

Palavras-chave: Fava, cozimento, compostos funcionais, HPLC.

Abstract:

The lima bean *Phaseolus lunatus* L. is an herbaceous plant which presents in its composition a remarkable source of functional compounds, polyphenols, phenolic acids, anthocyanin and flavonoids. In this sense, the objective of the present work was to evaluate the bioactive compounds and antioxidant activity of different lima bean varieties, indicating the main alterations arising from the cooking of the grains, as well as the composition of grain cooked and the juice. The experiment was conducted in completely randomized design with three replicates, and realized in two tests: 1) Evaluation of lima bean cooked realized in factorial scheme 5x2, being 5 lima bean varieties and 2 portions after cooking (grains and juice). The varieties evaluated were 'Orelha de Vó' (OV), 'Branca' (FB), 'Roxinha' (RX), 'Rosinha' (RS) and 'Cearense' (CE). The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the averages among varieties were compared by Tukey test ($p \leq 0,05$), and between portions (grains and juice) were compared by t test ($p \leq 0.05$). The lima bean varieties with darkest coloration, 'Rosinha' and 'Roxinha', presented in the composition of their grains raw, cooked and juice higher content of phenolic acids, anthocyanin and flavonoids, as well as higher antioxidant activity. In the varieties analyzed was found a decrease in the bioactive compounds caused by the cooking process. In addition, these contained 2,5-dihydroxybenzoic Ac, 3,4-dihydroxybenzoic Ac and 4-hydroxybenzoic Ac as main phenolic acids, the main flavonoids detected by HPLC in the grains were catechin, chrysin and myricetin.

Keywords: lima bean, cooking, functional compounds, HPLC.

1. INTRODUÇÃO

Phaseolus lunatus L. é uma planta herbácea pertencente à família das leguminosas que tem ganhado espaço na agricultura em diversas regiões do mundo, destacando-se entre os alimentos vegetais por possuírem uma excelente qualidade nutricional para o consumo (Seidu et al., 2015). No Brasil atualmente a área plantada é de 24.651 hectares de fava, sendo o Nordeste responsável por boa parte dessa produção com uma área de 23.697 hectares, com destaque para o estado da Paraíba com maior produção (IBGE, 2014).

Adicionalmente, a fava tornou-se uma imprescindível alternativa de alimento e renda aos produtores dessas áreas, constituindo um importante item alimentar para as populações urbanas e rurais (Soares et al., 2010; Silva et al., 2014). Por se adaptar ao clima e solo da região semiárida, essa cultura se destaca como uma das principais atividades agrícolas, porém a principal forma de cultivo é em regime de sequeiro de forma anual e consorciado com outras culturas por agricultores familiares, com pouco uso de tecnologias, resultando em baixos índices de produtividade e grande oscilação na produção (Oliveira, 2014; Barreiro Neto et al., 2015).

Esta leguminosa apresenta em sua composição uma notável fonte de energia e proteínas indispensáveis à alimentação humana, bem como carboidratos, vitaminas, fibra e minerais (Ulloa et al., 2013), apresentando-se como uma importante fonte de compostos funcionais. Nesse contexto a fava também tem sido investigado por seu alto conteúdo de compostos fenólicos, destacando-se entre esses, os polifenóis, ácidos fenólicos, antocianinas e flavanoides, os quais apresentam elevada capacidade de captura de radicais livres, atuando como agente antioxidante nas células, proporcionando diversos benefícios e efeitos significativos para a saúde humana (Xu & Chang, 2011; Boudjou et al., 2013; Dueñas et al., 2015).

A principal forma de consumo e preparo da fava ocorre com grãos ainda verdes ou secos, cozidos sob altas temperaturas. Processo esse, que contribui para a redução acentuada ou elimina totalmente compostos antinutricionais presentes na composição dos grãos, no entanto ocasiona reduções relevantes e efeitos significativos nos compostos fenólicos (Martin-Cabrejas et al., 2009; Luo et al., 2009). Esse fato pode ser resultado da lixiviação desses compostos após o processo de embebição em água seguido de cozimento (Rawson et al., 2010; Osman et al., 2014), porém, torna-se uma técnica essencial e benéfica para o consumo humano, se fazendo necessário para se obter a firmeza considerada ideal para o consumo, contribuindo para a

melhoria dos atributos sensoriais além de eliminação de compostos antinutricionais (Oliveira et al., 2013).

No entanto, muitas vezes o processo de cozimento resulta em um aumento nos compostos funcionais no alimento, fator esse que pode ser justificado a partir do rompimento da parede celular durante o processamento ou a quebra de compostos fenólicos insolúveis quando submetidos a processos dessa natureza, mostrando que houve uma maior extração desses a partir do cozimento, elevando dessa forma sua quantidade e disponibilizando para o organismo (Multari et al., 2015).

Nesse contexto, alguns trabalhos reportam mudanças e alterações no valor nutricional dos alimentos após o processo de cozimento (Boateng et al., 2008; Blessington et al., 2010; Korus et al., 2011; Xu et al., 2014), se fazendo necessário estudos que caracterizem e apontem as principais mudanças ocorridas após esse processo, indicando qual a melhor forma e tempo de preparo para o consumo. Contudo, objetivo do presente trabalho foi avaliar os compostos bioativos e atividade antioxidante de diferentes variedades de fava (*Phaseolus lunatus* L.), indicando as principais alterações decorrentes do cozimento nos grãos, bem como a composição do grão cozido e do caldo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se grãos secos de cinco variedades de fava denominadas na região como fava ‘Orelha de Vó’ (OV), ‘Fava Branca’ (FB), Fava ‘Roxinha’ (RX), Fava ‘Rosinha’ (RS) e Fava ‘Cearense’ (CE). Os grãos foram colhidos de forma manual no período da manhã em plantios comerciais da comunidade Ligeiro no município de Queimadas-PB na Mesorregião do Agreste paraibano e Microrregião de Campina Grande. Esses foram acondicionados em sacos plásticos e, em seguida, em caixas de polietileno e transportados ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. No laboratório estes, foram selecionados manualmente para remoção de sujidades e de grãos deformados, quebrados e brocados.

Para as determinações na fava crua, os grãos foram moídos em moinho de rotor tipo ciclone (TE-651/2-TECNAL) até a obtenção de um pó homogêneo em forma de farinha, enquanto que, para as determinações na fava cozida foram embebidos 100 g de cada variedade em 200 ml de água destilada por 12 horas a 24 °C em Becker de 500 mL, completando-se o volume para realização do cozimento em fogão industrial em panela de pressão durante 20

minutos (Oliveira et al., 2013). Após a cocção o caldo foi separado dos grãos e as favas cozidas foram homogeneizadas em processador até obtenção de uma pasta.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado com três repetições (todas as avaliações foram realizadas em triplicatas). O estudo foi realizado em dois ensaios: 1) Caracterização de grãos de cinco variedades de fava crua; 2) Avaliação da fava cozida realizado em esquema fatorial 5×2 , sendo 5 variedades de fava e 2 porções após o cozimento (grãos e caldo).

Os teores de flavonoides amarelos ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e antocianinas totais ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) foram determinadas por espectrofotometria a 374 e 535 nm, respectivamente, de acordo com a metodologia de Francis (1982). O extrato fenólico para determinação dos polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante e perfil de fenólicos foi obtido por extração fenólica conforme metodologia utilizada por Dantas et al. (2015a), sendo utilizado 1 g de farinha de fava crua, 2 g de fava cozida e 3 g de caldo, adicionou-se 4 mL de metanol 50% e agitou-se com agitador vórtex por 60 segundos, deixou-se descansar por 1 hora para extração e centrifugou-se por 20 minutos a 9.000 rpm. Após isso, o sobrenadante foi retirado e armazenado. Ao resíduo foi adicionado 4 mL de acetona 70%, seguido de agitação e repouso por 1 hora, e novamente centrifugado por 20 minutos a 9.000 rpm. O sobrenadante foi retirado e adicionado ao primeiro sobrenadante, completando o volume para 10 mL com água destilada. Todo procedimento foi realizado na ausência de luz.

Para a determinação do conteúdo de polifenóis extraíveis totais (PET) ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), conforme Dantas et al. (2015a), utilizou-se diferentes diluições do extrato fenólico para as variedades (cruas, cozidas e caldos), variando de 100 a 600 $\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$ baseado na linearidade da curva padrão de ácido gálico (0 a 50 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$). Essas diluições foram acrescidas de 1 mL do reagente de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se o tubo de ensaio, deixando-o descansar por 30 minutos ao abrigo de luz e em seguida realizou-se leitura em espectrofotômetro (GenesysTM 10S UV-VIS), a 700 nm.

A determinação da atividade antioxidante total (AAT) através da captura do radical ABTS^{•+} (μg de Trolox. g^{-1} polpa) foi realizada de acordo com metodologia descrita por Dantas et al. (2015b), preparando-se o radical pela mistura de 5 mL da solução de ABTS 7 mM com 88 μL da solução de persulfato de potássio 140 mM, repousando em temperatura ambiente por 16 horas na ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS^{•+}, antes do ensaio, esse foi diluído em álcool etílico até absorvância de $0,700 \pm 0,05$ a 734 nm. A partir do extrato fenólico foram preparadas três diluições, com base na curva padrão do Trolox (100 a 2000 μM),

respeitando a faixa de linearidade da curva. Assim, tomou-se 10, 20 e 30 μL do extrato e completou-se o volume final com água destilada para 30 μL . A essa diluição adicionou-se 3,0 mL de radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, diluído, realizando-se a leitura da absorbância em até 6 minutos, a 734 nm.

A determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH (1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil) seguiu adaptações de Dantas et al. (2015a). Brevemente, foram preparadas três diluições em triplicatas a partir do extrato fenólico para cada variedade de fava, tendo como base a curva padrão do DPPH (0-0,06 mM, em metanol PA), sendo ajustadas concentrações diferenciadas para cada variedade e condição (crua, cozida e caldo) num intervalo de 100 a 1000 $\mu\text{L}.\text{mL}^{-1}$. De cada diluição foi adicionada uma alíquota de 100 μL para 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM). Como controle, utilizou-se 100 μL da solução controle (40 mL de álcool metílico 50% + 40 mL de acetona 70% + 20 mL de água) ao invés do extrato fenólico. As misturas foram incubadas a temperatura ambiente por tempos diferenciados para cada variedade e condição (crua, cozida e caldo), variando de 15 min a 3h, determinados através da leitura (515 nm) em espectrofotômetro, monitoradas a cada minuto até estabilização da absorbância. A ATT ($\text{g de polpa.g DPPH}^{-1}$) foi calculada estimando EC_{50} (quantidade da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH).

Para a identificação e perfil de compostos fenólicos a extração foi realizada através de adaptações na metodologia descrita por Dantas et al. (2015a). Pesou-se 5 g de fava crua, cozida e caldo de cada variedade e realizou-se duas extrações. Na primeira extração adicionou-se 20 mL de metanol 50% nas amostras, sendo homogeneizadas em Turatec - TECNAL TE-102- á 21.500 rpm durante 1 minuto, por seguinte, a mistura (amostra/solvente) foi deixada em repouso por uma hora para a extração (temperatura ambiente) e centrifugada à 9.000 rpm por 15 min a 25 °C. Após isto, o sobrenadante foi retirado, sendo colocado em tubo Falcon devidamente protegido pela luz. O precipitado foi encaminhado para a próxima extração. Na segunda extração adicionou-se 20 mL de acetona 70% ao precipitado, sendo homogeneizados em Turatec - TECNAL TE-102 á 21.500 rpm durante 1 minuto, por seguinte, a mistura (amostra/solvente) foi deixada em repouso por uma hora para a extração (temperatura ambiente) e centrifugada á 9.000 rpm por 15 min a 25 °C. Após isto, o sobrenadante foi adicionado e misturado ao primeiro. Em seguida, foram colocados em almofariz e levados para estufa onde o solvente foi removido na temperatura de 40 °C. Para a injeção no HPLC os extratos foram suspensos em água na concentração de 5mg. mL^{-1} .

Para a avaliação do perfil fenólico utilizou-se cromatografia líquido de alta eficiência em fase reversa, no módulo de separação (LC-20 AT, Shimadzu Corporation, Japão) equipado com uma coluna C18 (SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column, 250 x 4,6 mm, tamanho de partícula 5 µm, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e um detector UV-VISÍVEL a 280 nm (Rheodyne, EUA). As amostras foram eluídas em um sistema gradiente que consistem nas seguintes fases móveis: solvente A (2% de ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila: metanol, 2:1, v/v), em fluxo constante de 1 mL.min⁻¹. A temperatura da coluna foi mantida a 40 °C e o volume de injeção foi de 20 µL (Prasad et al., 2009).

O sistema de gradiente foi iniciado a partir de 90% de A em 0 min, a 80% de A em 10 min, 70% de A em 15 min, 60% de A em 25 min, 50% de A de 30 a 40 min, 75% de A em 42 min e 90% de A em 44 min (Prasad et al., 2009). Os picos dos compostos fenólicos foram monitorados a 270 nm. Os espectros de absorção UV-Vis foram registrados em linha entre 200 e 600 nm, durante a análise por HPLC. A identificação dos compostos fenólicos foi obtida por comparação com os tempos de retenção dos padrões e os resultados foram expressos em µg.100 g⁻¹ de feijão. Para a quantificação dos compostos fenólicos considerou-se que a área total obtida no espectro do HPLC representa 100% dos polifenóis extraíveis totais da amostra, sendo que a abundância relativa dos compostos fenólicos individuais foi calculada pela seguinte equação: Abundância relativa (mg.100g⁻¹ de feijão) = AFI x PET/100, onde AFI = área percentual dos compostos fenólicos individuais; PET= polifenóis extraíveis totais.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias entre variedades foram comparadas pelo teste de Tukey (p≤0,05), e entre as porções (grãos e caldo) foram comparadas pelo teste t (p≤0,05), realizou-se ainda análise de componentes principais (ACP) e para estabelecer as variáveis relacionadas com os Componentes Principais, com base nos autovetores, foi usado o critério de Jolliffe (1972). Utilizou-se o software estatístico SAS 9.3 (2011) para as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de antocianinas nos grãos crus de fava ‘Roxinha’ foi superior ao das demais variedades. As variedades Orelha de Vó e Rosinha não diferiram entre si, porém seus conteúdos de antocianinas foram superiores aos encontrados para as favas ‘Cearense’ e ‘Branca’, que apresentaram menor conteúdo (Tabela 1). O conteúdo superior na fava ‘Roxinha’ é revelado na sua coloração roxa, enquanto que as favas ‘Cearense’ e ‘Branca’, com conteúdos bem

inferiores, possuem cores mais claras. As antocianinas são compostos presentes em frutos e hortaliças, responsáveis pela sua pigmentação, podendo variar em dependência da cor e das condições de cultivo dos grãos (Han et al., 2015). Lin et al. (2008) constataram, que grãos com coloração mais escura apresentam maior teor de antocianinas, sendo esses compostos responsáveis pela cor dos grãos.

Os teores de antocianinas totais encontrados neste trabalho para as diferentes variedades de fava, nos grãos crus, foram inferiores aos reportados para feijão Azuki (*Phaseolus angularis*) por Han et al. (2015), que encontraram teores variando de 2,78 a 9,73 mg. 100 g⁻¹ de peso seco. Em grãos de fava Boudjou et al. (2013), analisando diferentes métodos de extração de antocianinas reportaram variação de 1,48 a 1,93 mg. 100 g⁻¹ de peso seco.

Por outro lado, os conteúdos de antocianinas para as variedades avaliadas neste trabalho são próximos aos reportados para diferentes genótipos de feijão comum por Akond et al. (2011), com valores variando de 0,5 a 0,45 mg. 100 g⁻¹ de amostra, com maior teor de antocianina nos genótipos de coloração mais escuras (preto, vermelho e roxo), o que foi atribuindo à contribuição das antocianinas para a coloração vermelho-azul nos materiais vegetais.

O conteúdo médio de flavonoides amarelos nas variedades de fava avaliadas variou entre 1,0 a 2,0 mg.100 g⁻¹ (Tabela 1), sendo o maior conteúdo obtido na variedade Rosinha, seguida da fava ‘Roxinha’ e ‘Cearense’, por último, com os conteúdos mais baixos as favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’. Conteúdos similares foram reportados por Agostini-Costa et al. (2015) que, avaliando o conteúdo total de flavonoides em diferentes sementes de acessos de fava, constataram uma variação de 0,8 a 1,4 mg. 100 g⁻¹ de feijão, observando que os teores mais altos de flavonoides foram encontrados em grãos de coloração marrom, preto e rosa. Os mesmos autores constataram que os acessos de fava de coloração mais clara apresentaram valores mais baixos se comparados aos de coloração mais escura, com valores variando entre 0,8 a 44, 7 mg. 100 g⁻¹ de feijão. Portanto, os resultados do presente trabalho apontam que as variedades Cearense, Branca e Orelha de Vó possuem coloração mais clara, provavelmente devido ao menor conteúdo de flavonoides amarelos e de antocianinas.

Os polifenóis extraíveis totais (PET) foram superiores nos grãos da fava ‘Rosinha’ seguida da ‘Roxinha’, não sendo observadas diferenças nas demais variedades (Tabela 1). Há evidências que os conteúdos de polifenóis podem estar relacionados com os pigmentos, antocianinas e flavonoides, presentes na composição dos grãos, pois notadamente grãos de coloração branca ou claras em variedades de feijão e de fava tendem a apresentar menor conteúdo de polifenóis se comparadas aquelas de coloração mais escuras. Os resultados

encontrados neste trabalho se assemelham aos encontrados por Aguilera et al. (2011) que, estudando compostos fenólicos em diferentes tipos de feijão cru, identificaram que grãos com tegumento de coloração mais escuras apresentaram valores mais elevados de polifenóis do que aqueles de coloração clara. Nesse contexto, Agostini-Costa et al. (2015) constataram que sementes de acessos de fava de coloração branca apresentaram níveis de polifenóis totais baixos, reportando níveis intermediários, de 50,7 a 57,5 mg. 100 g⁻¹, para grãos de cores preto e rosa, enquanto que os teores mais elevados foram encontrados para sementes de cor marrom, marrom claro e vermelho com valores de 63,1 a 76,1 mg. 100 g⁻¹ de feijão.

Dessa forma, pode-se afirmar que as variedades de fava avaliadas neste estudo possuem um alto teor de polifenóis, principalmente as de coloração mais escuras, uma vez que seus conteúdos são superiores a 200 mg.100 g⁻¹. Esses conteúdos são superiores aos reportados por Baginsky et al. (2013) que, avaliando diferentes variedades de fava, encontraram teor de polifenóis entre 81,70 a 133,72 mg.100 g⁻¹, atribuindo essa variação na concentração desses compostos principalmente pela diferença existente entre os genótipos, condições climáticas e manejo cultural de campo. Adicionalmente, Neugart et al. (2012) consideram que os fatores bióticos e abióticos e diversas condições ambientais podem contribuir para a variação no conteúdo de polifenóis.

