Brazilian Journal of Development

Estudo da composição química da semente da quinoa *Chenopodium quinoa*

Study of the chemical composition of *Chenopodium quinoa* seed

DOI:10.34117/bjdv6n6-099

Recebimento dos originais: 08/05/2020
Aceitação para publicação: 04/06/2020

Arlene da Câmara
Graduanda em Farmácia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua General Cordeiro de Faria, s/n, Petrópolis, Faculdade de Farmácia, Natal, RN – Brasil
Email: arlenedacamara@outlook.com

Bruna Lorena Meneses Marques
Graduanda em Farmácia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua General Cordeiro de Faria, s/n, Petrópolis, Faculdade de Farmácia, Natal, RN – Brasil
Email: brunalorenamarques@gmail.com

Keith Hellen Dias da Silva Lira
Mestre em Nutrição pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua General Cordeiro de Faria, s/n, Petrópolis, Faculdade de Farmácia, Natal, RN – Brasil
Email: keithhellen@yahoo.com.br

Francisco Canindé de Sousa Júnior
Doutor em Biotecnologia pela RENORBIO Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua General Cordeiro de Faria, s/n, Petrópolis, Faculdade de Farmácia, Natal, RN – Brasil
Email: fcfarma@yahoo.com.br

Thaís Souza Passos
Doutora em Ciências de Alimentos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua Senador Salgado Filho, s/n, Lagoa Nova, Departamento de Nutrição, Natal, RN.
Email: thais_spassos@yahoo.com.br

Cristiane Fernandes de Assis
Doutora em Biotecnologia pela RENORBIO Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Rua General Cordeiro de Faria, s/n, Petrópolis, Faculdade de Farmácia, Natal, RN – Brasil
Email: cristianeassis@hotmail.com

Brazilian Journal of Development

RESUMO

A *Chenopodium quinoa Wild*, quinoa tem sido considerada uma espécie de cultivo importante devido apresentar proteínas de alto valor biológico e aminoácidos essenciais biodisponíveis, lipídios insaturados, fibras dietéticas, carboidratos complexos e outros compostos bioativos benéficos, como compostos polifenólicos. O objetivo desse trabalho foi determinar a composição química da semente de quinoa, gentilmente cedida pela empresa Plantus S/A, quantificar os principais minerais presentes, determinar condição mais adequada para a extração dos compostos fenólicos, quantificá-los e avaliar a atividade antioxidante. As análises de umidade, cinzas, lipídeos, fibra bruta, proteínas e carboidratos foram realizadas pelo método da AOCS. A determinação dos minerais utilizou espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP/OES). A análise de fenólicos totais foi realizado pelo método Folin – Ciocalteu. A atividade antioxidante por DPPH foi determinada de acordo com método proposto por Brand-Willians. O teor de umidade da semente de quinoa foi de 12,78 ± 0,031, valor superior quando se comparado com a semente de linhaça, porém a quantidade de cinzas (1,925g ± 0,014) foi inferior a mesma semente. O teor de lipídeos foi 10, 740% ± 1,6 mostrando a riqueza de ácidos graxos da semente. A fibra bruta encontrada foi 7, 633% ± 1, 0 com valor inferior aos contidos na semente de linhaça (35,5%) e ao da semente de gergilim (11,9%) devido ao método utilizado. O valor das proteínas foi 13, 125% ± 1, 4, se apresentando como segundo componente mais predominante, e devido a essa quantidade a semente de quinoa atrai a atenção de pesquisadores, principalmente por ela possuir equilíbrio e eficiência semelhante a proteína do leite. O valor dos carboidratos determinado foi de aproximadamente 53,34% ± 1,94, sendo esses superiores a quantidade de carboidratos presentes na semente de linhaça e de gergilim. A análise dos minerais mostrou o cálcio e o fósforo como os minerais predominantes 100 e 31 mg.g-1, respectivamente. A quantidade de compostos fenólicos da semente foi 1,41 mg de ácido gálico.g-1. Já a o valor do IC50 determinado pelo método DPPH foi de 0,02 mg/g, mostrando a alta capacidade antioxidante da semente. Este trabalho mostra que a semente apresenta elevado teor de proteínas, lipídeos e compostos fenólicos sendo relevante para a área de alimentos.

Palavras chaves: composição centesimal, atividade antioxidante, fenólicos totais.

ABSTRACT

Chenopodium quinoa Wild, quinoa has been considered an important crop species due to its high biological value proteins and bioavailable essential amino acids, unsaturated lipids, dietary fibers, complex carbohydrates and other beneficial bioactive compounds, such as polyphenolic compounds. The objective of this work was to determine the chemical composition of the quinoa seed, kindly provided by the company Plantus S / A, to quantify the main minerals present, to determine the most suitable condition for the extraction of the phenolic compounds, to quantify them and to evaluate the antioxidant activity. The analyzes of moisture, ash, lipids, crude fiber, proteins and carbohydrates were performed using the AOCS method. The determination of minerals used optical emission spectrometry with plasma (ICP / OES). The analysis of total phenolics was performed using the Folin - Ciocalteu method. The antioxidant activity by DPPH was determined according to the method proposed by Brand-Willians. The moisture content of the quinoa seed was 12.78 ± 0.031, higher when compared to flaxseed, but the amount of ash (1.925g ± 0.014) was lower than the same seed. The lipid content was 10.740% ± 1.6 showing the richness of fatty acids in the seed. The crude fiber found was 7, 633% ± 1.0, with a value lower than that contained in flaxseed (35.5%) and that of sesame seed (11.9%) due to the method used. The protein value was 13, 125% ± 1, 4, presenting itself as the second most prevalent component, and due to this quantity, the quinoa seed attracts the attention of researchers, mainly because it has a balance and efficiency similar to milk protein. The value of carbohydrates determined was approximately 53.34% ± 1.94, which were higher than the amount of carbohydrates present in flaxseed and sesame seeds. The analysis of the minerals showed calcium and phosphorus as the predominant minerals 100 and 31 mg.g-1, respectively. The amount of phenolic compounds in the seed was 1.41 mg of gallic acid.g-1. The IC50 value determined by the

