

**COFATORIZAÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS DE ORIGEM
PROTEICA NA AÇÃO ANTIOXIDANTE E TEOR DE FENÓLICOS DE
LENTILHA**

**COFACTORIZATION OF NITROGENOUS COMPOUNDS OF PROTEIN
ORIGIN IN THE ANTIOXIDANT ACTION AND LENTIL PHENOLIC
CONTENT**

Guilherme Cassão Marques Bragança¹
Bianca Pio Ávila²
Luís Otávio Pereira Cardozo³
Willian Peres⁴
Jander Luís Fernandes Monks⁵
Moacir Cardoso Elias⁶

RESUMO: A lentilha apresenta importante valor nutricional, destacando-se como fonte proteica e de compostos bioativos. Ocupa importante lugar no cenário da alimentação mundial, porém, no Brasil ainda é pequena sua utilização no decorrer do ano, sendo lembrada, sobretudo, nas festas de final de ano, como tradição. Frente a necessidade de expandir o conhecimento acerca das propriedades de nutrição e antioxidantes deste grão, bem como incentivar seu cultivo e consumo no país, objetivou-se correlacionar sua composição bioativa e aminoácida, enfatizando a composição fenólica e cofatorização dos aminoácidos na proporcionalidade de ação antioxidante. A amostra foi adquirida em comércio de Pelotas-RS, sendo produzida no Canadá. Constatou-se que ácido aspártico, treonina, valina e fenilalanina mostraram-se positivamente influentes sobre DPPH, denotando possível ação coenzimáticaaminoácida sobre a capacidade antioxidante de captura de radicais livres exercida pelos grãos. O teor de antocianinas mostrou-se diretamente proporcional a capacidade evidenciada pelo método ABTS, sendo este diretamente proporcional à ação observada pela metodologia de DPPH e fenóis totais. Todavia,

-
- 1 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, URCAMP.
 - 2 Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas.
 - 3 Acadêmico de Engenharia Química, Instituto Federal Sul-Rio-grandense.
 - 4 Doutor em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pelotas.
 - 5 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal Sul-Rio-grandense.
 - 6 Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas.

o teor de antocianinas mostrou-se inversamente proporcional ao teor de leucina e lisina, bem como, DPPH mostrou-se diretamente proporcional sobre o teor de ácido aspártico, treonina, valina e fenilalanina. Embora a literatura seja escassa no que diz respeito aos dados de correlação de constituintes alimentares, sobretudo com os parâmetros de antioxidação, este trabalho trouxe de forma clara e objetiva a potencialidade nutricional e bioativa de lentilha. Esta alta capacidade evidenciada pelas correlações apresentadas torna-se importante ferramenta para entendimento e disseminação de maior conhecimento sobre *Lens culinaris* L.. Todavia, evidencia-se a necessidade de estudos com maior aprofundamento a fim de detalhar e elucidar tais processos, e dessa forma, incentivar o cultivo e consumo deste grão tão importante e com alto potencial para a alimentação.

Palavras-chaves: *Fabaceae*, *bioativos*, *aminoácidos*.

ABSTRACT: *Lentil has important nutritional value, being distinguished as a source of protein and bioactive compounds. It occupies an important place in the world food scenario, however, in Brazil its use is still small during the year, being remembered, especially, at the end of year festivals, as a tradition. Facing the need to expand the knowledge about the nutritional properties and antioxidants of this grain, as well as to encourage its cultivation and consumption in the country, the objective was to correlate its bioactive and amino acid composition, emphasizing the phenolic composition and cofactorization of the amino acids in the proportionality of antioxidant action. The sample was purchased in a Pelotas-RS trade, and is produced in Canada. It was found that aspartic, threonine, valine and phenylalanine acids were positively influential on DPPH, indicating a possible coenzyme amino acid action on the antioxidant capacity of free radical capture by the grains. The anthocyanins content was directly proportional to the ABTS method, which was directly proportional to the action observed by the DPPH and total phenols. However, the anthocyanin content was inversely proportional to the leucine and lysine content, as well as, DPPH was directly proportional to the aspartic acid, threonine, valine and phenylalanine content. Although the literature is scarce in relation to correlation data of food constituents, especially with the parameters of antioxidation, this work clearly and objectively brought out the nutritional and bioactive potentiality of lentils. This high capacity evidenced by the correlations presented becomes an important tool for understanding and disseminating more knowledge about *Lens culinaris* L.. However, it is evident the need for studies with greater depth in order to detail and elucidate such processes, encourage the cultivation and consumption of this important grain with high potential for food.*