A atividade antioxidante total (AAT) por meio da captura do radical livre ABTS⁺, foi maior nas variedades Roxinha e Rosinha, que não diferiram entre si. Por sua vez as variedades Cearense, Branca e Orelha de Vó, apresentaram menor atividade antioxidante (Tabela 1).

Para a atividade antioxidante total pelo método DPPH[•] foi verificada maior atividade nas variedades Cearense, Rosinha e Roxinha, que não diferiram entre si, sendo essas as variedades com melhor capacidade de sequestro do radical DPPH[•]. A fava ‘Branca’ apresentou-se com menor atividade antioxidante, tendo os maiores valores de EC₅₀, seguida da ‘Orelha de Vó’ (Tabela 1).

Também para a AAT verifica-se que feijões de coloração mais escuras tendem a apresentar uma maior atividade antioxidante pelo método de DPPH[•]. Nesse contexto, Lafuente et al. (2014) reportaram uma maior atividade antioxidante em extratos de feijão roxo e vermelho do que em feijões brancos, demonstrando, assim, que feijão de coloração mais escuras por possuírem maior teor de antocianinas e maior teor de flavanoides possuem atividade antioxidante mais alta. O mesmo foi reportado por Aguilera et al. (2011), que verificaram que feijão de coloração vermelha apresentam atividade antioxidante mais elevada. Essa variação na

atividade antioxidante existente em grãos de fava pode ser atribuída ao elevado teor de ácidos fenólicos totais, que atuam como antioxidantes nessa cultura (Sibul et al., 2016).

Tabela 1. Compostos bioativos e atividade antioxidante total (ABTS•+: μM Trolox.g polpa-1, DDPH: g polpa.g DPPH-1) em grãos crus de diferentes variedades de fava.

Avaliações	Variedades				
	Cearense	Fava Branca	Orelha de Vó	Rosinha	Roxinha
Antocianinas (mg.100 g ⁻¹)	0,05c	0,06c	0,16b	0,14b	0,40a
Flavonoides amarelos (mg.100 g ⁻¹)	1,4c	1,0d	1,0d	2,0a	1,7b
PET (mg.100 g ⁻¹)	68,3c	44,7c	44,3c	266,3a	202,8b
ABTS•+ (μM de Trolox. g ⁻¹)	10,4b	10,9b	8,4b	43,9a	39,1a
DDPH (g de polpa.g de DPPH ⁻¹)	824,8c	2732,8a	1717,9b	760,2c	364,8c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; PET= Polifenóis extraíveis totais, CE = fava ‘Cearense’, FB = fava ‘Branca’, OV = fava ‘Orelha de Vó’, RS = fava ‘Rosinha’, RX = fava ‘Roxinha’.

O processo de cocção ocasionou uma variabilidade nos conteúdos de compostos fenólicos e atividade antioxidante que pode estar relacionada com as características de cada variedade, o tempo que essas foram submetidas ao processo de cocção e o manejo de campo em que cada uma foi acometida.

Algumas variedades de fava apresentaram uma diminuição no teor de antocianinas após a cocção quando comparado com os resultados obtidos nos grãos crus. Quando comparado o conteúdo de antocianinas nos grãos cozidos e no caldo, observa-se que as variedades Cearense, Branca e Rosinha não diferiram entre essas porções, enquanto que as variedades Orelha de Vó e Roxinha apresentaram menor conteúdo de antocianinas nos grãos cozidos que nos caldos. Entre as variedades estudadas o maior conteúdo de antocianinas nos grãos cozidos foi na fava ‘Rosinha’, enquanto que os menores conteúdos foram observados nas favas ‘Cearense’ e ‘Branca’. Para o caldo a variedade que apresentou maior conteúdo foi a Roxinha e os menores foram as variedades Cearense e Branca (Figura 1).

A diminuição do teor de antocianinas nos grãos após o processo de cocção e concentração desses compostos no caldo podem ser explicados pelo fato das antocianinas serem altamente solúveis em água podendo serem perdidas pelos grãos para o caldo por lixiviação (He & Giusti, 2010; Murador et al., 2016). Por outro lado, o aumento de antocianinas nos grãos cozidos da fava ‘Rosinha’, neste trabalho, pode ser devido a cocção ocasionar um amaciamento

nos tecidos vegetais facilitando a extração deste composto e consequentemente aumentando os níveis de antocianinas (Blessington et al., 2010).

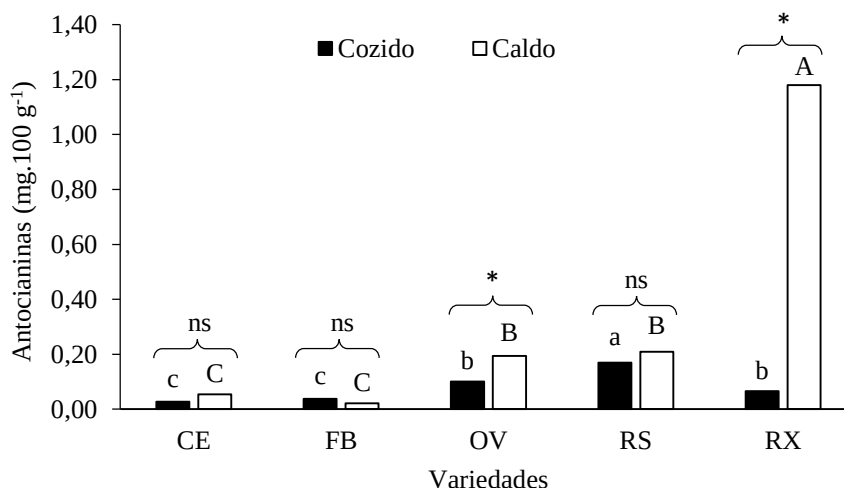


Figura 1. Teor de antocianinas em grãos de diferentes variedades de fava cozidos e nos seus respectivos caldos.

CE = fava ‘Cearense’, FB = fava ‘Branca’, OV = fava ‘Orelha de Vó’, RS = fava ‘Rosinha’, RX = fava ‘Roxinha’. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para grãos cozidos e maiúsculas para caldo, não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; * significativo a 5% pelo teste t; ns = não significativo a 5% pelo teste t.

Nota-se que todas as variedades de fava estudadas apresentaram uma diminuição no teor de flavonoides amarelos (FA) nos grãos cozidos, e um aumento desse composto no caldo. Nas variedades Rosinha e Roxinha foram observadas maiores concentrações de FA nos grãos cozidos. Em relação ao caldo a variedade Roxinha apresentou uma maior concentração de FA, seguido da fava ‘Rosinha’, que apresentou valores superiores as favas ‘Cearense’, ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’, com o menor conteúdo (Figura 2).

Pellegrini et al. (2010) submeteram hortaliças do gênero Brassicacea à ebulição e detectaram uma redução no conteúdo de flavonoides em cerca de 50% após a exposição a alta temperatura. Em feijão ‘Pinta’, Aguilera et al. (2011) reportaram que o conteúdo de flavonoides sofreu uma diminuição drástica após esses passarem por processos de imersão e cozimento. Esses mesmos autores atribuíram essa redução no conteúdo de flavonoides dos grãos à perda desses compostos por lixiviação, acumulando-se dessa forma na água de cozimento ou caldo.

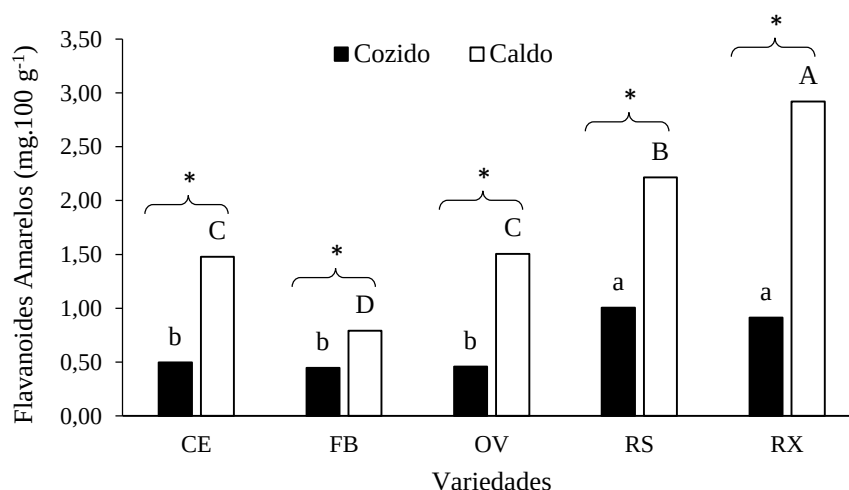


Figura 2. Teor de flavonoides amarelos em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.

CE = fava ‘Cearense’, FB = fava ‘Branca’, OV = fava ‘Orelha de Vó’, RS = fava ‘Rosinha’, RX = fava ‘Roxinha’. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para grãos cozidos e maiúsculas para caldo, não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; * significativo a 5% pelo teste t; ns = não significativo a 5% pelo teste t.

Os conteúdos de polifenóis extraíveis totais (PET) sofreram uma redução nos grãos cozidos, havendo por outro lado, uma acumulação desses compostos no caldo. As variedades Cearense, Rosinha e Roxinha apresentaram conteúdos de PET maiores no caldo do que nos grãos cozidos. No entanto, nas favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ não foram observadas diferenças nesses conteúdos entre essas duas porções (Figura 3).