Brazilian Journal of Development

DPPH method was 0.02 mg / g, showing the high antioxidant capacity of the seed. Therefore, there are studies on the quinoa grain, however the seed is little explored. This work shows that the seed has a high content of proteins, lipids and phenolic compounds, being relevant for the food area.

Keywords: centesimal composition, antioxidant activity, total phenolics.

1. INTRODUÇÃO

A *Chenopodium quinoa Wild* ou quinoa é uma semente dicotiledônea amilácea, sendo, portanto, caracterizada como pseudocereal da família Chenopodiaceae, que foi cultivada originalmente nos Andes e consumida desde 5000 anos atrás pelas populações indígenas locais, sendo representado como o sagrado "grão mãe", o qual atualmente chamou atenção da comunidade científica devido a suas propriedades e seu alto valor biológico. (VEGA-GÁLVEZ *et al*., 2010).

Com essa redescoberta, a demanda internacional pelo produto aumentou bastante nos últimos anos e passaram ser produzida principalmente na Bolívia, Peru, Equador e Chile, de onde é exportada (FABIO e PARRAGA, 2017), se limitando a esses poucos locais. Assim, após 15 anos de grandes esforços em pesquisa, surge o interesse brasileiro na produção dessa semente principalmente pelo valor alimentar que possui e pela sinergia positiva dos sistemas agrícolas (ASCHERI *et al.*, 2002.)

Estudos realizados com a semente de quinoa demonstraram teores superiores de lipídeos, proteínas, cinzas e fibras alimentares. Sua proteína se destaca pelo alto teor de lisina, metionina, cisteína e treonina dentre outros aminoácidos, tornando-a uma das sementes mais completa (RANHOTRA *et al.*, 1993), o que chama a atenção de vários pesquisadores do mundo. (HUNT ET *al*. 2002; GELY e SANTALLA 2007). Ademais, essa semente possui uma quantidade relativamente alta de vitaminas e minerais, além do destaque para os seus lipídios, os quais apresentam uma grande qualidade como óleo vegetal comestível. (CHAUHAN *et al.*, 1992; OGUNGBENLE, 2003; COMAI et al., 2007; SPEHAR, 2007; ABUGOCH JAMES, 2009; VEGA-GÁLVEZ *et al*., 2010). Essa semente também possui a característica de ser livre em concentrações de glúten, possibilitando a oferta de derivados nutritivos e adequados para os intolerantes a esse componente. (SPEHAR e SANTOS, 2002; SPEHAR, 2007; FARRO, 2008; ALMEIDA; SÁ, 2009).

Além dos macronutrientes, a semente também apresenta nutrientes não essenciais como compostos fenólicos, os quais apresentam natureza hidrofílica e se localizam principalmente no revestimento das sementes, (TANG E TSAO, 2017), altas concentrações de antioxidantes como α-tocoferol, γ-tocoferol (ANDO *et al.* 2002; REPO-CARRASCO *et al.* 2003; NG *et al.* 2007; ABUGOCH 2009) e fitormônios, podendo ser utilizado futuramente como um ponto chave das indústrias farmacêuticas e alimentícias. (VEGAGÁLVEZ *et al*., 2010; REPO-CARRASCO-VALENCIA; SERNA, 2011).

As sementes de quinoa são pequenas, mas tem como finalidades principais a produção de farinha, torradas, adicionadas em sopas ou transformadas em pão. (LOPES, 2011) Também podendo

ser utilizadas em pratos contendo outros cereais, em bebidas quentes ou fermentadas, assim como, em pães, biscoitos e massas prontas (*RIDOUT et al.*,1991). Hodiernamente, essa aplicabilidade se deve ao fato do pseudoceral apresentar-se como ingrediente alimentício, porém, além disso, existem pesquisas sendo desenvolvidas devido ao seu conteúdo rico em diferentes macromoléculas e fitoquímicos. (GORDILLO-BASTIDAS *et al*., 2016). Além de que, essa semente também foi citada algumas vezes no seu uso medicinal no tratamento de inflamações, como analgésico, utilizada no auxílio da desinfecção do trato urinário, nos casos de hemorragia interna e como repelente de insetos. (MUJICA, 1994).

Nesse cenário, o objetivo foi estudar a composição química da semente da quinoa *Chenopodium Quinoa Willdenow*, visando determinar o conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, umidade, lipídeos, cinzas presente na semente, quantificar os principais minerais presentes na mesma, determinar a melhor condição para a extração dos compostos fenólicos e quantificar os compostos fenólicos totais.