Keywords: *Fabaceae*, *bioactive*, *amino acids*.

INTRODUÇÃO

Uma alimentação para ser considerada adequada deve suprir qualitativamente e quantitativamente as necessidades nutricionais do organismo, sendo baseada, sobretudo, na utilização de frutas, verduras, cereais e grãos proteicos (BRASIL, 2006).

As Fabaceae ou leguminosas, devido principalmente a sua importância nutricional têm grande emprego na alimentação humana em diversas regiões do planeta (MICELI E MICELI, 2012). A capacidade energética e nutricional dos grãos da família fabaceae os tornam bastante apreciados e considerados também bases para a alimentação de sociedades menos favorecidas economicamente (BARRUETO-GONZALEZ, 2008).

A importância destes grãos está alicerçada, particularmente, na sua composição proteica (PHILIPPI et al., 1999), sendo um dos grãos mais cultivados no mundo, utilizado também para a alimentação infantil (ZIA-UL-HAQ et al., 2011) e como fonte de compostos aminos para os adeptos a não ingestão de produtos cárneos (JOHNSON et al., 2013).

As fabaceae são também 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).

Embora tenha importante aceitação e composição bioativa e nutricional, no país sua produção é pequena, ainda que tenhamos clima e solo apropriados para o cultivo, sendo o mercado nacional abastecido pela importação (FREITAS E NASCIMENTO, 2006).

Sua utilização no Brasil é basicamente em virtude da tradição firmada no primeiro dia do ano e a pouca procura pode ser justificada pelo elevado preço e escassez de estudos com maior detalhamento sobre suas propriedades nutricionais e bioativas.

Logo, conhecer os componentes químicos do grão pode ser um fator de estímulo ao consumo (WANG E DAUN, 2006).

Frente ao exposto, buscou-se elucidar a correlação existente entre os bioativos de lentilha e suas interações com aminoácidos constituintes do grão, trazendo uma visão aplicada das influências mútuas destes compostos *in vitro*, que podem ser pesquisados *in vivo* nos estudos futuros. O maior conhecimento sobre suas relações de constituição aminoácida e bioativa podem contribuir para o incentivo à produção nacional, o que reduziria seu elevado preço incentivando o consumo.

METODOLOGIA

Material

A lentilha da variedade *Lens culinaris* L. foi adquirida em comércio local da cidade de Pelotas-RS, sendo todas as amostras de mesmo lote. Segundo dados fornecidos pela empresa beneficiadora, o grão era proveniente da região central do Canadá.

Os grãos foram transferidos para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – 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. Realizou-se seleção dos grãos e foram aceitos como aptos ao estudo somente os inteiros e livres de quaisquer tipos de sujidades e/ou alterações físicas e microbiológicas visíveis.

Após processamento os grãos foram mantidos em embalagem selada e em geladeira (2°C a 8°C) até o momento das análises que, em parte, foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia de Alimentos do IFSul Câmpus Pelotas RS.

Compostos Bioativos

Determinação da Capacidade Antioxidante - Método DPPH

A determinação da capacidade antioxidante dos grãos de lentilha foi realizada de acordo com o método denominado 2,2-difenil-1-picril-hidrazila, popularmente conhecido como DPPH, adaptado de Brand-Williams et al. (1995).