A fava ‘Roxinha’ apresentou um maior conteúdo de PET nos grãos cozidos, seguida da fava ‘Rosinha’, enquanto que as favas ‘Cearense’ ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ foram as variedades que apresentaram menor conteúdo de PET. Para o caldo as favas ‘Roxinha’ e ‘Roxinha’ não diferiram entre si, apresentando os maiores conteúdos de PET em relação as demais variedades estudadas. Por sua vez as favas ‘Branca’ e ‘Orelha de Vó’ apresentaram menor conteúdo de PET em seus caldos (Figura 3).

O processo de cocção notavelmente influenciou as mudanças nos conteúdos de PET, provavelmente devido a ocorrência de lixiviação e solubilização dos polifenóis para o caldo. A exposição ao calor, a qual os grãos foram submetidos durante a cocção, ocasionou o amolecimento e ruptura nos tecidos das paredes celulares dos grãos, provocando uma quebra de compostos fenólicos insolúveis e redução, consequentemente, do conteúdo de PET no material cozido em comparação com grãos crus (Boateng et al., 2008; Aguilera et al., 2011; Murador et al., 2016).

Korus (2011) reportaram que o processo de cocção em água fervente ocasionou perdas nos PET de couve e Xu et al. (2014) relataram que perdas significativas de PET em vegetais após o cozimento provavelmente estão associadas a inativação da polifenoloxidase, ocasionando assim a liberação dos polifenóis. Chen et al. (2015) observaram uma diminuição no conteúdo de polifenóis em feijão comum após o cozimento em panela de pressão, atribuindo ser consequência a degradação dos polifenóis presentes no material vegetal cru.

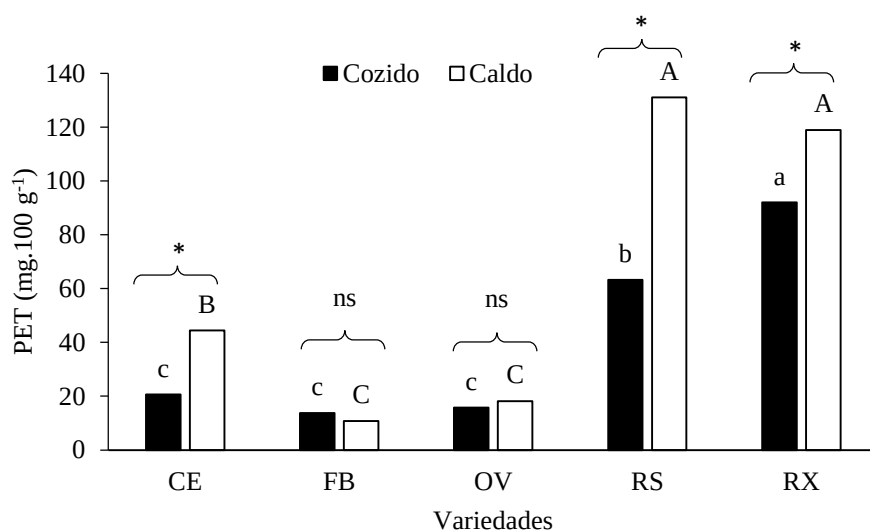


Figura 3. Conteúdo total de PET = polifenóis extraíveis totais em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.

CE = fava ‘Cearense’, FB = fava ‘Branca’, OV = fava ‘Orelha de Vó’, RS = fava ‘Rosinha’, RX = fava ‘Roxinha’. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para grãos cozidos e maiúsculas para caldo, não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; * significativo a 5% pelo teste t; ns = não significativo a 5% pelo teste t.

A determinação da atividade antioxidante total (AAT) pelo método de captura do radical livre $ABTS^{\bullet+}$ indicou que não houve diferença na (AAT) entre os grãos e caldo das variedades Cearense e Branca (Figura 4). Para as variedades Orelha de Vó e Rosinha os grãos cozidos apresentaram maior atividade antioxidante que os caldos, enquanto que para a fava ‘Roxinha’ foi observada maior atividade antioxidante no caldo (Figura 4).

Assim os grãos cozidos da fava ‘Rosinha’ apresentaram maior habilidade no sequestro do radical $ABTS^{\bullet+}$, seguida da fava ‘Roxinha’ e ‘Orelha de Vó’ e por fim, com menor atividade antioxidante os grãos cozidos das favas ‘Cearense’ e ‘Branca’. Em relação ao caldo a maior atividade antioxidante foi observada para as favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’, seguidas da ‘Orelha de Vó’, sendo as favas ‘Branca’ e ‘Cearense’ as variedades que apresentaram menor atividade antioxidante (Figura 4).

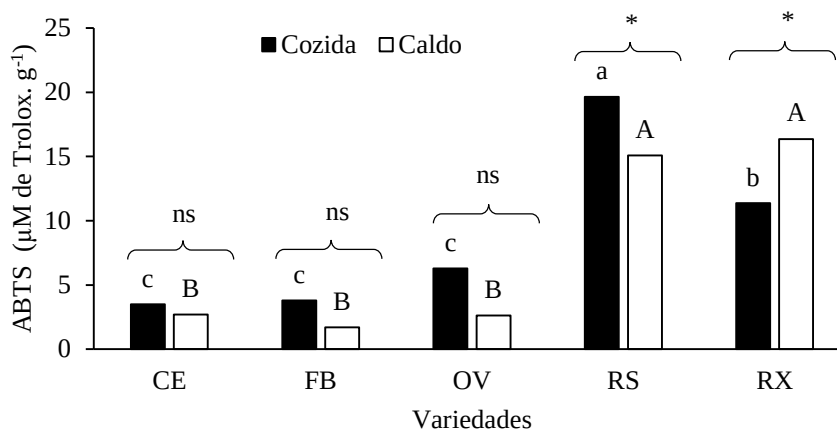


Figura 4. Atividade antioxidante total (ABTS^{•+}) em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos.

CE = fava ‘Cearense’, FB = fava ‘Branca’, OV = fava ‘Orelha de Vó’, RS = fava ‘Rosinha’, RX = fava ‘Roxinha’. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para grãos cozidos e maiúsculas para caldo, não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; * significativo a 5% pelo teste t; ns = não significativo a 5% pelo teste t.

Em relação à captura do radical DPPH[•], onde o valor mais baixo indica uma maior atividade antioxidante total, notou-se que, tanto para os grãos cozidos quanto para seus respectivos caldos, as favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ apresentaram maior atividade antioxidante, seguidas da fava ‘Cearense’ e ‘Orelha de Vó’. A fava ‘Branca’, por sua vez, apresentou menor atividade antioxidante, não diferindo da ‘Orelha de Vó’ em relação aos grãos cozidos. Apenas para a variedade ‘Branca’ foi observada diferença na atividade antioxidante total em relação ao caldo, sendo os grãos mais eficazes na redução do radical livre DPPH[•] que seu respectivo caldo (Figura 5).

As variedades Cearense, Branca e Orelha de Vó apresentaram uma redução na atividade antioxidante após o cozimento dos grãos (para grão e caldo). Esse fato também foi reportado por Silva et al. (2009) que constatarem uma redução da capacidade antioxidante em diferentes amostras de feijão comum após a cocção, atribuindo esse decréscimo a alterações sofridas pelos compostos responsáveis pela capacidade antioxidante presente nos grãos.

Aguilera et al. (2011) verificaram que o processo de imersão seguido de cozimento em feijão comum ocasionou reduções significativas na atividade antioxidante dos grãos em comparação com as amostras cruas, devido a diminuição ou eliminação no conteúdo de compostos bioativos responsáveis por essa atividade, a exemplo dos flavonoides, catequinas e

procianidinas, atribuindo esse fato ao processamento térmico que os grãos foram acometidos, pois esses compostos são solúveis em água e sensíveis ao calor.

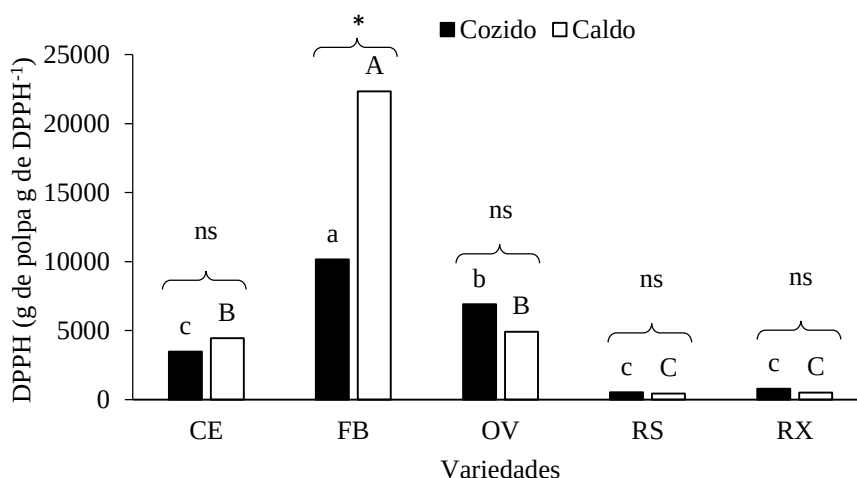


Figura 5. Atividade antioxidante total (g polpa.g DPPH⁻¹) em grãos de diferentes variedades de fava cozida e nos seus respectivos caldos

CE = fava 'Cearense', FB = fava 'Branca', OV = fava 'Orelha de Vó', RS = fava 'Rosinha', RX = fava 'Roxinha'. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para grãos cozidos e maiúsculas para caldo, não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade; * significativo a 5% pelo teste t; ns = não significativo a 5% pelo teste t.