2. MATERIAS E MÉTODOS

As amostras de semente de quinoa (*Chenopodium Quinoa Willdenow*) foram gentilmente doadas pela empresa Plantus Indústria e Comércio de Óleos, Extratos e Saneantes LTDA (Nísia Floresta, no Rio Grande do Norte, Brasil). Essas, foram transportadas até o laboratório de Bromatologia em embalagem já estabelecida pela empresa, protegida da luz e armazenada em temperatura ambiente.

2.1 PREPARO DA AMOSTRA

As sementes foram trituradas e secas em estufa de circulação de ar por 24 horas a 40ºC. Todas as análises foram feitas em triplicata e os valores apresentados como médias.

2.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

2.1.1. Umidade

O método utilizado para a determinação da umidade foi o gravimétrico com emprego de calor, se baseando na perda de peso do material, no qual foi levado a estufa para ser dessecada até peso constante. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC, 1995). Foram anotados os pesos da cápsula vazia, da amostra integral e da amostra seca, obtendo-se o valor de umidade.

Brazilian Journal of Development

2.1.2. Cinzas

A determinação das cinzas também foi feita pelo método gravimétrico com emprego do calor, fundamentando-se na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 550ºC, com a destruição da matéria orgânica, sem decomposição do resíduo mineral. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC, 1995).

2.1.3. Proteínas

Determinou-se a quantidade de proteína pelo método de Kjeldahl de acordo com os procedimentos estabelecidos pela AOAC (1995). A digestão ocorreu a partir de uma mistura digestora e ácido sulfúrico com uso do calor, destruindo assim a matéria orgânica e transformando o nitrogênio presente em sulfato de amônia. Posteriormente, realizou-se a destilação e titulação com ácido bórico. Se fez necessário utilizar o fator de conversão do nitrogênio para proteína, sendo esse de 6,25 (KOZIOL, 1992)

2.1.4. Extrato etéreo

Para obtenção do extrato etéreo, o método de Soxhlet foi o escolhido, baseando-se na característica do solvente orgânico éter etílico em atuar diretamente na amostra, retirando a gordura da mesma por solubilização. Também é um método gravimétrico, pois baseia-se na perda de peso do material submetido a extração. (AOAC, 1995).

2.1.5. Fibra bruta

As fibras (total, solúvel e insolúvel), foram mensuradas de acordo com (CUNNIFF, 1995) e Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). Baseando-se no método gravimétrico com ataque ácido básico da amostra, restando apenas fibras insolúveis, sendo classificadas por gravimetria.

2.1.6. Carboidratos

A fração glicídica foi determinada pela diferença dos valores encontrados para umidade, extrato etéreo, proteínas, cinzas e fibras em 100 g do produto (BRASIL, 2003).

2.1.7. Determinação de minerais

A determinação dos minerais na semente de quinoa foi realizada utilizando a técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP/OES), por meio do espectrômetro ICP-OES-iCAP

6000 Series, detectando a radiação emitida por íons excitados ou átomos neutros que se encontram na região do UV visível.

Para realização da análise no Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduos (NUPPAR) da UFRN, a fim de se retirar o material orgânico, foi realizada uma digestão nitro-perclórica diluindo as cinzas das amostras, em duplicatas, em 100 mL de ácido nítrico a 10%. Os resultados foram expressos em microgramas por 100 g do produto ($\mu g.100g^{-1}$).

Os minerais determinados foram: cálcio, cobalto, cobre, cromo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, níquel, potássio, selênio, sódio e zinco.

2.2. PREPARO DO EXTRATO

Para o preparo do extrato hidrófilico derivado das sementes de quinoa foram pesadas cerca de 1g das sementes previamente trituradas e secas (conforme item 3.1) e essas foram suspendidas em 30 mL de HCl 0,2 M. Com auxílio de uma proveta foram adicionados a mistura 60 mL de água destilada e esses foram levados a agitação por 10 minutos a temperatura ambiente em um agitador magnético. O mesmo procedimento foi feito para mais três amostras, que posteriormente foram levadas ao banho – maria em temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C. Após, o extrato foi congelado e levado para liofilizar durante 72 horas.

2.3. DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS

O conteúdo total de polifenóis no extrato foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteau descrito por Singleton et al. com modificações. Nessa metodologia, 1 mL da amostra foi misturada com 5 mL do reagente de Folin-Ciocalteau e 1 mL de Na_2CO_3 a 7,5%. Após 30 minutos de incubação em temperatura ambiente, a absorvância foi mensurada a 765 nm. O conteúdo total de polifenóis foi expresso em mg equivalente em ácido gálico por grama da amostra (mg Eq AG/g amostra) a partir da equação da reta gerada a partir da curva de calibração, utilizando ácido gálico como padrão ($y= 10,704x+0,0059$, $R^2= 0,998$).

2.4. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE POR 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZIL (DPPH)

A atividade antioxidante por DPPH foi determinada de acordo com método proposto por Brand-Willians. O extrato foi solubilizado na concentração de 42 mg/mL em metanol. Diluições sucessivas (4,2-42 mg/mL) foram realizadas, utilizando a solução mãe, a fim de se obter diferentes concentrações. Em uma microplaca de acrílico com 96 poços, adicionou-se 40 µl das soluções testes em octoplicata e 200 µl de DPPH (0,24 mg/mL). As absorvâncias foram lidas em leitor de microplacas (Biotek Instruments, EPOCHH, USA) a 517 nm. O % de redução do radical DPPH, foi

determinado conforme descrito na equação 1. O controle, consistiu da absorbância somente do radical DPPH•.

$$\%\ Redução\ DPPH\ \bullet = 100\ x\ \frac{Abs\ controle - Abs\ amostra}{Abs\ do\ controle}$$

Equação 1: cálculo para obtenção do % redução do DPPH•.

