

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



Dissertação

**Efeitos da hidratação prévia e da cocção sobre parâmetros de avaliação
tecnológica e nutricional de lentilha**

**Guilherme Cassão Marques Bragança
Farmacêutico**

Pelotas, 2016

Guilherme Cassão Marques Bragança

**Efeitos da hidratação prévia e da cocção sobre parâmetros de avaliação
tecnológica e nutricional de lentilha**

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

Comitê de orientação: **Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias**
Prof. Dr. William Peres
Prof. Dr. Jander Luís Fernandes Monks

Pelotas, 2016

Dados da catalogação

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias

Prof^a. Dra. Ana Paula do Sacramento Wally

Prof. Dr. Nathan Levien Vanier

Prof. Dr. William Peres

Dedico esta dissertação a meus pais Ivan (*in memoriam*) e Jaluzia, a minha avó Maria Cecília (*in memoriam*), a minha namorada Milene, ao meu irmão Rafael e cunhada Cristiane, a minhas tias Jane e Eni Ana, aos tios Roberto (*in memoriam*) e Job (*in memoriam*) a meus primos e primas, aos amigos e em especial aos meus afilhados Emilly, Miguel, Anna Clara, Victor e Isadora.

“Acreditamos no sonho e construímos a realidade”

Roberto Marinho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sendo meu único companheiro em todos os momentos do dia, nunca me abandonou, e oferecendo-me a luta, mostrou-me a melhor forma de obter a vitória.

Agradeço fielmente a Nossa Senhora Aparecida, mãe imaculada que com seu manto sempre me protegeu e defendeu dos infortúnios do caminho.

Sem palavras que expressem tamanho amor, agradeço a minha mãe Jaluzia Cassão Marques Bragança, a maior, mais corajosa, sábia e dedicada professora que conheço. Mestre na arte da vida e doutora no quesito AMOR! Agradeço a ti minha mãe por todos os esforços que fizeste para que hoje eu obtivesse êxito. Obrigado minha amada mãe, sem ti eu jamais conseguiria atingir meus objetivos e alcançar meus sonhos, TE AMO E ASSIM O SERÁ SEMPRE, pois és a pessoa mais importante de minha vida e a ti todos os louros!!!

A minha namorada Milene Pons, por toda sua paciência e companheirismo, pela amizade e diversos dias de ajuda no laboratório. Neste trabalho há muito de ti. Tua valiosa presença ao meu lado são a prova maior do amor que nos une. Obrigado pelo apoio, TE AMO MUITO!!

À minha sogra, Marilu Pons pelo afeto, incentivo e orações, que foram valiosíssimos em todos os dias de minha caminhada enquanto mestrando.

Ao meu irmão, Prof. M.Sc. Rafael Matielo, que sempre foi um porto seguro científico, me proporcionou grande agregação intelectual e tornou o trabalho mais leve com seus sábios conselhos e companheirismo. À sua esposa, Prof^a M.Sc. Cristiane Doliveira, agradeço a amizade e conhecimento que me proporcionaram uma visão diferenciada do cientificismo.

Agradeço a todos os professores, funcionários e colegas das escolas Justino Costa Quintana e Dr. Carlos Antônio Kluwe de Bagé-RS.

À Universidade da Região da Campanha (URCAMP-Bagé), instituição que amo e que me proporcionou a formação de Farmacêutico Generalista.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência e

Tecnologia Agroindustrial e CAPES por me possibilitarem meios físicos e intelectuais para realizar a pesquisa.

Agradeço de coração a minha dinda, Enf^a. Daniela Herzer, seu esposo Dr. André da Silva e meu afilhado Miguel que me deram mais que amor, me deram abrigo carinhoso.

Às amigas-irmãs que tenho, professoras e grandes Doutoradas Mônica Palomino e Vera Bortolini, sem vocês eu não teria conseguido, vocês são minha família, parte de minha caminhada, obrigado minhas amigas, VOCÊS SÃO FENOMENAS!!!

À Prof^a Dra. Clarisse Ismério que foi a primeira pessoa a acreditar em mim e oportunizar a pesquisa.

À amiga e Psicóloga Ana Maria Fernandes pela amizade, carinho e aporte psicológico.

Aos amigos Catia, Juliana e Joni Milano pelo apoio e carinho incondicionais.

Às colegas e amigas do laboratório, Angelica Nicoletti, Bianca Ávila e Magda dos Santos por me ensinarem todas as técnicas e serem companheiras, ajudando-me a crescer pessoal e intelectualmente, mostrando-me a realidade assim como ela se apresenta. Aos estagiários do IFSUL por toda a colaboração e trabalho no laboratório para que esse trabalho se tornasse realidade, sobretudo à Gabriela Dutra, Thais Teixeira e Karoline Souza.

A minha amiga e companheira de estrada Bagé-Pelotas, Reni Rockenbach, sem a qual eu não teria chegado aqui. Obrigado pela amizade, orientação e inúmeras conversas que me mostraram sempre o caminho mais seguro, minha amiga, tu és uma irmã para mim, te guardo em meu coração.

A todos os demais colegas do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da UFPel, em especial aos membros do Laboratório de Pós-Colheita Industrialização e Qualidade de Grãos (LabGrãos). Não citarei nomes, pois todos foram importantes na minha caminhada. Estagiários, mestrados, doutorandos e pós doutorandos vocês estarão sempre comigo, onde eu for.

Ao Prof. Moacir que me acolheu, me orientou, me mostrou o caminho e com amizade, carinho e respeito fez-se fundamental em minha trajetória.

Agradeço a Deus por ter-lhe posto em meu caminho, o senhor é muito especial pra mim, OBRIGADO!!!

Ao Prof. Dr. William Peres, meu amigo de todas as horas, muito obrigado por tudo que fizeste por mim, pelos livros, artigos, congressos e etc. Tu és fundamental na minha caminhada!!!

Ao Prof. Dr. Jander Monks que com paciência orientou-me e possibilitou um grande avanço tecnológico neste trabalho, o meu muito obrigado!!!!

À Prof^a Dra. Márcia Gularte por sua generosidade em transmitir conhecimento ensinando-me a ver as possibilidades em todos os momentos.

Às amigas Dra. Roberta Horta e Dra. Maitê de Carvalho que sempre estiveram disponíveis e colaboraram de forma significativa para a conclusão deste trabalho.

Ao amigo Nathan Vanier que me incentivou sempre à pesquisa e a busca de soluções que trouxessem benefício científico e social, muito obrigado!

Aos que partiram, deixei a reflexão e agradecimento para os últimos parágrafos, pois são os meus maiores amores. Ler seus nomes e ter suas lembranças em minha mente durante as releituras deste trabalho traz grande saudade, e se expressa fisicamente em lágrimas, mas reafirma também a certeza do reencontro. A vocês não atribuo somente a expressão *in memoriam*, mas também *in corde*, pois vocês estarão sempre em minha memória e em meu coração. Aqui deixo o carinho e agradecimento aos meus amigos D. Zulma Palomino, Prof. Vitor Hugo de Alencastro Maia e Prof^a. Elma Ribeiro, amigos e incentivadores que acrescentaram muito em minha caminhada.

Meu coração aperta no momento de agradecer aos pilares de minha vida, que hoje junto a Deus seguem iluminando meu caminho e transbordando meu coração de saudade e amor. Obrigado razões da minha vida, jamais os esquecerei. Agradeço sem rodeios a minha avó maravilhosa, D. Maria Cecília Cassão, ao meu pai amado Ivan Vaz Bragança, aos meus tios-pais Roberto Herzer e Job José Cassão Marques.

OBRIGADO A TODOS!!!

"Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes"
Isaac Newton

“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

BRAGANÇA, Guilherme Cassão Marques. **Efeitos da hidratação prévia e da cocção sobre parâmetros de avaliação tecnológica e nutricional de lentilha.** 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

Por apresentar valor nutritivo de relevante significância, ser importante fonte de proteínas e minerais e apresentar considerável ação antioxidante a lentilha está ganhando espaço principalmente quando se volta a atenção para pessoas com carência nutricional. Objetivou-se avaliar o melhor tempo para completa pré-hidratação do grão em função da temperatura da água, bem como avaliar efeitos deste tratamento sobre parâmetros tecnológicos e nutricionais da lentilha. Utilizou-se amostra adquirida em comércio local, sendo os grãos analisados na forma *in natura*, cozidos sem pré-hidratação, cozidos com água de pré-hidratação e cozidos sem água de pré-hidratação. Os resultados indicam que os grãos pré-hidratados em alta temperatura ($90\pm 5^{\circ}\text{C}$) apresentaram maior coeficiente de hidratação e menor tempo necessário para completo encharcamento. De forma geral, os grãos apresentaram tonalidade amarela com baixa saturação. Quando cozido com água de pré-hidratação, os teores de zinco, cobre, fósforo, magnésio, manganês, potássio, ferro e cálcio foram conservados, além de manter bom padrão texturométrico, maior atividade antioxidante e menor prejuízo ao teor de aminoácidos em relação aos demais tratamentos. No entanto, para a redução de taninos e fitatos, indica-se a utilização do grão cozido sem água de pré-hidratação. Pelo exposto, considera-se a utilização de pré-hidratação com água em elevada temperatura, bem como cozinhar o grão com esta água, podendo-se assim garantir a manutenção de seus parâmetros tecnológicos, compostos nutricionais e sua atividade antioxidante.

Palavras-chave: Pré-hidratação, tempo de cocção, minerais, aminoácidos, nutricionais.

ABSTRACT

BRAGANÇA, Guilherme Cassão Marques. **Effects of previous hydration and of the cooking on parameters of technological and nutritional evaluation of lentil.** 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

To present nutritional value of relevant significance, be an important source of protein and minerals and have considerable antioxidant activity, the lentil is gaining ground especially when it brings attention to people with nutritional deficiency. This study aimed to evaluate the best time to complete pre-hydration of the grain due the water temperature, and assess effects of this treatment on technological and nutritional parameters of lentil. We used lentil purchased in local shops, and the grains was analyzed in natura, cooked without pre-hydration, cooked with water of pre-hydration and cooked without water of pre-hydration. The results indicate that pre-hydrated grain at high temperature (90 ± 5 ° C) showed a higher coefficient of moisture and less time needed for complete hydratation. In general, grains showed yellow hue with low saturation. When cooked with water of pre-hydration , zinc contents, copper, phosphorous, magnesium, manganese, potassium, iron and calcium were preserved, besides maintaining good texturometric standard, larger antioxidant activity and less damage to the amino acid content compared to other treatments. However, to reduce tannins and phytates, indicates the use of the cooked grain without pre-hydration water. For these reasons, we consider the use of pre-hydration with water at high temperature and cook the grain with this water, being able to thus ensure the maintenance of its technological parameters, nutritional compounds and their antioxidant activity.

Keywords: Pre-hydration, cooking time, minerals, amino acids, nutritional.

LISTA DE FIGURAS

Figura1	Estrutura básica da antocianina.....	32
Figura2	Estrutura molecular do fitato.....	34
Figura 3	Estrutura molecular do ácido tânico.....	34
Figura 4	a) Representação do diâmetro do grão.....	41
	b) Representação da espessura do grão.....	41
Figura 5	Peso da massa de grãos em função do tempo de hidratação pré-cocção.....	51
Figura 6	Umidade da massa de grãos em função do tempo de hidratação pré-cocção.....	52
Figura 7	Temperatura da água de hidratação prévia em função do tempo de pré-hidratação.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Avaliação do comportamento de hidratação de lentilha <i>in natura</i> e correlação dos parâmetros de estabilização de peso, umidade e temperatura dos grãos em função do tempo em duas temperaturas de água de encharcamento.....	36
Tabela 2	Delineamento experimental a fim de avaliar o efeito dos processamentos nas propriedades tecnológicas e nutricionais de lentilha.....	37
Tabela 3	Avaliação tecnológica do peso de mil e de cem grãos de lentilha <i>in natura</i>	56
Tabela 4	Verificação dos padrões físicos de diâmetro e espessura dos grãos.....	57
Tabela 5	Parâmetros colorimétricos L*, a* e b* de lentilha crua e processada.....	58
Tabela 6	Composição proximal, proteína solúvel e valor energético da lentilha <i>in natura</i> e processada.....	61
Tabela 7	Proteína solúvel e valor energético de lentilhas.....	64
Tabela 8	Tempo de cocção dos grãos.....	65
Tabela 9	Perfil textuométrico da lentilha.....	67
Tabela 10	Médias de três repetições do teor de aminoácidos (g/100g) da lentilha crua e processada, seguidos de seu respectivo desvio padrão.....	70
Tabela 11	Médias de três repetições da quantidade de ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), fósforo (P), magnésio (Mg), manganês (Mn), potássio (K) e cálcio (Ca) da lentilha crua e processada, seguidos de seu respectivo desvio padrão.....	72
Tabela 12	Compostos bioativos de lentilha crua e processada.....	79

Tabela 13	Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para as variáveis dependentes.....	83
Tabela 14	Fatores antinutricionais de lentilha crua e processada.....	84
Tabela 15	Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para taninos parâmetros colorimétricos.....	86
Tabela 16	Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para taninos, fitatos e minerais.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS

LC: Lentilha crua

LCSHP: Lentilha cozida sem hidratação prévia

LCCAHP: Lentilha cozida com água de hidratação prévia

LCSAHP: Lentilha cozida sem água de hidratação prévia

D.M.: Dry matter (matéria seca)

P.A.: Padrão analítico

Fe: Ferro

Zn: Zinco

Cu: Cobre

P: Fósforo

Mg: Magnésio

Mn: Manganês

K: Potássio

Ca: Cálcio

°H: Ângulo HUE

TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

ABTS: 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico)

DPPH: 2,2-difenil-1-picril-hidrazina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Lentilha (<i>Lens culinaris</i> L.)	20
2.2 Comportamento de hidratação	22
2.3 Tempo de cocção	24
2.4 Perfil colorimétrico	25
2.5 Perfil texturométrico	26
2.6 Perfil de aminoácidos	27
2.7 Perfil mineral	29
2.8 Compostos bioativos	31
2.9 Fatores antinutricionais	33
3. MATERIAIS E METODOS	35
3.1 Material	35
3.2 Métodos	35
3.2.1 Delineamentos experimentais	35
3.2.1.1 Delineamento I: Determinação do comportamento de hidratação de lentilha crua	36
3.2.1.2 Delineamento II: Avaliação do efeito dos processos hidrotérmicos de pré-hidratação e cocção sobre os parâmetros químicos e nutricionais de lentilha	37
3.2.2 Procedimento e avaliações	38
3.2.2.1 Preparo das amostras	38
3.2.2.2 Comportamento de hidratação	39
3.2.2.3 Coeficiente de hidratação	40
3.2.2.4 Massa de mil grãos	41
3.2.2.6 Cor do tegumento	41
3.2.2.7 Composição proximal	42
3.2.2.8 Valor energético	43
3.2.2.9 Índice de proteínas hidrossolúveis	43
3.2.2.10 Parâmetros de cocção	43
3.2.2.10.1 Tempo de cocção	43
3.2.2.11 Perfil texturométrico	44
3.2.2.12 Compostos bioativos	45
3.2.2.12.1 Determinação da atividade antioxidante – Método DPPH	45
3.2.2.12.2 Determinação da atividade antioxidante – Método ABTS	46
3.2.2.12.3 Determinação de fenóis totais	46
3.2.2.12.4 Determinações de fenóis simples	47
3.2.2.12.5 Determinação de antocianinas totais	48
3.2.2.13 Fatores antinutricionais	48
3.2.2.13.1 Determinação de taninos	48

3.2.2.13.2	Determinação do teor de ácido fítico.....	48
3.2.2.14	Determinação de aminoácidos.....	49
3.2.2.15	Determinações de minerais.....	49
3.2.2.16	Análises estatísticas.....	49
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1	Comportamento de hidratação.....	51
4.2	Parâmetros físico-químicos.....	55
4.2.1	Massa de mil grãos e massa de cem grãos.....	55
4.2.2	Dimensões dos grãos.....	56
4.2.3	Perfil colorimétrico.....	57
4.2.4	Composição proximal, proteína solúvel e valor energético.....	60
4.3	Parâmetros de cocção da lentilha.....	65
4.3.1	Tempo de cocção.....	65
4.3.2	Perfil texturométrico.....	66
4.4	Perfil de aminoácidos.....	69
4.5	Perfil mineral.....	71
4.6	Compostos bioativos.....	78
4.7	Fatores antinutricionais.....	83
5	CONCLUSÕES.....	89
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

1. INTRODUÇÃO

A alimentação deve suprir em quantidade e qualidade as necessidades nutricionais do organismo. Uma alimentação adequada deve ser baseada na utilização de cereais, frutas, verduras, grãos proteicos e carne.

As fabaceas são vastamente utilizadas para alimentação humana em diversas regiões do planeta, sobretudo por sua importância nutricional, por serem considerados alimentos base de sociedades menos favorecidas economicamente, além de terem elevada aceitação e se constituírem em boas fontes de energia e proteína.

Sabe-se, no entanto, que também são detentoras de fatores antinutricionais como taninos, fitatos, inibidores de enzimas proteolíticas, lectina e inibidores de tripsina.

Um dos grãos fabáceos mais produzidos no mundo é a lentilha (*Lens culinaris* L.), com seus primeiros dados de cultivo datados de 8mil anos. Atualmente é muito utilizado para alimentação infantil e como fonte proteica para os adeptos a não ingestão de produtos cárneos.

No Brasil o consumo nacional de lentilha é suprido pela importação. Mesmo havendo boa aceitação desse grão, sua produção nacional é pequena, embora sejam o clima e o solo adequados ao cultivo, conforme indicado por pesquisas pregressas, onde a produtividade deste grão pode chegar a 1500kg/há.

Embora a lentilha seja um grão nutricionalmente rico e alta atividade antioxidante, ainda é baixa sua utilização na alimentação humana mundial, devido ao elevado tempo de preparo e gasto econômico-energético. O uso da lentilha na alimentação é limitado no ocidente devido à deficiência de dados concretos sobre técnicas de processamento e produtos diversificados a base do grão.

Outro fato que justifica a diminuta utilização de lentilha na alimentação humana é a presença de compostos antinutricionais, comuns às fabáceas, que podem, porém, ser inativados pelo processamento térmico. Comumente nas residências a lentilha passa por processo de cocção com a utilização de pressão ou sem ela.

O conhecimento sobre as propriedades nutricionais da lentilha apresenta vários benefícios, principalmente quando voltada a atenção para o estímulo à ingestão desse grão.

Há nos estudos dados conflitantes sobre as técnicas adequadas de preparo da lentilha, que mantenham seu valor nutricional e inativem os fatores antinutricionais, a fim de manter o alimento seguro ao consumo humano, uma vez que o tempo prolongado de pré-hidratação do grão pode promover o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos.

Torna-se importante obter-se um método que garanta a pré-hidratação e cocção do grão em menor tempo com preservação de constituintes nutricionais, inativação ou diminuição dos compostos antinutricionais.

Desta forma, objetivou-se avaliar efeitos da pré-hidratação e da cocção sobre parâmetros de avaliação tecnológica e nutricional de grãos de lentilha com estabelecimento de comportamento de hidratação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Lentilha (*Lens culinaris* L.)

Lentilha são todos os grãos pertencentes à espécie *Lens esculenta* Moench (BRASIL, 1993), sendo sinônimo de *Lens culinaris* (VOHRA & GUPTA, 2012).

Há grande variedade de lentilhas no mundo, apresentando cada uma suas características e particularidades fenotípicas de tegumento e cotilédones (CGC, 2014), agrupadas de acordo com classificação baseada no tamanho e na coloração do grão, variando entre pequenas e grandes, vermelhas e verdes (GUPTA et al., 2013).

O grão de lentilha, bem como outras fabaceas é largamente cultivado em diversas regiões do mundo, havendo destaque de produção no Canadá (ROY et al., 2010) e na Argentina dentre os países americanos. No Brasil, no estado de Minas Gerais, em pesquisa realizada por Vieira e Rocha (2004), a produtividade de lentilha chegou a atingir 1321kg/ha. O Brasil não apresenta dados atualizados sobre produtividade deste grão.

Dentre os principais parâmetros tecnológicos dos grãos proteicos, a cor é segundo Cezar et al. (2011) um dos mais importantes. Segundo Dobrzański & Rybczyński (2008) muitos alimentos apresentam diversidade de coloração, sendo o consumo dependente das preferências culturais da população.

A lentilha é um grão que tem estimulado o interesse do mundo devido a sua composição químico-nutricional (FARIS et al., 2012), sendo uma importante fonte de compostos derivados dos metabolismos primário e secundário (SHONS et al., 2009), como proteínas e fibras (KOUVOUTSAKIS et al., 2014; ZIA-UL-HAQ et al., 2011). Segundo Johnson et al. (2013) a lentilha é também uma importante fonte de minerais, vitaminas e hidratos de carbono

prebióticos, que podem inclusive aumentar a capacidade de captação de cálcio.

A lentilha pode conter mais de 28% de proteína, sendo este valor dependente de diversos fatores, visto que esse componente é acumulado no grão durante o processo de crescimento e maturação (ROY et al., 2010). O teor de proteína da lentilha pode variar entre as espécies de acordo com a capacidade que cada uma apresenta em converter nitrogênio proveniente do nitrato absorvido do solo em nitrogênio protéico (BHATTY, 1986). A proteína apresenta significantes variações nas concentrações de suas frações albumínica e globulínica (NEVES et al., 1998). Este fato torna-se ainda mais significativo porque, segundo Ribeiro et al. (2007), grande parcela da sociedade brasileira não apresenta condições de acessibilidade a fontes proteicas animais, sendo dessa forma importante a utilização de fontes vegetais para suprir a carência de compostos nitrogenados, uma vez que quanto maior a digestibilidade proteica, maior será a eficiência dessa proteína (BRUNE et al., 2010).