Os compostos fenólicos identificados e quantificados nos grãos crus, por meio de HPLC das cinco variedades de fava estão dispostos na Tabela 2, evidenciando-se que os principais ácidos fenólicos presentes nesses grãos foram: ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 dihidroxibenzoico, ácido cafeico, ácido elágico, ácido felúrico, ácido p cumárico, ácido salicílico, ácido sinápico, ácido sirínico, ácido trans cinâmico, ácido vanílico e o ácido 4 hidroxibenzóico. Esses resultados corroboram com Ross et al. (2009) que, estudando três variedades de feijão (feijão Pinto; feijão Preto e feijão Vermelho) constataram que os principais ácidos fenólicos detectados nesses grãos foram o p-hidroxibenzóico, vanílico, cafeico, sirínico, p-cumárico, ferúlico e sinápico.

Os mesmos ácidos fenólicos foram identificados por Luthria e Corrales (2006) em 15 variedades de feijão comum, constatando uma variação de 10,6 a 22,9 mg.100 g⁻¹ de ácido ferúlico; 1,8 a 11,6 mg.100 g⁻¹ de ácido p-cumárico; 1,1 mg.100 g⁻¹ de ácido cafeico e 4 a 9,4 mg.100 g⁻¹ de ácido sinápico por amostra seca de feijão entre todas as variedades estudadas.

Pesquisas recentes realizadas por Sibul et al. (2016) detectaram em diferentes cultivares de fava ácido hidroxibenzóico (4,08 a 89,0 µg.g⁻¹ de extrato seco); ácido vanílico (3,06 a 44,9 µg.g⁻¹ de extrato seco); ácido sirínico (4,08 a 89,0 µg.g⁻¹ de extrato seco); ácido p cumárico

(0,03 a 12,7 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato seco); ácido ferúlico (1,10 a 24,1 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato seco) e ácido cafeico (13,1 a 37,4 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato seco) como sendo os principais ácidos fenólicos identificados nos grãos das cultivares estudadas.

Neugart et al. (2015) reportaram em diferentes cultivares de fava um conteúdo de kaempferol variando de 9,1 a 12,6 mg de matéria seca e concentrações de quercetina variando de 0,2 a 0,6 mg de matéria seca. Os mesmos compostos incluindo o ácido sinápico, ácido ferúlico e ácido p-cumárico foram detectados em diferentes cultivares de feijão comum por Moreno-Jiménez et al. (2015).

Em relação aos flavonoides identificados nas amostras de fava crua, cozida e caldo nota-se que os principais foram catequina, crisina, hespertina, kaempferol, miricetina, naringenina, quercetina, resveratrol e rutina (Tabelas 2, 3 e 4).

Em diferentes cultivares de feijão comum foram detectados rutina, quercetina, miricetina e kaempferol como principais flavonoides presentes na composição dos grãos. (Lin et al. 2008; Flores et al. 2013). Já para diferentes cultivares de fava os principais flavonoides quantificados foram, kaempferol (41,2 a 159 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato), quercetina (4,50 a 11,3 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato), rutina (109 a 381 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato), naringenina (2,09 a 432 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato), catequina (35,5 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de extrato) e miricetina (Baginsky et al. 2013; Sibul et al. 2016)

Para a variedade Orelha de Vó o principal ácido fenólico encontrado foi o ácido 2,5 dihidroxibenzoico, enquanto que para as variedades Branca e Cearense o principal foi ácido 3,4 dihidroxibenzoico e para variedades Rosinha e Roxinha, foram encontrados um alto teor de ácido 3,4 dihidroxibenzoico, seguido de ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido p-cumárico e ácido 4 hidroxibenzoico. Todos os compostos identificados foram encontrados nas cinco variedades avaliadas, com exceção de: o ácido vanílico não detectado na variedade Orelha de Vó; o ácido elágico não detectado na variedade Cearense; os ácidos cafeico e trans cinâmico não foram detectados nas variedades Rosinha e Roxinha (Tabela 2).

Catequina seguida da naringenina foram os flavonoides encontrados em maior abundância em todas as variedades, com exceção da 'Fava Branca', sendo seus conteúdos superiores nas variedades Rosinha e Roxinha. A quercetina foi detectada apenas na variedade Orelha de Vó, enquanto que a variedade Cearense foi a única que não apresentou rutina e a Roxinha hespertina (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil de Compostos fenólicos identificados em grãos crus de cinco variedades de fava.

Compostos Fenólicos	$\mu\text{g.100 g}^{-1}$ de feijão				
	OV	FB	CE	RS	RX
Ácidos Fenólicos					
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	1,65	2,12	4,01	17,22	9,32
Ac 3,4 diroxibenzoico	1,05	4,02	5,90	21,26	12,51
Ac Cafeico	0,05	0,31	0,42	ND	ND
Ac Elágico	0,04	0,03	ND	0,15	0,57
Ac Felúrico	0,06	0,07	0,20	0,30	0,34
Ac p Cumárico	0,39	0,46	0,51	8,54	9,58
Ac Salicílico	0,26	0,14	0,04	0,23	0,66
Ac Sinápico	0,11	0,03	0,28	0,20	0,69
Ac Siríngico	0,15	0,05	0,09	2,05	0,52
Ac Trans cinâmico	0,31	0,03	0,09	ND	ND
Ac Vanílico	ND	0,24	0,25	2,05	0,52
Ac 4 Hidroxibenzoico	1,65	2,12	4,01	17,22	9,32
Total	5,71	9,62	15,79	69,20	44,03
Flavonoides					
Catequina	1,57	3,15	5,32	42,22	30,57
Crisina	0,59	0,15	0,50	0,40	0,11
Hespertina	0,29	0,03	0,04	0,19	ND
Miricetina	0,15	0,14	0,04	1,81	0,66
Naringenina	1,68	ND	0,07	0,18	0,26
Quercetina	0,06	ND	ND	ND	ND
Rutina	0,05	0,03	ND	0,35	0,75
Total	4,40	3,50	5,97	44,96	32,35

Ac = ácido. ND= não detectado, CE (Cearense), FB (Fava Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha) RX (Roxinha).

Entre os compostos fenólicos identificados e quantificados, nos grãos da variedade de fava Orelha de Vó cozidos, apenas os ácidos sinápico e ac 2,5 dihidroxibenzoico não foram detectados, destacando-se nesses grãos os ácido 3,4 diroxibenzoico, ácido 4 hidroxibenzóico e ácido cafeico. Nas variedades Branca, Cearense e Rosinha apenas o ácido elágico não foi detectado. Os maiores valores de ácidos fenólicos foram encontrados nas favas Rosinha e Roxinha, que apresentaram como ácidos majoritários os ácidos 3,4 diroxibenzoico, 4 hidroxibenzóico e 2,5 dihidroxibenzoico (Tabela 3).

Observou-se ainda que, houve uma redução no conteúdo desses compostos fenólicos após a cocção dos grãos. Essa redução pode ser explicada pela degradação de compostos fenólicos presentes nos grãos secos após esses serem submetidos ao processo de cocção,

ocasionando mudanças no perfil fenólico dos feijões fava (Siah et al., 2014). Boateng et al. (2008) atribuíram essas mudanças a lixiviação e quebra de fenóis sofridas pelos compostos fenólicos solúveis em água após os grãos serem imersos e cozidos, bem como pela inativação da polifenoloxidase (Xu et al., 2014).

Tabela 3. Perfil de Compostos fenólicos identificados em grãos de cinco variedades de fava cozida.

Compostos Fenólicos	$\mu\text{g.100 g}^{-1}$ de feijão				
	OV	FB	CE	RS	RX
Ácidos Fenólicos					
Ac 3,4 dihidroxibenzoico	0,36	0,35	1,08	3,30	5,21
Ac 4 Hidroxibenzoico	0,36	0,30	0,39	2,12	3,68
Ac p Cumárico	0,02	0,01	0,03	0,28	0,41
Ac Salicílico	0,03	0,01	0,05	0,24	0,12
Ac Sinápico	ND	0,27	0,08	0,15	0,32
Ac Siríngico	0,02	0,07	0,06	0,13	0,13
Ac Trans cinâmico	ND	0,04	0,01	0,66	ND
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	ND	0,30	0,39	0,48	3,68
Ac Vanílico	0,02	0,05	0,06	0,19	0,15
Ac Felúrico	0,02	0,02	0,09	0,04	0,20
Ac Elágico	0,02	ND	ND	ND	0,31
Ac Cafeico	0,17	0,05	0,09	ND	ND
Total	1,02	1,48	2,33	7,58	14,22
Flavonoides					
Catequina	0,60	0,44	0,81	2,74	4,88
Crisina	0,01	0,01	0,02	0,03	0,06
Miricetina	0,05	0,01	0,05	0,24	0,43
Naringenina	ND	ND	0,02	ND	ND
Quercetina	ND	ND	0,03	0,03	ND
Resveratrol	0,04	ND	ND	ND	ND
Rutina	0,02	0,01	0,04	0,24	0,31
Total	0,72	0,48	0,96	3,28	5,68

Ac = ácido. ND= não detectado, CE (Cearense), FB (Fava Branca), OV (Orelha de Vó), RS (Rosinha) RX (Roxinha).

Em relação aos flavonoides detectados nos grãos de fava cozidos pôde-se constatar que na variedade Orelha de Vó houve uma redução no conteúdo desses compostos após a cocção e que quercetina e naringenina foram os únicos flavanoides não detectados nessa variedade cozida (Tabela 3). Assim, infere-se que esses dois compostos foram degradados após o processo de cocção, uma vez que estavam presentes nos grãos crus (Tabela 2).