Assim, foi possível a obtenção de uma curva de regressão linear - % redução de DPPH por concentração da amostra para que se fosse determinado a IC 50 (y = 9,509x + 0,0112 R= 0,983).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A necessidade do mundo em descobrir cultivos com potencial alimentício de alta qualidade e grande valor nutricional, revela a quinoa como uma das sementes favoritas por possuir tais características (FAO, 2011). Dessa forma, a partir dos experimentos realizados, pode-se obter os resultados apresentados na Tabela 1, os quais foram comparados com os da semente de Linhaça e Gergilim descritos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (BRASIL, 2011)

Tabela 1: Composição centesimal da semente de Quinoa, Linhaça e Gergilim.

Sementes	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Fibras Bruta (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
Quinoa	12,78	13,13±1,4	11,07±1,62	7,63±1,0	1,92±0,014	53,34±1,94
[1]Linhaça	6,7	14,1	32,3	[2] 33,5	3,7	43,3
[1]Gergilim	3,9	21,2	50,4	[2] 11,9	2,9	21,6

[1]Fonte: TACO (Brasil, 2011)

[2]Fonte: Novello et al, 2012; 71 Valeriano et al, 2014.

A umidade é um fator que de acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL, 1985), está presente em todos os alimentos, se referindo ao teor de água livre contida na superfície do mesmo, o qual é importante para caracterizar o alimento como muito perecível ou não, ou a água ligada, encontrada

interiormente nesses produtos. Assim, a semente de quinoa desse estudo apresentou teores de umidade próximos de 12,78% ± 0,031, mostrando valores superiores quando se comparado com a semente de linhaça (6,7%), do gergelim (3,9) (TACO, 2011). Além disso, deve-se levar em consideração que as sementes de quinoa são altamente higroscópicas e em condições de alta umidade podem se deteriorar ou germinar na panícula (SPEHAR 2002; SOUZA, 1993; SPEHAR, 2007), diminuindo assim, a vida de prateleira do produto, já que em comparação a outras sementes aqui destacadas, a quinoa se caracteriza como perecível devido ao seu alto valor de umidade.

As proteínas participam da construção e manutenção dos tecidos e estão presentes em quase todos os alimentos tanto de origem animal quanto vegetal. (ALVES *et al.*, 2008). A semente de quinoa apresentou teor de 13,125 % ± 1, 4 de proteínas, se apresentando como segundo componente mais predominante, o que está condizente com os teores relatados na literatura de 12 a 23% (ABUGOCH *et al*., 2009; ANDO *et al.*, 2002; GONZALEZ *et al*., 1989; KARYOTIS *et al*., 2003; KOZIOL, 1992; RUALES e NAIR, 1994 a,b). Apesar disso, a semente de quinoa apresenta teor de proteína bruta inferior ao da semente de gergelim (21,2), mas semelhantes ao da linhaça (14,1). (TACO, 2011; WEBER *et al*. 1991; SEGURA-CAMPOS *et al*., 2013). Entretanto, mesmo com valores menores que outras sementes amplamente utilizadas na atualidade, a semente de quinoa pode-se colocar como uma nova alternativa alimentícia, pois apresenta um equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais, assemelhando-se ao valor biológico da proteína do leite. (HUNT *et al.* 2002; GELY e SANTALLA 2007). Além disso, a natureza sem glúten das sementes de quinoa contribui para este pseudo-cérvico uma valiosa fonte alimentar de proteína digerível para pessoas com sensibilidade ao glúten e doença celíaca (TANG *et al.*, 2015a).

Em relação ao teor lipídico, a semente de quinoa apresentou teores de 11,07 ± 1,62, valores esses, inferiores aos encontrados pelo gergelim (50,4) e linhaça (32,3) (TACO, 2011). Apesar disso, a semente de quinoa apresenta perfil de lipídeos similar aos dos óleos vegetais de boa qualidade, possuindo em sua composição ácidos graxos semelhantes ao do óleo de soja. (WOOD *et al*., 1993). Assim, devido a essas características, a semente de quinoa surge como uma alternativa para extração de potenciais óleos, os quais podem ser utilizados pela indústria nutracêutica, obtendo-se novos produtos.