Os constituintes químicos da lentilha estão distribuídos pelas suas diferentes partes, sendo as fibras concentradas na casca, enquanto proteínas e lipídeos estão em maior concentração nos cotilédones (NEVES et al., 1998). Segundo Shons et al. (2009) a remoção da casca e a aplicação de diferentes processos térmicos pode interferir na manutenção dos constituintes dessa fabaceae. Segundo Buratto (2012), é necessário que se tenha atenção redobrada quanto aos processamentos aos quais os grãos serão submetidos, pois a constituição mineral é variável, podendo ser reduzida a disponibilidade destes compostos em caso de separação entre tegumento e cotilédones.

De forma geral, as fabaceae são também fontes de antioxidantes naturais (OOMAH et al., 2011), tendo sua atividade ressaltada pela presença de compostos fenólicos (AMAROWICZ et al., 2010).

Todavia, as fabaceae apresentam considerável teor de fatores antinutricionais, entre eles os taninos e fitatos, que por complexarem-se de forma indissolúvel com proteínas e minerais, torna-os incapazes de serem absorvidos de forma natural pelo organismo humano. Sabe-se, porém, que o

ácido fítico, quando em reduzida concentração, promove efeito profilático sobre algumas patologias (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008). A lentilha ainda participa de maneira eficaz no tratamento de alguns problemas de saúde, como o diabetes, câncer de cólon e elevação do colesterol carregado por lipoproteína de baixa densidade (ROY et al., 2010).

A lentilha está cada vez mais sendo associada à redução de índices de doenças como o Diabetes Mellitus tipo II, o câncer, as doenças cardiovasculares e também o envelhecimento (ZHANG et al., 2014; KOUVOUSAKIS et al., 2014). Além desses fatores, uma dieta a base desse grão é também uma alternativa para reduzir o ganho de peso (SHONS et al., 2009), sendo ainda um alimento muito importante no combate à desnutrição, devido ao seu elevado valor nutritivo (ZHANG et al., 2014).

Ressalta-se que, segundo Biscaro et al. (2010), referindo-se à soja, o tratamento térmico promove redução dos fatores antinutricionais e aumenta a digestibilidade, todavia, há a possibilidade da destruição de peptídeos, além de prejudicar outros constituintes. Dessa forma, torna-se importante a determinação de padrão de hidratação pré-cocção e cocção, a fim de diminuir a composição antinutricional e melhorar a disponibilidade de nutrientes.

Cabe salientar que fatores físicos e ambientais podem promover estados de estresse na planta de lentilha. Logo, é provável que isso promova alterações no teor de proteína dos grãos. Isso é observado quando em mesma espécie se encontra diferentes quantidades de proteína (WANG & DAUN, 2006).

2.2 Comportamento de Hidratação

A água presente nos alimentos pode estar sob diferentes tipos, de acordo com sua capacidade de ligar-se a outras moléculas constitucionais do alimento em questão, como, por exemplo, a componentes absorventes (GARCÍA et al., 2006). Neste sentido, a lentilha, pode apresentar considerável grau de absorção de água, por ser um grão rico em proteína (MENKOV, 2000a), e por ser a proteína, segundo Lacerda (2008), um composto hidroabsorvente. Ainda nesse contexto, de acordo com Coutinho et al. (2005),

o aumento do diâmetro superficial do grão pode chegar a 30% após um processo de hidratação.

O comportamento de hidratação do grão pode ser avaliado pela realização das isotermas de hidratação ou sorção, que são elementos gráficos curviformes, cujo objetivo é demonstrar experimentalmente dados de equilíbrio de umidade dos grãos em função do tempo e a uma determinada temperatura, considerando-se em determinados casos, estado ambiental isobárico (EMBRAPA, 2010). Consiste em uma avaliação baseada na relação entre a atividade de água de um alimento e sua umidade (GARCÍA et al., 2006), a uma dada temperatura (BLAHOVEC & YANNIOTIS, 2009), envolvendo um processo físico não totalmente reversível (SANTOS, 2013).

A avaliação gravimétrica da quantidade de água absorvida pelos grãos, de acordo com a variação da umidade destes e da diferença de peso, determina sua isoterma de hidratação, sendo esta metodologia bastante aplicada devido à sua reprodutibilidade de condições de constância termodinâmica (LEHN & PINTO, 2004).

O conhecimento das isotermas de sorção dos alimentos torna-se fundamental para a melhora de diversos processos, como, por exemplo, a qualidade durante o armazenamento (FURMANIAK et al., 2007), sendo este fator muito importante quando se trata de lentilhas.

Segundo Lehn & Pinto (2004), hoje não há modelos teóricos que representem de forma fidedigna e precisa do equilíbrio hídrico de uma massa de grãos, sendo este fator também influenciado pela temperatura e umidade circundante ao material.

García et al. (2006) ao exporem relatos sobre cereais, afirmam que para este grupo alimentar, o conteúdo de água é um fator de suma importância que deve ser cuidado, visto que a capacidade de absorver água é influente sobre as características sensoriais. Dentro deste contexto, Paglarini et al. (2013) expõem que a capacidade da água de se ligar a componentes do objeto em estudo é muito importante para que diversos processos envolvendo o grão sejam feitos com qualidade. Para lentilha, como grão proteico, torna-se muito importante conhecer o grau de absorção de água, principalmente porque há

lixiviação de proteína e amido da fabaceae com a expulsão da água primeiramente absorvida. O tamanho do grão também é importante, pois com a absorção de umidade, o grão apresenta significativo aumento de diâmetro e de espessura.

Tendo em vista que as isotermas de sorção nos mostram o dimensionamento da relação entre a atividade de água e a umidade, pode-se relacionar, conforme exposto por Paglarini et al. (2013) o teor de água do produto com sua capacidade se manter-se conservado.

Em estudo com outra espécie vegetal, Domínguez-Domínguez et al. (2007) ressaltam que as características de hidratação são dependentes da morfofisiologia do produto, não sendo regular em todo o grão. A espessura da casca e a quantidade de camadas celulares do grão também são influentes sobre o processo de hidratação (NOBEL apud DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ et al., 2007).

Segundo Raji & Ojediran (2011), as isotermas são fundamentais para a compreensão e expressão quantitativa de parâmetros de preservação, armazenamento, dentre outros processos envolvidos diretamente com o alimento, fatores também compartilhados por Sandoval & Barreiro (2002) em estudos com sementes de cacau.

2.3 Tempo de cocção

O tempo de cocção é um dos parâmetros mais importantes no estudo de grãos protéicos (KHAN et al., 1987) sendo dependente de diversos fatores, como características físicas dos grãos e capacidade de absorver água.

O tempo de cozimento está diretamente relacionado à textura, visto que ao se chegar a uma característica texturométrica adequada, o processo de cocção dá-se por encerrado, sendo o encharcamento um dos fatores de promoção deste parâmetro (ZIMMERMANN et al., 2009).

O processo de cocção promove alteração da textura do grão, garantindo-lhe maciez. A água que penetra no grão promove gelatinização do amido e desestruturação proteica quando o mesmo é submetido ao cozimento

(JOSHI et al., 2010). Ainda no sentido da migração de água para o interior do grão, Biscaro et al. (2010) relatam que a temperatura da água de encharcamento influencia no tempo necessário para pré hidratar o grão.

2.4 Perfil colorimétrico

Para fabaceae, Cezar et al. (2011) relataram ser a cor do tegumento um dos principais parâmetros a serem considerados dentro da avaliação tecnológica dos grãos. A avaliação colorimétrica conceitual muitas vezes se dá pela avaliação visual, como também ocorre com frutas, conforme exposto por Dobrzański & Rybczyński (2008), o que torna a determinação empírica e diferenciada de acordo com cada pessoa, sendo influenciadas pelas adaptações culturais do público consumidor.

Assim, a coloração é também um dos parâmetros determinantes na escolha do produto por parte do consumidor, sendo influente sobre o processo de compra e atribuição de valor econômico ao grão, segundo Siqueira (2013) e Vanier (2012) em estudo com feijão carioca. Este parâmetro pode facilmente ser aplicado à lentilha, por ser um grão de coloração clara.

A coloração do tegumento de fabaceaes pode estar relacionada com a quantidade de compostos bioativos presentes no grão, como as antocianinas (LANDIM et al., 2013; BARRUETO-GONZALEZ, 2008). Segundo Stringheta, (1991), dentre os compostos responsáveis pela coloração dos alimentos de origem vegetal, destacam-se os flavonóides. Benevides et al. (2011) apresenta os taninos como compostos influentes sobre a cor de fabaceaes. O teor de carotenóides também influencia na coloração dos grãos de lentilha (ZHANG et al., 2014).

De acordo com Lopes (2011), é habitual e conceitual o consumidor associar a cor dos grãos à sua qualidade, principalmente quando os mesmos apresentam-se escuros, associando-lhes à dificuldade de cocção e não aceitabilidade sensorial.

2.5 Perfil textuométrico

A textura é um dos parâmetros mais importantes para inclinar ao consumo de determinados alimentos, sendo um dos fatores decisivos na escolha e preferência sobre produtos alimentícios (PANKIEWICZ & JAMROZ, 2013). Em estudo com feijão, Siqueira (2013) relata ser vastamente utilizada a análise de textura para a determinação da qualidade de consumo dos grãos.

De acordo com Szczesniak (2002) a textura é um conjunto de características dos alimentos que pode ser detectada de diferentes formas, principalmente pelas percepções sinestésicas, táteis e visuais, onde se detectam as características sensoriais e funcionais dos produtos, provenientes de suas particularidades estruturais, mecânicas e superficiais.

O perfil textuométrico de fabaceas sofre influência de inúmeros fatores, tais como sua constituição químico-estrutural e tratamentos pré-cozção (ÁVILA, 2014).

Os grãos de lentilha são considerados alimentos difíceis de cozinhar, devido ao longo tempo necessário para amaciá-los, deixando-os com textura adequada ao consumo (JOSHI et al., 2010).

A hidratação promove amaciamento do grão, otimizando o tempo para o processo de cozção, melhorando aspectos físicos externos e possibilitando melhores taxas de gelatinização do amido e desnaturação proteica (ABU-GHANNAM, 1998).

Para que a textura do grão de lentilha seja macia de maneira uniforme, torna-se necessário adequada distribuição de água no interior do grão. Dentre os parâmetros textuométricos, um dos mais importantes para fabaceas é a dureza, pois ela é afetada pela capacidade de absorção de água pelo grão, o que acaba refletindo na capacidade de cozção da lentilha (JOSHI et al. 2010).

A textura dos grãos pode ser alterada pelo processamento térmico, de acordo com a capacidade de solubilização dos açúcares constituintes da parede celular (SIQUEIRA, 2013).

Segundo Joshi et al. (2010), os efeitos do tempo de hidratação prévia e da temperatura de encharcamento sobre o padrão textuométrico de dureza de

lentilhas é pouco estudado, sendo que o tempo necessário para a máxima hidratação do grão pode ser reduzido com o aumento da temperatura, visto que este fator permite que o tegumento se torne mais permeável à água.

2.6 Perfil de aminoácidos

São conhecidos hoje mais de três centenas de aminoácidos constituintes de matérias naturais, e deles sendo provenientes, todavia, em mamíferos apenas são encontradas duas dezenas (CHAMPE et al., 2006).

Para o correto funcionamento do organismo, os seres humanos necessitam de 20 aminoácidos, chamados de fundamentais, que são importantes para a síntese proteica. Dentre esses aminoácidos destacam-se os de cadeia ramificada, como a leucina, isoleucina e valina que propiciam benefícios no tratamento de patologias renais e hepáticas (ROGERO & TIRAPÉGUI, 2008). Os aminoácidos são fundamentais para o corpo humano, e a constituição dos alimentos deve conter satisfatórias quantidades desses componentes. Logo, segundo Szarfarc et al. (1980), a redução ou nulidade de aminoácidos pode caracterizar a dieta como isenta de proteína, visto que nestas situações esta não poderá ser formada.

Segundo Ribeiro et al. (2007) é necessário que se tenha uma alimentação que contemple o uso de fabáceas e cereais, a fim de suprir as necessidades aminoacídicas do organismo.

Dentre os alimentos que hoje são vistos como preferenciais quanto ao valor nutricional, destacam-se aqueles que apresentam quantidades satisfatórias de aminoácidos não produzidos pelo corpo humano (TINOCO et al., 2012; RIBEIRO et al., 2007; PIRES et al., 2006).

De forma geral, todas as fabáceas têm em sua constituição quantidade considerável de aminoácidos, tais como arginina, importante na resposta imunológica, e lisina, importante formadora de colágeno. Porém, são carentes em cistina e metionina (ROY et al., 2010; SHONS et al., 2009; PORRES et al., 2003). A lentilha é um grão altamente rico em nutrientes, sendo, segundo Hefnawy (2011), um alimento capaz de suprir a necessidade alimentar de

lisina. Em estudo com lentilhas cultivadas e selvagens, Bhatta (1979) constatou não haver diferenças significativas no teor de aminoácidos entre as espécies estudadas.

É de suma importância que haja aumento na qualidade nutricional da lentilha, e isso pode ocorrer pela melhora na constituição aminoacídica do grão, fator dependente em grande parte das variações das espécies (BHATTY, 1986) e regiões de cultivo (RIBEIRO et al., 2007).

As plantas de modo geral absorvem o nitrogênio proveniente do solo, o qual se liga à esqueletos carbônicos formando aminoácidos, que se unindo, originam as proteínas que serão armazenadas no tecido vegetal (GOMES-JUNIOR & SÁ, 2010). Todavia, segundo Bhatta (1986), há evidências de que espécies de lentilha não apresentam significativa eficácia na conversão de nitrogênio proveniente do nitrato em nitrogênio proteico.

De acordo com Marangon & Melo (2004), muitas pessoas hoje buscam suplementação alimentar com proteínas, por serem estas as fontes de aminoácidos que são fundamentais para que haja desenvolvimento e manutenção da musculatura. Todavia, Paiva et al. (2007) expõem que podem haver riscos à integridade da saúde do indivíduo com a ingestão indiscriminada de aminoácidos.

A massa corporal humana tem em torno de 45% de seu volume representado pelos músculos e água (ROGERO & TIRAPEGUI, 2008), logo, é possível identificar a importância de uma alimentação rica em proteínas, podendo ser a lentilha um dos fornecedores de tal composto. Um dos fatores que pode promover alteração no conteúdo de aminoácidos de um grão é a adubação rica em nitrogênio (MATTSON, 1980 apud GOMES-JUNIOR & SÁ, 2010).

A aplicação de calor sobre o alimento pode promover redução da disponibilidade de certos aminoácidos, sendo este fator particularmente importante sobre o aminoácido lisina (HEFNAWY, 2011; BRESSANI et al., 1991). Cabe ressaltar que os aminoácidos sulfurados e aromáticos também podem ser reduzidos (HEFNAWY, 2011).

Ainda nesse sentido, Toledo & Canniatti-Brazaca (2008) relataram que em feijões que passaram por hidratação antes da cocção os aminoácidos apresentaram-se com maior disponibilidade, sendo este fato, possivelmente devido à redução do tempo de exposição à alta temperatura.

2.7 Perfil mineral

Os minerais são fundamentais para a manutenção da integridade salutar do indivíduo, sendo compostos constitucionais e estruturais e agentes imprescindíveis para processos metabólicos e fisiológicos do corpo humano (BURATTO, 2012).

As fabaceas são importantes fontes minerais, principalmente de ferro, zinco e cálcio. O conhecimento da constituição mineral de um alimento é de suma importância para que se tenha possibilidade de promover intervenções alimentares em grupos consumidores, a fim de suprir possíveis carências desses compostos (LAZARTE et al., 2015).

Fabaceas apresentam individualidades quanto à constituição mineral (SOMAVILLA et al., 2011; BARRUETO-GONZALES, 2008) variando de acordo com diversos fatores, tais como a espécie e as características próprias do local de cultivo (THAVARAJAH et al., 2010) e o tratamento térmico (MICELI & MICELI, 2012; SHONS et al., 2009; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008).

A lentilha é importante fonte de minerais (JOSHI et al., 2010) e apresenta diversos minerais considerados fundamentais para garantir qualidade nutricional ao ser humano (ROY et al., 2010; BARRUETO-GONZALES, 2008).

Os minerais podem apresentar-se distribuídos de forma desigual no tegumento e nos cotilédones, devendo-se essa variabilidade principalmente aos fatores genéticos e ambientais. Em feijões, a maior concentração de cálcio está no tegumento, enquanto que o maior teor de potássio, cobre, zinco, fósforo, magnésio, manganês e ferro é evidenciado nos cotilédones (BURATTO, 2012).

O tratamento térmico com e sem utilização de pressão é largamente utilizado em residências (PORRES et al., 2004), todavia, tais processamentos podem promover reduções significativas no teor de minerais presentes nos grãos de lentilha (HEFNAWY, 2011; SHONS et al., 2009). Dentre os oligoelementos reduzidos pelo calor está o cálcio (PORRES et al., 2003), mineral fundamental para a constituição e estruturação óssea corporal (BUZINARO et al., 2006). Contudo, alguns minerais podem manter-se inalterados após prévia hidratação e cocção, possivelmente pela utilização da água de encharcamento em temperatura ambiente (SILVA et al., 2013). Para Somavilla et al. (2011) é de extrema importância manter o teor de minerais nos alimentos após estes serem submetidos à processamentos, devido a seu valor nutricional para a saúde humana.

A disponibilidade *in vivo* dos minerais provenientes de fabaceas depende diretamente da existência concomitante de compostos que propiciem ou não sua absorção (BARRUETO-GONZALEZ, 2008). Estes compostos são chamados de antinutricionais, pois complexam com os minerais e impedem sua absorção. Porres et al. (2003) relatam que pequenas reduções nos teores de taninos e fitatos por tratamento térmico podem não ser eficientes na melhora da digestibilidade do cálcio.

O cálcio absorvido pelo organismo é reflexo direto do teor deste mineral presente na alimentação (PORRES et al., 2003) e da disponibilidade de vitamina D3. Entretanto, isso não significa que a totalidade absorvida deste composto seja participante dos processos fisiológicos e metabólicos. Cabe ressaltar, ainda segundo este autor, que o desenvolvimento corporal está relacionado com a interação entre o cálcio e a proteína. Este é um importante parâmetro para lentilha, visto que é um grão protéico e apresenta íons de cálcio em sua constituição.

De acordo com Porres et al. (2004), o uso de magnésio proveniente de fontes fabaceas pelo organismo pode ser reduzido, fato constatado pela significativa excreção urinária desse mineral.

Uma alternativa para a incrementação de minerais nos grãos é o desenvolvimento de novas variedades, por meio de melhoramento genético,

como hoje é realizado com feijão, valorizando o produto e promovendo alimentos que garantam melhor qualidade nutricional ao ser humano (BURATTO, 2012). Cabe ressaltar, porém, que o melhoramento não se mostrará eficaz se o solo não apresentar concentrações satisfatórias de minerais (ORTIZ-MONASTERIO et al., 2007). Frente a isso, tendo em vista que o melhoramento genético de espécies é um processo demorado, a implementação da lentilha na alimentação pode trazer inúmeros benefícios nutricionais quanto aos parâmetros minerais.

2.8 Compostos bioativos

O ser humano necessita de compostos bioativos para manutenção de sua fisiologia e metabolismo, sendo tais compostos provenientes de fontes vegetais. Os bioativos podem ter atuação sob diferentes aspectos no ser humano, sendo a ação antioxidante uma de suas principais funções, devido ao poder de óxido redução (BASTOS et al., 2009).

As fabaceas são fontes de antioxidantes naturais (OOMAH et al., 2011), tendo sua atividade ressaltada pela presença de compostos fenólicos que podem contribuir para a prevenção de diversas patologias (AMAROWICZ et al., 2010).

Diariamente são ingeridas pequenas quantidades de compostos bioativos, todavia, por apresentarem restrita capacidade de serem absorvidos e se manterem biodisponíveis, encontram-se muito reduzidos no corpo humano (BASTOS et al., 2009).

Os compostos fenólicos são agentes antioxidantes bastante importantes para a saúde humana (LANDIM et al., 2013), podendo ser quantificados na forma de fenóis totais, simples e individuais. Segundo Tiveron (2010), os compostos fenólicos simples são classificados como pouco distribuídos, pois se apresentam em pequeno número. Um dos métodos mais utilizados para a verificação da atividade antioxidante é o método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazina) (TIVERON, 2010).

Outro método bastante utilizada para avaliação da atividade antioxidante de uma amostra é o método ABTS, que consiste na captura de elétrons pelo radical 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico) (HASSIMOTTO, 2005), sendo este radical ABTS significativamente estável na ausência de agentes antioxidantes (TIVERON, 2010).

As antocianinas (Figura 1) são flavonóides antociânicos glicosilados que conferem aspectos de coloração roxa a azul em vegetais, sendo compostos provenientes dos processos de adição de radicais hidroxila e metoxila na estrutura do fenil-2-benzopirílio (HASSIMOTTO, 2005), apresentando significativa atividade antioxidante (LOPES et al., 2007).

As antocianinas estão presentes nos grãos, principalmente no tegumento, sendo que seu conteúdo apresenta relação com a cor do tegumento (LANDIM et al., 2013). Sua presença ainda confere qualidade ao produto, logo, é importante estudar formas de processamentos de grãos a fim de manter tais compostos no produto após prontos para o consumo. O processo de hidratação prévia promove lixiviação de antocianinas para o caldo. De acordo com Botelho (2014) todavia a cocção em panela de pressão mantém maior teor de antocianinas em grãos de feijão quando comparada ao cozimento sistema convencional de panela aberta.

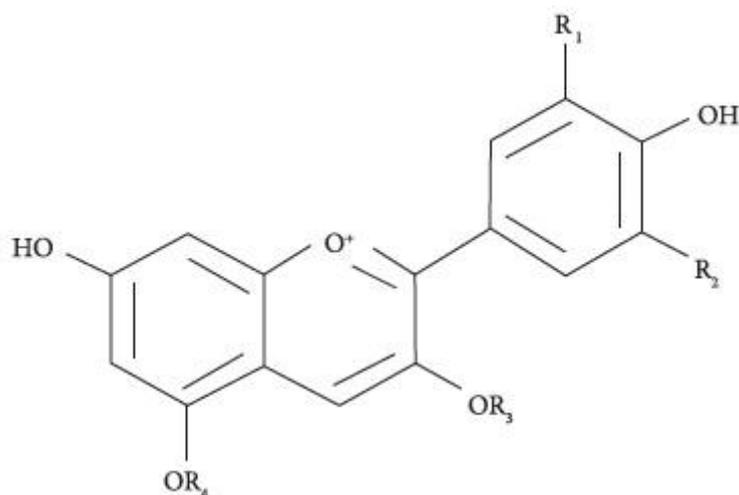


Figura 1: Estrutura básica da antocianina.