Na variedade de fava ‘Branca’ cozida o resveratrol, quercetina e naringenina não foram detectados. Na variedade Cearense cozida entre todos os flavonoides detectados o maior conteúdo foi o da catequina, não sendo detectado o resveratrol em sua composição, bem como nas variedades Rosinha e Roxinha. Nessas últimas variedades, o principal flavonoide presente foi catequina (Tabela 3), o qual sofreu uma grande redução no seu conteúdo se comparado com os grãos crus (Tabela 2).

Avaliando o perfil fenólico dos caldos, observa-se que nas variedades Orelha de Vó, Branca e Roxinha foram detectados todos os ácidos fenólicos encontrados nos grãos crus e cozidos, porém em menores conteúdos. Na variedade Cearense apenas o ácido elágico não foi detectado e na variedade Rosinha não foram detectados os ácidos cafeico e trans cinâmico. Os ácidos fenólicos em maiores conteúdos presentes nos caldos de todas as variedades foram o ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 dihidroxibenzóico, ácido vanílico e ácido 4 hidroxibenzóico, sendo detectados os maiores conteúdos nas variedades Rosinha e Roxinha (Tabela 4).

Pode-se observar que para alguns compostos fenólicos houve um aumento nos teores nos caldos quando comparados com a composição dos grãos crus ou cozidos, a exemplo de ácido p cumárico, ácido salicílico, ácido sinápico, ácido sirínico, ácido trans cinâmico, ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido felúrico e ácido elágico (Tabela 4). Por conseguinte, é provável que o aquecimento conduziu a uma melhor extração destes compostos, ocasionando perdas significativas, levando-os a uma lixiviação para o caldo (Boateng et al., 2008). Esse aumento no conteúdo fenólico depende de diversos fatores, como o tipo de leguminosa e o procedimento de preparo usado, a variação genética, composição do solo, fatores culturais, climáticos e condições pós-colheita (Tsai & Ela, 2006; Luthria e Corrales 2006; Baginsky et al., 2013).

Para algumas variedades os conteúdos de flavonoides detectados no caldo sofreram uma redução se comparadas aos detectados nos grãos crus e cozido. Nesse contexto, as favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ apresentaram os maiores conteúdos de flavonoides detectados, destacando-se a catequina (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de Compostos fenólicos identificados no caldo de cinco variedades de fava.

Compostos Fenólicos	$\mu\text{g.100 g}^{-1}$ de feijão				
	OV	FB	CE	RS	RX
Ácidos Fenólicos					
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	0,88	0,63	1,61	1,79	6,88
Ac 3,4 diroxibenzoico	1,23	0,49	2,72	8,52	7,05
Ac Cafeico	0,01	0,14	0,16	ND	0,15
Ac Elágico	0,08	0,07	ND	1,21	0,84
Ac Felúrico	0,21	0,10	0,08	1,68	0,91
Ac p Cumárico	0,50	0,14	0,13	1,85	0,97
Ac Salicílico	0,05	0,05	0,03	1,29	0,17
Ac Sinápico	0,08	0,07	0,18	1,87	0,83
Ac Siríngico	0,22	0,13	0,36	2,44	0,81
Ac Trans cinâmico	0,04	0,004	0,05	ND	0,05
Ac Vanílico	0,22	0,13	0,36	4,37	4,60
Ac 4 Hidroxibenzoico	0,88	0,63	1,61	1,79	6,88
Total	4,38	2,59	7,30	26,81	30,14
Flavonoides					
Catequina	1,07	0,51	1,74	3,99	3,56
Crisina	0,001	0,01	0,03	0,05	0,02
Hespartina	0,003	0,001	ND	ND	ND
Kaempferol	ND	0,001	ND	ND	ND
Miricetina	0,05	0,05	0,05	1,29	0,81
Naringenina	0,01	0,01	ND	ND	0,024
Quercetina	0,02	0,03	0,05	ND	0,15
Resveratrol	ND	ND	0,04	ND	1,62
Rutina	0,09	0,04	ND	0,70	0,84
Total	1,25	0,65	1,90	6,02	7,01

Ac = ácido. ND= não detectado, CE (cearense), FB (fava branca), OV (orelha de vó), RS (rosinha) RX (Roxinha).

Por meio da análise de Componentes Principais é possível genuinamente confirmar os resultados obtidos no presente trabalho. Dessa forma, com base nos compostos bioativos, atividade antioxidante total (DPPH[•] e ABTS^{•+}) e perfil de compostos fenólicos identificados por meio de HPLC, na fava crua, cozida e caldo a Tabela 5 mostra os scores e autovetores apontando as principais variáveis responsáveis pela variabilidade, a qual foi satisfatoriamente explicada por dois componentes principais, com variância acumulada de 91,91%, sendo 80,66% para o CP1 e 11,26% para o CP2.

Para o CP1, as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre as variedades de fava estudadas foram antocianinas, flavanoides amarelos, DPPH[•], ABTS^{•+}, PET, Ácidos fenólicos e flavanoides realizadas nos grãos crus, DPPH[•], ABTS^{•+}, Flavanoides Amarelos,

PET, Ácidos fenólicos e flavanoides realizados nos grãos cozidos e Antocianinas, flavanoides amarelos, PET, DPPH[•], ABTS^{•+}, ácidos fenólicos e flavanoides realizados no caldo. As antocianinas analisadas no caldo não estiveram presentes nesse componente por apresentar autovetores baixos, não sendo, portanto, importantes para explicar a variabilidade dos feijões favas analisadas neste trabalho.

Para o CP2, as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre as variedades de fava estudadas foram Antocianinas nos grãos crus, cozidos e no caldo e ABTS^{•+} nos grãos cozidos.

Tabela 5. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com os compostos bioativos, atividade antioxidante total (DPPH[•] e ABTS^{•+}) e perfil de compostos fenólicos de fava crua, cozida e caldo correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).

Variáveis	Autovetores	
	CP1	CP2
Antocianinas CR	0,178	-0,405
Flavanoides amarelos CR	0,221	0,199
ABTS CR	0,235	0,092
PET CR	0,232	0,168
DPPH CR	-0,193	0,104
Antocianinas CO	0,149	0,423
Flavanoides amarelos CO	0,237	0,111
PET CO	0,233	-0,169
ABTS CO	0,212	0,302
DPPH CO	-0,217	-0,015
Antocianinas CA	0,174	-0,440
Flavanoides amarelos CA	0,230	-0,188
PET CA	0,238	0,068
ABTS CA	0,242	-0,010
DPPH CA	-0,179	0,009
Ácidos fenólicos CR	0,220	0,253
Flavanoides CR	0,232	0,184
Ácidos fenólicos CO	0,221	-0,235
Flavanoides CO	0,227	-0,217
Ácidos fenólicos CA	0,240	-0,029
Flavanoides CA	0,240	-0,050
Autovalores	16,94	2,36
Variância acumulada (%)	80,66	91,91

CP = componente principal; CR = crua; CO = cozida; CA = caldo; ABTS = 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico); DPPH = 1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil. Autovetores em negrito são significativos conforme Jolliffe (1972).

A Figura 6 apresenta o círculo de autovetores para as variáveis estudadas e o agrupamento das variedades de fava com base nas variáveis significativamente correlacionadas com o CP1 e CP2 para ambas as condições dos grãos, cru e cozido e para o caldo. Assim as variedades se dividiram em dois grupos. O G1 formado pelas variedades Cearense, Branca e Orelha de Vó e o G2 foi formado pelas variedades Rosinha e Roxinha. As variáveis que mais contribuíram para o agrupamento das favas Cearense, Branca e Orelha de Vó foi a atividade antioxidante (DPPH•) realizada nos grãos crus, cozidos e caldos, mostrando uma menor atividade antioxidante por meio da captura do radical livre DPPH• nessas variedades. As favas ‘Rosinha’ e ‘Roxinha’ diferenciaram-se das demais por apresentarem em seus grãos crus, cozidos e caldos uma maior atividade antioxidante total por meio da captura dos radicais livres DPPH• e ABTS•⁺. Essas variedades foram detentoras de um maior conteúdo de antocianinas, flavanoides amarelos e polifenóis extraíveis totais, bem como um maior conteúdo de ácidos fenólicos e de flavanoides detectados por meio de HPLC.