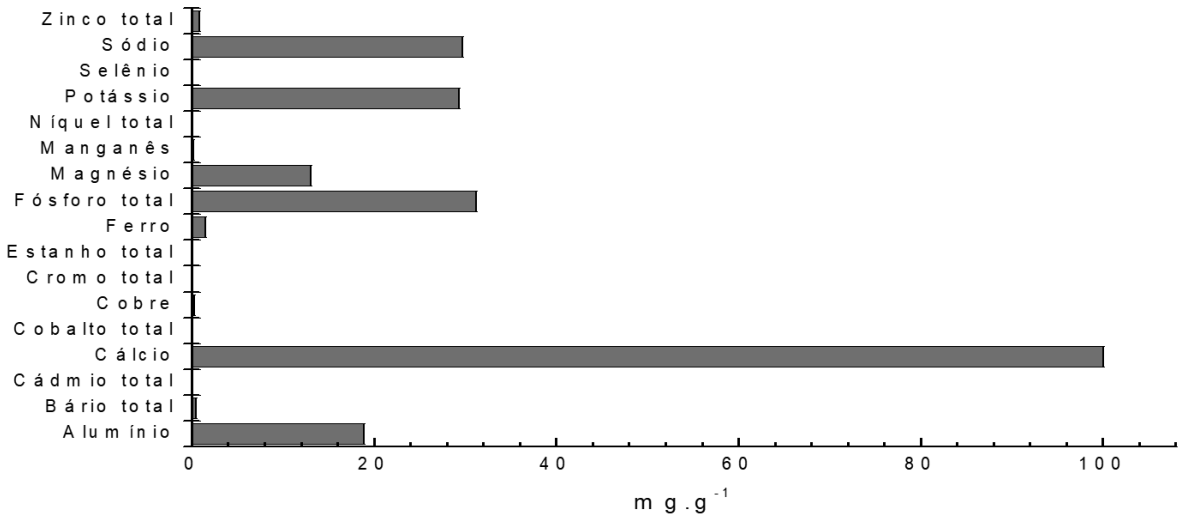
O papel das fibras na dieta pode reduzir o risco de diversas doenças crônicas como hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, diabetes mellitus e desordens gastrointestinais. (BERNAUD E RODRIGUES, 2013), são responsáveis por promoverem melhorias no sistema digestivo aumentando o bolo fecal (MORRIS, 2007). A fibra bruta determinada na semente de quinoa foi 7, 633% ± 1, 0 com valor inferior aos contidos na semente de linhaça 16,88 (NOVELLO et al, 2012), e ao da semente de gergelim 17,71 (VALERIANO *et al*, 2019). Dessa forma, por apresentar valores menores e para

obtenção de uma alimentação com teor de fibra balanceado, a quinoa pode ser uma boa aliada na alimentação juntamente com essas outras sementes para aumentar a eficácia dos efeitos benéficos causados por uma grande quantidade de fibras.

O teor de cinzas corresponde a fração mineral ou inorgânica do alimento, sendo diretamente proporcional a concentração de minerais presentes na amostra. As cinzas obtidas em um alimento resultam da incineração do mesmo, resultando apenas na porcentagem inorgânica. A semente de quinoa do estudo apresentou quantidades de (1,925g ± 0,014), o que se mostrou inferior a semente de linhaça (3,7%), do gergelim (2,9%) de acordo com a tabela TACO (BRASIL, 2011).

Segundo SCHOENLECHNER *et al*., a semente de quinoa tem conteúdo de minerais aproximadamente duas vezes maior que em outros cereais. Assim, os principais minerais encontrados nessa semente foram o cálcio, seguidamente do fósforo, como demonstrado no Figura 1. A presença maior desses minerais se faz importante, pois o cálcio é um dos compostos essenciais para vida humana, já que participam de diversos processos biológicos como a liberação de neurotransmissores, contração muscular, mantém os ossos e dentes fortes e ajuda a metabolizar o ferro ingerido. Ademais, o teor de cálcio dessas sementes é de grande relevância principalmente para os indivíduos com doença celíaca, pois essa pode causar osteopenia e osteoporose. (MARADINI FILHO, 2014) Da mesma forma, o fósforo é um elemento bastante presente nas células, exercendo tanto papel estrutural nos fosfolipídios de membrana, como nas atividades enzimáticas que geram energia na forma de ATP (adenosina trifosfato), além de influenciar diretamente na vitamina D. (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2018).

Figura 1: Composição mineral da semente de quinoa.



Na semente de quinoa, o carboidrato majoritário é o amido presente entre 32% a 69,2% (ANDO *et al.*, 2002; CHAUHAN *et al*., 1992a; RANHOTRA *et al*., 1993; WRIGHT *et al*., 2002), podendo estar localizado no perisperma de as sementes, se encontrando na forma de unidades simples ou agregados esféricos. Nesse estudo, o valor dos carboidratos determinado foi de aproximadamente 53,34% ± 1,94, ficando superior aos valores do gergelim (21,6), linhaça (43,3) (TACO, 2001). Entretanto, os carboidratos da semente de quinoa podem ser considerados nutracêuticos, pois foi demonstrado possuir efeitos hipoglicemiantes benéficos, induzindo também a redução de ácidos graxos livres (Berti et al., 2004).

3.2. FENÓLICOS TOTAIS

Os compostos fenólicos são substâncias que apresentam uma ou mais hidroxilas (OH) ligadas diretamente a um anel aromático, os quais podem ser encontrados de forma isoladas ou ligadas a açúcares. Os mais comuns compostos fenólicos encontrados são os flavonoides, taninos e ácidos fenólicos. (MANACH *et al*., 2004; PANDEY e RIZVI, 2009). Dessa forma, ao analisar estatisticamente os resultados encontrado nas amostras de 25°C, 40°C, 50° e 60°, observou-se que não houve diferenças significativas entre as amostras de 40°, 50° e 60°C, nem tampouco diferenças entre as amostras de 25° e 40°C, como demonstrado na Tabela 2. Entretanto, verificou-se que em relação as amostras de 25°, 50° e 60°C, a primeira, apresentou maior extração desses compostos bioativos, demonstrando assim, que o aumento da temperatura pode provocar redução nos níveis de fenólicos totais e consequentemente da sua capacidade antioxidante. (ALVAREZ-JUBETE *et al.*, 2010; MORAIS *et al*., 2017). Concordante com isso, Dini e Tenore (2010) também avaliaram a influência da temperatura no teor de fenólicos totais em grãos de quinoa e observaram a redução desses compostos, bem como, Rodríguez et al., 2016 relataram que as altas temperaturas podem causar perdas nos compostos fenólicos livres, mas podem levar a quebra de estruturas celulares, aumentando a quantidade de fenólicos, os quais antes estavam agregados a semente. (GUIDO E MOREIRA, 2017)