Fonte: MAZZA e MINIATI (1993).

As plantas apresentam compostos fenólicos em sua constituição, os quais são derivados de vias do metabolismo secundário vegetal (SCHILEIER, 2004). Tais substâncias atuam diretamente na capacidade adaptativa da planta frente aos obstáculos evolutivos impostos pelo ambiente (ROCHA et al., 2011).

De acordo com Abe et al. (2007), o conteúdo de fenóis totais é diretamente proporcional à atividade antioxidante dos produtos vegetais.

Os fenóis simples, também conhecidos como ácidos fenólicos, estão presentes nos vegetais e sua concentração é variável de acordo com o processamento realizado sobre o grão (BOTELHO, 2014).

2.9 Fatores antinutricionais

Os fatores antinutricionais como os taninos são compostos sintetizados bioquimicamente pelos vegetais, sendo metabólitos secundários (NEPOMUCENO et al., 2011).

As fabaceas apresentam considerável teor de fatores antinutricionais, entre eles os taninos, os fitatos, os oxalatos e os inibidores de pretease que por complexarem-se de forma indissolúvel com proteínas e oligoelementos, são incapazes de ser absorvidos de forma natural pelo organismo humano. Sabe-se, porém, que o ácido fítico, quando em reduzida concentração, promove efeito profilático sobre algumas patologias (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008).

Os processamentos térmicos de cocção (BISCARO et al., 2010) e a hidratação prévia (DUEÑAS et al., 2007), aos quais os grãos são submetidos promovem redução dos fatores antinutricionais.

Os fitatos (Figura 2) são compostos antinutricionais que podem promover a redução da utilização de minerais como ferro, magnésio, cálcio e zinco por parte do organismo animal (PAULA, 2007).

Segundo Paula (2007) em estudo com soja, o teor de óleo do grão interfere no conteúdo de fitatos presentes no mesmo, entretanto, a autora identificou correlação negativa entre o teor de ácido fítico e de carboidratos.

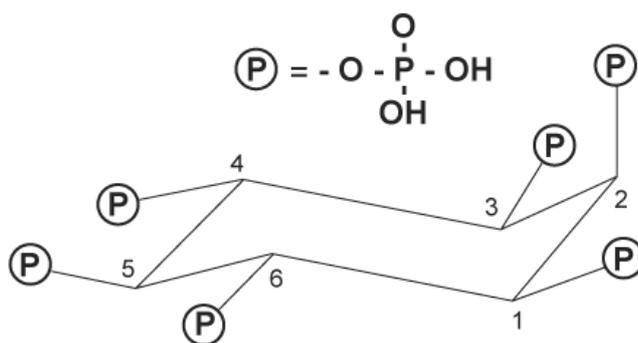


Figura 2: Estrutura molecular do fitato.

Fonte: VANIER (2012).

Os taninos são antinutrientes presentes em membros da família *Fabaceae*. Segundo Schileier (2004), os taninos são compostos que atuam na defesa dos vegetais contra os insetos, visto que se complexam com proteínas digestivas. O ácido tânico (Figura 3) é um tanino hidrolisável também presente em fabáceas, podendo complexar-se com proteínas.

Em estudo com feijão, Botelho (2014) expõe que o cozimento em panela de pressão sem a utilização da água de encharcamento promove redução do teor de taninos, influenciando de forma positiva também no sabor do grão.

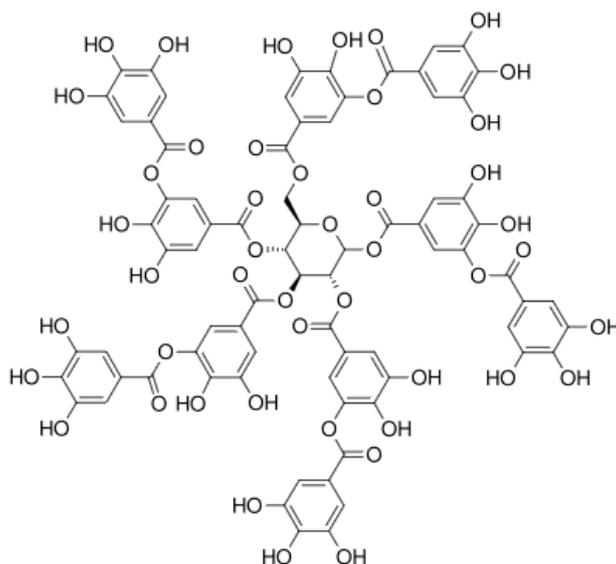


Figura 3: Estrutura molecular do ácido tânico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material

A lentilha espécie *Lens culinaris* L. foi adquirida no comércio local da cidade de Pelotas-RS, sendo todas as amostras de mesmo lote. Segundo dados fornecidos pela empresa beneficiadora, o grão foi importado do Canadá, onde foi colhido entre agosto e setembro de 2013.

Os grãos contendo 11,4% de umidade foram transportados até o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, campus Capão do Leão-RS e armazenados a 25°C dentro das embalagens comerciais até o momento do processamento. Antes do processamento os grãos foram selecionados, sendo aceitos como aptos ao estudo somente os inteiros e livres de quaisquer tipos de sujidades e/ou alterações físicas e microbiológicas visíveis a olho nu.

Após o processamento, os grãos foram mantidos em embalagem selada e em geladeira até o momento das análises.

3.2 Métodos

3.2.1 – Delineamentos Experimentais

A presente pesquisa foi dividida em dois delineamentos, sendo o primeiro referente a determinação do comportamento de hidratação dos grãos de lentilha *in natura* em duas diferentes temperaturas de água de embebição,

correlacionando peso, umidade e temperatura dos grãos em função do tempo de hidratação.

No segundo delineamento avaliou-se o efeito do processamento hidrotérmico de encharcamento e de cocção nas propriedades químicas e nutricionais da lentilha.

3.2.1.1 Delineamento I: Determinação do comportamento de hidratação de lentilha crua.

Para determinação do comportamento de hidratação e avaliação do tempo necessário para estabilização do peso, da umidade e da temperatura dos grãos de lentilha crus foi utilizado o delineamento experimental apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Avaliação do comportamento de hidratação de lentilha *in natura* e correlação dos parâmetros de estabilização de peso, umidade e temperatura dos grãos em função do tempo em duas temperaturas de água de encharcamento.

Variáveis independentes		Variáveis dependentes
Tratamento	Temperatura inicial da água de hidratação	
<i>Lens culinaris</i> L.	25°C	Massa de grãos em função do tempo de hidratação Umidade da massa de grãos em função do tempo de hidratação
	90°C	Temperatura de equilíbrio da água com a massa de grãos durante a hidratação

3.2.1.2 Delineamento II: Avaliação do efeito dos processos hidrotérmicos de pré-hidratação e cocção sobre os parâmetros tecnológicos e nutricionais de lentilha.

Os parâmetros avaliados em grãos crus, bem como as diretrizes avaliadas quanto ao efeito dos tratamentos de encharcamento em temperatura inicial elevada (90°C) sobre parâmetros tecnológicos e nutricionais da lentilha estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2: Delineamento experimental para avaliar efeitos do processamento nas propriedades tecnológicas e nutricionais de lentilha.

Variáveis independentes		Variáveis dependentes
Tratamento	Estado dos grãos	
<i>Lens culinaris</i> L.	Grãos crus	Peso de mil grãos Dimensões dos grãos Determinação da cocção Perfil texturométrico
	Grãos cozidos sem hidratação prévia	Perfil colorimétrico Composição proximal
	Grãos cozidos com água de hidratação prévia	Determinação dos teores de minerais Determinação de fenóis totais e simples
	Grãos cozidos sem água de hidratação prévia	Determinação da atividade antioxidante Determinação de taninos e fitatos Perfil de aminoácidos

3.2.2 Procedimentos e avaliações

3.2.2.1 Preparo das amostras

Para avaliação dos parâmetros isotérmicos, bem como do peso de mil grãos, da colorimetria e das dimensões, os grãos não passaram por processamentos específicos, sendo utilizados *in natura*, conforme adquiridos.

Para a avaliação dos parâmetros tecnológicos e nutricionais, o beneficiamento dos grãos se deu de quatro formas diferentes, sendo uma amostra de grão cru e três amostras de grão cozido. Os grãos crus foram moídos em moinho de facas e peneirados em tamis de nylon, conforme descrito por Hefnawy (2011).

Preconizou-se estudar os grãos após encharcamento à elevada temperatura e cozidos sob pressão (120°C a 2atm), pois há hoje pouca informação disponível sobre composição química de lentilhas submetidas a processamentos diversos (WANG et al., 2009).

Duas amostras de lentilha foram previamente hidratadas com água destilada à temperatura inicial de 90°C por 180 minutos na proporção 1:4 em becker de vidro, pois segundo exposto por Abu-Ghannam (1998) referindo-se a outra fabácea, o tratamento pré-coccional de hidratação é necessário para acelerar o cozimento do grão, reduzindo o tempo do processo.

Os grãos que não foram pré-hidratados passaram por cocção durante 15 minutos em panela de pressão. Aos hidratados mantendo a água, a cocção ocorreu em panela de pressão por oito minutos. Os grãos cozidos sem a água de hidratação prévia, após três horas de encharcamento, tiveram a água drenada. Posteriormente, a eles foi acrescido água em temperatura ambiente na proporção 1:4. Após, foram cozidos por oito minutos em panela de pressão (120°C a 2 atm).

Após cocção os grãos foram liofilizados, triturados em moinho de facas e armazenados em geladeira em sacos de polietileno.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOSs/DCTA/FAEM/UFPel,

Capão do Leão-RS) e no Laboratório de Química do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas (IFSUL, Pelotas-RS).

3.2.2.2 Comportamento de hidratação

O comportamento de hidratação do grão foi determinado pela aplicação do método de avaliação de isotermas de hidratação, avaliando o peso da massa de grãos, a umidade e a temperatura de equilíbrio da água em função do tempo, dividiu-se a experimentação em dois momentos. O experimento foi executado em ambiente climatizado, garantindo-se temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de aproximadamente 65%.

Utilizou-se grãos com umidade inicial de 11,35 %, sendo esta a umidade em que se encontravam quando foram adquiridos.

Preconizou-se utilizar em torno de 50 g de grãos, conforme exposto por Pascual (2010).

No primeiro momento, uma alíquota de 50,3 g grãos de lentilha foi mantida dentro de saco de filó em becker de vidro (Pyrex[®]) contendo água na proporção 1:4 (WANG et al., 2009), sendo esta água à temperatura inicial de 25±2°C.

Outra alíquota de 50,46 g de lentilha foi mantida dentro de saco de filó em becker de vidro (Pyrex[®]) contendo água à temperatura inicial de 90°C na proporção 1:4 (WANG et al., 2009), sendo esta, uma temperatura de encharcamento sugerida por Domene (2011) para grãos proteicos.

Para ambos tratamentos utilizou-se metodologia desenvolvida pelo Laboratório de Industrialização e Pós-Colheita de Grãos (ELIAS, 1998), retirando-se as alíquotas do molho em intervalos de 15 minutos, colocando-as em saco de filó e dentro de uma cápsula da centrífuga, contendo esta, ao fundo, um chumaço de algodão seco. Realizou-se centrifugação por 1 minuto a 1000rpm a fim de eliminar toda a água aderida na parte externa do grão. Este procedimento foi realizado ate que as amostras apresentassem peso constante, ou seja, momento em que atingiram seu equilíbrio hídrico.

Para todas as amostras, o comportamento hidrotérmico foi avaliado considerando-se a água absorvida pelos grãos segundo a diferença de peso após cada centrifugação nos tempos de coleta. As isotermas de hidratação foram obtidas por regressão polinomial, seguidas de representação equacional, utilizando-se seu coeficiente de determinação (R^2) para o ajuste das retas (LEHN & PINTO, 2004), segundo o melhor ajuste de regressão (SANDOVAL & BARREIRO, 2002).

3.2.2.3 Coeficiente de Hidratação

O coeficiente de hidratação foi determinado juntamente com base no comportamento de hidratação do grão.

Primeiramente 200 g de lentilha foram transferidos para um becker de vidro onde foi adicionada água destilada na proporção 1:4 (WANG et al., 2009). Dois coeficientes de hidratação foram determinados, sendo o primeiro com água de pré-hidratação à temperatura de $25\pm 2^\circ\text{C}$ e o segundo com água de pré-hidratação à temperatura de $90\pm 5^\circ\text{C}$.

Os coeficientes de hidratação (CH) foram determinados para os 180 primeiros minutos, por ser este o tempo de máxima hidratação do grão em água quente, logo, obtendo-se uma relação de CH/tempo que possibilitasse a correta avaliação do efeito da temperatura da água no tempo de hidratação do grão. Os CH foram determinados de acordo com a metodologia proposta por El-Refai et al. (1988), com adaptações, aplicando-se a equação 4:

$$CH = \frac{PGH}{PAH} \times 100 \quad (4)$$

Onde: *CH*: Coeficiente de hidratação (%);

PGH: peso dos grãos após hidratação;

PAH: peso dos grãos antes da hidratação.

3.2.2.4 Massa de Mil Grãos

Para a avaliação do peso de mil grãos, aplicado ao grão cru, primeiramente contou-se mil grãos de lentilha e procedeu-se com pesagem em balança de precisão. Tal metodologia é bastante aplicada para fabaceae e grãos membros da família poaceae (BRASIL, 2014).

3.2.2.5 Dimensões

Mensurou-se em paquímetro digital os valores dimensionais de 100 grãos em três repetições (ÁVILA, 2014), considerando-se para lentilha as dimensões de diâmetro e espessura, conforme Figura 4.

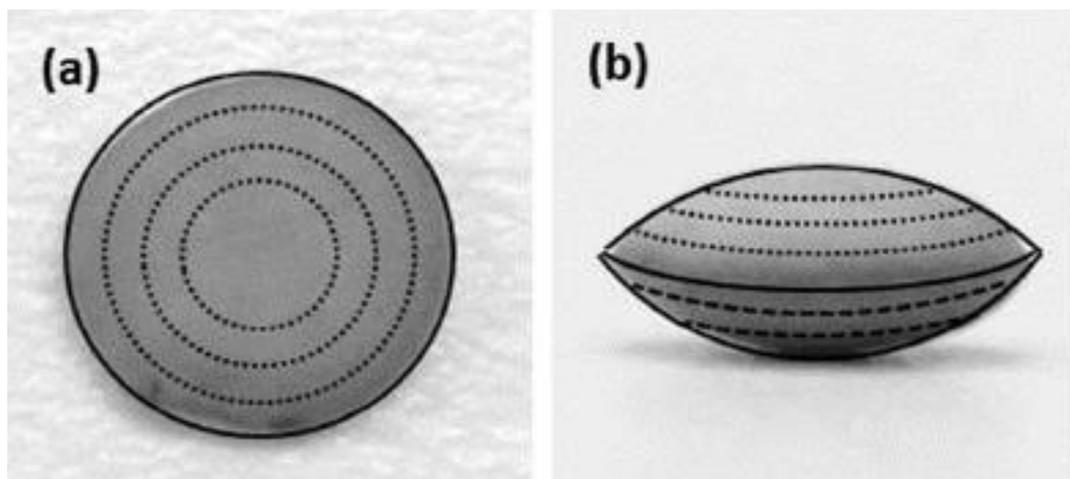


Figura 4: a) Representação do diâmetro do grão; b) Representação da espessura do grão.
Fonte: LEMASURIER et al. (2014)

3.2.2.6 Cor do tegumento

Para a determinação da coloração do tegumento dos grãos s utilizou-se um colorímetro Minolta (modelo CR-300, Osaka, Japão), sendo este aparelho capaz de indicar as cores de forma que se apresentem em sistema tridimensional. Este equipamento apresenta três formas de exposição dos dados colorimétricos, sendo estes conhecidos como eixos. O eixo L^* , de forma

vertical, representa a variação de cor da amostra entre o preto e o branco, indicando a intensidade da luminosidade da amostra. O eixo a^* apresenta a faixa de cores entre o verde e o vermelho, e o b^* indica a escala colorimétrica do azul ao amarelo. Realizou-se 10 determinações para cada amostra. As amostras, em separado, foram colocadas em recipiente com 22 cm de diâmetro e 3 cm de altura, sendo que as amostras de lentilha cobriam totalmente o fundo do recipiente (LAWLESS, 1998).

Outros parâmetros avaliados foram o ângulo HUE ($^{\circ}H$), que segundo Tiecher (2010) expressa a tonalidade da cor do alimento, e o croma que representa segundo Trigo et al. (2012) a saturação da cor. Determinou-se o ângulo HUE e o croma segundo cálculos propostos por Harder et al. (2007), segundo as equações 1 e 2 respectivamente:

$$^{\circ}HUE = \arctg b^*/a^* \quad (1)$$

$$C^2 = (a^2 + b^2) \quad (2)$$

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

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

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

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

C: Croma, indicando a saturação da cor.

3.2.2.7 Composição proximal

Determinou-se a umidade dos grãos de lentilha a fim de que tal valor fosse utilizado nos cálculos das demais análises, dessa forma os resultados delas provenientes poderiam ser expressos em base seca. Tal análise foi realizada conforme descrito pela ASAE (2000). Os teores de cinzas, proteína bruta, fibra bruta e lipídeos foram determinados segundo método proposto por AOAC (2006), sendo os carboidratos determinados por diferença. Os

resultados das análises, feitas em triplicatas e, expressos em porcentagem, equivalente a g/100 g.

3.2.2.8 Valor energético

O valor calórico energético em kcal foi determinado utilizando os valores de conversão de Atwater, sendo 4kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídeos (MAHAN e SCOTT-STUMPP, 2010). O valor calórico em kJ foi calculado segundo a TACO (2011).

3.2.2.9 Índice de Proteínas Hidrossolúveis

Para a determinação da fração de proteínas solúveis em água presentes na lentilha utilizou-se adaptação da metodologia proposta por Liu et al. (1992). Para esta análise, pesou-se 1g de amostra e colocou-se em 50mL de água destilada, mantendo-se agitação. Centrifugou-se a amostra a 5300 x g por 20 minutos. Transcorrido este processo, determinou-se o teor de proteína presente no sobrenadante pelo método de Kjeldahl, tendo como fator de conversão o valor de 6,25. O teor de proteína solúvel foi determinado segundo a equação 3:

$$\text{ÍPH} = \frac{\text{massa de proteína no sobrenadante}}{\text{massa de proteína na amostra}} \times 100 \quad (3)$$

Onde: ÍPH: índice de proteínas hidrossolúveis (%)

3.2.2.10 Parâmetros de Cocção

3.2.2.10.1 Tempo de Cocção

Os grãos foram cozidos em panela de pressão convencional (2 atm a 120°C). Às amostras a serem cozidas (250 g) acrescentou-se 1 L de água

destilada e após início da fervura (leia-se começo da emissão sonora pela válvula da panela de pressão) foi marcado o começo da cocção.

Para a cocção foi utilizado o grão não hidratado, o grão pré-hidratado e que deveria ser cozido com a mesma água e o grão hidratado que deveria ser cozido com substituição da água de hidratação prévia por água em temperatura ambiente (1 L).

A fim de verificar se as lentilhas apresentavam-se cozidas e poderiam ser destinadas ao consumo, utilizou-se modificações do método tátil de avaliação de textura, proposto por Vindiola, Seib e Hosney (1986), sendo esta metodologia, aplicada para determinar o tempo de cocção de todos os tratamentos.

Definiu-se que a cocção seria dada como completa quando uma quantidade $\geq 90\%$ dos grãos fossem definidos como amolecidos após pressão tátil entre placas de petri de vidro.

Determinou-se o melhor tempo de cocção após cozimento em quintuplicata.

3.2.2.11 Perfil Textuométrico

Através do teste textuométrico utilizando o equipamento *Stable Micro Systems Texture Analysers* (modelo TA.XT plus, de fabricação inglesa), os grãos somente hidratados e os grãos cozidos foram analisados, sendo submetidos à compressão de 80% com a utilização de sonda cilíndrica de 40 mm de diâmetro e tendo como velocidade de teste 1 mm.s^{-1} , em dois ciclos, com calibração do equipamento através da utilização de peso de 5 kg (ÁVILA, 2014).

Foram analisados 7 parâmetros textuométricos, a saber: dureza (máxima força exercida na primeira mordida, representa também a firmeza do grão), coesividade (divisão dos valores obtidos pelas duas primeiras compressões); mastigabilidade (resultado da multiplicação dos resultados de gomosidade e elasticidade); adesividade (capacidade de aderência do grão aos dentes); elasticidade (capacidade de retornar à forma original após aplicação

de deformação); gomosidade (propriedade de resistência de partículas ao escoamento); e resiliência (resistência à coques mecânicos deformativos). Todos os parâmetros foram determinados em 10 repetições conforme a metodologia proposta por Bourne (1978).

3.2.2.12 Compostos Bioativos

3.2.2.12.1 Determinação da Atividade Antioxidante - Método DPPH

A determinação da atividade antioxidante dos grãos de lentilha foi realizada de acordo com o método que utiliza o radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila, popularmente conhecido como DPPH (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

Expressou-se os valores de DPPH em micromol de Trolox equivalente por grama de lentilha, tendo sido feita anteriormente a curva de calibração de Trolox, onde a faixa de linearidade da curva de calibração foi de 100-2000 μM . Esta é uma metodologia bastante empregada, cujo princípio se alicerça na capacidade de um composto com potencial antioxidante presente na amostra em transferir elétrons para o radical livre DPPH (DUARTE-ALMEIDA, et al., 2006).

O extrato foi preparado através da pesagem de 0,8 g de amostra e adição de 10 mL de etanol P.A., seguido de centrifugação a 6000 rpm por 10 minutos.