Expressou-se os valores de DPPH em micromol de Trolox equivalente por grama de lentilha, sendo que para ajuste dos resultados das análises foi feita curva de calibração de Trolox, onde a faixa de linearidade da curva de calibração foi de 100-2000 µM.

A fim de realizar o teste, preparou-se o extrato, pesando-se 0,8 g de amostra e acrescentando-se a ela 10 mL de etanol P.A., seguido de centrifugação a 6000 rpm por 10 minutos.

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

Para a realização da leitura colocou-se 0,5mL de extrato em tubo Falcon de 15mL coberto com papel alumínio, no qual já estavam 3mL de etanol P.A. e 0,3mL da solução diluída de DPPH. A leitura em 515nm foi realizada em espectrofotômetro após 45 minutos em repouso. O resultado foi calculado com base na leitura, sendo este valor aplicado à curva de calibração primeiramente determinada.

Determinação da Capacidade Antioxidante - Método ABTS

Também verificou-se a capacidade antioxidante pela aplicação do método de 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), também conhecido por método de ABTS, sendo o método realizado de acordo com o descrito por Re e Philip. (1999).

A solução de uso foi feita através da adição de 0,088mL de persulfato de potássio a 4,912mL de solução padrão de ABTS. A formação do radical ABTS se dá pela reação de 2,45mM de persulfato de potássio com 7mM 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 1mL da solução contendo o radical ABTS em 90mL de etanol e ajustou-se absorvância até $0,70 \pm 0,05$ utilizando comprimento de onda de 734nm, em adaptação da metodologia proposta por Kuskoski et al. (2004).

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

Determinação de Fenóis Totais

Os fenóis totais foram determinados pelo método proposto por Nasar-Abbass (2008), onde preparou-se o extrato para fenóis totais pesando-se 2 gramas de amostra em tubo de Falcon de 50mL e a ele adicionando-se 20mL de solução de acetona 70%, mantendo-se à 25°C em banho-maria sob agitação por 24 horas.

Transcorridas as 24 horas as amostras foram centrifugadas a 4000rpm durante 10 minutos à temperatura de 10°C. Coletou-se o sobrenadante e o mesmo foi armazenado.

Para esta análise adicionou-se 0,02mL do extrato e ajustou o volume para 0,5mL com água destilada, acresceu-se 0,25mL 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 725nm de comprimento de onda. Os resultados obtidos da leitura espectrofotométrica foram postos na curva de calibração e os resultados finais foram expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ em base seca.

Determinação de Fenóis Simples

Os fenóis simples também foram determinados por metodologia proposta por Nasar-Abbass (2008). O extrato foi preparado utilizando-se 0,1g de polivinilpolipirrolidona (PVPP), 1mL de água destilada e 1mL 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 7000rpm por 20 minutos a 10°C, posteriormente coletando-se o sobrenadante. A fim de determinar os fenóis simples, adicionou-se 0,15mL de extrato de PVPP em tubo Falcon de 15mL, completando-se o volume para 0,5mL com água destilada e adicionou-se 0,25mL de *Folin-Ciocalteu*, com posterior repouso no escuro por 8 minutos. Após período em ausência da luz, acrescentou-se 1,25mL de solução de carbonato de sódio (20%) agitando brevemente em vortex; após permanecer em ambiente escuro por 2 horas foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 725nm. Os resultados de absorbância foram equacionados e os teores de fenóis simples expressos em mg ácido tânico.g⁻¹ de amostra seca.

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 (850ml de etanol P.A. + 150ml de HCl 1M) 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 absorvância de 535nm. Os teores de antocianinas foram expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo equivalentes por 100g de base seca.

Determinação de aminoácidos

Os aminoácidos foram determinados pela técnica de High Performance/Pressure Liquide Chromatography (HPLC), segundo Ravindran et al. (2009).