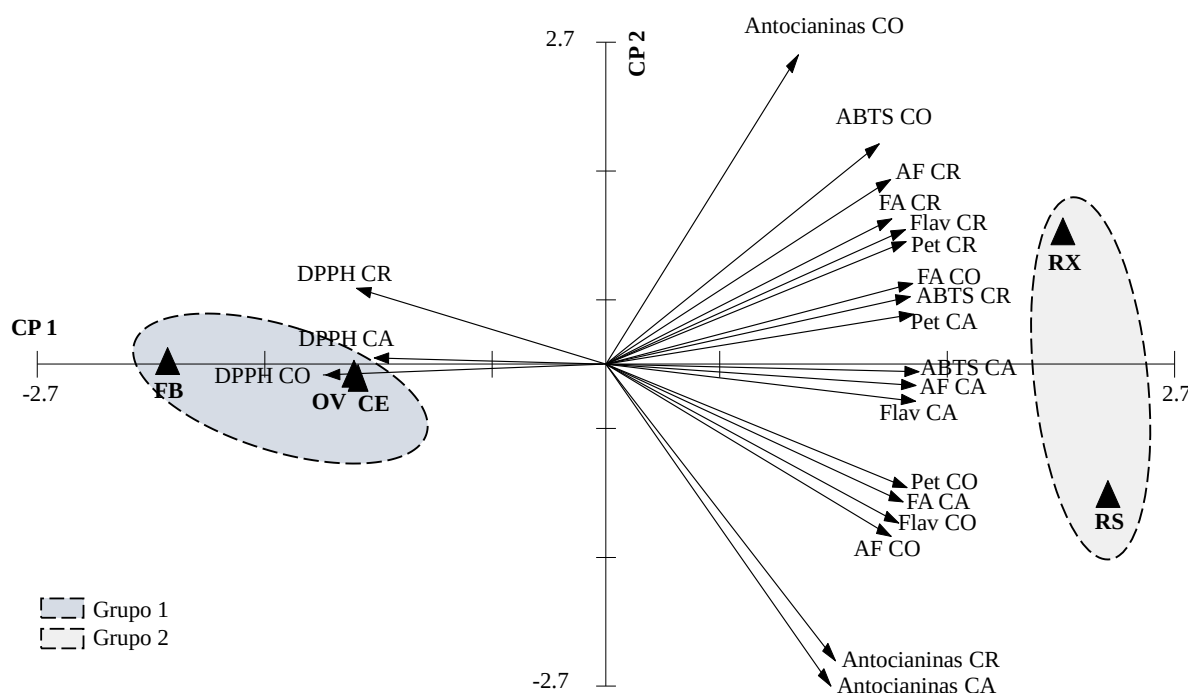


Figura 6. Círculo de autovetores de variáveis relacionadas com os compostos bioativos, atividade antioxidante total (DPPH• e ABTS•⁺) e perfil de compostos fenólicos de fava crua, cozido e caldo correlacionados com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).

CE = Cearense; FB = Fava Branca; OV = Orelha de Vó; RS= Rosinha; RX = Roxinha; CR= crua; CO= cozido; CA= caldo; FA= flavanoides amarelos; AF= ácidos fenólicos; ABTS = 2,2'- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico); DPPH=1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil; FLAV= flavanoides; PET = polifenóis extraíveis totais; CP = componentes principais.

4. CONCLUSÕES

As variedades de fava de coloração mais escuras, Rosinha e Roxinha, apresentaram em sua composição, tanto nos grãos crus, cozidos e nos caldos maiores conteúdos de ácidos fenólicos, antocianinas e flavonoides, bem como maior atividade antioxidante;

O processo de cocção ocasionou uma redução nos compostos bioativos nos grãos, diminuindo os ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas nos grãos cozidos e promovendo o acúmulo desses nos caldos de todas as variedades estudadas;

Os principais ácidos fenólicos presentes nos grãos crus, cozidos e caldos foram os ácidos 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 diroxibenzoico e ácido 4 hidroxibenzoico.

Os principais flavonoides detectados nos grãos crus, cozidos e caldos foram catequina, crisina e miricetina.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI-COSTA, T.S.; TEODORO, A.F.P.; ALVES, R.B.N.; Braga, L.R.; RIBEIRO, I.F.; SILVA, J.P.; QUINTANA, L.G.; BURLE, M.L. Total phenolics, flavonoids, tannins and antioxidant activity of lima beans conserved in a Brazilian Genebank. **Ciência Rural**, v.45, n. 2, p. 335-341, 2015.
- AGUILERA, Y.; ESTRELLA, I.; BENITEZ, V.; ESTEBAN, R.M.; MARTÍN-CABREJAS, M. A. Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 774–780, 2011.
- AKOND, A.S.M.G.M.; KHANDAKER, L.; BERTHOLD, J.; GATES, L.; PETERS, K.; DELONG, H.; HOSSAIN, K. Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean. **American Journal of Food Technology**, v. 6, n. 5, p. 385-394, 2011.
- BAGINSKY, C.; PENA-NEIRA, A.; CACERES, A.; HERNANDEZ, T.; ESTRELLA, I.; MORALES, H.; PERTUZE, R. Phenolic compound composition in immature seeds of fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, n. 1, p. 1–6, 2013.
- BARREIRO NETO, M.; FAGUNDES, R.A.A.; BARBOSA, M.M.; ARIEL, N.H.C.; FRANCO, C.F.O.; SANTOS, J.F. Características morfológicas e produtivas em acessos de feijão-fava consorciados. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 3, p. 23-27, 2015.
- BLESSINGTON, T.; NZARAMBA, M.N.; SCHEURING, D.C.; HALE, A.L.; REDDIVARI, L.; MILLER JR, J.C. Cooking methods and storage treatments of potato: effects on carotenoids, antioxidant activity, and phenolics. **American Journal of Potato Research**, v. 87, n. 6, p. 479-491, 2010.
- BOATENG, J.; VERGHESE, M.; WALKER, L.T.; OGUTU, S. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp. L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 1, p. 1541-1547, 2008.

BOUDJOU, S.; OOMAH, B.D.; ZAIDI, F.; HOSSEINIAN, F. Phenolics content and antioxidant and anti-inflammatory activities of legume fractions. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2–3, p. 1543–1550, 2013.

CHEN, P. X.; DUPUIS, J. H.; MARCONE, M. F.; PAULS, P. K.; LIU, R.; LIU, Q.; TANG, Y.; ZHANG, B.; TSAO, R. Physicochemical properties and in vitro digestibility of cooked regular and nondarkening cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and their effects on bioaccessibility, phenolic composition, and antioxidant activity. **Journal of agricultural and food Chemistry**, v. 63, n. 48, p. 10448-10458, 2015.

DANTAS, R.L.; SILVA, S.M.; BRITO PRIMO, D.M.; SOUSA, A.S.B.; BRITO, E.S.; MACEDO, E.M.S. Changes during maturation in the bioactive compounds and antioxidant activity of opuntia stricta (haw.) Fruits. **Acta Horticulturae**, v. 1067, p. 159-165, 2015b.

DANTAS, R.L.; SILVA, S.M.; SANTOS, L.F.; DANTAS, A.L.; LIMA, R.P.; SOARES, L.G. betalains and antioxidant activity in fruits of cactaceae from brazilian semiarid. **Acta Horticulturae**, v. 1067, p. 151-157, 2015a.

DUEÑAS, M.; SARMENTO, T.; AGUILERA, Y.; BENITEZ, V.; MOLLÁ, E.; ESTEBAN, R. M.; MARTÍN-CABREJAS, M. A. Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). **LWT-Food Science and Technology**, v. 66, n. 1, p. 72-78, 2015.

FLORES, D.G.; SERNA-SALDÍVAR, S.O.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A. Evaluation of the antioxidant and antiproliferative activities of extracted saponins and flavonols from germinated black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) **Food Chemistry**, v. 141, n. 2, p. 1497–1503, 2013.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

HAN, K.H.; KITANO-OKADA, T.; SEO, J.M.; KIM, S.J.; SASAKI, K.; SHIMADA, K.; FUKUSHIMA, M. Characterisation of anthocyanins and proanthocyanidins of adzuki bean extracts and their antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 14, n. 1, p. 692–701, 2015.

HE, J.; GIUSTI, M.M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 163–187, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. **Produção Agrícola Municipal 2014**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=29&i=P>, acesso em 06/01/2016.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C: Applied Statistics* 21: 160-173, 1972.

KORUS, A. Effect of preliminary processing, method of drying and storage temperature on the level of antioxidants in kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) leaves. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 1711-1716, 2011.

LAFUENTE, A.G.; MORO, C.; MANCHÓN, N.; RUIZ, A.G.; VILLARES, A.; GUILLAMÓN, E.; ROSTAGNOA, M.; VIVARACHO, L.M. In vitro anti-inflammatory activity of phenolic rich extracts from white and red common beans. **Food Chemistry**, v. 161, n. 15, p. 216–223, 2014.

LIN, L.Z.; HARNLY, J.M.; PASTOR-CORRALES, M.S.; LUTHRIA, D.L. The polyphenolic profiles of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 399–410, 2008.

LUO, Y; XIE, W; XIE, C.; LI, Y; GU, Z. Impact of soaking and phytase treatments on phytic acid, calcium, iron and zinc in faba bean fractions. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 12, p. 2590–2597, 2009.

LUTHRIA, D.L.; CORRALES, M.A.P. Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 1, p. 205–211, 2006.

MARTIN-CABREJAS, M. A.; AGUILERA, Y.; PEDROSA, M.M.; CUADRADO, C.; HERNÁNDEZ, T.; DÍAZ, S.; ESTEBAN, R.M. The impact of dehydration process on

antinutrients and protein digestibility of some legume flours. **Food Chemistry**, v 114, n. 1, p 1063–1068, 2009.

MORENO-JIMÉNEZ, M. R.; CERVANTES-CARDOZA, V.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; GONZÁLEZ-LAREDO, R. F.; ESTRELLA, I.; GARCÍA-GASCA, T. D. J.; CARRERA, E.H.; DÍAZ-RIVAS, J.O.; ROCHA-GUZMÁN, N. E. Phenolic composition changes of processed common beans: their antioxidant and anti-inflammatory effects in intestinal cancer cells. **Food Research International**, v. 76, n. 1, p. 79-85, 2015.

MULTARI, S.; STEWART, D.; RUSSELL, W.R. Potential of Fava Bean as Future Protein Supply to Partially Replace Meat Intake in the Human Diet. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 1, p. 511-522, 2015.

MURADOR, D.C.; MERCADANTE, A.Z.; ROSSO, V.V. Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. **Food Chemistry**, v. 196, n. 1, p. 1101–1107, 2016.