Preparou-se a solução padrão de DPPH dissolvendo-se 0,021 g de DPPH em etanol P.A.. Após, diluiu-se esta solução, através da retirada de 10 ml da mesma e a esta quantidade acrescidos 22 ml de etanol P.A.. Conferiu-se a absorvância da solução diluída de DPPH a 515 nm, afim de que a mesma estivesse entre $1,1 \pm 0,02$.

Para a realização da leitura colocou-se 0,5 mL de extrato em tubo Falcon de 15 ml coberto com papel alumínio, no qual já estavam 3 mL de etanol P.A. e 0,3 mL da solução diluída de DPPH. A leitura em 515 nm foi realizada em espectrofotômetro após 45 minutos de reação em repouso. O

resultado foi calculado com base na leitura, sendo este valor aplicado à curva de calibração primeiramente determinada.

3.2.2.12.2 Determinação da Atividade Antioxidante - Método ABTS

Também verificou-se a atividade antioxidante pela aplicação do radical livre 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), também conhecido por método de ABTS, o qual foi realizado de acordo com o procedimento descrito por Re et al. (1999).

A solução de uso foi feita através da adição de 0,088 mL de persulfato de potássio a 4,912 mL de solução padrão de ABTS. A formação do radical ABTS se dá pela reação de 2,45 mM de persulfato de potássio com 7 mM de 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), após 16 horas em temperatura de 25°C e sem presença de luz. Diluiu-se 1 mL da solução contendo o radical ABTS em 90 mL de etanol e ajustou-se absorvância até $0,70 \pm 0,05$ utilizando comprimento de onda de 734 nm conforme metodologia proposta por Kuskoski et al. (2004).

Foi utilizado o mesmo extrato feito para o método de DPPH, onde em tubos Falcon de 15 ml colocou-se 0,1 mL da amostra e 3,9 mL da solução diluída de ABTS. Agitou-se em vortex brevemente e transcorridos 6 minutos (tempo necessário para que a reação ocorresse), efetuou-se a leitura de absorvância em espectrofotômetro com 734 nm de comprimento de onda. Os resultados obtidos da leitura espectrofotométrica foram calculados através de curva de calibração e os resultados finais foram expressos em $\mu\text{Mol Trolox.g}^{-1}$ (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). O espectrofotômetro foi zerado com etanol P.A..

3.2.2.12.3 Determinação de Fenóis Totais

Os fenóis totais foram determinados pelo método proposto por Nasar-Abbas et al. (2008). O extrato de fenóis totais foi preparado pesando 2 gramas

de amostra em tubo de Falcon de 50 mL e a ele adicionando-se 20 mL de solução de acetona 70%. O material foi mantido à 25°C em banho-maria sob agitação por 24 horas.

Transcorridas 24 horas em banho-maria, as amostras foram centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos a 10°C. Coletou-se o sobrenadante e o mesmo foi armazenado.

Para esta análise adicionou-se 0,02 mL do extrato e ajustou o volume para 0,5 mL com água destilada, acresceu-se 0,25 mL de *Folin-Ciocalteu*, passando as amostras por período de 8 minutos em ausência de luz. Transcorrido esse período, acrescentou-se 1,25 mL de solução de carbonato de sódio 20%, seguido de agitação em vortex, sendo mantidas as amostras em repouso por 2 horas no escuro. Realizou-se leitura em espectrofotômetro a 725 nm de comprimento de onda. Os valores obtidos da leitura espectrofotométrica foram postos na curva de calibração e os resultados finais foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ de amostra em base seca.

3.2.2.12.4 Determinação de Fenóis Simples

Os fenóis simples também foram determinados através do método descrito por Nasar-Abbas et al. (2008). O extrato foi preparado utilizando-se 0,1g de PVPP (Polyvinylpolypyrrolidona), 1 mL de água destilada e 1 mL do extrato preparado para determinação de fenóis totais. Após agitação em vortex, o extrato foi mantido em geladeira a 4°C por 30 minutos. Transcorrido este período em baixa temperatura, agitou-se novamente em vortex e centrifugou-se a 7000 rpm por 20 minutos a 10°C, posteriormente coletando-se o sobrenadante. A fim de determinar os fenóis simples, adicionou-se 0,15 mL de extrato de PVPP em tubo Falcon de 15 mL, completando-se o volume para 0,5 mL com água destilada e adicionou-se 0,25 mL de *Folin-Ciocalteu*, com posterior repouso no escuro por 8 minutos. Após período em ausência da luz, acrescentou-se 1,25 mL de solução de carbonato de sódio (20%) agitando brevemente em vortex; colocado-se em ambiente escuro por 2 horas e realizando-se a leitura em espectrofotômetro a 725 nm. Os resultados de

absorbância foram equacionados e os teores de fenóis simples expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ de amostra seca.

3.2.2.12.5 Determinação de Antocianinas Totais

A determinação de antocianinas totais foi feita com base na técnica descrita por Abdel-Aal et al., (2003). Pesou-se 2g de amostra moída de lentilha, colocou-se em balão volumétrico de 100ml e acrescentou-se 50 mL de solução etanólica acidificada pH 1,0, após, foi feita uma homogeneização por 30 minutos, centrifugando-se por 20 minutos a 7500rpm. O equipamento de espectrofotometria foi zerado com etanol acidificado pH 1,0 em comprimento de onda para absorbância de 535nm. Os teores de antocianinas foram expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo equivalentes por 100g de base seca.

3.2.2.13 Fatores Antinutricionais

3.2.2.13.1 Determinação de Taninos

Obteve-se o teor de taninos totais segundo metodologia proposta por Nasar-Abbas et al. (2008), realizando cálculo de diferença entre os valores reais de compostos fenólicos totais e compostos fenólicos simples. Os resultados foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ de amostra em base seca.

3.2.2.13.2 Determinação do Teor de Ácido Fítico

Determinou-se o teor de ácido fítico (fitatos) por meio da metodologia proposta por Haug & Lantzsch (1983). Para a realização da metodologia foi realizada homogeneização de 0,015 g de amostras com 2 mL de ácido clorídrico 0,2M por 30 minutos. Posteriormente procedeu-se centrifugação a 17200rpm por 15 minutos em temperatura de 24°C. Coletou-se 0,5 mL do sobrenadante, transferindo-se para eppendorf adicionando-se 1 mL de FeCl₃. Manteve-se os eppendorfs em banho-maria a temperatura de 90°C por 30

minutos. Transcorrido este período em elevada temperatura procedeu-se centrifugação por 15 minutos a 3000g em temperatura de 24°C. Posteriormente, uma alíquota de 0,5 mL do sobrenadante foi transferida para outro eppendorf, ao qual foi adicionado 0,75 mL de biperidina.

Realizou-se leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 515nm, cuja absorbância foi colocada na equação da curva de calibração a fim de obter-se os resultados quantificados de fitados, expressando-os em mg de equivalentes de ácido fítico.g⁻¹.

3.2.2.14 Determinação de aminoácidos

Os aminoácidos foram determinados pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), conforme indicação da TACO (2011).

3.2.2.15 Determinação de minerais

As amostras foram digeridas em sistema acidificado nitro-perclórico e determinou-se o teor dos minerais ferro, potássio, cálcio, magnésio, manganês, fósforo, zinco, selênio e cobre segundo adaptação da metodologia proposta pela EMBRAPA (2010), através de leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.

Foram feitas três leituras somente da água (BRANCO) após cocção, a fim de obter-se conclusões sobre possíveis contaminações metálicas.

3.2.2.16 Análises estatísticas

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

foram analisados quanto à normalidade pelo teste de ShapiroWilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, sendo atendidos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística ao nível de 5%, os efeitos dos tratamentos para aminoácidos em duas amostras foram comparados pelo teste t ($p \leq 0,05$). Para as demais análises onde as quatro amostras foram comparadas, utilizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Foi utilizada Correlação de Pearson para verificar interação positiva e/ou negativa entre os testes aplicados para avaliação de atividade antioxidante dos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comportamento de Hidratação

O comportamento de hidratação da lentilha a $25\pm 2^\circ\text{C}$ e a $90\pm 5^\circ\text{C}$ são apresentadas na Figura 5, enquanto as dinâmicas de alterações de massa e de temperatura ao longo do tempo estão apresentadas nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

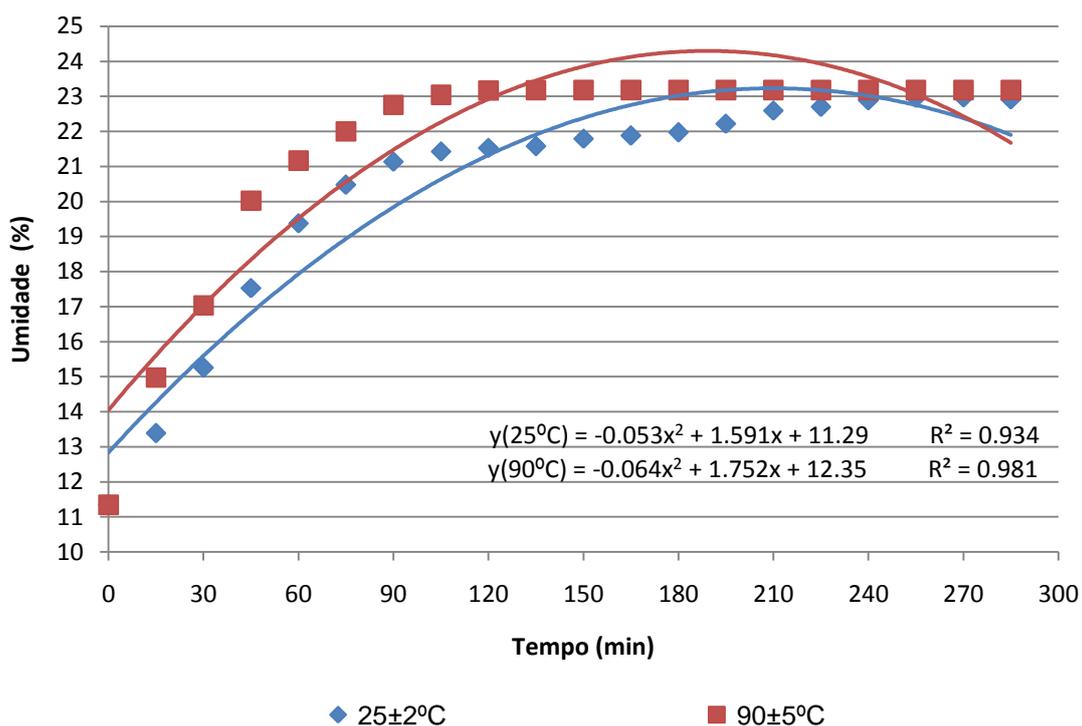


Figura 5: Umidade dos grãos em função do tempo e da temperatura de hidratação pré-cocção.

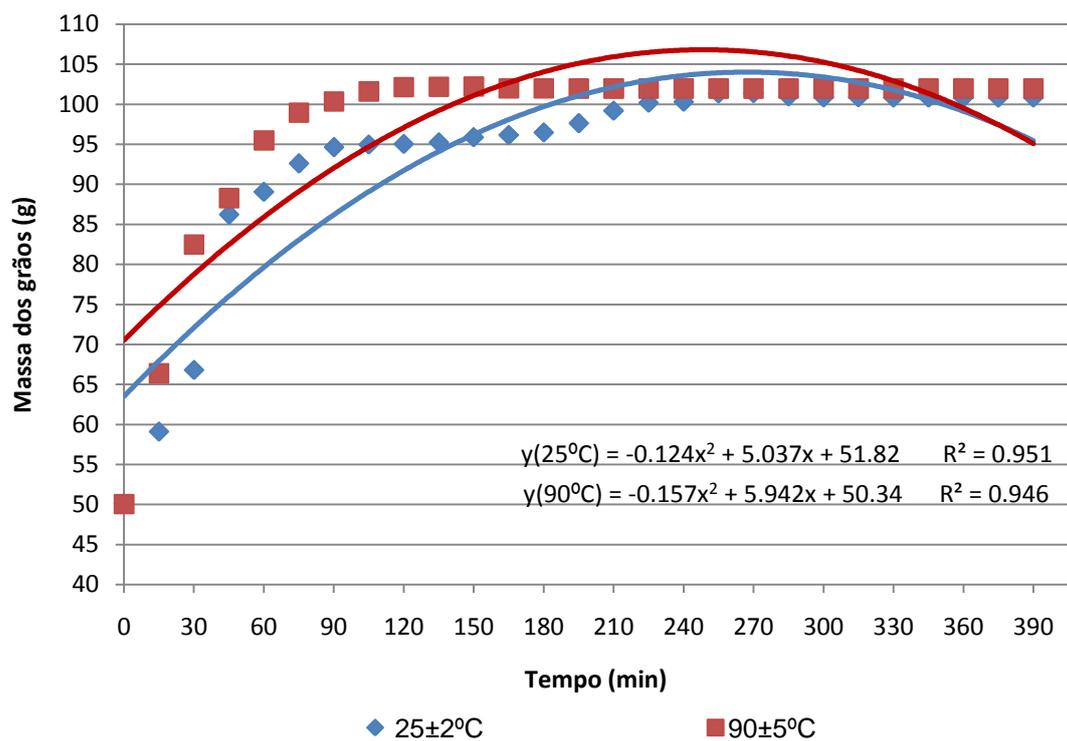


Figura 6: Massa de grãos em função do tempo de hidratação pré-cocção.

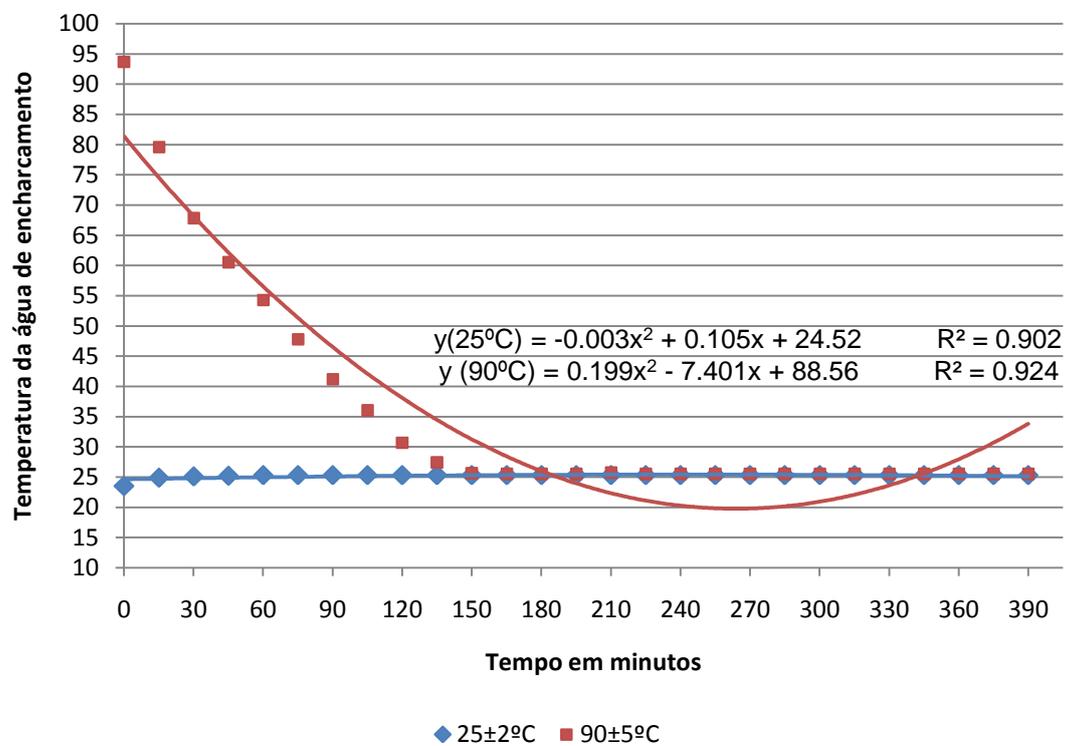


Figura 7: Variação da temperatura da água de hidratação prévia em função do tempo de pré-hidratação.

A temperatura da água após estabilização manteve-se constante a 25°C, com variação verificada em mesmos termos da variação do laboratório. Segundo Joshi et al. (2010) o processo de encharcamento inibe a troca de calor entre os grãos.

Embora segundo Rodovalho (2008) a representação gráfica das isotermas para alimentos proteicos seja predominantemente sigmoideal, este trabalho com lentilhas evidencia melhor ajuste equacional com a utilização de curvas polinomiais, conforme representado nas Figuras 5, 6 e 7. Segundo Santos et al. (2013) o valor dos coeficientes de determinação (R^2) são importantes indicadores da qualidade do ajuste dos modelos isotérmicos. Para este estudo, cabe ressaltar que os coeficientes de determinação foram bastante significativos, sendo $R^2 \geq 0,90$ para todas as equações apresentadas.

O aumento da temperatura da água de pré-hidratação promoveu mais rápida estabilização de peso e umidade (Figura 5). Este fato é compartilhado por Resende & Corrêa (2007) estudando feijão.

Quando analisadas as Figuras 5 e 6 observa-se que houve maior absorção de água pelos grãos de lentilha no início do período de hidratação pela baixa umidade apresentada por eles no início do processo, facilitando a osmolaridade, que para lentilha reduziu ao longo do tempo até estabilização. Este fato é também relatado por Resende & Corrêa (2007).

Há significativa influência da temperatura sobre a isoterma de absorção de água dos grãos, sendo este parâmetro de grande importância quando se refere aos diferentes processos aos quais se submetem os produtos (AL-MUHTASEB et al., 2002).

Os dados encontrados são reflexo da característica proteica do grão e das características físicas da proteína, que apresenta limite de elasticidade, logo, por este fator, contribuindo com a redução da velocidade osmolítica da lentilha com a progressão temporal. Em estudo com soja, Biscaro et al. (2010) relataram que a absorção de água pelo grão se dá em maior intensidade na primeira hora de submersão, sendo tal processo também observado para lentilhas.

Segundo Santos (2013), a existência de variações de uma isoterma em relação à outra se deve a diversos fatores, dentre eles a morfologia, a constituição química, a temperatura e a inclinação à absorção de água.

De acordo com Domínguez-Domínguez et al. (2007), a velocidade de absorção de água pelos grãos não se deve somente pela morfometria deles, mas também pela relação superfície/volume.

Segundo Al-Muhtaseb et al. (2002), as propriedades de sorção podem ser alteradas de acordo com os processamentos aos quais os alimentos são expostos.

Os grãos imersos em água a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ necessitaram de 240 minutos para total hidratação. Os grãos encharcados em água a $90\pm 5^{\circ}\text{C}$ levaram cerca de 180 minutos para manterem-se constantes em massa, atingindo o máximo de hidratação. Para Joshi et al. (2010), lentilha e outros grãos protéicos necessitam de cerca de 12 a 16 horas em molho para que a hidratação se processe de forma a garantir melhora no processo de cocção, sendo este um dado não compartilhado por este estudo.

De acordo com Domínguez-Domínguez et al. (2007) com a elevação da temperatura há tendência à redução da capacidade de absorção de água pelos alimentos. Este fato vem de encontro ao relatado neste estudo, onde com temperatura mais elevada de água de encharcamento houve mais rápida absorção de água pelos grãos de lentilha, sendo este parâmetro avaliado pela relação massa/tempo, conforme exposto na Figura 6.

Os dados encontrados para temperatura em função do tempo de hidratação, conforme exposto na Figura 7 mostram claramente que os grãos de lentilha mantidos em processo de encharcamento em água a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ atingem a máxima hidratação em 240 minutos. Todavia, os grãos mantidos em água a $90\pm 5^{\circ}\text{C}$ atingiram total hidratação em 180 minutos, havendo redução de 40% no tempo de hidratação, fator que se refletirá em redução do tempo de preparo, logo, diminuição dos gastos econômico-energéticos para o preparo do grão.

A redução do tempo de permanência em encharcamento é muito importante quando pensado sob a forma de garantir saúde à população, pois segundo Joshi et al. (2010), manter grãos em processo de pré-hidratação por

períodos prolongados pode acarretar no crescimento de micro-organismos patogênicos.

De acordo com Joshi et al. (2010) em estudo com lentilhas imersas em água destilada à 85°C, estes grãos hidrataram mais rapidamente que os grãos em temperatura de 20°C, vindo ao encontro do exposto por este estudo.

O estudo do comportamento dos grãos frente à exposição à umidade e calor é um fato muito importante para que se possa entender a dinâmica e o comportamento físico do vegetal frente ao processo. Permite-se também obter caracterização quanto ao tempo necessário para pré-hidratar o grão antes da cocção, reduzindo assim o tempo de preparo.

Quando se expõe o alimento a ambiente com umidade superior a atividade de água normal deste alimento, há tendência à absorção de água até que haja equilíbrio higroscópico (SANTOS, 2013), o que pode ser avaliado por meio da pesagem dos grãos. A absorção de água pelos grãos de lentilha é um parâmetro muito importante, pois está relacionado a seus padrões de textura e qualidade (JOSHI et al., 2010).

Após 180 minutos de encharcamento, obteve-se 189,34% de coeficiente de hidratação para os grãos pré-hidratados com água a 25±2°C, sendo este valor superior ao relatado por Khan et al. (1987). Para os grãos submetidos ao encharcamento com água a 90±5°C, obteve-se 202,60% de coeficiente de hidratação aos 180 minutos, evidenciando superioridade da pré-hidratação em água com temperatura inicial elevada.

4.2 Parâmetros físico-químicos

4.2.1 Massa de mil grãos

O peso de mil e de cem grãos da lentilha utilizada no presente estudo estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Peso de mil e de cem grãos de lentilha *in natura*.

Tratamento	Massa de mil grãos (g)	Massa de cem grãos (g)
Lentilha crua (LC)	67,90±1,00*	5,48±0,18

* Médias de quatro repetições seguidas de desvio padrão.