Ademais, um estudo realizado por Multari et al. 2018, verificou o quantitativo de compostos fenólicos conjugados a semente e livres em temperatura de secagem a 25°C e de 40° a 70°C. Os resultados demonstraram que sementes de quinoa secas a 70°C tiveram quantidade de fenólicos extraídos superior, efeito oposto ao ocorrido com temperaturas abaixo de 60°C, as quais não obtiveram diferenças significativas, fato esse que também foi constatado no nosso estudo.

Além disso, Silva et al. (2011), relatou teores de compostos fenólicos totais do gergelim de 1,475 ± 31,7 mg de EAG/g, valor esse bem semelhante ao encontrado pela amostra de 25°C, assim como, um estudo de Kähkönen et al. (1999), relataram quantidade de fenólicos totais na semente de

linhaça no valor de 0,80 mg g-1 de EAG, o que se assemelha ao encontrado na amostra de 50°C da semente de quinoa.

Tabela 2: Concentração de fenólicos totais em diferentes temperaturas.

Temperatura	Concentração de fenólicos totais
25°C	1,41(0,05)[a]
40°C	1,34(0,18)[ab]
50°C	0,81(0,08)[b]
60°C	1,00 (0,10) [b]

*Média e desvio padrão, n = 3. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o pós-teste de Tukey (p>0,05).

3.3. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE – DPPH

Os antioxidantes têm eficácia de preservar o organismo dos danos causados pelos radicais livres, assim, podem prevenir várias doenças neurodegenerativas, cardiovasculares e crônicas, mostrando vantagens para melhoria da qualidade de vida. (ALAM *et al*, 2012; HALLIWELL E GUTTERIDGE, 2007; TINKEL *et al*, 2012). Dessa forma, para avaliar a capacidade antioxidante de extratos da semente de quinoa, o método escolhido foi o DPPH, o qual baseia-se na neutralização ou eliminação do radical orgânico 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•), observada por meio de espectrofotômetro. (DENG *et al*, 2011). O valor do IC50, que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50% o radical DPPH determinado de ensaio foi de 0,02 mg/g, mostrando a alta capacidade antioxidante da semente, pois segundo CHOI *et al*., 2002, quanto menor o IC50, maior a atividade antioxidante do material. Ademais, ANDO *et al*. 2002 e REPO-CARRASCO *et al.* 2003 conferiu o poder antioxidante da semente de quinoa a presença vasta de α-tocoferol e γ-tocoferol.

Comparando-se com outras sementes, Zuravski *et al, 2012, encontrou valores de IC50* de 0,226mg/g para linhaça. Já o estudo de RUSLAN. *et al*, 2018 encontrou para atividade de sequestro do radical DPPH valores entre 0,00888 a 0,04421 mg/g semente de gergelim. Dessa forma, pode-se notar que a semente de quinoa apresenta maior capacidade antioxidantes em relação a semente de linhaça confrontada e potencial variante em relação ao gergelim.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A semente apresentou características em sua composição química que mostra a importância dela na alimentação rica em nutrientes e compostos antioxidantes necessários em uma alimentação

balanceada. Os resultados preliminares mostram que a semente da quinoa tem potencial para desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABUGOCH JAMES, L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. **Advances in Food and Nutrition Research** 58(cap.1): 1-31.

ADITIVOS E INGREDIENTES. A importância dos minerais na alimentação. São Paulo: **Editora Insumos Ltda**, p. 31-41,2018.

ALAM, M. N.; BRISTI, N. J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 21, n. 2, p. 143-152, 2013

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**. 119 (2), 770–778. 2010.

ALVES, L. F.; ROCHA, M. S.; GOMES, C. C. F. Avaliação da qualidade proteica da Quinua Real (Chenopodium quinoa Willd.) através de métodos biológicos. **E-scientia**, v.1, n.1, 2008.

ANDO, H., CHEN, Y., TANG, H., SHIMIZU, M., WATANABE, K., AND MIYSUNAGA, T. (2002). Food Components in Fractions of Quinoa Seed. **Food Sci. Technol.** Res. 8(1), 80–84.

ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), maíz y arroz. **Alimentaria,** Madrid, v. 39, n.331, p. 82-89.2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Virgini, 1995. 2 v. Edited by Patrícia Cunniff. v. 1 (reg. 087/1996) - **Agricultural chemicals; Contaminants; Drugs**. v. 2 (reg. 088/1996) - Food composition; Additives; Natural contaminants.

BERNAUD, FERNANDA SARMENTO ROLLA; RODRIGUES, TICIANA C.. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. : ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, [s.l.], v. 57, n. 6, p. 397-405, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0004-27302013000600001

BERTI, C.; RISO, P.; MONTI, L. D.; PORRINI, M. In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. **European Journal of Nutrition**, v. 43, n. 4, p. 198-204, 2004.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity., LWT - **Food Science and Technology** v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Brasília, DF.