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 *outlier* e suas observações correspondentes foram removidas do banco de dados (ROUSSEEUW E LEROY, 1987; BARNETT E 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 bioativos e aminoácidos foram correlacionados por meio da Correlação de Pearson para verificar interação positiva e/ou negativa entre bioativos/bioativos e bioativos/aminoácidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 expressa os dados de correlação de Pearson para as médias das avaliações da capacidade antioxidante da lentilha.

Tabela 1: 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).

| Variáveis dependentes | Antocianinas (1) | DPPH (2) | ABTS (3) | Fenóis totais (4) | Fenóis simples (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 .

Através da análise de correlação entre as medias dos métodos de avaliação de capacidade antioxidante, observou-se que quanto maior o teor de antocianinas, maior a capacidade evidenciada pelo método 2,2´azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico) e de fenóis totais. Da mesma forma, tornou-se claro que a capacidade antioxidante avaliada pelo método ABTS é diretamente proporcional à observada pela metodologia de DPPH e fenóis totais. Cabe ressaltar que ABTS e fenóis simples se mostraram inversamente proporcionais, possivelmente pelas características particulares de polaridade dos compostos, que podem sofrer estabilização e não permanecerem com disponibilidade elétrica para ligação com radicais livres.

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 capacidade antioxidante para outro vegetal.

O teor proteico do vegetal pode influenciar na capacidade antioxidante de polissacarídeos (LIU et al, 1997). De acordo com Oliveira (2011) a hidrólise protéica em soja pode originar peptídeos bioativos, com capacidade antioxidante, sendo a proteína, segundo Chen et al (1995) capaz de inativar radicais livres. Ainda nesse sentido, Beermann et al. (2009) sugere que peptídeos formados principalmente por resíduos de aminoácidos aromáticos e apresentando peso menor que 1kDa apresentam maior atividade antioxidante. Frente a isso, torna-se de extrema

importância entender a relação entre aminoácidos e compostos bioativos, com o objetivo de identificar diferentes vias antioxidantes provenientes dos grãos protéicos.

A correlação entre os compostos bioativos e os aminoácidos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Coeficiente de Correlação de Pearson e valor de p para aminoácidos (g/100g), antocianinas (CTAmg.100g⁻¹), DPPH e ABTS (μM Trolox.g⁻¹), fenóis totais e simples (mgác.tânico. g⁻¹).