A média da massa de mil grãos de lentilha foi de 67,90g, já a massa de cem grãos encontrada neste estudo foi de 5,48g. Loures et al. (2009) após avaliação da massa de 100 grãos constatou massa de 6,18g. Em estudo com cinco variedades de lentilhas plantadas em Minas Gerais, Vieira & Rocha (2004) encontraram valores para todas as cultivares entre 4,3 e 5,6g. Vieira (2003) relata média de 5,2g/100unidades. Estes valores são bastante semelhantes aos encontrados nesse estudo. Em estudo com ervilhas, Wang et al. (2010) relataram que o tempo de cozimento do grão pode não ser alterado pelas propriedades físicas específicas dos grãos como a massa de mil grãos, sendo porém, tais características interdependentes e correlacionadas à cultivar, clima e local de cultivo.

Há dependência dos aspectos físicos dos grãos quanto ao seu peso (de mil e/ou de cem), pois a contagem não discrimina de forma classificatória por tamanho tais grãos. Dessa forma todos os mesmos do universo amostral estão sujeitos a serem englobados na contagem e conseqüentemente na pesagem, e esses fatores mostram juntamente com os dados expostos, a importância também da classificação morfológica dos grãos.

4.2.2 Dimensões dos grãos

As dimensões dos grãos estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Diâmetro e espessura dos grãos em função da hidratação.

Tratamento	Diâmetro (mm)	Espessura (mm)
Lentilha crua	6,356±0,06*	2,422±0,03
Lentilha crua hidratada	7,889±0,1	3,467±0,08

* Médias de cem repetições seguidas de desvio padrão.

Após aferição das medidas dos grãos crus, obteve-se a média de 6,356mm de diâmetro e 2,422 mm de espessura.

Cabe ressaltar que houve aumento de medidas dos grãos de lentilha após hidratação, com resultados de 7,889 mm de diâmetro e 3,467 mm de espessura. Tais valores indicam aumento de 24,12% no diâmetro e 43,1% na espessura. Coutinho et al. (2005) identificaram aumento de cerca de 30% nos grãos após hidratação, sendo este número reduzido quando comparado aos 43,1% expostos neste estudo.

As características físicas do grão como o tamanho, influenciam na velocidade de absorção de água, demonstrando que grãos menores apresentam maior velocidade de hidratação (BISCARO et al., 2010).

A lentilha configura-se como grão rico em proteína, segundo Menkov (2000a), sendo tal composto capaz de absorver água (LACERDA, 2008), pode-se identificar considerável aumento nas medidas dos grãos.

4.2.3 Perfil colorimétrico

Perfil colorimétrico dos grãos de lentilha *in natura* e cozidos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros colorimétricos L*, a*, b* °H e croma de lentilha crua e processada.

Tratamento	L*	a*	b*	°H	Croma
Lcrua	86,55±0,50a ^{1/}	-3,99±0,13c	23,24±0,75a	99,7±0,2a	23,6±0,7a
LCSHP	60,89±0,97bc	2,26±0,17b	20,43±0,38b	83,7±0,4b	20,5±0,3b
LCCAHP	59,56±0,73c	2,99±0,15a	17,54±0,52c	80,3±0,2c	17,7±0,5c
LCSAHP	61,12±0,81b	2,24±0,10b	16,83±0,16c	82,4±0,3d	16,9±0,1c

^{1/} Médias de cinco repetições seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05), para os parâmetros colorimétricos L*, a*, b*, °H e croma da lentilha *in natura* e submetida a diferentes processamentos. Lcua: lentilha crua; LCSHP: lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP: lentilha cozida com água de hidratação prévia; LCSAHP: lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

O grão *in natura* apresentou maior luminosidade ($L^* = 86,55$), diferindo significativamente dos demais tratamentos. Em estudo com 20 cultivares de lentilhas canadenses, Zhang et al. (2014) encontrou luminosidade semelhante para a cultivar *Impower* ($L^* = 85,15$). Esta semelhança pode ser explicada por ter sido usado neste estudo grãos de lentilha também provenientes do Canadá.

Evidenciou-se coloração verde ($a^* = -3,99$) e levemente amarelada ($b^* = 24,23$) para o grão cru. O grão cozido sem pré-hidratação apresentou coloração esverdeada ($a^* = 2,26$), levemente menos clara que o grão cru. Os grãos submetidos à cocção com a água de hidratação prévia apresentaram coloração verde, com leve tendência ao vermelho ($a^* = 2,99$ e $b^* = 17,54$). Já o grão submetido à cocção sem água de encharcamento mostrou-se com coloração verde ($a^* = 2,24$ e $b^* = 16,83$), sendo esta tonalidade (croma) mais escura que a dos demais tratamentos.

Embora os grãos aqui estudados apresentem visualmente coloração verde, ou seja, $a^* < 0$, somente o grão cru apresentou experimentalmente valor de a^* negativo. Zhang et al. (2014), encontraram valores negativos para todas as 10 cultivares definidas como verdes em seu estudo. Com base na Tabela 5 pode-se observar que no presente estudo o espectro de cor foi alterado pelo processo de cocção, ou seja, os grãos submetidos ao tratamento térmico apresentaram valores de $a^* > 0$, obtendo-se assim, pelo eixo a^* tendência ao vermelho.

Pela avaliação do eixo b^* , de forma geral, todos os grãos tiveram tendência ao amarelo ($b^* > 0$), sendo os valores de b^* superiores aos encontrados por Zhang et al. (2014). Cabe ressaltar que ainda segundo esse autor, o valor de b^* pode ser utilizado para presumir a quantidade de lipocromo no grão de lentilha.

Conforme observado na Tabela 5, e já descrito nos parágrafos anteriores, os grãos embora visualmente verdes, apresentaram tendência à cor amarela. Este fato é evidenciado pelos valores do ângulo HUE ($^\circ\text{H}$) estarem entre 80°H e 100°H , e segundo Del Bem et al. (2012), valores próximos a 90°H indicam coloração amarelada. O fato de aos grãos de lentilha ser facilmente atribuída à cor verde se deve ao tegumento cuja coloração é esverdeada, enquanto os cotilédones apresentam coloração amarela. Considerando maior

quantidade de massa cotiledônica em comparação à massa tegumentar, pode-se explicar tonalidade dos grãos processados próximo ao amarelo, visto que na cocção há frequentemente separação de tegumento e endosperma

De acordo com Peres et al. (2011), a elevação do $^{\circ}\text{H}$ indica clarificação da amostra. Observando os dados da Tabela 5, se observa que cozimento promoveu redução do $^{\circ}\text{H}$ em comparação aos grãos *in natura*, porém, ainda mantendo-se na faixa de colocação amarela.

De forma geral, grande parte dos consumidores associa para lentilha a coloração verde, dessa forma, a tonalidade mais escurecida favoreceria tal parâmetro. Nesse sentido, os grãos cozidos com água de hidratação prévia seriam os mais indicados, pois apresentaram menor $^{\circ}\text{H}$.

No que tange ao croma, ou saturação da cor (TRIGO et al., 2012), de acordo com Mendonça et al. (2003), valores reduzidos de croma, ou seja, aproximados a zero são indicativos de tons acinzentados, enquanto que valores próximos a 60 representam cores mais vívidas.

Para lentilhas observou-se maior valor para o grão cru com croma de 23.7, enquanto o menor valor foi detectado no grão cozido sem água de hidratação prévia. Segundo Alencar et al. (2008) em estudo com grãos de soja, grãos mais escuros são diretamente proporcionais à redução do croma. Neste estudo com lentilhas, conforme exposto na Tabela 5, os grãos cozidos após encharcamento, com e sem utilização da água de embebição não diferenciaram significativamente, apresentando croma indicativo de coloração mais escura.

4.2.4 Composição proximal, proteína solúvel e valor calórico

A composição proximal dos grãos de lentilha *in natura* e cozidos está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Composição proximal da lentilha.

Tratamentos	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)	Fibra total (%)	Conteúdo mineral (%)
Lcrua	11,38±0,01a ^{1/}	25,90±1,20a	1,83±0,02a	52,9±0,09c	5,12±0,22a	2,87±0,00b
LCSHP	6,50±0,21c	24,66±1,02ab	1,30±0,06b	60,04±0,04b	4,61±0,2b	2,89±0,00b
LCCAHP	6,89±0,14b	24,13±0,72ab	1,19±0,08b	59,6±0,6b	4,79±0,11ab	3,40±0,02a
LCSAHP	4,22±0,12d	23,12±0,26b	1,04±0,00c	65,79±0,4a	3,80±0,019c	2,03±0,01c

^{1/} Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Lcrua: lentilha crua; LCSHP: lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP: lentilha cozida com água de hidratação prévia; LCSAHP: lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

O grão cru apresenta 25,9%, semelhante ao estudo de Padovani et al. (2007), que encontraram 25,8% em lentilha proveniente dos Estados Unidos e por Neves et al. (1998), cujo teor protéico relatado no grão cru foi de 26,88%.

A TACO (2011) expressa 23% de proteínas em lentilhas cruas, enquanto que lentilhas cozidas após 12 horas de encharcamento e sem a água de hidratação prévia apresentam 6,3%, vindo de encontro ao relatado neste estudo, onde se encontrou 24,13% para o grão processado. Shons et al. (2009) em lentilha cozida sem hidratação prévia encontraram 23,98% de matéria protéica, valor semelhante ao aqui expresso.

Para um alimento ser considerado como sendo de alto valor protéico, necessita ter acima de 12g de proteína em 100g do alimento (BRASIL, 2012). Frente a isso, a lentilha processada conforme apresentado neste estudo, configura-se como um alimento com alto valor protéico.

Observou-se teor de lipídeos em lentilha crua de 1,83% para 1,19% quando cozida com a utilização da água de prévia hidratação. Segundo a TACO (2011), o teor de lipídeos em lentilha crua é de 0,8%, já segundo Padovani et al. (2007) lentilhas provenientes dos Estados Unidos apresentam 1,06%, em média, de lipídeos.

Shons et al. (2009), por sua vez, demonstraram que a lentilha cozida apresenta 2,34% de matéria graxa. Roy et al. (2010) expõem que a lentilha apresenta reduzido teor lipídico, sendo este fato não conforme com o encontrado neste estudo.

Quanto ao teor de fibra total, embora a cocção promovesse perda, todos os tratamentos apresentaram teores superiores a 3%, fato compartilhado por Ávila (2014) em estudo com feijões. Entretanto, se observa de forma clara que o aumento do tempo de cocção, bem como o desprezo da água de pré-hidratação promovem redução do teor de fibra total dos grãos. Com base nos valores referendados por Brasil (2012), os processamentos abordados neste estudo mantêm a lentilha como fonte de fibras.

Após comparar alimentos crus e submetidos à cocção, Gonzáles (2000) relata que o tratamento térmico promove a desagregação de componentes do grão, nesse caso, feijão, o que acarretará em alterações na qualidade e/ou na quantidade final da fibra.

Em estudo com feijão, Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) relatam que o fato de não desprezar a água de encharcamento previne a perda de fibras, as quais são diminuídas naturalmente na cocção, principalmente quando este processo é feito em sistema fechado.

Quando avaliado o teor mineral, também denominado teor de cinzas, observou-se 2,87% para lentilha crua e 3,40% para lentilha cozida com água de hidratação prévia. Esses dados são semelhantes ao encontrado por Padovani et al. (2007) para o grão cru (em torno de 2,6%) e por Shons et al. (2009) para o grão cozido (3,13%), que expressam valores próximos.

Toledo & Canniatti-Brazaca (2008) expõem aumento das cinzas após cocção com a utilização da água de prévia hidratação, havendo coerência com os valores aqui expostos. Todavia, Hefnawy (2011) encontrou 3,4% para o grão cru e 3,3% para dois processamentos utilizados pelo autor. Conforme Tabela 6, o menor teor de cinzas foi encontrado no grão cozido sem água de encharcamento (2,03%), tal fato pode ser explicado conforme Wang et al. (2009) pela dispersão de minerais na água. Havendo a despreza da água, tais minerais foram também descartados.

A lentilha é fonte de carboidratos complexos (ROY et al., 2010), sendo considerada a principal fração dos grãos (FARIS et al., (2009). Segundo Zia-Ul-Haq et al. (2011) o grão cru apresenta cerca de 55% de carboidratos. Já Padovani et al. (2007) relatam valor superior a 60%, sendo estes, bastante próximos ao descrito no presente trabalho.

O valor energético e o teor de proteínas solúveis estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Proteína solúvel e valor energético dos grãos de lentilha *in natura* e cozidos .

Tratamentos	Proteína solúvel (%)	Valor energético	
		(kcal)	(kJ)
Lcrua	74,82±0,76c	331,67±0,67c	1387,71±0,06d
LCSHP	83,57±2,98b	350,5±0,50b	1466,49±0,06b
LCCAHP	90,62±1,73a	345,63±0,07b	1446,11±0,09c
LCSAHP	89,02±0,94a	365±0,05a	1527,16±0,04a

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Lcrua: lentilha crua; LCSHP: lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP: lentilha cozida com água de hidratação prévia; LCSAHP: lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

Neste estudo evidenciou-se que todos os tratamentos promoveram maior disponibilização de proteína solúvel, sendo a pré-hidratação o fator de maior influência neste parâmetro.

Do total de proteína presente no grão fabáceo, grande parte é de armazenamento, sendo proteínas solúveis (ROY et al., 2010).

Em lentilhas, as proteínas solúveis são particularmente importantes, pois influenciam na capacidade de geleificação (LIU et al., 1992), logo, o engrossamento do caldo ao cozinhar depende também desse fator. Em estudo com *Phaseolus vulgaris*, Gomes-Junior & Sá (2010) relataram variação do teor de proteína solúvel semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Segundo Bhatti (1982), as lentilhas constituídas de fração albumínica mais abundante são superiores nutricionalmente, pois nesta parcela encontra-se a maior parte dos aminoácidos essenciais ao ser humano.

Gomes-Junior et al. (2005) em estudo com feijão relatam que há grande possibilidade de parte do nitrogênio presente no grão não estar associado à proteína, mas estar nos aminoácidos livres, ou participando da estruturação de outros compostos. Logo, a capacidade da utilização do nitrogênio pode ser verificada por cálculo de relação entre proteínas totais e solúveis, além de outros compostos nitrogenados que devem ser considerados (SMITH E CIRCLE, 1978 *apud* CARELLI et al., 1981).

Com base na análise dos dados expostos na Tabela 7 é possível observar que entre os grãos cozidos, o menor valor calórico foi encontrado no

grão cru (331,67 Kcal). Por sua vez, o grão cozido sem água de hidratação prévia apresentou maior valor energético (365 Kcal), sendo tal fato explicado por também estar nestes grãos o maior teor de carboidratos. De acordo com a TACO (2011), o valor energético da lentilha crua é de 339 Kcal, valor comparável ao encontrado no presente estudo, porém, quanto ao grão cozido, a TACO (2011) expõe valor de 93 Kcal, muito aquém dos resultados aqui expostos. Vindo ao encontro deste estudo, Padovani et al. (2007) relatam a presença de 1477 KJ de energia em lentilhas norte americanas cruas.

4.3 Parâmetros de cocção da lentilha

4.3.1 Tempo de cocção

O tempo de cocção dos grãos de lentilha está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Tempo de cocção dos grãos.

Tratamentos	Tempo de cocção (min.)
LCSHP	15±0,4*
LCCAHP	8±0,6
LCSAHP	8±0,6

* Médias de cinco repetições seguidas de desvio padrão.

A pré-hidratação reduz o tempo de cocção em 46,67%, otimizando o processo de preparo da lentilha (Tabela 8). Esse fato é compartilhado por Ávila (2014) sendo este fator um importante parâmetro..

Em estudo com feijão, Coelho et al. (2009) expõem que após 2 horas de hidratação do grão com água da torneira e água pura, há diminuição no tempo de cocção, todavia, a presença de alguns minerais isolados e complexados podem aumentar esse tempo. Porém, segundo Lazzari (2006), para soja o tempo de cocção não apresenta correlação com minerais, nem com o teor de fitatos.

4.3.2 Perfil textuométrico

O perfil textuométrico dos grãos de lentilha *in natura* e cozidos processados está apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Perfil textuométrico da lentilha.

Tratamentos	Dureza (N)	Adesividade (g.sec)	Elasticidade (mm)	Coesividade	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (Nmm ⁻¹)	Resiliencia
LCSHP	6,74±2,89a	-2,13±0,38 ^{ns}	0,39±0,03 ^{ns}	0,30±0,03a	0,78±0,11a	1,26±0,7a	0,05±0,01ab
LCAHP	2,15±0,88b	-2,17±0,64 ^{ns}	0,37±0,08 ^{ns}	0,21±0,01b	0,45±0,16b	0,16±0,05b	0,06±0,00a
LSAHP	1,08±0,13b	-2,40±0,25 ^{ns}	0,46±0,12 ^{ns}	0,17±0,00c	0,24±0,02c	0,10±0,02b	0,03±0,01b

^{1/} Médias de cinco repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de ^{ns} na coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Médias de cinco repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os parâmetros textuométricos da lentilha crua e submetida a processamento hidrotérmico de encharcamento e cocção. Onde: LCSHP refere-se a lentilha cozida sem hidratação prévia; LCAHP refere-se à lentilha cozida com água de hidratação prévia e LSAHP refere-se a lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

Quanto à dureza, observou-se maior valor para o grão cozido sem hidratação prévia (6,74 N) em relação ao grão cozido com água de pré-hidratação (2,15 N) e ao grão cozido sem água de encharcamento (1,08 N). Não houve diferença significativa quanto ao parâmetro dureza entre os grãos cozidos após pré-hidratação. A menor dureza em LCSAHP deve-se à maior lixiviação de compostos para a água de pré hidratação nesse tratamento, havendo redução de sólidos solúveis no interior do grão e conferindo maior maciez. Este dado vem ao encontro do exposto por Joshi et al. (2010), cujo relato indica que os grãos previamente hidratados apresentam-se com maior facilidade para cocção, pois há penetração da água nos mesmos, e esta fica distribuída entre as frações protéicas e o amido. Este também compartilhado por Ramírez-Cárdenas et al. (2008), em estudo com feijões.

Avaliando a dureza de grãos de feijão submetidos à pré-hidratação, Abu-Ghannam (1998) relata que para haver resultados satisfatórios quanto ao tempo de cocção se faz necessária completa hidratação dos mesmos. Joshi et al. (2010) reportaram que a uniformidade de distribuição de água no interior do grão é fator fundamental para garantir sua uniformidade textuométrica no que se refere à maciez.

Os fatos anteriormente citados vêm ao encontro do obtido nesta pesquisa, onde se pôde observar que

No que se refere ao parâmetro textuométrico de adesividade, os tratamentos não apresentaram significância estatística pelo teste F. Segundo Scaranto (2010) define-se adesividade como uma energia capaz de suplantar a força de atração que o alimento apresenta em relação à abóbada palatina,.

A elasticidade compreende a capacidade que o alimento tem de retornar ao seu estado natural primário após ter sido a ele aplicada uma força pré determinada (FEITOSA et al., 2013; OLIVEIRA, 2012). Quanto a este parâmetro, os grãos não foram significativamente diferenciados. Oliveira et al. (2009) afirmam que a probabilidade de haver desintegração do produto com formação de partículas grandes após força compressiva é diretamente proporcional à elasticidade. A gomosidade constitui-se como a força energética necessária para que se obtenha a quebra de um produto semi-sólido (PEREIRA, 2013). No presente estudo evidenciou-se maior gomosidade

para os grãos cozidos sem pré-hidratação, havendo significativa diferença em relação aos demais tratamentos.

O parâmetro mastigabilidade, refere-se à força necessária bem como a relação numérica da quantidade de mastigações necessárias para particular um alimento a fim de torná-lo capaz de ser deglutido (ÁVILA, 2014). A mastigabilidade foi maior nos grãos não pré hidratados, atingindo menor valor ($0,10 \text{ Nmm}^{-1}$) no grão cozido sem água de encharcamento. Estes valores demonstram forte relação da mastigabilidade com a dureza dos grãos de lentilha, sendo ambos dependentes do processamento de pré-hidratação e de cocção, conforme também exposto por Ávila (2014). Observa-se que estes parâmetros são diretamente proporcionais, fato também compartilhado por Silva et al. (2009).

A resiliência é, segundo Montezuma (2010), a inclinação que um alimento tem de retomar sua característica físico estrutural original antes de ser deformado pela constrição a ele aplicada. Quanto a esse quesito de textura, houve equilíbrio entre os tratamentos.

De forma geral, foi possível observar que a textura dos grãos foi dependente da hidratação dos mesmos, vindo ao encontro do exposto por Joshi et al. (2010).

4.4 Perfil de aminoácidos

O perfil de aminoácidos da lentilha crua e processada está apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Teor de aminoácidos (g/100g) da lentilha crua e processada.

Aminoácidos (g/100g)	Lcrua	LCSHP	LCCAHP	LCSAHP
Ácido aspártico	3,7±0,2a ^{1/}	2,5±0,7b	3,9±0,2a*	2,9±0,1ab ^{ns}
Ácido glutâmico	4,0±0,4b	3,6±0,2b	4,9±0,2a*	4,0±0,2b ^{ns}
Serina	1,0±0,1NS	1,2±0,1NS	1,0±0,2NS	1,3±0,2NS
Glicina	0,5±0,1b	0,9±0,1a	0,4±0,1b*	1,0±0,2a ^{ns}
Histidina	0,2±0,1NS	0,4±0,2NS	0,2±0,1NS	0,4±0,1NS
Arginina	1,9±0,2NS	2,0±0,3NS	1,7±0,2NS	2,1±0,1NS
Treonina	1,5±0,1a	0,8±0,2b	1,4±0,1a*	0,9±0,2b ^{ns}
Alanina	1,1±0,1NS	1,0±0,1NS	0,9±0,2NS	1,1±0,1NS
Prolina	0,5±0,1b	1,0±0,4ab	0,6±0,1b ^{ns}	1,2±0,1a ^{ns}
Tirosina	0,7±0,1NS	0,7±0,1NS	0,8±0,1NS	0,8±0,1NS
Valina	1,4±0,1NS	1,1±0,1NS	1,4±0,1NS	1,3±0,2NS
Metionina	0,2±0,1b	0,1±0,02b	0,4±0,1a*	0,1±0,02b ^{ns}
Cistina	0,2±0,1NS	0,2±0,1NS	0,3±0,1NS	0,2±0,1NS
Isoleucina	1,2±0,1a	0,9±0,1b	1,2±0,1a*	1,1±0,4b ^{ns}
Leucina	2,1±0,1b	1,6±0,1a	2,0±0,2a*	1,9±0,1a ^{ns}
Fenilalanina	1,4±0,2NS	1,2±0,1NS	1,3±0,2NS	1,3±0,1NS
Lisina	0,5±0,1c	0,9±0,1b	0,4±0,1c*	1,4±0,2a*

^{1/} Médias de três repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de NS na linha não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$), acompanhadas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *, ^{ns} Significativo e não significativo, respectivamente, em relação à testemunha (LCSHP) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Onde: Lcrua: Lentilha crua; LCCAHP: Lentilha cozida com a água da hidratação prévia.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 10, observa-se que o aminoácido em maior concentração na lentilha crua foi o ácido glutâmico, seguido do ácido aspártico e da leucina. Resultados semelhantes foram relatados por Bhatti (1986).

Segundo Hefnawy (2011), os aminoácidos podem ter redução da sua disponibilidade pelo processo de aquecimento. Quanto à significância estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de modo geral, observa-se que os três tratamentos hidrotérmicos não se mostraram negativamente influentes em relação ao grão cru, quanto ao teor de aminoácidos.

A alteração no perfil de aminoácidos de LCCAHP pode ser explicado pela degradação da proteína total e solúvel, formando aminoácidos livres, que em solução aquosa, não havendo descarte da água de pré-hidratação, mantiveram-se disponíveis e, portanto, quantificáveis.

Comparando os grãos pré-hidratados com LCSHP (teste de Dunnett a 5% de probabilidade), observa-se que a maior parte dos aminoácidos se apresenta com teor superior em LCCAHP. Contudo, prolina, glicina e lisina mantiveram-se superiores em LCSAHP.

A metionina apresentou-se como aminoácido em menor teor dentre os compostos nitrogenados essenciais estudados, o que está de acordo com os relatos de Ribeiro et al. (2007).

De acordo com Toledo & Canniatti-Brazaca (2008), para feijões hidratados antes da cocção, o teor de aminoácidos foi maior, devendo-se este fato, possivelmente, ao reduzido tempo de exposição do grão à elevada temperatura.

De maneira geral se observa que o tratamento LCCAHP pode ser empregado em domicílios, sem prejudicar a disponibilidade de aminoácidos dos grãos de lentilha.

4.5 Perfil mineral

Na Tabela 11 estão apresentados os teores dos minerais ferro, zinco, cobre, fósforo, magnésico, manganês, potássio, cálcio e selênio. minerais encontrados neste estudo, referentes dos grãos *in natura* e cozido.

Tabela 11: Médias de três repetições da quantidade de ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), fósforo (P), magnésio (Mg), manganês (Mn), potássio (K) e cálcio (Ca) da lentilha crua e processada, seguidos de seu respectivo desvio padrão.

Tratamentos	MINERAIS (mg/100g)							
	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
LC	226±0,02c	432±0,02c	121±0,1ns	92±0,02ab	8,47±0,02b	0,74±0,19ns	1,36±0,02c	1,04±0,15a
LCSHP	253±0,02b	493±0,02b	129±0,01ns	94±0,02a	8,38±0,02c	0,61±0,04ns	1,04±0,02d	1,05±0,43a
LCCAHP	299±0,01a	512±0,02 ^a	119±0,01ns	103±0,02a	8,39±0,03c	0,71±0,13ns	1,48±0,02a	0,98±0,27ab
LCSAHP	193±0,02d	266±0,02d	120±0,2ns	80±0,1b	8,76±0,02a	0,58±0,11ns	1,38±0,02b	0,92±0,06b

¹ Médias de três repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de *ns* coluna não foram significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$), quando seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para o teor de minerais da lentilha crua e submetida a processamento hidrotérmico de encharcamento e cocção. Onde: LC refere-se à lentilha crua; LCSHP refere-se a lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP refere-se à lentilha cozida com água de hidratação prévia e LCSAHP refere-se a lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

A lentilha é importante fonte de minerais, sendo estes considerados essenciais à manutenção da qualidade nutricional do indivíduo. Todavia, cada espécie de fabaceae apresenta suas particularidades quanto a esse caráter constitucional, variando de acordo com diversos fatores, tais como a espécie e as características próprias do local de cultivo (THAVARAJAH et al., 2010).

Para feijão, Toledo & Canniatti-Brazaca (2008) relatam que o processo de encharcamento promove lixiviação de alguns minerais. Logo, permite-se pensar que sendo esta fabaceae cozida com a água de hidratação prévia, os minerais são em sua maior parte preservados.

O processamento térmico de cocção de forma convencional e sob pressão é largamente utilizado em domicílios (PORRES et al., 2004), podendo no grão de lentilha acarretar perdas consideráveis no teor de minerais (SHONS et al., 2009).

De acordo com Shons et al. (2009) e Miceli & Miceli (2012), após submissão a tratamento térmico, a lentilha tem seus minerais reduzidos, dentre eles o zinco (Zn).

Com base na Tabela 11, é possível observar que todos os tratamentos promoveram alterações nos teores de minerais dos grãos de lentilha, sendo alguns de forma significativa. A análise do branco mostrou que não houve interferência mineral dos instrumentos utilizados no processo. Em estudo com diferentes espécies de feijões e utilizando tratamentos semelhantes aos empregados nesta pesquisa, Ramírez-Cárdenas et al. (2008) relataram alterações significativas para alguns minerais, tais como ferro, manganês e zinco.

O ferro é um mineral que participa de inúmeros processos bioquímicos e constitucionais do organismo, desde a formação de células até o fornecimento energético e transporte de oxigênio (SANTOS et al., 2010). Assim sendo, sua deficiência pode acarretar danos à saúde da sociedade (OLIVEIRA et al., 2008). Em feijões sua concentração dá-se em maior parte nos cotilédones, não estando as demais partes do grão desprovidas de tal mineral (BURATTO, 2012).

O teor de ferro para a lentilha crua foi de 8,47 mg/100 g, valor superior aos cerca de 7 mg/100 g relatados pela TACO (2011), por Hefnawy (2011) e

por Padovani et al. (2007), porém, semelhante aos dados encontrados por Wang et al. (2009). Dentre os grãos processados, não houve diferença significativa entre o cozimento sem hidratação prévia e o cozimento com água de hidratação prévia. Todavia, a maior quantidade desse mineral foi identificada no grão cozido sem água de hidratação prévia com valor de 8,76 mg/100g, significativamente superior aos 1,5 mg/100g relatados pela TACO (2011) e aos valores na faixa de 5-8mg/100g expostos por Hefnawy (2011) e Wang et al. (2009) para lentilha cozida. O aumento do teor de ferro no tratamento onde há desprezo da água de hidratação prévia é observado por Oliveira et al. (2008) em estudo com feijões. Somavilla et al. (2011) relata valores bastante semelhantes para esse mineral em feijão comum cru e cozido. Segundo Silva et al. (2013), feijões carioca biofortificados e cozidos apresentaram quantidade de ferro em torno de 78,64 mg.Kg⁻¹. Em estudo com alimentos de origem nigeriana, Akinyele & Shokunbi (2015) relataram 48,75 mg.Kg⁻¹ de ferro em feijões, sendo este valor quase a metade do encontrado neste estudo para lentilhas. Isso evidencia as alterações minerais de acordo com as espécies e o local de cultivo.

Segundo Buratto (2012), o zinco é um mineral significativamente importante ao ser humano. Nos grãos o zinco está concentrado em maior parte nos cotilédones.

Nesta pesquisa, a quantidade de zinco no grão cru foi de 1,04 mg/100g, enquanto que no grão cozido sem pré-hidratação obteve-se como maior media 1,05 mg/100g. Os demais tratamentos apresentaram valores inferiores a 1mg/100g, o que leva a crer que pode ter havido alguma interferência do tempo de cocção no grão cozido sem hidratação prévia. A TACO (2011) relata para o grão cru a quantidade de 3,5mg/100g, enquanto que para o grão cozido, 1,1mg/100g. Lazarte et al. (2015) e Hefnawy (2011) encontraram valores entre de 3-4mg/100g de zinco para o grão cozido, sendo significativamente superior ao relatado neste estudo. Angelova et al. (2003) encontraram cerca de 0,47 mg/kg desse mineral em lentilha, valor bastante aquém do encontrado neste trabalho. O consumo diário recomendado deste mineral para adultos é de 7mg/dia segundo Brasil (2005).

O cobre é um mineral presente tanto no tegumento quanto nos cotilédones, todavia, sua concentração está quantitativamente superior na estrutura cotiledônica (BURATTO, 2012).

Não houve diferença significativa entre o teor de cobre no grão cru e cozido (Tabela 11). Segundo a TACO (2011) e Pandovani et al. (2007), quanto ao teor de cobre, a lentilha crua apresenta 0,83 mg/100g, dado bastante semelhante ao encontrado neste estudo, cujo valor foi 0,74 mg/100g. A lentilha cozida, ainda segundo a TACO (2011), apresenta 0,17 mg/100g, valor aquém do encontrado após tratamento hidrotérmico de encharcamento e cocção realizado neste estudo. Entretanto, Silva et al. (2013) relatam para feijão carioca biofortificado, valor de 5,59 mg.Kg⁻¹ desse mineral, sendo tal valor bastante semelhante ao exposto neste trabalho. Cabe ressaltar que a ingestão diária indicada para adultos é de 0,9 mg (BRASIL, 2005).

As fabaceas apresentam baixas quantidades de fósforo em sua forma livre, porém, considerável teor na forma de fitato (BURATTO, 2012; RAVINDRAN et al., 1994). Segundo Buratto (2012), o teor de fósforo em feijões é maior nos cotilédones do que no tegumento.

O grão cru apresentou teor de fósforo inferior aos relatados por Hefnawy (2011) e Wang et al. (2009). Todavia, este estudo expõe, segundo a Tabela 11, valor superior para os grãos cozidos quando comparados aos 104 mg/100g expressos pela TACO (2011).

O magnésio é um mineral de extrema importância, estando em maior quantidade no cotilédone, segundo Buratto (2012) em estudo com feijões.

Quanto à quantidade de magnésio, encontrou-se 103mg/100g no grão cozido com água de hidratação prévia, sendo este o maior dos valores, todavia, não diferindo significativamente do grão cru e do grão cozido sem hidratação prévia. A lentilha cozida sem água de hidratação demonstrou menor teor de magnésio (80mg/100g). Os dados quantitativos desse mineral para o grão cozido são superiores aos 22 mg/100g expostos pela TACO (2011), todavia, são semelhantes aos reportados por Wang et al. (2009). Hefnawy (2011) encontrou teor de magnésio em torno de 122 mg/100g em lentilha cozida, sendo tal valor acima do encontrado neste estudo.

O manganês mostrou-se bastante significativo na amostra cozida com água de encharcamento e na amostra crua, com 1,48 mg/100g e 1,36 mg/100g respectivamente. Todos os valores vêm ao encontro do exposto por Wang et al. (2009), porém, foram superiores aos referendados pela TACO (2011).

O potássio é um mineral que apresenta significativa variabilidade de acordo com a espécie, relatou Buratto (2012) em estudo com outra fabaceae, sendo possível, ainda segundo esse autor, por meio de melhoramento, enriquecer o grão com tal composto. Mesmo não sendo uma substância estrutural em vegetais, sua importância baseia-se na atuação constante nos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (VIANA & KIEHL, 2010). Ainda segundo estes autores, esse mineral participa da síntese de compostos nitrogenados e está diretamente relacionado com a capacidade produtiva do vegetal.

Entre os minerais quantificados neste estudo, o potássio apresentou maior teor em relação aos demais sendo este dado compartilhado por Wang et al. (2009). Para este mineral encontrou-se 432 mg/100g para o grão cru, sendo este um valor aquém do relatado pela TACO (2011), por Hefnawy (2011), Wang et al. (2009) e Padovani et al. (2007) que descreveram quantidades superiores a 800 mg/100g. Todavia, o grão cozido com água de hidratação prévia apresentou teor potássico de 512 mg/100g, sendo este valor igual ao relatado por Hefnawy (2011) e muito superior ao exposto na TACO (2011) (220 mg/100g). O tratamento com menor teor de potássio foi o grão cozido sem água de encharcamento, com 266mg/100g, logo, mais uma vez torna-se claro que o desprezo da água de pré-hidratação acarreta em perdas minerais significativas para os grãos de lentilha.

Em estudo com variedades de feijão, Silva et al. (2013) relataram 30,79g.Kg⁻¹ de potássio para feijão carioca biofortificado, logo, tal grão apresenta-se em desvantagem quando comparado à lentilha quanto ao teor desse mineral.

O cálcio é um mineral que encontra-se normalmente presente nas fabaceae. Em feijões o teor deste componente está em maior quantidade no tegumento (BURATTO, 2012).

Quanto às concentrações de cálcio, observou-se que não houve diferença significativa entre a amostra crua e o grão processado, com valores

entre 119-129mg/100g, sendo estes, bastante próximos aos relatados por Lazarte et al. (2015). Todavia, todos os valores foram maiores do que os apresentados por Somavilla et al. (2011), Hefnawy (2011), TACO (2011) e Wang et al. (2009).

Padovani et al. (2007) relatam que para lentilhas brasileiras e norte americanas cruas, não há diferença significativa no teor de cálcio. Porres et al. (2003) encontraram para lentilhas espanholas valores pouco superiores a metade dos relatados neste estudo. Permite-se mais uma vez evidenciar que para lentilhas, as condições de solo e cultivo são determinantes no teor de certos minerais conforme também exposto por Buratto (2012) em estudo com feijões.

Para Ramírez-Cárdenas et al. (2008), deve-se ter atenção não somente à quantidade de minerais presentes no grão, mas também na concentração de antinutricionais, pois alto teor mineral não significa que o mineral seja biodisponível.

A extensa variabilidade no teor de minerais da lentilha descrita neste estudo em comparação aos dados expostos por outros autores pode em parte dever-se às alterações quantitativas dependentes de cada espécie.

Com base nos dados expostos na Tabela 11 e nos valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) relatados por Brasil (2005a), a ingestão de 2 conchas médias cheias, ou 320 g segundo IBGE (2011) de lentilha cozida com a água de hidratação prévia seria capaz de suprir as necessidades diárias de consumo de ferro, cobre, fósforo, magnésio e manganês. Isso permite evidenciar a lentilha como um grão importante no suprimento mineral dos indivíduos.

Segundo Buratto (2012) uma parcela significativa da população não tem acesso a alimentos enriquecidos com minerais e outros compostos. Isso é um dado de extrema importância, principalmente em se tratando do mineral Fe. A deficiência de ferro no organismo é produto do reduzido teor deste composto na alimentação, podendo acarretar diversos problemas de saúde, tais como anemia, morte materna (em gestantes ou 6 semanas após parto) deficiência agnitiva (Brasil, 2005b).

4.6 Compostos bioativos

O teor de antocianinas, fenóis totais e fenóis simples, bem como a atividade antioxidante da lentilha *in natura* e cozida está apresentada na Tabela 12.

Tabela 12: Compostos bioativos de lentilha crua e processada.

Variáveis independentes	Antocianinas CTA mg.100g ⁻¹ amostra	Fenóis totais mgác.tânico. g ⁻¹ amostra	Fenóis simples mgác.tânico. g ⁻¹ amostra	DPPH µM Trolox.g ⁻¹ amostra	ABTS µM Trolox.g ⁻¹ amostra
LC	1,80±0,05a ^{1/}	30,47±0,23a	4,06±0,02a	2,36±0,04a	2023,5±0,7a
LCSHP	1,76±0,03a	25,9±2,24b	4,02±0,01a	2,19±0,06b	1988,5±1,24b
LCCAHP	1,70±0,02a	20,7±1,99c	3,99±0,10a	2,26±0,08ab	1906,1±0,11c
LCSAHP	1,55±0,05b	9,6±0,47d	3,41±0,03b	2,24±0,04ab	1319,3±0,02d

^{1/} Médias de três repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os teores de compostos bioativos de lentilha crua e submetida a processamento hidrotérmico de encharcamento e cocção. Onde: LC refere-se à lentilha crua; LCSHP refere-se a lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP refere-se à lentilha cozida com água de hidratação prévia e LCSAHP refere-se a lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

As antocianinas são compostos presentes nos grãos, sobretudo no tegumento, estando relacionada à cor do mesmo (LANDIM et al., 2013), sendo sua presença um dos fatores determinantes da qualidade do grão (BOTELHO, 2014). São compostos provenientes dos processos de adição de radicais hidroxila e metoxila na estrutura do fenil-2-benzopirílio (HASSIMOTTO, 2005).

Quanto ao teor de antocianinas, a lentilha crua apresentou 1,80 CTAmg.100g⁻¹, sendo este o maior dos valores observados, o menor teor foi observado em lentilha cozida sem água de hidratação prévia, com 1,55 CTAmg.100g⁻¹. Em estudo com feijão carioca, uma facabeae também de coloração clara, Botelho (2014) relatou maior concentração de antocianinas no grão cru, sendo ainda segundo a autora, o cozimento sob pressão o mais eficiente para manter as antocianinas, quando comparado ao método convencional. Em estudo com feijão caupi de três cultivares, Landim et al. (2013) verificaram teor de antocianinas entre 1,02 e 2,20 mg/100g, valores semelhantes aos encontrados neste relato.

Os grãos de lentilha cozidos sem pré-hidratação apresentaram teor de antocianinas maior que os grãos pré-hidratados, fato também observado por Ávila (2014) e Botelho (2014) em pesquisa com feijão. Neste estudo observou-se que o grão cru, o cozimento sem hidratação prévia e o cozimento com a água de encharcamento não apresentaram diferença significativa quanto ao teor de antocianinas. Portanto, sugere-se para lentilha, a utilização do cozimento com água de hidratação prévia, visto que mantém o teor de antocianinas quase inalterado quando comparado ao grão sem cozimento.

Compostos fenólicos são produzidos pelos vegetais como forma de permitir sua sobrevivência no ambiente (ROCHA et al., 2011), sendo produto do metabolismo secundário vegetal (SCHILEIER, 2004).

Neste estudo foram quantificados os fenóis totais e simples, sendo que estes últimos, segundo Tiveron (2010), são classificados como compostos pouco distribuídos, em função de serem encontrados em pequeno número.

Os fenóis totais apresentaram diferença significativa entre todas as amostras, sendo o maior teor de fenóis encontrado no grão cru (30,47 mg ác.tânico. g⁻¹ amostra), e o menor valor (9,6 mg ác.tânico. g⁻¹ amostra) na lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

O tratamento térmico de cocção reduziu significativa no teor de fenóis totais dos grãos de lentilha. Huber (2012) também relata redução significativa no teor de compostos fenólicos totais em feijões após os processos de encharcamento e cocção. Em estudo com feijão carioca, Botelho (2014) expõe resultados qualitativamente semelhantes que indicam a redução do teor de fenóis totais em grãos pré-hidratados e cozidos, quando comparados aos grãos não cozidos.

A concentração de fenóis simples (ácidos fenólicos e flavonóides) em grãos pode variar de acordo com o processamento ao qual os grãos são submetidos (BOTELHO, 2014).

Os fenóis simples apresentaram-se superiores no grão cru, com 4,06 mg ác.tânico g⁻¹, não havendo diferenciação significativa dos grãos cozidos sem encharcamento e com água de hidratação prévia. O menor valor de fenóis simples 3,41 mg ác.tânico g⁻¹ foi constatado no grão cozido sem água de pré-hidratação, diferindo dos demais tratamentos. Logo, para lentilha, foi possível constatar que no que tange ao teor de fenóis simples apenas a retirada da água de hidratação prévia no momento da cocção poderia promover alterações negativas na concentração destes compostos

A preservação do teor de fenóis simples após tratamentos térmicos, não considerando o descarte da água para cocção, pode evidenciar a resistência desses compostos ao calor. Essa termorresistência dos ácidos fenólicos também é descrita por Ranilla et al. (2009) e Morello et al. (2004). O método de DPPH é bastante utilizado para avaliação da atividade antioxidante, apresentando como princípio a transferência de elétrons para o radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazina (HASSIMOTTO, 2005).

Quanto a atividade antioxidante pelo método DPPH, observou-se 2,36 μM Trolox.g⁻¹ para lentilha crua, seguido de 2,26 μM Trolox.g⁻¹ para o grão cozido com água de hidratação prévia, obtendo-se menor valor para lentilha cozida sem hidratação prévia, 2,19 μM Trolox.g⁻¹. Ávila (2014) encontrou resultados superiores de DPPH para três variedades de feijão (3,9-5,9 μM Trolox.g⁻¹ para o grão cru), todavia, entre os grãos processados também encontrou atividade antioxidante maior nas fabaceas cozidas com água de hidratação (3,9-3,6 μM Trolox.g⁻¹). Botelho (2014) também encontrou valores de DPPH superiores para grãos crus, quando

comparados a grãos submetidos ao encharcamento prévio e cocção, sendo entre os grãos processados o melhor valor observado no grão cozido com água de encharcamento.

Pelos resultados obtidos por Huber (2012) para o grão sem cozimento, pode haver alguma relação entre coloração e capacidade de captação de radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazila.

Outro método que avalia a atividade antioxidante de uma amostra é a captura de elétrons pelo radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), conhecido como método de ABTS (HASSIMOTTO, 2005).

Os resultados para atividade antioxidante pelo método ABTS forneceram valor de 2023,5 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para lentilha crua, 1988,5 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para o grão cozido sem hidratação prévia, 1906,1 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para lentilha cozida com água de hidratação prévia e 1319,3 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para grãos cozidos sem água de hidratação prévia. Os grãos cozidos sem hidratação prévia apresentara maior capacidade antioxidante de radicais ABTS, seguido do grão cozido com água de embebição. Ávila (2014) encontrou valores quantitativamente superiores em três variedades de feijão, também relatando para duas delas o cozimento sem hidratação prévia como o mantenedor de maior atividade antioxidante. Em estudo com feijão branco, marrom e preto, Huber (2012) relata que o cozimento reduz a atividade antioxidante quando comparado ao grão *in natura*. A autora ainda expõe que tanto para o feijão branco quanto para o preto houve redução da atividade antioxidante para os grãos que foram hidratados antes da cocção, semelhante ao relatado no presente estudo, para lentilhas.

O aumento da temperatura promove redução da atividade antioxidante, sendo significativa quando há pré-hidratação do grão, reduzindo de forma ampla quando se elimina do cozimento a água de encharcamento, sugerindo solubilidade e lixiviação dos compostos seqüestradores do radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico).

Na Tabela 13 é apresentada a correlação de Pearson para as médias das avaliações da atividade antioxidante da lentilha crua e processada.

Tabela 13: Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para antocianinas (CTAmg.100g⁻¹), DPPH e ABTS (μ M Trolox.g⁻¹), fenóis totais e simples (mgác.tânico. g⁻¹).

Tratamentos	Antocianinas	DPPH	ABTS	Fenóis totais	Fenóis simples
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	1	0,30173* (0,3405)**	0,67256 (0,0166)	0,91535 (<,0001)	-0,36221 (0,2473)
2		1	0,82462 (0,0010)	0,36149 (0,2483)	-0,34223 (0,2762)
3			1	0,74939 (0,0050)	-0,66876 (0,0174)
4				1	-0,38781 (0,2129)
5					1

* Coeficiente de Correlação de Pearson. ** Valor de p .

Observa-se que quanto maior o teor de antocianinas, maior a capacidade antioxidante de radicais ABTS e de fenóis totais. Da mesma forma, tornou-se claro que a atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS é diretamente proporcional à observada pelo método DPPH e fenóis totais.

Abe et al. (2007) também relatam haver significativa correlação de forma diretamente proporcional entre o teor de antocianinas e de compostos fenólicos totais com a atividade antioxidante para uvas.

4.7 Fatores antinutricionais

Na Tabela 14 são apresentados os resultados das médias dos teores de fitatos e taninos para todos os tratamentos estudados.

Tabela 14: Fatores antinutricionais de lentilha crua e processada.

Tratamentos	Fatores antinutricionais	
	Fitatos mg ácido fítico. g ⁻¹ amostra	Taninos mgác.tânico g ⁻¹ amostra
LC	38,87±0,11a ¹	26,41±0,03a
LCSHP	38,72±0,08ab	21,98±0,01b
LCCAHP	38,62±0,06b	16,58±0,01c
LCSAHP	36,74±0,06c	6,27±0,03d

¹ Médias de três repetições seguidas de desvio padrão quando seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) para os teores de ácido fítico e taninos de lentilha crua e submetida a processamento hidrotérmico de encharcamento e cocção. Onde: LC refere-se à lentilha crua; LCSHP refere-se a lentilha cozida sem hidratação prévia; LCCAHP refere-se à lentilha cozida com água de hidratação prévia e LCSAHP refere-se a lentilha cozida sem água de hidratação prévia.

Quanto ao teor de fitatos não houve diferença significativa entre o grão cru e o grão cozido sem hidratação prévia, com valores respectivos de 38,87mg ácido fítico g⁻¹ amostra e 38,72mg ácido fítico g⁻¹ amostra. A lentilha cozida com água de hidratação apresentou 38,62mg ácido fítico.g⁻¹ amostra, sendo este valor não significativo quando comparado ao grão não submetido ao encharcamento prévio.

Os resultados encontrados para lentilha são inferiores ao relatados por Ávila (2014) para três variedades de feijões, embora se apresentem numericamente bastante semelhantes. O teor de ácido fítico encontrado pela autora acompanha a mesma métrica das médias encontradas para lentilha, onde o conteúdo de fitatos em ordem decrescente é: grão cru, grão sem hidratação prévia, grão cozido com água de pré-hidratação e grão cozido sem água de encharcamento. A redução de fitatos em lentilhas cozidas também foi descrito por Hefnawy (2011), Wang et al. (2009) e Porres et al. (2004). A redução do teor de fitatos pode ser associada à lixiviação na água de hidratação de suas partículas eletricamente carregadas (VALDÉS, 2010). Os fitatos possuem a capacidade de se complexar com minerais como ferro, cálcio e

zinco, reduzindo a disponibilidade desses compostos inorgânicos no organismo (PAULA, 2007).

Os taninos são fatores antinutricionais capazes de se complexar com moléculas metálicas, inibindo assim a absorção das mesmas pelo organismo.

Quando avaliado o teor de taninos, todos os tratamentos apresentaram diferença significativa, onde a lentilha crua apresentou a maior média, sendo esta de 26,41 mg ác.tânico g⁻¹ amostra, e o menor valor foi observado no grão cozido sem água de hidratação prévia com 6,27 mg ác.tânico.g⁻¹ amostra. Landim et al. (2013) relatam teor de taninos de 114,8 mg ácido tânico.100g⁻¹ para duas variedades de feijão caupi. Tais valores são bastante superiores aos encontrados neste estudo, onde o maior valor encontrado foi de 26,41 mg ácido tânico.g⁻¹ de lentilha crua. Em estudo com 8 variedades de lentilhas, Wang et al. (2009) relataram valores de taninos para lentilha crua entre 3,4-6,1 g/kgD.M. e 2,3-3,1 g/kgD.M. para o grão cozido.

Observou-se que o tratamento térmico ao qual o grão foi submetido antes e durante a cocção, juntamente com a eliminação da água de hidratação prévia promoveram significativa diminuição do teor de taninos nos grãos de lentilha.

Os processos de cozimento (SHONS et al., 2009; BISCARO et al., 2010) de grãos pré hidratados (HUBER, 2012) bem como a utilização de panela de pressão (HEFNAWY, 2011) e a eliminação da água de hidratação prévia (ÁVILA, 2014) promoveram redução do teor de taninos em estudo com feijão (BOTELHO, 2014), vindo ao encontro do exposto para lentilha.

De acordo com Toledo et al. (2008) em estudo com feijão, o grão sem hidratação prévia apresenta menor teor de taninos, pois o grão é exposto ao calor por mais tempo. Este dado não é compartilhado por este estudo, onde se verificou menor teor de ácido tânico em grãos cozidos sem água de encharcamento.

A Tabela 15 traz os dados de correlação de taninos com os parâmetros colorimétricos de lentilha.

Tabela 15: Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para taninos e parâmetros colorimétricos.

Variáveis dependentes	L (1)	a* (2)	b* (3)	°H (4)	Croma (5)	Taninos (6)
1	1	-0.99748* (<.0001)**	0.83046 (<.0001)	0.97774 (<.0001)	0.81394 (<.0001)	-0.61095 (0.0042)
2		1	-0.84400 (<.0001)	-0.96720 (<.0001)	-0.78676 (<.0001)	0.58636 (0.0066)
3			1	0.84761 (<.0001)	0.58535 (0.0067)	-0.11240 (0.6371)
4				1	0.88175 (<.0001)	-0.59052 (0.0061)
5					1	-0.77285 (<.0001)
6						1

* Coeficiente de Correlação de Pearson. ** Valor de p .

Conforme observado na Tabela 15, quanto maior o teor de taninos, menor a luminosidade, o °H e o croma. Todavia, o teor de taninos mostra-se diretamente proporcional ao padrão a* de coloração. Díaz et al. (2010) relatam haver correlação entre o teor de taninos condensados e parâmetros de coloração para fabaceae.

A correlação entre taninos, fitatos e minerais está apresentada na Tabela 16.

Tabela 16: Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para taninos, fitatos e minerais.

Variáveis dependentes	Zn (1)	Cu (2)	Fe (3)	Mn (4)	Mg (5)	K (6)	P (7)	Ca (8)	Fitatos (9)	Taninos (10)
1	1	0.22408* (0.4838)**	-0.73249 (0.0067)	-0.50953 (0.0906)	0.39628 (0.2022)	0.67226 (0.0166)	0.31903 (0.3121)	0.21177 (0.5088)	0.83450 (0.0007)	-0.78510 (0.0025)
2		1	-0.29398 (0.3537)	0.24907 (0.4350)	0.11935 (0.7118)	0.28318 (0.3724)	0.24568 (0.4415)	-0.42886 (0.1642)	0.40692 (0.1893)	-0.41180 (0.1835)
3			1	0.26489 (0.4054)	-0.80223 (0.0017)	-0.99464 ($<.0001$)	-0.83904 (0.0006)	-0.16623 (0.6056)	-0.94271 ($<.0001$)	0.83491 (0.0007)
4				1	0.10079 (0.7553)	-0.20369 (0.5254)	0.11488 (0.7222)	-0.42527 (0.1681)	-0.22150 (0.4890)	0.05786 (0.8583)
5					1	0.84015 (0.0006)	0.87274 (0.0002)	0.42116 (0.1727)	0.71684 (0.0087)	-0.65906 (0.0197)
6						1	0.88967 (0.0001)	0.15687 (0.6263)	0.91433 ($<.0001$)	-0.80116 (0.0017)
7							1	0.03483 (0.9144)	0.66727 (0.0178)	-0.54675 (0.0658)
8								1	0.15224 (0.6367)	-0.10043 (0.7561)
9									1	-0.95874 ($<.0001$)
10										1

* Coeficiente de Correlação de Pearson. ** Valor de p .

Conforme observado na Tabela 16 os fitatos influenciam de forma negativa no teor de ferro em lentilhas. Em contrapartida, sua concentração mostrou-se diretamente proporcional a quantidade de Zn, Mg, K e P.

Quanto aos taninos sua concentração mostrou-se inversamente proporcional ao teor de Zn, Mg e K, sendo porém, proporcional ao teor de Fe em lentilhas.

Com base nestes fatos, pode-se observar que o ácido fítico e os taninos também são capazes de formar fortes e insolúveis complexos com minerais *in vitro*, fator também relatado por Ortiz-Monasterio et al. (2007), em alguns casos reduzindo a disponibilidade dos mesmos para quantificação. Este fato torna-se muito importante, tendo em vista que grande parte dos trabalhos apontam a redução da biodisponibilidade com fator determinante para a quantidade de oligoelementos absorvidos pelo organismo. Todavia, este trabalho mostra também a importância de se observar os complexos mineral/antinutricional antes da ingestão alimentar, visto que a soma da indisponibilidade *in vitro* com a redução da biodisponibilidade poderá trazer prejuízos nutricionais aos indivíduos.

5. CONCLUSÕES

- 5.1 A cocção promove redução de lipídeos, taninos, fenóis totais e atividade antioxidante avaliada pela metodologia ABTS, porém, mantém equilíbrio no teor de proteínas;
- 5.2 A hidratação prévia diminui o tempo de cocção, promove maior maciez e aumenta o teor de proteína solúvel, fósforo e manganês, não influenciando no teor de proteína total, lipídeos, carboidratos e fibra total;
- 5.3 A manutenção da água de hidratação prévia na cocção da lentilha conserva antocianinas, fenóis simples e totais, atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS, aminoácidos e minerais, enquanto a cocção com troca da água de pré-hidratação provoca redução do teor de fatores antinutricionais, não havendo interferência sobre a dureza e mastigabilidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDEL-AAL, E. S. M.; HUCL, P. **Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat.** Journal Agricultural Food Chemistry, v.51, p.2174- 2180, 2003;
1. ABE L. T. DA MOTA R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.. **Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L..** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, abr./jun. 2007;
2. ABU-GHANNAM, N. **Interpretation of the force deformation curves of soaked red Kidney beans.** International Journal of Food Science and Technology, v.33, p.509-515, 1998;
3. AKINYELE, I. O.; SHOKUNBI, O. S.. **Concentrations of Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb, Ni in selected Nigerian tubers, legumes and cereals and estimates of the adult daily intakes.** Food Chemistry. 173, p. 702-708, 2015;
4. AL-MUHTASEB, A. H.; McMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A., **Moisture sorption isotherm characteristics of food products: A review.** Food and Bioproducts Processing, **80** (2): 118- 129. 2002;
5. AMAROWICZ R.; ESTRELLA I.; HERNÁNDEZ T.; ROBREDO S.; TROSZYNSKA A.; KOSINSKA A.; PEGG R. B.. **Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*).** Food Chemistry.; 121: 705- 711, 2010;
6. ANGELOVA V.; IVANOVA R.; IVANOV K.. **Accumulation of heavy metals in leguminous crops (bean, soybean, peas, lentils and gram).** Journal Of Environmental Protection and Ecology, 4 (4), pp 787-795, 2003;

7. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006;
8. ASAE – American Society of Agricultural Engineers. **Moisture measurement – unground grain and seeds**. In: Standards. St. Joseph: ASAE, p. 563, 2000;
9. ÁVILA, Bianca Pio. **Efeito dos processamentos nas propriedades tecnológicas, sensoriais e nutricionais de feijão comum e caupi e sua aplicação em panificação**. 130f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, 2014;
10. BARNETT, V; LEWIS, T. **Outliers in Statistical Data**. John Wiley & Sons, 3 edition, 1994;
11. BARRUETO-GONZALEZ, N. B.. **Biodisponibilidade de minerais das fontes leguminosas**. Revista Simbio-Logias, v.1, n.1, mai/2008;
12. BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. **Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 53, n. 5, p. 646-656, 2009;
13. BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V.. **Fatores antinutricionais em alimentos: revisão**. Segurança alimentar e nutricional, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011;
14. BEERMANN, C., EULER, M., HERZBERG, J., & STAHL, B. (2009). **Anti-oxidative capacity of enzymatically released peptides from soybean protein isolate**. *European food research and technology*, 229(4), 637-644;

15. BHATTY, R. S.. **Protein subunits and amino acid composition of wild lentil.** *Phytochemistry*, 25(3), 641–644, 1986;
16. BHATTY, R. S. **Albumin proteins of eight edible grain legume species: electrophoretic patterns and amino acid composition.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 30, n. 3, p. 620-22, 1982;
17. BHATTY, R. S.; SLINKARD, A. E. **Composition, starch properties and protein quality of lentil.** *Journal of the Institute of Canadian Science and Technology Aliment.* 12(2):88, 1979;
18. BISCARO, L. M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V.; DIAS, C. T. S.. **A irradiação gama no tempo de cocção e na absorção de água em grãos de soja com e sem lipoxigenase.** *Ciência Rural*, v. 40, n. 9, 2010;
19. BLAHOVEC, J.; YANNIOTIS, S.. **Modified Classification of Sorption Isotherms.** *Journal of Food Engineering*, n.. 91, v. 1, pag. 72 - 77. ISSN: 0260-8774, 2009;
20. 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.9, p.1541-1547, 2008;
21. BOTELHO, F. T. **Consumo de feijão e efeitos do processamento na cocção sobre compostos fenólicos, capacidade antioxidante e atributos sensoriais.** 135f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)- Faculdade de Agronomia —Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014;

22. BOURNE, M. C. **Texture profile analysis**. Food Technology, v. 32, n. 7, p. 62-66, 72, 1978;
23. BOURNE, M. C.. **A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods**. *Journal of Food Science*, 31(6), 1011-1015, 1966;
24. BOYE J,; ZARE F,; PLETCH A.. **Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed**. Food Research International; 43:414–31, 2010;
25. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of free radical method to evaluate antioxidant activity**. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v.28, p.25-30, 1995;
26. BRASIL – Ministério da Saúde – Secretaria de Atenção à Saúde – Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo a Alimentação Saudável**. Edição Especial, Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília – DF: 2006;
27. BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 365p, 1992;
28. BRASIL, MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. Laboratório Nacional Agropecuário-RS, Laboratório de Análises para Classificação Vegetal. **Classificação física de lentilha**. 2014;
29. BRASIL, Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Portaria nº 65, de 16 de fevereiro de 1993, que define as características de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação da lentilha que se destina à comercialização**.

Disponível em:
<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/lentilha065_93.pdf>.
Acesso em: 17 dez. 2013;

30. BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada (RDC) nº de 12 de novembro de 2012;**
31. BRASIL. Resolução RDC nº. 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais.** ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 23 set. 2005 a;
32. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Manual operacional do Programa Nacional de Suplementação de Ferro.** 28p. ISBN 85-334-1017-4. Brasília-DF, 2005b.
33. BRESSANI, R.; MORS, R.D.; FLORES, R.; GÓMEZ, B.R. **Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estos provocan en la digestibilidad de la proteína.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Caracas, v. 16, n. 4, p. 569-583, 1991;
34. BRUMMER, Y.; KAVIANI, M.; TOSH, S. M.. **Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas.** Food Research International, v. 7, p, 117-125, 2015;
35. BRUNE, M. F. S. S.; PINTO, M. O.; PELUZIO, M. C. G.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. B.. **Avaliação bioquímico-nutricional de uma linhagem de soja livre do inibidor de tripsina *kunitz* e de lectinas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n.3, p657-63, 2010;

36. BURATTO, J. S. **Teores de minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 2012. 147 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012;
37. BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A.; MAZETO, G. M. F. S. **Biodisponibilidade do cálcio dietético**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e metabologia, São Paulo, v. 50, n. 5, out. 2006;
38. CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; TEIXEIRA, J. P. F.. **Efeito do nitrogênio no teor de proteína e composição em aminoácidos de sementes de feijão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.16, n.6, p.795-799, 1981;
39. CEZAR, T. M.. **Fatores Nutricionais e Antinutricionais no Processamento de Feijão Comum Armazenado**. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2011;
40. CGC - **Official grain grading guide**. Canadian Grain Commission, Winnipeg, Manitoba, Canada (<http://www.grainscanada.gc.ca/oggg-gocg/18-lentils-2014-eng.pdf>), 2014;
41. CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R.. **Bioquímica ilustrada**. Porto Alegre, Ed. Artmed, 3. ed., 533 pp.), 2006;
42. CHEN, H. M.; MURAMOTO, K.; YAMAUCHI, F.; NOKIHARA, K. (1996) **Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidant peptide isolated from digests of a soybean protein**. Journal of Agriculture Food Chemistry 44:2619–2623;

43. COELHO, C. M. M.; BORDIN, L. C.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J.; GUIDOLIN, A. F.. **Cooking time of dry bean grains according to water type.** *Ciência e Agrotecnologia*, 33(2), 560-566, 2009;
44. COUTINHO, M. R.; OMOTO, E. S.; ANDRADE, C. M. G.; JORGE, L. M. de M. **Modelagem e validação da hidratação de grãos de soja.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 603-610, 2005;
45. DEL BEM, M. S.; POLES, L. F.; SARMENTO, S. B. S.; ANJOS, C. B. P. **Propriedades Físico-químicas e Sensoriais de Massas Alimentícias Elaboradas com Farinhas de Leguminosas Tratadas Hidrotermicamente.** *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 101-110, 2012;
46. DÍAZ, A. M., CALDAS, G. V., & BLAIR, M. W.. **Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats.** *Food Research International*, 43(2), 595-601, 2010;
47. DOBRZAŃSKI B.; JR.; RYBCZYŃSKI R.. **Influence of packing method on colour perception improving the appearance of fruits and vegetables.** *Research in Agricultural Engineering*, v. 54, n. 2, p. 97-103, 2008;
48. DOMENE, S. M. A... **Técnica Dietética: Teoria e Aplicações.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011;
49. DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, S.; DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, A.; GONZÁLEZ-HUERTA, A.; NAVARRO-GALINDO, S.. **Imbibition kinetics and moisture sorption isotherms of roselle seeds (*Hibiscus sabdariffa* L.).** *Revista mexicana de ingeniería química*, 6(3), 309-316, 2007;
50. DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M.. **Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -**

- caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000300008>, 2006;
51. DUEÑAS, M.; HERNANDEZ, T.; ESTRELLA, I., 2007. **Changes in the content of bioactive polyphenolic compounds of lentils by the action of exogenous enzymes.** Effect on their antioxidant activity. Food Chem. 101 (1), 90–97, 2007;
52. ELIAS, M. C.. **Espera para secagem e tempo de armazenamento na qualidade de arroz para semente e indústria.** 164f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998;
53. ELIAS, M. C. **Armazenamento e conservação de grãos, em medias e pequenas escalas.** 3ª Edição. Pólo de Modernização Tecnológica em Alimentos da Região Sul. Pelotas: Ed. UFPEL, 218p, 2002;
54. ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos.** Pelotas: Ed. Santa Cruz, 457p, 2008;
55. FARIS, M. A. E.; TAKRURI, H. R.; SHOMAF, M. S.; BUSTANJI, Y. K.. **Chemopreventive effect of raw and cooked lentils (*Lens culinaris* L.) and soybeans (*Glycine max*) against azoxymethane-induced aberrant crypt foci.** Nutrition Research, v. 29, p. 355-362, 2009;
56. FARIS, MO'EZ AL-ISLAM EZZAT; TAKRURI, HAMED RABAH; ISSA, ALA YOUSEF. **Role of lentils (*Lens culinaris* L.) in human health and nutrition: a review.** Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism. DOI 10.1007/s12349-012-0109-8. Ano 2012;
57. FEITOSA, L.R.G.F.; MACIEL, J. M.; BARRETO, T. A.; MOREIRA, R. T.. **Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos**

- instrumentais e sensoriais.** SEMINA: Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, p. 693-704, 2013;
58. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Dietary protein quality evaluation in human nutrition.** ISBN 978-92-5-107417-6. ROME, 2013;
59. FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 307p, 2005;
60. FREITAS, R. A. de; NASCIMENTO, W. M.. **Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha.** Revista brasileira de sementes [online]. vol.28, n.3, pp. 59-63. ISSN 0101-3122, 2006;
61. FURMANIAK, S.; TERZYK, A. P.; GAUDEN, P. A.. **The general mechanism of water sorption on foodstuffs – importance of the multi temperature fitting of data and hierarchy of models.** Journal of Food Engineering, 82, 528–535, 2007;
62. GARCÍA, F. P.; MARTÍNEZ, A. J. G. **Evaluación de las isotermas de sorción en cereales para desayuno.** Superficies y Vacío, v. 19, n. 1, p. 12-19, 2006;
63. GOMES JUNIOR, F. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; MATOS, F. A.; SÁ, M. E. de; HAGA, K. I. **Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada.** Acta Scientiarum, v.27, n.3, p.455-459, 2005;
64. GOMES-JUNIOR, F. G.; SA, M. E. de. **Proteína e qualidade de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto.** Revista brasileira de sementes [online]. vol.32, n.1, pp. 34-44. ISSN 0101-3122, 2010;

65. GONZÁLES, G. C. A.. **Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble y insoluble en algunas leguminosas.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v. 50, n. 3, p. 281-285, 2000;
66. GUPTA, D.; THAVARAJAH, D.; THAVARAJAH, P.; MCGEE, R.; COYNE, C. J.; KUMAR, S.. **Lentils (*Lens culinaris* L.), a rich source of folates.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. 61, 7794–7799, 2013;
67. HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V.. **Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa Orellana*).** *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102, 339-342, 2007;
68. HASSIMOTTO, N. M. A. **Atividade Antioxidante de Alimentos Vegetais: Estrutura e Estudo de Biodisponibilidade de Antocianinas de Amora Silvestre (*Morus* sp.).** 159 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005;
69. HAUG W.; LANTZSCH H. J.. **Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products.** Journal of the Science of Food and Agriculture. 34:1423–1426, 1983;
70. HEFNAWY, T.H.. **Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*).** Annals of Agricultural Science. 56 (2), 57 – 61, 2011;
71. HUBER, K.. **Evidence of protein–tannins interaction in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and their effects on protein digestibility (Evidências da interação entre proteínas e taninos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus efeitos na**

- digestibilidade protéica** (p. 107). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Ciência e Tecnologia de Alimentos. <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-20032012-084546/pt-br.php>>, 2012;
72. JOHNSON, C. R.; THAVARAJAH, D.; COMBS J. R.; GERALD F.; THAVARAJAH, P. **Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume**. Food Research International. v. 51, p. 107-113, 2013;
73. JOSHI, M.; ADHIKARI, B.; PANOZZO, J.; ALDRED, P. **Water uptake and its impact on the texture of lentils (*Lens culinaris*)**. Journal of Food Engineering, v. 100, p. 61-69, 2010;
74. KOUVOUTSAKIS, G.; MITSIS, C.; TARANTILIS, P. A.; POLISSIOU, M. G.; PAPPAS, C. S.. **Geographical differentiation of dried lentil seed (*Lens culinaris*) samples using Diffuse Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (DRIFTS) and discriminant analysis**. Food Chemistry. v. 145, p. 1011-1014, 2014;
75. KHAN, M. A., RANA, I. A., ULLAH, I., & JAFFERY, S.. **Physicochemical characters and nutrient composition of some improved lines of lentils grown in Pakistan**. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1(1), 65-70, 1987;
76. KUSKOSKI, E. M.. **Atividade antioxidante de pigmentos antocianicos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 4, p. 691-693, 2004;
77. LACERDA, L. D.. **Avaliação das propriedades físico-químicas de proteína isolada de soja, amido e glúten e suas misturas**. [dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008;

78. LANDIM, L. A. S. R.; CUNHA, E. M. F.; ARAÚJO, M. A. M.; SILVA, M. M. R.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. **Conteúdo de fenólicos totais, antocianinas, taninos e atividade antioxidante de três cultivares de feijão-caupi**. III CONAC - Congresso Nacional de Feijão Caupi. Recife. 2013;
79. LAWLESS, H. T. ; HEYMANN, H.. **Sensory evaluation of food principles and practices**. 1ed. Missori: Food Science Texts Series, 1998;
80. LAZARTE, C. E.; CARLSSON, N. G.; ALMGREN, A.; SANDBERG, A. S.; GRANFELDT, Y.. **Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability**. Journal of Food Composition and Analysis 2015;
81. LAZZARI, E. N.. **Análise de ácido fítico e minerais nos processos de maceração e cocção de soja**. Tese (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Londrina – PR, Universidade Estadual de Londrina, 52p. 2006;
82. LEHN, D. N.; PINTO, L. A. A.. **Isotermas de equilíbrio e curvas de secagem para arroz em casca em silos de armazenagem**. Engenharia Agrícola, 12:177-191, 2004;
83. LEMASURIER, L. S.; PANOZZO, J. F.; WALKER, C. K. A digital image analysis method for assessment of lentil size traits. **Journal of Food Engineering**, v. 128, p. 72-78, 2014.
- 84.
85. LIU, F.; OOI, C.E., CHANG, S.T.. **Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharides extracts**. Life Sciences, 60: 763-771, 1997;

86. LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. **Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas.** *Journal Agriculture Food Chemistry*, v. 40, p. 2483-2487, 1992;
87. LOPES, L. R. T.. **Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento.** 64 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agronômico, Campinas, 2011;
88. LOPES, T., XAVIER, M., QUADRI, M. G., & QUADRI, M. (2007). **Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade.** *Current Agricultural Science and Technology*, 13(3).
89. LOURES, P. T. N.; NÓBREGA, L. H. P.; RENATA, S.; COELHO, M.. **Análise físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha da variedade PRECOZ.** *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.31, n.4, p.599-606, 2009.
90. MAHAN L.; ESCOTT-STUMP, S.. **Krause. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** 12^o ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.; 2010;
91. MARANGON, A. F. C.; MELO, R. A. de. **Consumo de proteínas e ganho de massa muscular.** doi: 10.5102/ucs. v2i2. 541. *Universitas: Ciências da Saúde* 2.2 : 297-306, 2008;
92. MAZZA, G.; BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. *Food Chemistry*, v.25, p. 207-225, 1987;
93. MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains.** Boca Raton: CRC Press, 1993. 363 p.

94. MENDONÇA, K., JACOMINO, A. P., MELHEM, T. X., & KLUGE, R. A. (2003). **Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “siciliano”**. *Braz J Tecno*, 6(2), 179-83.
95. MENKOV, N. D.. **Moisture sorption isotherms of lentil seeds at several temperatures**. *Journal of Food Engineering*, 44, 205-211, 2000a;
96. MENKOV, N. D.. **Moisture sorption isotherms of chickpea seeds at several temperatures**. *Journal of Food Engineering*. 45, 189–194, 2000b;
97. MICELI, A. AND MICELI, C.. **Effect of thermal treatments on vitality and physical characteristics of bean, chickpea and lentil**. *Journal of Stored Products Research*, 51. pp. 86-91, 2012;
98. MONTEZUMA, R.. **Perfil de textura em conserva de carne bovina (Corned Beef) submetida a diferentes tratamentos térmicos e sua relação com a concentração das proteínas dos tecidos muscular e conjuntivo colagenoso**. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2010. 147p./ Dissertação (Mestrado), 2010;
99. MORELLO, J. R.; MOTILVA, M. J.; TOVAR, M. J.; ROMERO, M. P. **Changes in comercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage with special emphasis on the phenolic fraction**. *Food Chemistry*, v.85, p.357 – 364, 2004;
100. NASAR-ABBAS, S. M.; PLUMMER, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M.; WHITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K.. **Cooking quality of faba bean after storage at hight temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening**. *LWT – Food Science and Technology*, v.41, p.1260 – 1267, 2008;

- 101.NEPOMUCENO, D. de D.; FERNANDES, R. D.; CATUNDA-JÚNIOR, F. E. A.; CARVALHO, M. G. de; ALMEIDA, J. C. de C.. **Fatores antinutricionais em três espécies de leguminosas.** In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica & VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação- Universidade do Vale do Paraíba, 2011;
- 102.NEVES, V. A.; LOURENÇO, E. J.; SILVA, M. A.. **Características de solubilidade da fração protéica de semente de lentilha (*Lens culinaris Medik*), var. precoce.** Alimentos e Nutrição, v. 9, p. 89-101, 1998;
- 103.OLIVEIRA, E. N. A. de. **Processamento, caracterização e armazenamento de geléia tradicional e dietética de umbu-cajá.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Campina Grande, 225p. Campina Grande, 2012;
- 104.OLIVEIRA, T. M. ; PIROZI, M. R. ; BORGES, J. T. S. ; GERMANI, R. ; FONTES, M. P. F.. **Caracterização do amido de grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*).** Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Impresso), v. 27, p. 27-42, 2009;
- 105.OLIVEIRA, V. R. de; RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; LONDERO, P. M. G.. **Qualidade nutricional e microbiológica de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) cozido com ou sem água de maceração.** *Ciência e Agrotecnologia.* [online], vol.32, n.6, pp. 1912-1918. ISSN 1413-7054, 2008;
- 106.OLIVEIRA, Cibele Freitas de. **Estudo da hidrólise da proteína de soja utilizando proteases de *Chryseobacterium sp.* para o uso como antioxidante em alimentos.** Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

- 107.OOMAH, B. D.; CORBÉ, A.; BALASUBRAMANIAN, P. **Antioxidant and anti-inflammatory activities of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) hulls**. Journal of Agriculture of Food Chemistry, v.58, p.8225-8230, 2010;
- 108.ORTIZ-MONASTERIO, I.; PALACIOS-ROJAS, N.; MENG, E.; PIXLEY, K.; TRETOWAN, R.; PENA, R. J.. **Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding**. Journal of Cereal Science . 46, 293 e 307, 2007;
- 109.PADOVANI, R. M.; LIMA, D. M.; COLUGNATI, F. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.. **Comparison of proximate, mineral and vitamin composition of common Brazilian and US foods**. Journal of Food Composition and Analysis, 20(8), 733-738, 2007;
- 110.PAGLARINI, C. de S.; SILVA, F. S. da; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; FIGUEIREDO FURTADO, G. de. **Análise da histerese em isotermas de equilíbrio de amêndoas de cumbaru (*Dipteryx alata vogel*)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.15, n.1, p.1-6, ISSN 1517-8595, 2013;
- 111.PAIVA, ALINE DE C.; ALFENAS, R. DE C. G.; BRESSAN J.. **Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo**. Revista brasileira de nutrição clínica 22.1 : 83-8, 2007;
- 112.PANKIEWICZ, U.; JAMROZ J.. Evaluation of Physicochemical and Sensory Properties of Ethanol Blended with Pear Nectar. Czech Journal of Food Sciences. Vol 31.1 : 66-71, 2013;
- 113.PASCUAL, C. de S. C. I.. **Efeitos da parboilização do arroz (*Oryza sativa* L.) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido**. Diss. Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2010;

114. PAULA, S. A. de. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2007;
115. PEREIRA, F. C. **Estudo tecnológico de requeijão cremoso light com teor de sódio reduzido e adição de fibra alimentar**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Triângulo Mineiro- campus Uberaba, 2013;
116. PHILIPPI, S.T.; CRUZ, A.T.; LATTERZA, A.R.; RIBEIRO, L. C.. **Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos**. Revista de Nutrição. v. 12, n. 1, p.65-80, 1999;
117. PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. de A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B.. **Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas**. Food Science and Technology. [online]. vol.26, n.1, pp. 179-187. ISSN 1678-457X, 2006;
118. PORRES, J. M.; LÓPEZ-JURADO, M.; ARANDA, P.; URBANO, G.. **Effect of heat treatment and mineral and vitamin supplementation on the nutritive use of protein and calcium from lentils (*Lens culinaris M.*) in growing rats**. *Nutrition*, 19(5), 451-456, 2003.;
119. PORRES, J. M.; LÓPEZ-JURADO, M.; ARANDA, P.; URBANO, G.. **Bioavailability of phytic acid-phosphorus and magnesium from lentils (*Lens culinaris M.*) in growing rats: influence of thermal treatment and vitamin-mineral supplementation**. Revista Nutrition, n. 9, p. 794-799, 2004;
120. RAJI, A. O.; OJEDIRAN, J. O.. **Moisture sorption isotherms of two varieties of millet**. Food and Bioproducts Processing, v. 89, n. 3, p. 178-184, 2011;

121. RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B.. **Effect of domestic processing on nutrient and antinutritional factor content in different cultivars of common beans.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, p.200-213, 2008;
122. RANILLA, L. G.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M.. **Effect of different cooking conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of some selected brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.** *Journal Agriculture Food Chemistry*, v.57, p.5734-5742, 2009;
123. RAVINDRAM, V.; RAVINDRAM, G.; SIVALOGAN, S.. **Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin.** *Food Chemistry*; 50:133, 1994;
124. RE, R.; PHILIP, O. H.. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.** *Free Radical Biology & Medicine*, New York, v. 26, n. 9-10, p.123-127, 1999;
125. RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.. **Modelagem matemática do processo de hidratação de sementes de feijão.** -DOI: 10.4025/actasciagron. V. 29. 387. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, n. 3, p. 373-378, 2007;
126. RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI-FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMANN, C. A.. **Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(10), 1393-1399, 2007;
127. RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. **Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids.** *Free Radical Biology & Medicine*, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996;

128. ROUSSEEUW, P. J.; LEROY, A. M. **Robust regression and outlier detection**. John Wiley and Sons, New York, 1987;
129. ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. D.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. D.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S.. **Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, 33(4), 1215-1221. 2011;
130. RODOVALHO, R. S.. **Determinação e modelagem matemática das isotermas de sorção do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Goiás. 84 f. 2008;
131. ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J.. **Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol. 44, n. 4, out./dez., 2008;
132. ROY, F.; BOYE, J. I.; SIMPSON, B. K.. **Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil**. Food Research International. n. 43, p. 432-442. Doi: 10.1016/j.foodres.2009.09.002, 2010;
133. SALUNKHE, D.K., CHAVAN, J.K., KADAM, S.S. (1990) **Dietary tannins: consequences and remedies**. Boca Raton: CRC Press, 200p;
134. SANDOVAL, A. J.; BARREIRO, J. A. **Water sorption isotherms of non-fermented cocoa beans (*Theobroma cacao*)**. Journal of Food engineering, v. 51, n. 2, p. 119-123, 2002;
135. SANTOS, A. F. S.; DONADIA, J. T.; DOS SANTOS, L. L.; FARHAT, F. C.. **Ferro: Benefícios a Saúde**. 8a Mostra Acadêmica Unimep. 2010;

136. SANTOS, C. D. D.. **Avaliação das melhores condições de secagem de grãos de soja visando à manutenção do teor de proteínas.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFRGS, 2013;
137. SCARANTO, B. A. A.. **Aplicação de redes neurais na formulação de gorduras para bolo baseada em gorduras interesterificadas de soja e algodão,** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciência dos alimentos, 2010;
138. SCHLEIER, R.. **Constituintes fitoquímicos de Vitis vinifera L.(uva).** Monografia (Especialização). Instituto Brasileiro de estudos homeopáticos , São Paulo. 2004;
139. SHONS, P. F.; LEITE, A. V.; NOVELLO, D.; BERNARDI, D. M.; MORATO, P. N.; ROCHA, L. M.; REIS, S. M. P. M.; MIYASAKA, C. K.. **Eficiência protéica da lentilha (*Lens culinaris*) no desenvolvimento de ratos wistar.** Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 255-260, abr./jun., 2009;
140. SILVA, F.; Corrêa, P. C.; Goneli, A. L. D.; RIBEIRO, R., & JÚNIOR, P.. **Efeito do beneficiamento nas propriedades físicas e mecânicas dos grãos de arroz de distintas variedades.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 5(1), 33-41. 2003;
141. SILVA, L. H.; PAUCAR-MENACHO, L. M.; VICENTE, C. A.; SALLES, A. S.; STEEL, C. J.; CHANG, K. Y.. **Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de okara.** *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, SP, v1-12, 315-322. 2009;
142. SILVA, M. O.; BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.. Characterization of the composition proximal and mineral of different

- cultivars of common bean raw and cooking. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 3, p. 336, 2013;
143. SIQUEIRA, B. dos S.. **Desenvolvimento dos fenômenos de escurecimento e endurecimento em feijão carioca: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. Dissertação. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, 2013;
144. SOARES-JUNIOR, A. M. S.; ABREU, M. A. B. R. de; NELSON, D. L.. **Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga**. Food Science and Technology , v. 23, n. 1, p. 76-80, 2003;
145. SOMAVILLA, M.; OLIVEIRA, V. R.; STORCK, C. R.. **Composição centesimal e de minerais no congelamento e uso associado de micro-ondas para descongelamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Disciplinary Scientia, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 103-114, 2011;
146. SOUZA, D. M. de; BASSINELLO, P. Z.; NÓBREGA, L. N. N. **Metodologia Científica: Aperfeiçoamento metodológico para digestão assistida via micro-ondas na análise mineral de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Comunicado Técnico, 196. 1ª edição, versão online. ISSN 1678-961X, dezembro, Santo Antônio de Goiás, GO, 2010;
147. STRINGHETA, P. C.. **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da fluorescência de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Pal de Beauv)**. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991;

148. SULIEMAN, M. A.; ELTAYEB M. M.; BABIKER, E. E.; MUSTAFA AI, EL TINAY AH. **Effect of sprouting on chemical composition and amino acid content of Sudanese lentil cultivars.** Journal of Applied Sciences;8(12):2337-40, 2008;
149. SZARFARC, S. C.; MARTINS, I. S.; MAZZILLI, R. N.; CAVALCANTI, M. L. F.; GANDRA, Y. R.; SZARFARC, S.. **Qualidade protéica de dietas avaliadas segundo os padrões FAO 1968 e FAO 1973.** Revista de Saúde Pública [online], vol.14, n.2, pp. 151-160. ISSN 0034-8910, 1980;
150. SZCZESNIAK, A. S.. **Texture is a sensory property.** Food Quality and Preference, v.13, p.215-255, 2002;
151. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO) – UNICAMP.- 4 ed. rev. e ampl.. – Campinas: NEPA-UNICAMP. 161p. Gráfica BookEditora. Campinas-SP, 2011;
152. THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S.. **Grain legumes — a boon to human nutrition.** Trends in Food Science & Technology, v. 14, n. 12, p. 507-518, 2003;
153. THAVARAJAH D.; THAVARAJAH P.; SEE C. T.; VANDENBERG A.. **Phytic acid and Fe and Zn concentration in lentil (*Lens culinaris* L.) seeds is influenced by temperature during seed filling period.** Food Chemistry, 122, 254–259, 2010;
154. TIECHER, Aline. **Efeito da radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.).** 62f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas; 2010;

155. TINOCO, L. P. DO N.; PORTE, A.; PORTE, L. H. M.; GODOY, R. L. DE O.; PACHECO, S.. **Perfil de Aminoácidos de Farinha de Semente de Abóbora**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 3, 2014;
156. TIVERON, A. P.. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010;
157. TOLEDO, C. F. de; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.. **Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos**. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28(2): p. 355-360, abr.-jun. 2008;
158. TRIGO, Juliana Moreno et al. **Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados**. *Braz. J. Food Technol.* [online]. 2012, vol.15, n.2, pp. 125-133. Epub May 08, 2012. ISSN 1981-6723;
159. VALDÉS, S. T.. **O Efeito de genótipos de feijão e das formas usuais de preparo sobre a atividade antioxidante e a composição nutricional**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2010;
160. VANIER, Nathan Levien. **Armazenamento de cultivares de feijão e seus efeitos na qualidade tecnológica dos grãos e nas propriedades do amido**. 90f. Dissertação (Mestrado)–Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012;
161. VASCONCELOS, I. M.; CAMPELLO, C. C.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U.; SOUZA, D. O.; MAIA, F. M.. **Brazilian soybean *Glycine max* (L.) Merr. cultivars adapted to low latitude regions:**

- seed composition and content of bioactive proteins.** Brazilian Journal of Botany, 29(4), 617-625. 2006;
162. VIANA, E. M.; KIEHL, J. de C.. **Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo.** Bragantia, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010;
163. VIEIRA, R. F.; ROCHA, G. S. da. **Desempenho de lentilhas precoces em alguns municípios de Minas Gerais.** Revista Ceres (Brasil), Nov-Dez, v. 51, n. 298, p. 803-808, 2004;
164. VIEIRA, R. F.. **Potencialidade da cultura da lentilha em Coimbra, Minas Gerais.** Revista Ceres, v. 50, p. 669-674, 2003;
165. VINDIOLA, O. L, SEIB, P. A, HOSENEY, R. C. Accelerate development of the hard-to-cook state in beans. **Cereal Foods World**, v. 31, p. 538, 1986;
166. VOHRA, K.; GUPTA, V. K.. **Pharmacognostic evaluation of Lens culinaris Medikus seeds.** Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 2.3 : S1221-S1226, 2012;
167. WANG, N.; DAUN, J. K.. **Effects of variety and crude protein content on nutrient and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*, L.).** Food Chemistry 95: 493–502, 2006;
168. WANG, N.; HATCHER, D. W.; TOEWS, R.; GAWALKO, E. J.. **Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*).** LWT-Food Science and Technology, 42(4), 842-848, 2009;
169. WANG, N.; HATCHER, D. W.; WARKENTIN, T. D.; TOEWS, R.. **Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking**

- characteristics of field pea (*Pisum sativum*).** Food Chemistry, v. 118, p. 109–115, 2010;
170. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Protein and amino acid requirements in human nutrition.** Technical report series; no. 935. ISBN 92 4 120935 6. ISSN 0512-3054. Geneva, Switzerland, 2002;
171. WRIGHT, J.; TREUILLE, E. **Le cordon bleu – todas as técnicas culinarias.** São Paulo: Editora Marco Zero; 263p.1997;
172. ZHANG, B.; DENG, Z.; TANG, Y.; CHEN, P.; LIU, R.; RAMDATH, D. D.; LIU, Q.; HERNANDEZ, M.; TSAO, R.. **Fatty acid, carotenoid and tocopherol compositions of 20 Canadian lentil cultivars and synergistic contribution to antioxidant activities.** Food Chemistry. V. 161, p. 296-304. 2014;
173. ZIA-UL-HAQ, M.; AHMAD, S.; SHAD, M. A.; IQBAL, S.; QAYUM, M.; AHMAD, A.; LUTHRIA, D. L.; AMAROWICZ, R.. 2011. **Compositional studies of lentil (*Lens culinaris* medik.) cultivars commonly grown in Pakistan.** Pakistan Journal Of Botany, v.43, p 1563-1567;
174. ZIMMERMANN, L. D. O. G.; COELHO, S. R. M.; CHRIST, D.; NÓBREGA, L. H. P.. **Alterações da qualidade tecnológica de marcas comerciais de feijão dos grupos cores e preto.** Semina: Ciências Agrárias, v. 30, n. 3, p. 619-628, 2009.