CHAUHAN, G. S., ESKIN, N. A. M., and TKACHUK, R. 1992. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. **Cereal Chem**. 69:85

CHOI CW, KIM SC, HWANG SS, CHOI BK, AHN HJ, LEE MY, PARK SH, KIM SK 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Sci** 163: 1161-1168

COMAI, S.; BERTAZZO, A.; BAILONI, L.; ZANCATO, M.; COSTA, C. V. L.; ALLEGRI, G. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 4, p. 1350 -1355, 2007.

CUNNIFF, P. A. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Virginia: AOAC, 1995.

DENG, J.; CHENG, W.; YANG, G. A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay., **Food Chemistry** v. 125, n. 4, p. 1430-1435, 2011. ISSN 0308-8146.

DINI, IRENE & TENORE, GIAN CARLO & DINI, ANTONIO. (2010). Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. Lwt - **Food Science and Technology**. 43. 447-451. 10.1016/j.lwt.2009.09.010.

FABIO, AMANDA & PARRAGA, GLORIA. (2017). Origin, Production and Utilization of Pseudocereals: **Chemistry and Technology**. 10.1002/9781118938256.ch1.

FAO – Quinoa: an ancient crop to contribute to word food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, La Paz: **FAO**, 2011. 63p.

FARRO, P. C. A. (2008). Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grãode quinoa (Chenopodium quinoa Willdenow) da variedade "Real". **[Tese]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas**, 303p.

GANZAROLI, JÉSSICA FRANZÃO**. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES NAS SEMENTES Salvia hispânica L. (CHIA).** ". [Tese]. **Campo Mourão: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná**, p. 202

GELY MC, SANTALLA EM. 2007. Moisture diffusivity in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) seeds: effect o fair temperature na initial moisture contente of seeds. **J Food Eng** 78 (3): 1029-1033.

GONZÁLEZ, J.A., ROLDÁN, A., GALLARDO, M. *et al*. Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from inca crops: Chenopodium quinoa ('quinoa'). **Plant Food** Hum Nutr **39,** 331–337 (1989).

GORDILLO-BASTIDAS E, DÍAZ-RIZZOLO DA, ROURA E, MASSANÉS T, GOMIS R (2016) Quinoa (Chenopodium quinoa Willd), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: **An Integrative Review. J Nutr Food** Sci 6: 497. doi:10.4172/2155-9600.1000497

GUIDO, LF E MOREIRA, MM (2017). Técnicas para extração de grãos gastos de cervejeiros Polifenóis: uma revisão. **Food and Bioprocess Technology**, 10 (7), 1192–1209

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M. C. Antioxidants: Molecules, medicines, and myths. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 393, p. 561-564, 2010

HUNT, J., JOHNSON, L. E JULIANO, B. 2002. Bioavailability of zinc from cooked Borges - Características da Quinoa 20 Philippine milled, undermilled, and brown rice, as assessed in rats by using growth, bone zinc, and zinc-65 retention. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 50(18): 5229-5235.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas. 3 ed. São Paulo, 1985.

KAHKONEN, M. P. et al. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal Agricultural Food Chemistrry**, v. 47, n. 10, p. 3954-3962, 1999.

KARYOTIS, T.; ILIADIS, C.; NOULAS, C.; MITSIBONAS, T. Preliminary Research on Seed Production and Nutrient Content for Certain Quinoa Varieties in a Saline-Sodic Soil. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 189, n. 6, p. 402-408, 2003

KOZIOL, M. J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). **Journal of Food Composition and analysis** 5(1): 35-68.

LOPES, CRISTIANE DE OLIVEIRA. **Composição química e influência do consumo de farinhas de quinoa (Chenopodium quinoa) processadas nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos Wistar**. 2011. 153 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2011.

MANACH, C., A. SCALBERT, C. MORAND, C. RÉMÉSY, AND L. JIMENEZ. 2004. Polyphenols**: Food sources and bioavailability**. Am. J. Clin. Nutr. 79:727–747. doi:10.1093/ajcn/79.5.727

MARADINI FILHO, Antonio Manoel. **Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira brs piabiru.** 2014.

MORAIS, E. C. et al. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum in natura e pasteurizada. **Brazilian Journal of Food Technology**. 20. 2017.

MORRIS DH. Linaza: Una recopilación sobre sus efectosenlasalud y nutrición. 4° ed. Canadá: **Winnipeg**, 2007.

MUJICA, A. (1994) Andean grains and legumes. In: Hernando Bermujo, J.E. and Leon, J. (eds) Neglected Crops: 1492 From a Different Perspective. **Plant Production and Protection Series**, FAO, Rome, Italy, pp. 131-148.

MULTARI, SALVATORE; MARSOL-VALL, ALEXIS; KESKITALO, MARJO; YANG, BAORU; SUOMELA, JUKKA-PEKKA. Effects of different drying temperatures on the content of phenolic compounds and carotenoids in quinoa seeds (Chenopodium quinoa) from Finland. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [s.l.], v. 72, p. 75-82, set. 2018. Elsevier BV.

NG, S., ANDERSON, A., COKER, J., AND ONDRUS, M. (2007). Characterization of lipid oxidation products in quinoa (Chenopodium quinoa). **Food Chemistry** 101(1): 185–192

NOVELLO D, POLLONIO MAR. Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.). **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2012; 71(2):291-300.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. **Tabela brasileira de composição dos alimentos - TACO.** 4ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.

OGUNGBENLE, H.N., 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (Chenopodium quinoa) flour. **International Journal of Food Sciences and Nutrition** 54 (2), 153–158

PANDEY, K.B., AND S.I. RIZVI. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease**. Oxid. Med**. Cell. Longev. 2:270–278. doi:10.4161/oxim.2.5.9498

RANHOTRA, G. S.; GELROTH, J. A.; GLASER, B. K.; LORENZ, K. J.; JOHNSON, D. L. Composition and protein nutritional quality of quinoa. Cereal Chemistry, **Saint Paul,** v. 70, n. 3, p. 303-305, 1993

REPO-CARRASCO, R., ESPINOZA, C., AND JACOBSEN, S. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (Chenopodium quinoa) and kan˜iwa (Chenopodium pallidicaule). **Food Rev. Int**. 19, 179–189.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A. M., AND SERNA, L. A. (2011). Quinoa (Chenopodium quinoa, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 31(1): 225-230.

RIDOUT, C.L., K.R. PRICE, M.S. DUPONT, M.L. PARKER, and G.R. FENWICK. 1991. Quinoa saponins-analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. J. Sci. **Food Agr**. 54:165–176.

RODRÍGUEZ, K., AH-HEN, K. S., VEGA-GÁLVEZ, A., VÁSQUEZ, V., QUISPE-FUENTES, I., ROJAS, P., & LEMUS-MONDACA, R. (2016). Changes in bioactive components and antioxidant capacity of maqui, Aristotelia chilensis [Mol] Stuntz, berries during drying. LWT - **Food Science and Technology**, *65*, 537–542.

RUALES, J. AND NAIR, B.M. (1994ª) Effect of processing on in vitro digestibility of protein and starch in quinoa seeds. **International Journal of Food Science and Technology** 29, 449- 456.

RUALES, J. AND NAIR, B., (1994b) Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (Chenopodium quinoa Wild.) seeds. **Plant Food for Human Nutrition** 45, 223-246.

RUSLAN, KOMAR; HAPPYNIAR, SHELVY; FIDRIANNY, IRDA. Antioxidant potential of two varieties of Sesamum indicum L. collected from Indonesia. **Journal Of Taibah University Medical Sciences**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 211-218, jun. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtumed.2018.02.004.

SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHOFER, E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; BELLO, F. D. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. London: **Food Science and Technology International,** 2008. cap. 7, p. 149-190. Series.

SEGURA-CAMPOS, M. R.; SALAZAR-VEGA, I. M.; CHEL-GUERRERO, L. A.; BETANCUR-ANCONA, D. A. Biological potential of chia (salvia hispanica l.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. **Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 723-731, 2013.

SINGLETON, VL, ROSSI, JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am J Enol Viticult**. 1965: 16(3): 144 – 158.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. Pesq. **Agropec. Bras**., v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SPEHAR, C. R., AND SANTOS, R. L. B. (2002). Quinoa 'BRS Piabiru': alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37(6): 889-893.

SPEHAR, C. R. (2007). Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Ed. Técnico. Planaltina, DF, Brasil, **Embrapa Cerrados**,103p.

TANG, Y., LI, X., CHEN, P.X., ZHANG, B., HERNANDEZ, M., ZHANG, H., TSAO, R. 2015a. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds ofthree Chenopodium quinoa Willd genotypes. **Food Chem**. 174, 502–508.

TINKEL, J.; HASSANAIN, H.; KHOURI, S. J. Cardiovascular Antioxidant Therapy: A Review of Supplements, Pharmacotherapies, and Mechanisms. **Cardiology in Review**, v. 20, n. 2, p. 77-83, 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

VALERIANO, F. R.; NERY, M. C.; PINTO, N. A. V. D.; CAMPOS, AMANDA REIS DE MELO; OLIVEIRA, A.S.; FIALHO, C. M. T.. Morfologia de sementes de gergelim. **Acta Iguazu**, Mato Grosso, v. 8, n. 2, p. 23-36, mar. 2019.

VEGA-GÁLVEZ, A. et al. Characteristics and Mathematical Modelingof convective drying of quinoa (Chenopodium quinoa willd.) Influence of temperature on the kinetic parameters. **Journal of Food Processing and Preservation,** v. 34, n. 6, 945-963, 2010b.

VEGA-GÁLVEZ, A. V., MIRANDA, M., VERGARA, J., URIBE, E., PUENTE, L., AND MARTÍNEZ, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), an ancient Andean grain: a review**. Journal of the Science of Food and Agriculture** 90: 2541-2547.

WEBER, C. W., GENTRY, H. S.; KOHLHEPP, E. A.; MCCROHAN, P.R. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. **Ecology of Food and Nutrition,** v.26, p.119-125, 1991.

WOOD, S. G.; LAWSON, L. D.; FAIRBANKS, D. J.; ROBISON, L. R.; ANDERSEN, W. R.. Seed Lipid Content and Fatty Acid Composition of Three Quin oa Cultivars. **Journal Of Food Composition And Analysis.** Estados Unidos, p. 41-44. fev. 1993.

ZURAVSKI, Luísa et al. **Avaliação da capacidade antioxidante do extrato aquoso da linhaça dourada e marrom (Linum usitatissimum L.) na forma de grão pelo teste do DPPH. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão.** Rio Grande do Sul. 2012.