| Variáveis dependentes | Ácido Aspártico (1) | Ácido Glutâmico (2) | Serina (3) | Glicina (4) | Histidina (5) | Arginina (6) | Treonina (7) | Alanina (8) | Prolina (9) | Tirosina (10) | Valina (11) | Metionina (12) | Cistina (13) | Isoleucina (14) | Leucina (15) | Fenilalanina (16) | Lisina (17) | Antocianinas (18) | DPPH (19) | ABTS (20) | Fenóis Totais (21) | Fenóis Simples (22) |
|-----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| (1) | 1 | 0,77540* (0,0030)** | -0,36569 (0,2424) | -0,71403 (0,0091) | -0,78681 (0,0024) | -0,22215 (0,4877) | 0,86037 (0,0003) | -0,40463 (0,1920) | -0,80979 (0,0014) | 0,07942 (0,8062) | 0,55162 (0,6030) | 0,63360 (0,2070) | 0,47783 (0,1161) | 0,52648 (0,0787) | -0,08050 (0,8036) | 0,36246 (0,2469) | -0,63042 (0,0280) | 0,12629 (0,6957) | 0,64407 (0,0238) | 0,32310 (0,3057) | 0,16385 (0,6109) | 0,25747 (0,4191) |
| (2) | | 1 | -0,38631 (0,2148) | -0,60369 (0,0377) | -0,57341 (0,0513) | -0,39057 (0,2094) | 0,51675 (0,0854) | -0,55110 (0,0633) | -0,49975 (0,0981) | 0,33707 (0,2840) | 0,39525 (0,2035) | 0,80379 (0,0016) | 0,41634 (0,1782) | 0,76441 (0,0038) | 0,37188 (0,2339) | 0,20511 (0,5225) | -0,53511 (0,0730) | -0,14983 (0,6421) | 0,19444 (0,5448) | -0,21592 (0,5003) | -0,14815 (0,6459) | 0,07431 (0,8185) |
| (3) | | | 1 | 0,50943 (0,0907) | 0,64916 (0,0224) | 0,68424 (0,0141) | -0,31646 (0,3163) | -0,10753 (0,7394) | 0,46250 (0,1300) | 0,26139 (0,4119) | -0,33437 (0,2881) | -0,34153 (0,2772) | -0,18462 (0,5657) | -0,26046 (0,4136) | 0,25769 (0,4187) | -0,14098 (0,6621) | 0,80248 (0,0017) | -0,48240 (0,1122) | -0,43088 (0,1620) | -0,40264 (0,1944) | -0,42899 (0,1641) | -0,68064 (0,0148) |
| (4) | | | | 1 | 0,44982 (0,1423) | 0,68713 (0,0136) | -0,79275 (0,0021) | 0,46553 (0,1272) | 0,64309 (0,0241) | -0,31435 (0,3197) | -0,68192 (0,0146) | -0,72200 (0,0080) | -0,35821 (0,2529) | -0,61188 (0,0345) | 0,22726 (0,4775) | -0,55950 (0,0586) | 0,76670 (0,0036) | -0,51877 (0,0840) | -0,53747 (0,0715) | -0,40646 (0,1898) | -0,49781 (0,0996) | -0,68064 (0,0148) |
| (5) | | | | | 1 | 0,22371 (0,4846) | -0,56968 (0,0532) | 0,24325 (0,4462) | 0,78967 (0,0022) | 0,35479 (0,2578) | -0,27735 (0,3828) | -0,31662 (0,3160) | -0,55131 (0,0632) | -0,33524 (0,2868) | 0,15169 (0,6378) | -0,08771 (0,7864) | 0,74885 (0,0051) | -0,27116 (0,3939) | -0,49675 (0,1004) | -0,36910 (0,2377) | -0,30746 (0,3310) | -0,25122 (0,4309) |
| (6) | | | | | | 1 | -0,22199 (0,4880) | 0,22795 (0,4761) | 0,07872 (0,8079) | -0,36304 (0,2461) | -0,67217 (0,0166) | -0,37156 (0,2344) | -0,42558 (0,1678) | -0,62109 (0,0311) | -0,06016 (0,8527) | -0,42512 (0,1683) | 0,54670 (0,0659) | -0,36438 (0,2442) | -0,16427 (0,6099) | -0,06817 (0,8333) | -0,20755 (0,5175) | -0,37925 (0,2240) |
| (7) | | | | | | | 1 | -0,22254 (0,4869) | -0,84538 (0,0005) | -0,05152 (0,8737) | 0,55881 (0,0589) | 0,67878 (0,0152) | 0,25351 (0,4266) | 0,41379 (0,1812) | -0,28536 (0,3686) | 0,28656 (0,3665) | -0,64641 (0,2331) | 0,36379 (0,2450) | 0,74132 (0,0058) | 0,55122 (0,0632) | 0,42305 (0,1706) | 0,48710 (0,1082) |
| (8) | | | | | | | | 1 | 0,30284 (0,3387) | -0,41138 (0,1840) | -0,08771 (0,7864) | -0,4312 (0,1607) | -0,60050 (0,0390) | -0,65021 (0,0221) | -0,34451 (0,2728) | -0,16641 (0,6052) | 0,33328 (0,2898) | -0,10538 (0,7445) | 0,30577 (0,3338) | 0,33330 (0,2897) | -0,10051 (0,7559) | -0,45264 (0,1395) |
| (9) | | | | | | | | | 1 | 0,37454 (0,2303) | -0,16659 (0,6048) | -0,59693 (0,0404) | -0,23414 (0,4639) | -0,25872 (0,4168) | 0,36897 (0,2379) | -0,05747 (0,8532) | 0,82992 (0,0008) | -0,51299 (0,0881) | -0,58115 (0,0475) | -0,56442 (0,0559) | -0,61857 (0,0320) | -0,60370 (0,0377) |
| (10) | | | | | | | | | | 1 | 0,47970 (0,1145) | 0,19215 (0,5496) | 0,14126 (0,6614) | 0,39514 (0,2036) | 0,28622 (0,3671) | 0,67420 (0,0162) | 0,25584 (0,3056) | -0,32313 (0,7905) | -0,08598 (0,2434) | -0,36499 (0,2061) | -0,39313 (0,2061) | -0,12842 (0,6912) |
| (11) | | | | | | | | | | | 1 | 0,28540 (0,3685) | 0,49694 (0,1003) | 0,54393 (0,0675) | -0,02486 (0,9389) | 0,67198 (0,0167) | -0,26250 (0,4098) | 0,06068 (0,8514) | 0,59819 (0,0399) | 0,26115 (0,4123) | -0,04336 (0,8936) | 0,07701 (0,8120) |
| (12) | | | | | | | | | | | | 1 | 0,07962 (0,8057) | 0,66816 (0,0176) | 0,18223 (0,5708) | 0,04750 (0,8835) | -0,62187 (0,0309) | 0,14257 (0,6585) | 0,22368 (0,4846) | -0,02856 (0,9298) | 0,16789 (0,6020) | 0,39716 (0,2011) |
| (13) | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,69411 (0,0123) | 0,37886 (0,2246) | 0,13969 (0,6650) | -0,30921 (0,3281) | 0,02262 (0,9444) | -0,02528 (0,9378) | -0,16793 (0,6019) | -0,07806 (0,8094) | 0,14328 (0,6569) |
| (14) | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,61302 (0,0340) | 0,08919 (0,7828) | -0,42306 (0,1706) | -0,09049 (0,7797) | -0,07069 (0,8272) | -0,37536 (0,2292) | -0,14973 (0,6423) | 0,19297 (0,5429) |
| (15) | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,40880 (0,1870) | 0,29833 (0,3463) | -0,67281 (0,0165) | -0,91698 (0,0244) | -0,73382 (<.0001) | -0,46161 (0,0066) | 0,13099 (0,1309) |
| (16) | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0,12649 (0,6326) | 0,15407 (0,0668) | 0,54511 (0,2094) | 0,39058 (0,6711) | 0,13703 (0,6138) | 0,16253 (0,6138) |
| (17) | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0,67943 (0,0151) | -0,42199 (0,1718) | -0,46596 (0,0125) | -0,69266 (0,0125) | -0,72917 (0,0071) |
| (18) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,30173 (0,3405) | 0,67256 (0,0166) | 0,91535 (<.0001) | 0,88194 (0,0001) |
| (19) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,82462 (0,0010) | 0,36149 (0,2483) | 0,17356 (0,5896) |
| (20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,74939 (0,0050) | 0,48961 (0,1062) |
| (21) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,89387 (<.0001) |
| (22) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

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

Avaliando a Tabela 2 observa-se que os bioativos não apresentaram influência significativa sobre os teores de ácido glutâmico, histidina, arginina, alanina, tirosina, metionina, cistina e isoleucina. Todavia os teores de antocianinas da lentilha mostraram-se inversamente proporcionais aos teores de leucina e lisina. Com base nestes dados, é possível afirmar que por serem as antocianinas responsáveis pela coloração escura, os aminoácidos leucina e lisina podem ser responsáveis por conferir parte da coloração clara do grão, e o teor desses aminoácidos tende a ser incrementado com a redução das antocianinas. As antocianinas, segundo Mazza e Brouillard (1987) apresentam substâncias pigmentares auxiliares, como os aminoácidos, que agem juntamente com os compostos antociânicos, auxiliando na coloração do alimento, vindo ao encontro do proposto por este estudo.

A atividade antioxidante avaliada pela metodologia DPPH mostrou-se positivamente influente sobre o teor de ácido aspártico, treonina, valina e fenilalanina. Este fato torna-se de suma importância, pois pode refletir em melhoras no estado físico e salutar do indivíduo. Ressalta-se que o ácido aspártico melhora o desempenho físico, a treonina é fundamental na constituição de proteínas do sistema imunológico e também o colágeno, responsável pela manutenção da saúde da pele, sendo a valina também atuante na reestruturação tecidual. Já a fenilalanina torna-se muito importante pelo fato de participar da síntese de alguns hormônios, porém, a presença deste aminoácido na lentilha deve inspirar cuidados no consumo deste grão por parte de pacientes fenilcetonúricos. Torna-se clara a efetiva interação entre atividade antioxidante e teor dos aminoácidos supra referidos.

Observa-se que o aminoácido leucina apresentou-se mais suscetível a influência bioativa, sendo sua concentração inversamente proporcional ao teor de DPPH, ABTS e fenóis totais. Já o teor de serina e glicina, mostrou-se reduzido com o aumento do teor de fenóis simples. Os compostos fenólicos simples e totais interagiram negativamente com o teor de lisina e prolina, sendo este último aminoácido também influenciado pelo DPPH. Contudo, mesmo este estudo evidenciando a disponibilidade *in vitro* e não faça referência à biodisponibilidade, ressalta-se que estes aminoácidos podem ser obtidos de outras fontes alimentares como forma complementar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a literatura seja escassa no que diz respeito aos dados de correlação de constituintes alimentares, sobretudo com os parâmetros de antioxidação, este trabalho trouxe de forma clara e objetiva a potencialidade nutricional e bioativa de lentilha. Esta alta capacidade evidenciada pelas correlações apresentadas torna-se importante ferramenta para entendimento e disseminação de maior conhecimento sobre *Lens culinaris* L.. Todavia, evidencia-se a necessidade de estudos com maior aprofundamento a fim de detalhar e elucidar tais processos, e dessa forma, incentivar o cultivo e consumo deste grão tão importante e com alto potencial para a alimentação.

AGRADECIMENTOS

Pelo financiamento, apoio logístico e de recursos humanos, agradecemos à CAPES, à Universidade Federal de Pelotas, ao Centro Universitário da Região da Campanha (URCAMP), ao Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas e ao Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos-LABGRÃOS.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AAL, E. S. M.; HUCL, P. Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.51, p.2174- 2180, 2003;

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;

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;

BARNETT, V; LEWIS, T. **Outliers in Statistical Data**. John Wiley & Sons, 3 edition, 1994;

BARRUETO-GONZALEZ, N. B.. Biodisponibilidade de minerais das fontes leguminosas. **Revista Simbio-Logias**, v.1, n.1, mai/2008;

BEERMANN, C., EULER, M., HERZBERG, J. AND STAHL, B. 2009. Anti-oxidative capacity of enzymatically released peptides from soybean protein isolate. **European Food Research and Technology**. 229: 637-644.

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;

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;

CHEN, H.M.; MURAMOTO, K.; YAMAUCHI, F. 1995. Structural analysis of antioxidative peptides from soybean β -conglycinin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 43: 574-578.

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;

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;

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

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;

MAZZA, G.; BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. **Food Chemistry**, v.25, p. 207-225, 1987;

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;

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 high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, p.1260 – 1267, 2008;

OLIVEIRA, C. F. D. (2011). **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, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

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;

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;

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

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;

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;

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

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;

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;