NEUGART, S.; KLÄRING, H.P.; ZIETZ, M.; SCHREINER, M.; ROHN, S.; KROH, L.W.; KRUMBEIN, A. The effect of temperature and radiation on flavonol aglycones and flavonols glycosides of kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). **Food Chemistry**, v. 133, n 4, p. 1456–1465, 2012.

NEUGART, S.; ROHN, S.; SCHREINER, M. Identification of complex, naturally occurring flavonoid glycosides in *Vicia faba* and *Pisum sativum* leaves by HPLC-DAD-ESI-MSⁿ and the genotypic effect on their flavonoid profile. **Food Research International**, v. 76, n. 1, p. 114–121, 2015.

OLIVEIRA, A. E. S.; SIMEÃO, M.; MOUSINHO, F. E. P.; GOMES, R. L. F. Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em ambiente protegido. **Holos**, v. 1, n. 30, p. 143-151, 2014.

OLIVEIRA, V.R.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; COLPO, E.; POERSCH, N.L. Perfil sensorial de cultivares de feijão. **Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 145-152, 2013.

OSMAN, A.M.A.; HASSAN, A.; OSMAN, G.A.M.; MOHAMMED, N.; RUSHDI M.A.H.; DIAB, E.; BABIKER, E.E.. Effects of gamma irradiation and/or cooking on nutritional quality of faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars seeds. **Journal Food Science and Technology**, v. 51, n. 8, p. 1554–1560, 2014.

PELLEGRINI, N.; CHIAVARO, E.; GARDANA, C.; MAZZEO, T.; CONTINO, D.; GALLO, M.; RISO, P.; FOGLIANO, V.; PORRINI, M. Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 4310–4321, 2010.

PRASAD, K.N.; YANG, B.; YANG, S.; CHEN, Y.; ZHAO, M.; ASHRAF, M.; JIANG, Y. Identification of phenolic compounds and appraisal of antioxidant and antityrosinase activities from litchi (*Litchi sinensis* Sonn.) seeds. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 1–7, 2009.

RAWSON, A.; KOIDIS, A.; PATRAS, A.; TUOHYB, M.G.; BRUNTON, N.P. Modelling the effect of water immersion thermal processing on polyacetylene levels and instrumental colour of carrot disks. **Food Chemistry**, v. 121, n. 1, p. 62–68, 2010.

ROSS, K.A.; BETA, T.; ARNTFIELD, S.D. A comparative study on the phenolic acids identified and quantified in dry beans using HPLC as affected by different extraction and hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 336–344, 2009.

SEIDU, K.T.; OSUNDAHUNSI, O.F.; OLALEYE, M.T.; OLUWALANA, I.B. Amino acid composition, mineral contents and protein solubility of some lima bean (*Phaseolus lunatus* L. Walp) seeds coat. **Food Research International**. v. 73, n. 1, p. 130–134, 2015.

SIAH, S.; KONCZAK, I.; WOOD, J.A.; AGBOOLA, S.; BLANCHARD, C.L. Effects of roasting on phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of Australian grown faba beans (*Vicia faba* L.). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, n. 1, p. 85–91, 2014.

SIBUL, F.; ORČIĆ, D.; VASIĆ, M.; ANAČKOV, G.; NAĐPAL, J.; SAVIĆ, A.; MIMICA-DUKIĆ, N. Phenolic profile, antioxidant and anti-inflammatory potential of herb and root extracts of seven selected legumes. *Industrial Crops and Products*, 2016.

SILVA, A.G.; ROCHA, L.C.; CANNIATTI BRAZACA, S.G. Caracterização físico-química, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijão comum (*phaseolus vulgaris* L.).

Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 20, n. 4, p. 591-598, 2009.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, M.G.; SOUZA L. T.; ASSUNÇÃO, I. P.; LIMA, G.A.; MICHEREFF, S.J. Reação de genótipos de feijão-fava a *Sclerotium rolfsii*. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 98-101, 2014.

SOARES, C. A.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; GÂNDAR, F. C. **Aspectos socioeconômicos**. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. (Eds.) A cultura do feijão-fava no Meio Norte do Brasil. Teresina: EDUFPI, 272p. 2010.

TSAI, P.J.; SHE, C.H. Significance of phenol-protein interactions in modifying the antioxidant capacity of Peas. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 54, n. 1, p. 8491-8494, 2006.

ULLOA, J.A.; BONILLA-SÁNCHEZ, C.R.; ORTÍZ-JIMÉNEZ, M.A.; ROSAS-ULLOA, P.; RAMÍREZ-RAMÍREZ, J.C.; ULLOA-RANGEL, B.E. Rehydration properties of precooked whole beans (*Phaseolus vulgaris*) dehydrated at room temperature. **CyTA – Journal of Food**, v. 11, n. 1, p. 94–99, 2013.

XU, B.; CHANG, S.K.C. Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. **Food Chemistry**, v. 129, n. 1, p. 974–981, 2011.

XU, F.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; CAO, S.; SHAO, X.; WANG, H. Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. **Food Chemistry**, v. 161, n. 1, p. 162–167, 2014.

CONCLUSÕES GERAIS

As variedades de fava não apresentam diferenças em sua composição para os teores de cinzas, proteínas e carboidratos quando analisadas cruas. A variedade ‘Orelha de Vó’ apresentou as melhores características físicas, massa, comprimento e diâmetro, quando avaliadas cruas.

O processo de cocção promoveu diversas alterações nas propriedades físicas de todas as variedades com destaque para a fava ‘Orelha de Vó’ que apresentou maior massa, comprimento e diâmetro. Esse processo ocasionou redução nos teores de cinzas, proteínas e carboidratos em todas as variedades.

As variedades de fava cruas não apresentaram diferenças para os atributos aceitação global e intenção de compra. No entanto após cozida a fava ‘Orelha de Vó’ foi a menos aceita pelos julgadores e obteve os menores valores para intenção de compra, uma vez que apresentou maior sabor amargo e maior adstringência.

Os principais discriminadores nas variedades de fava crua foram massa, comprimento, diâmetro, danos leves, intenção de compra e aceitação global, para as variedades cozidas foram brilho, rugosidade, aumento de tamanho após o cozimento, sabor amilácio e adstringência.

As variedades de fava de coloração mais escuras, Rosinha e Roxinha, apresentaram em sua composição, tanto nos grãos crus, cozidos e caldos um maior conteúdo de ácidos fenólicos, antocianinas e flavonoides, bem como maior atividade antioxidante;

O processo de cocção ocasionou uma redução nos compostos bioativos presentes na composição dos grãos, diminuindo os ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas nos grãos cozidos e promovendo uma acumulação desses, no caldo de todas as variedades estudadas;

Os principais ácidos fenólicos presentes na composição dos grãos crus, cozidos e caldos detectados foram os ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 diroxibenzoico e ácido 4 hidroxibenzoico; os principais flavonoides detectados nos grãos crus, cozidos e caldos foram catequina, crisina e miricetina.

APÊNDICES

APÊNDICES I:
Ficha de Avaliação de Feijão Fava Crua

Nome: _____ Data: / /

Idade: _____ Sexo: F () M ()

Características de Aparência

Uniformidade da

Cor

Desuniforme

Regular

Uniforme

Uniformidade do

Tamanho

Desuniforme

Regular

Uniforme

Brilho

Ausente

pouco

Regular

Moderado

Forte

Presença de listras

Ausente

Moderado

Presente

Rugosidade	Ausente (Lisa)	Moderado	Muito (Rugosa)
	----- ----- -----		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		

Danos Leves (Perfurações, grãos quebradiços, Amassado)	Ausente	pouco	Regular	Moderado	Muito
	----- ----- ----- -----				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				
_____	_____				

Intenção de compra	Não compraria	Talvez compraria	Certamente compraria
	----- ----- -----		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		

Aceitação Global	Desgostei muitíssimo	nem gostei/nem desgostei	Gostei muitíssimo
	----- ----- -----		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		

Observações:
Caso não comprasse alguma das amostras avaliadas, indique abaixo o código e o motivo:

APÊNDICES II
Ficha de Avaliação de Feijão Fava Comparação (Crua e Cozida)

Nome: _____ **Data:** / /

Idade: _____ **Sexo:** F () M ()

Mudança de Cor

Após cozimento

Leve

Regular

Intenso

--	--	--	--

APÊNDICES III

Ficha de Avaliação de Feijão Fava Cozida

Nome: _____ **Data:** / /

Idade: _____ **Sexo:** F () M ()

Uniformidade

Da Cor

Desuniforme

Regular

Uniforme

Uniformidade

Do Tamanho

Desuniforme

Regular

Uniforme

Brilho

Leve

Regular

Intenso

Rugosidade

Ausente (Lisa)

Moderado

Muito (Rugosa)

Características de Aroma

Desgostei muitíssimo nem gostei/nem desgostei Gostei muitíssimo

Suculência

Pouco Regular Muito

Firmeza

Mole Padrão Duro

Mastigabilidade

Da Casca

Pouco Regular Muito

Casca Residual

Ausente Regular Muito

Características de Sabor**Sabor Amargo**

Ausente

Regular

Muito

Adstringência

Ausente

Regular

Muito

Gosto Amilácio

Fraco

Regular

Forte

Intenção de compra

Não compraria

Talvez compraria

Certamente compraria

Aceitação Global

Desgostei muitíssimo

nem gostei/nem desgostei

Gostei muitíssimo

Observações:

Caso não comprasse alguma das amostras avaliadas, indique abaixo o código e o motivo: