

Perfil antioxidante de diferentes formas de apresentação comercial da goji berry (*Lycium barbarum* L.) desidratada

*Antioxidant profile of different forms of commercial presentation of dehydrated goji berry (*Lycium barbarum* L.)*

Shanyle Helen Ramos¹, Bárbara Viana Barbosa Naves¹, Fernanda Nascimento Hermes², Carolina Valeriano de Carvalho¹, Wilson César de Abreu¹, Geraldo de Sousa Cândido¹

¹Universidade Federal de Lavras

²Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves

E-mail: Bárbara Viana Barbosa Naves - vianaba9@gmail.com

Resumo

A *Lycium barbarum* popularmente conhecida como goji berry, é um fruto com potente atividade antioxidante devido à presença de flavonóides, porém, sabe-se que diversos fatores podem alterar a quantidade destes compostos em alimentos. Tendo em vista esses aspectos, esse trabalho teve como objetivo investigar as propriedades antioxidantes in vitro, teor de vitamina C e de compostos fenólicos totais presentes em diferentes formas de apresentação deste fruto desidratado, sendo elas: fruto inteiro a granel, em sachê, em pote e em forma de farinha. Foram determinados os teores de fenólicos totais (reagente de Folin-Ciocalteu), vitamina C (2,4 dinitrofenilhidrazina) e atividade antioxidante total (DPPH e sistema β -caroteno/ácido linoleico), de quatro amostras de goji berry comercializadas no Brasil, e seus resultados foram expressos em base seca. O produto em sachê apresentou o maior teor de fenólicos totais (37,2mg EAGg⁻¹) e menor valor para vitamina C (58,1mg/g). Resultado inverso foi observado com a farinha que apresentou o menor teor de fenólicos totais (13,5mg EAGg⁻¹) e maior teor de vitamina C (102,29mg/100g⁻¹). A farinha de goji berry apresentou a maior atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH (66,0% SRL; $p < 0,05$). Já pelo método de sistema β -caroteno/ácido linoléico, o produto à granel apresentou a maior AAT (87,2% I) comparado aos demais produtos ($p < 0,05$). Os resultados demonstram que o fruto goji berry comercializado na forma de farinhas em sachês, apresentou um alto teor de vitamina C e atividade antioxidante in vitro, assim, sua ingestão pode contribuir para aumentar o teor de antioxidantes na dieta e, conseqüentemente, auxiliar a defesa contra os radicais livres.

Palavras-chave: Solanaceae. Compostos Fenólicos. Ácido Ascórbico. Goji Berry. *Lycium barbarum* L.

Abstract

Studies report that the fruit goji berry has a potent antioxidant activity, and this activity can be affected by several factors. In view of these aspects, this work

aimed to investigate the antioxidant properties of vitamin C and total phenolic vitro compounds presented in different forms of presentation of this dehydrated fruit, namely: whole fruit in bulk, in sachet, in pot and in the form of a flour. So, the total phenolic (Folin-Ciocalteu reagent), vitamin C (2,4 dinitrophenylhydrazine) and total antioxidant activity (DPPH and β -carotene/linoleic acid) contents of four goji berry samples commercialized in Brazil were analyzed. The sachet product presented the highest total phenolic content (37.2mg EAGg⁻¹ MS) and the lowest value for vitamin C (58.1mgg⁻¹ DM). The reverse result was observed with the flour that presented the lowest total phenolic content (13.5mg EAGg⁻¹ DM) and the highest vitamin C content (102.29mg100g⁻¹ MS). Goji berry flour showed the highest total antioxidant activity (AAT) using the DPPH method (66,0% SRL; $p < 0,05$). By the β -carotene/linoleic acid system method, bulk product presented the highest AAT (87.2% I) compared to other products. The results demonstrate that the goji berry fruit marketed in the form of flour in sachets, presented a high content of vitamin C and antioxidant activity in vitro, therefore, its intake can help to increase the levels of antioxidants in the diet and, consequently, help to defense against free radicals.

Keywords: Solanaceae. Phenolic Compounds. AscorbicAcid. Goji Berry. Lyciumbarbarum L.

INTRODUÇÃO

Os antioxidantes desempenham uma função imprescindível no organismo humano com o propósito de reduzir os processos oxidativos e minimizar os efeitos dos radicais livres e das espécies reativas de oxigênio. Eles são capazes de retardar inúmeras doenças crônicas que incluem doenças cardiovasculares, envelhecimento, doenças cardíacas, anemia, câncer, inflamação, além de influenciar na peroxidação lipídica¹.

As enzimas Catalase e glutathione oxidase são exemplos de enzimas de defesa endógena com ação antioxidante, porém a quantidade produzida se torna insuficiente perante a elevada formação de radicais livres, devido à grande exposição a agentes nocivos e o estilo de vida da população. Diante deste fator, se torna necessária a ingestão exógena de substâncias antioxidantes como, por exemplo, a vitamina C (ácido ascórbico), compostos fenólicos, β caroteno e vitamina E (tocoferol) que estão presentes em diversos alimentos (frutas, hortaliças, oleaginosas e óleos)².

A goji berry (*Lyciumbarbarum*), originário do sudeste da Europa e Ásia, é um fruto da família *Solanaceae* com alta atividade antioxidante e que se tornou conhecido no Brasil e, aos poucos, vem ganhando espaço na dieta dos brasileiros, principalmente na sua forma desidratada³. Forma esta que se dá devido à baixa produção da fruta no país, sendo a desidratação o processo mais viável para manter as características físico-químicas e nutricionais da planta durante a exportação. Pesquisas realizadas

com o fruto *in natura* e também com frutos desidratados relataram que este possui diversos efeitos benéficos à saúde, como a redução do risco de desenvolvimento de condições crônicas não transmissíveis, efeito antienvhecimento e melhora nas funções hepática, renal e ocular⁴.

Sabe-se que as propriedades antioxidantes de frutos podem ser afetadas pela forma de cultivo, processamento e condições de armazenamento. No mercado brasileiro o consumidor pode encontrar a goji berry desidratada inteira ou como farinha. Em geral, não há informação na rotulagem das condições de processamento (ex. temperatura de secagem) utilizadas pelo fabricante. Neste contexto, não há dados disponíveis sobre a atividade antioxidante de frutos goji berry desidratados comercializados no Brasil. Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo investigar as propriedades antioxidantes *in vitro*, teor de vitamina C e de compostos fenólicos totais presentes nas diferentes formas de apresentação deste fruto.

MÉTODOS

Foram analisados quatro produtos comercializados no mercado nacional, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Forma de apresentação e comercialização do goji berry e peso da embalagem

Tratamento	Apresentação	Forma de comercialização
Gr	Inteiro desidratado	Granel
A	Inteiro desidratado	Sachê
B	Inteiro desidratado	Pote
Fa	Farinha	Sachê

O fruto inteiro desidratado (granel, sachê e pote) e a farinha do goji berry foram adquiridos em estabelecimentos comerciais da cidade de Lavras-MG, Itajubá-MG e São Paulo (via internet). Os produtos estavam acondicionados em embalagens opaca e foram mantidas ao abrigo da luz em temperatura ambiente e só foram abertas no momento das análises. Foram determinados os teores de umidade, vitamina C, fenólicos totais e atividade antioxidante total. As amostras foram previamente trituradas em moinho de facas Marconi® (mod. Micro910), homogeneizadas e pesadas antes de cada análise. Além disso, as amostras foram mantidas ao abrigo da luz durante as análises de compostos antioxidantes e atividade antioxidante. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Teor de umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, de acordo com as normas da *Association of Official Analytical Chemists*⁴. As amostras foram colocadas em estufa, a 105°C, até a obtenção de peso constante.

Determinação do teor de vitamina C

O extrato foi elaborado utilizando 5 gramas das amostras previamente pesadas que foram colocadas em uma proveta de 50mL de solução de ácido oxálico a 0,5% ao qual acrescentou-se 0,1 grama de kieselguhr para clarificar o filtrado. Em seguida, a solução foi colocada em agitador por 15min e posteriormente fez-se a filtração em papel filtro. Após preparado, os extratos foram armazenados em freezer -18°C até o momento das análises.

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina proposto por Strohecker and Henning⁵. Inicialmente, coletou-se em tubos de ensaio 0,5mL de extrato e adicionou-se 3mL de ácido oxálico a 5%, 3 gotas de DFI (2,6-diclorofenolindofenol), 1mL de DNPH e 1 gota de tiouréia. Em seguida, os tubos foram submetidos à banho-maria por 3 horas à 37°C. Após este período, os tubos foram colocados em banho de gelo onde acrescentou-se 5mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 85%. Em seguida, realizou-se leitura em espectrofotômetro Nova instruments® (mod. Nova 2000UV) a 520nm e os resultados expressos em mg.100g de polpa⁻¹ de matéria seca.

Obtenção dos extratos para determinação de fenólicos totais e atividade antioxidante

Para determinar o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante total foram obtidos extratos de cada amostra conforme a seguir: inicialmente pesou-se 1g de amostra triturada e homogeneizada, à qual foram adicionados 20mL de álcool metílico 50%. Essa mistura foi homogeneizada por 2 minutos utilizando um homogeneizador Turrax (mod.T10) e deixada em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente, protegida da luz. Após esse período o sobrenadante foi coletado e adicionou-se 20mL de acetona 70% ao resíduo. Este também foi homogeneizado por 2 minutos e deixado em repouso por 1 hora. Em seguida, o sobrenadante foi coletado, adicionado ao primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 50mL com água destilada. Os extratos foram armazenados em freezer -18°C até o momento das análises.

Determinação do teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais foi determinado, empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu conforme método proposto por Waterhouse⁶. Em resumo, foram adicionados 0,5mL de extrato diluídos a 10% (v/v) na solução controle (40% metanol, 40% acetona, 20% água destilada) em tubos de ensaio contendo 2,5mL de solução de Folin-Ciocalteu 10% (v/v). Em seguida, foram adicionados 2mL de solução de carbonato de sódio 4% (v/v). Os tubos contendo a solução foram agitados em agitador vortex Global[®] (mod. XH-CU) por 1 minuto e deixados em repouso, por 120 minutos, ao abrigo da luz.

A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750nm. O cálculo do teor de fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico por grama da amostra seca (mgEAG.g⁻¹). As análises foram realizadas com três repetições.

Determinação do teor de Atividade Antioxidante Total (AAT)

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada utilizando-se dois métodos: método do sequestro do radical 2,2-difenil, 1picril-hidrazil (DPPH) e método do sistema β-caroteno/ácido linoleico.

A determinação da AAT pelo método do sequestro do radical DPPH foi realizada de acordo com metodologia proposta por Rufino e colaboradores⁷ com adaptações. Em resumo, 0,2mL do extrato das amostras de goji berry na concentração de 20 mg ml⁻¹ foram transferidos para um tubo de ensaio contendo 3,8mL de solução de DPPH na concentração de 0,06mM. Os tubos contendo a solução foram agitados por 1 minuto, deixados em repouso ao abrigo da luz e as leituras foram realizadas após 30 minutos (tempo determinado em pré-teste), em espectrofotômetro, a 515nm e os resultados expressos em % Sequestro de Radical Livre (%SRL).

$$\%SRL = [(Ac - Am)/Ac] \times 100 \quad (1)$$

Ac = Absorbância do controle (0,2mL solução controle + 3,8mL solução de DPPH);

Am = Absorbância da amostra

Para a determinação da AAT pelo método sistema β-caroteno/ácido linoleico, adotou-se os procedimentos propostos por Rufino e colaboradores⁷. Foram adicionados 0,4mL do extrato das amostras de goji berry a 5mL de solução sistema

(β -caroteno + ácido linoleico + Polisorbato 40 + água oxigenada). Os tubos contendo as soluções foram agitados por 1 minuto e colocados em banho-maria a 40°C protegidos da luz. As leituras realizadas nos tempos 2 minutos e 120 minutos, em espectrofotômetro, a 470nm e os resultados expressos em percentual de inibição da oxidação do β -caroteno (%I) segundo a fórmula:

$$\%O = (Am \times 100) / Ac \quad (2)$$

$$\%I = 100 - \%O$$

Onde: %O = Porcentagem de oxidação; Ac = absorvância inicial do controle – absorvância final do controle; e Am = absorvância inicial da amostra – absorvância final da amostra. Foi utilizado como controle 0,4mL de solução de trolox (200mg/L) adicionada a 5mL de solução sistema conforme descrito por Rufino et al.⁷.

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa Sigma Plot[®] versão 2012. As variáveis investigadas foram descritas utilizando a média e o desvio padrão. Para comparar o teor de umidade, fenólicos totais, vitamina C e atividade antioxidante total entre os produtos foi utilizado a análise de variância ANOVA com pós teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade foi determinado para que esta não interferisse no teor de compostos fenólicos e vitamina C, que conseqüentemente poderão interferir na atividade antioxidante total do fruto. Os resultados para os teores médios de umidade, vitamina C e fenólicos totais estão expressos a seguir (Tabela 2):

Tabela 2 - Teor médio de umidade, fenólicos totais e vitamina C presentes no fruto goji berry

Amostras/Parâmetros	Umidade (%)	Fenólicos totais	Vitamina C
		(mg EAGg ⁻¹ MS*)	(mg100g ⁻¹) *
		Média ± DP	Média ± DP
Produto Gr	13,5 ^a	33,1 ± 1,3 ^b	67,0 ± 1,7 ^b
Produto A	13,7 ^a	37,2 ± 2,0 ^a	58,1 ± 0,2 ^c
Produto B	15,9 ^a	32,7 ± 2,2 ^b	67,7 ± 2,9 ^b
Produto Fa	9,7 ^b	13,5 ± 0,4 ^c	102,3 ± 3,9 ^a

Nota: Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05). DP: Desvio padrão. *Valores calculados em base seca.

O teor de umidade é um parâmetro relevante para o armazenamento do goji berry, uma vez que altos teores de umidade ocasionam um aumento na proliferação de fungos, leveduras e bactérias acarretando uma redução na qualidade nutricional e até mesmo a perda do produto^{30, 31}. Observa-se que as amostras produto Gr, A e B apresentaram os maiores teores de umidade e não diferenciaram entre si ($p < 0,05$). Já o produto Fa apresentou teor de umidade significativamente menor que os demais produtos ($p < 0,05$). Essas diferenças podem ser justificadas pelo uso de diferentes técnicas de secagem e também pelo método de processamento utilizado que influenciam no teor de água evaporada³². Devido a maior redução no teor de umidade a farinha de goji berry é mais estável microbiologicamente podendo ser utilizada com uma maior segurança, por um maior tempo, para o consumo humano.

Nas plantas, os compostos fenólicos são produzidos principalmente pela via metabólica dos fenilpropanóides e são responsáveis pelo sabor, cor e odor. Geralmente, possuem um anel aromático contendo um ou mais componentes hidroxila³³. E a sua presença em dietas alimentares acarreta inúmeros efeitos favoráveis que incluem efeitos antiinflamatórios e anticancerígenos, prevenção de doenças cardiovasculares e redução de radicais livres de oxigênio³¹.

O produto A apresentou teor de fenólicos totais ($37,2\text{mg EAGg}^{-1}$) significativamente maior que os demais produtos, porém obteve menor teor médio de vitamina C ($58,1\text{mgg}^{-1}$). Resultado inverso foi observado com o produto Fa que apresentou o menor teor de fenólicos totais ($13,5\text{mg EAGg}^{-1}$). Essas diferenças são ocasionadas devido aos processos tecnológicos que são empregados que dependem do tipo de produto utilizado e tratamento térmico, são capazes de provocar alterações (redução e ou aumento) no teor de compostos fenólicos³⁴. Também a composição fenólica da planta é influenciada por múltiplos fatores, como variedades, práticas agrícolas, localização geográfica, estágios de maturação dos frutos, condições climáticas e outros³⁵.

Um estudo avaliou⁸ o teor de fenólicos totais em extratos alcoólicos (70% etanol) de duas amostras da fruta desidrata de goji berry. A autora encontrou valores inferiores ($8,95$ e $10,36\text{mg EAG g}^{-1}$) aos observados no presente estudo. Outro estudo foi realizado⁹ em que os frutos de goji berry foram congelados em nitrogênio líquido e armazenados a -20°C durante um mês antes de serem analisados. O teor de fenólicos totais encontrado no extrato metanólico foi de $1,32\text{mg EAGg}^{-1}$, valor muito abaixo aos encontrados neste estudo. Neste trabalho, essa diferença pode ser

atribuída principalmente ao fato de o autor ter usado o fruto integral, não desidratado.

A vitamina C é um antioxidante solúvel em água que possuem inúmeras funções no organismo humanas que incluem funções dermatológicas, farmacológicas e biológicas, como a eliminação de radicais livres, fortalecimento do sistema imunológico, limitação da melanina e impedimento de luz³⁶. Os resultados para vitamina c estão dispostos na tabela 2. Houve uma variação significativa entre os produtos avaliados, o produto Fa apresentou o maior teor de vitamina C (102,29 mg 100g⁻¹) e o produto A apresentou o menor valor para vitamina C (58,1 mg 100 g⁻¹) com diferença significativa entre as amostras avaliadas (p<0,05). Essas diferenças significativas nos produtos avaliados podem ser atribuídas aos teores desta vitamina em frutos é influenciado pelo tipo de solo, condições climáticas, variações genéticas, danos físicos, estágio de maturação, manuseio pós-colheita, condições de estocagem e armazenamento^{16,17,18}.

Diversos estudos expõem que o fruto seco do goji berry contém 73mg 100g⁻¹ de vitamina C^{11,12,13,14}, valor bem próximo ao teor encontrado no produto Gr (fruto desidratado a granel) e produto B (fruto desidratado comercializado em potes) analisados no presente estudo. Em um trabalho de revisão¹⁵, o teor médio de vitamina C presente no fruto desidratado foi de 42mg 100g⁻¹, quantidade inferior a encontrada na amostra do produto A (fruta desidratada comercializada em sachês), amostra com menor teor de vitamina C do presente estudo. Em ambos os estudos citados, as amostras da fruta foram oriundas da China e analisadas na forma de farinha, exceto pelo estudo de Ming e colaboradores¹¹, em que foi analisado o suco da fruta.

Benvenutie colaboradores¹⁹realizaram um trabalho quantificando a vitamina C de frutos pertencentes aos gêneros *Ribes* (groselha preta e vermelha), *Rubus* (amora e framboesa) e *Vaccinium* (mirtilo), e observaram diferença em relação a outros estudos, pois as cultivares testadas não eram as mesmas. Fatos que podem ter ocorrido no presente estudo, pois na rotulagem dos produtos analisados não havia identificação da cultivar e sua origem.

Os resultados de atividade oxidante pelos métodos de DPPH e Sistema β caroteno/ácido linoléico são demonstrados a seguir (tabela 3).

Tabela 3 - Teor médio de atividade antioxidante pelos métodos DPPH e sistema β -caroteno/ácido linoleico presentes na goji berry

Amostras	DPPH(%SRL)	Sistema β -caroteno/ác. linoleico(%) Média
	Média \pm DP	\pm DP
Produto Gr	43,8 \pm 2,1 ^{bc}	87,2 \pm 0,6 ^a
Produto A	46,2 \pm 0,8 ^b	80,7 \pm 0,6 ^c
Produto B	42,4 \pm 1,3 ^c	83,6 \pm 1,1 ^b
Produto Fa	66,0 \pm 1,9 ^a	74,4 \pm 2,2 ^d

Nota: Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). SRL: Sequestro de Radical Livre; %: Porcentagem de inibição; DP: Desvio padrão.

A atividade antioxidante medida através da eliminação de radicais DPPH, *in vitro*, é uma técnica simples, barata, eficiente e bastante utilizada, consiste na redução da coloração roxa inicial do cromóforo DPPH para amarelo em presença de antioxidantes e antioxidantes doadores de hidrogênio³⁷. Os resultados mostraram que houve diferenças significativas para os produtos avaliados (Tabela 3). O produto Fa apresentou maior atividade pelo método de DPPH e significativamente superior aos demais produtos com 66,0% de sequestro de radicais livres. O produto B, no método DPPH apresentou a menor atividade antioxidante (42,37% SRL), porém não diferiu estatisticamente do Gr (43,83% SRL).

Geralmente, quanto maior os teores de compostos fenólicos, maior a atividade antioxidante porque estes compostos são considerados responsáveis por uma parte importante da atividade³⁸. No entanto Ozzengin e colaboradores³⁹, em seus estudos com a atividade antioxidante com espécies de ameixas silvestres foi relatada uma relação negativa entre os compostos fenólicos totais e atividade de eliminação de radicais DPPH³⁹. Entretanto a atividade antioxidante por DPPH observada no produto Fa pode ser justificada pelos maiores teores de vitamina C, uma vez que esta é um importante antioxidante sendo um potente eliminador de radicais livres³⁷. Além disso, segundo alguns autores²², a moagem superfina do polissacarídeo de goji berry aumenta a atividade antioxidante avaliada pelo método DPPH, fator que pode justificar a maior atividade encontrada na farinha por este método.

Melo e colaboradores¹⁰ encontraram forte atividade antioxidante (>70%) na polpa dos frutos acerola, caju, ciriguela, goiaba, manga, pitanga e uva. Esses valores são superiores aos encontrados, no entanto, devido a concentração utilizado no estudo de Melo e colaboradores¹⁰, o extrato aquoso foi mais concentrado que o extrato do goji berry do presente estudo.

Foi realizado, também, um trabalho²³ para avaliar a atividade antioxidante da goji berry pelo método de DPPH. Como resultado o extrato do polissacarídeo da goji berry apresentou um valor de 66,6%, valor semelhante ao encontrado no produto Fa. Ionica e colaboradores²⁴ avaliaram a atividade antioxidante do goji berry desidratado em diferentes extratos. Os autores encontraram % de SRL igual a 42,50% no extrato etanol a 80% e 42,03% no extrato aquoso. Esses resultados também são semelhantes aos valores encontrados no presente estudo.

Já o método de determinação de antioxidantes pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico e o seu potencial é avaliado com base na atividade de inibição de radicais gerados durante a peroxidação do ácido linoléico²⁰. Os resultados para β -caroteno/ácido linoléico são apresentados na tabela 3. Foi observado diferenças significativas entre os produtos analisados ($p < 0,05$). O produto Gr apresentou o maior valor (87,2%) de proteção, enquanto que o menor valor foi verificado no produto Fa (74,4%). Essa menor atividade, no produto Fa, verificada através do ensaio do sistema β -caroteno-ácido linoléico pode estar ligada a uma maior presença de compostos lipofílicos nos produtos Gr, B e A⁴⁰. Ou ainda pela maior quantidade de compostos fenólicos (Tabela 2).

No método de atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/ácido linoléico, o β -caroteno sofre descoloração devido oxidação causada pela presença de radicais livres do ácido linoléico. Os valores elevados mostram que o fruto foi capaz de neutralizar estes radicais livres, reduzindo a perda de cor do β -caroteno. A determinação do β -caroteno/ácido linoléico permite classificar os alimentos, conforme o seu poder de proteção, em três categorias. Acima de 70% é considerado alto, entre 70% e 40% intermediário e abaixo de 40% é classificado como baixo. Assim todas as amostras de goji berry são consideradas um alto poder de proteção⁴³. Os extratos de goji berry são ricos em componentes antioxidantes, como carotenoides, ácido ascórbico, ácido nicotínico, zeaxantina, que contribuem para suas propriedades antioxidantes²⁵.

Seguindo o método sistema β -caroteno/ácido linoléico, quando comparados as frutas com alto teor de vitamina C, (acerola, amora, açaí e morango), os extratos de goji berry analisados neste estudo tiveram uma atividade oxidante similar a frutas como amora e açaí ($\approx 80\%$ I) e superior ao morango ($\approx 25\%$ I)²¹.

O produto Fa apresentou maior atividade por DPPH enquanto que para o método β -caroteno/ácido linoléico apresentou a menor atividade ($p \leq 0,05$). Essas diferenças entre os valores da mesma amostra podem ser justificadas pela especificidade de

cada método. Uma vez que no sistema β -caroteno/ácido linoléico pode ocorrer uma reação de transferência de átomo de hidrogênio e destruir os radicais que se formam durante a peroxidação lipídica. Outro quesito importante é que os compostos químicos presentes nos sistemas alimentares podem apresentar diferentes comportamentos em condições de polaridade dos métodos de determinação. O ensaio de DPPH apresenta característica polar enquanto o β -caroteno/ácido linoléico é uma emulsão lipídica (apolar).⁴² Demonstrando assim a importância de usar diferentes métodos para avaliar a atividade antioxidante⁴⁰. Gai e colaboradores⁴² em estudos com Linhaça (*linum usitatissimum*) colhido diferentes estágios demonstraram também diferenças entre o método DPPH e β -caroteno/ácido linoléico

Quando comparados a outros alimentos com alto teor de vitamina C, como a acerola, amora, açaí e morango, os extratos de goji berry analisados neste estudo tiveram uma atividade oxidante superior do que a maioria das frutas citadas ($\approx 30 \mu\text{mols/BHT}$), exceto pela acerola que apresentou um maior potencial de toda amostra ($\approx 85 \mu\text{mols/BHT}$), no entanto o estudo apresentou os resultados em μmols equivalentes de BHT/g amostra, diferindo da medida de análise do presente estudo²¹.

Os resultados mostram que o goji berry desidratado é um alimento com alto potencial antioxidante. Das amostras avaliadas no presente estudo, a amostra Fa (farinha comercializada e sachês) apresenta melhores características em relação as propriedades avaliadas, como maior teor de Vitamina C, maior potencial antioxidante e menor teor de umidade, favorecendo também a melhor vida útil do produto. No entanto, as diferentes condições de ensaio utilizadas (concentrações, pH, tempo de oxidação, temperaturas e oxigenação) em relação a outros estudos dificultam a interpretação e a comparação dos resultados obtidos^{26,27}. Os benefícios para a saúde já demonstrados pelo consumo das goji berrys por seu alto teor de nutrientes e elevado teores de fibras e pela presença de antioxidantes faz com que ele seja amplamente utilizado em todo o mundo como alimento com alto valor nutricional^{32, 41}.

CONCLUSÃO

A ingestão de compostos fenólicos e vitamina C poderão variar significativamente em decorrência do produto consumido, entretanto, evidencia-se que a goji berry é um alimento com alto potencial antioxidante. Neste estudo, a amostra que atendeu ao melhor potencial antioxidante foi o produto Fa, que também apresentou um

maior teor de vitamina C dentre as amostras estudadas. Mostrando que o produto comercializado na forma de farinhas em sachês, pode atender as melhores expectativas em relação às propriedades nutricionais requeridas pelos consumidores.

Cabe ressaltar que os testes *in vitro* têm o propósito de avaliar o potencial antioxidante de amostras de alimentos, sendo necessárias pesquisas mais detalhadas para extrapolar os resultados para sistemas *in vivo*.

REFERÊNCIAS

1. Zehiroglu C, Sarikaya, SBO. The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *J Food Sci Technol* 56, 4757–4774 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x>
2. Barbosa KBF, Costa NMB, Alfenas RCB, et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Revista de Nutrição*. 2010; v.23.
3. Association of official analytical chemists. *Official Methods of the Association of the Agricultural Chemists*. Washington, p. 1094; 1997.
4. Cavazim PF, Freitas G. As propriedades antioxidativas do goji berry no auxílio à melhora do centro de acuidade visual, com abordagem em tratamentos da retinopatia diabética. *Revista Uningá*. 2014; v.20: 55–60.
5. Strohecker RL, Henning HM. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madri: Paz Montalvo, p. 428; 1967.
6. Waterhouse AL. Determination of total phenolics. In: Wrolstad, R. E. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: J. Wiley, p. 11–18; 2002.
7. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, et al. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *EMBRAPA Comunicado Técnico*, 127: 1–4, 2007.
8. Medina MB. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. USA: *Journal of Functional Foods*. 2011; v. 3; p-79–87.
9. Petkovsek–Mikulic M, Schmitzer V, Slatnar A, et al. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild of cultivated berry species. *Journal of Food Science*. 2012; v.77: 1064–1070.
10. Melo E, Maciel MIS, Lima VLAG. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. *Alimentos e Nutrição*. 2008; v.9: 67–72.
11. Ming M, Guanhua L, Zhanhai Y, et al. Effect of the *Lyciumbarbarum* polysaccharides administration on blood lipid metabolism and oxidative stress of mice fed high-fat diet *in vivo*. *Food Chemistry*. 2009; v.113: 872–877.
12. Amagase H, Nance DM. Effect of standardized *Lyciumbarbarum*(Goji) juice, GoChi® intake on resting metabolic rate and waist circumference: Randomized, placebo-controlled, double-blind clinical studies. *FASEB Journal*. 2009; v.LB419, n23.

13. Gan L, Zhang SH, Yang XL, et al. Immunomodulation and antitumor activity by a polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum*. *International Immunopharmacology*. 2004; v.4: 563-569.
14. Zhang M, Chen HX. Effects of a glycoconjugate from *Lycium barbarum* on body composition in growing mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006; v.86: 932-936.
15. Potterat O. Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): Phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta Medica*. 2010; v.16: 7-19.
16. Correia LFM, Faraoni AS, Pinheiro Sant¹-Ana HM. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. *Alimentos e Nutrição*. 2008; v.19: 83-95.
17. O'keefe T. Ascorbic acid and stable ascorbate esters as sources of vitamin c in aquaculture feeds. *ASA Technical Bulletin*. 2001, v. AQ48: 1-9.
18. Silva MR, Silva MS, Oliveira JS. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2004; v.34: 9-14.
19. Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, et al. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes* and *Aronia*. *Journal of Food Science*. 2004; v.69.
20. Sucupira NR, Silva AB, Pereira G, et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. UNOPAR Científica. *Ciências biológicas e da saúde*. 2012; v.14; n.4: 263-269.
21. Duarte-Almeida JM, Santos RJ, Genovese MI, et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH. *Campinas: Ciências e Tecnologia de Alimentos*. 2006; v.26; n.2: 446-452.
22. Zhang M, Wang F, Liu R, et al. Effects of superfine grinding on physicochemical and antioxidant properties of *Lycium barbarum* polysaccharides. *LWT – Food Science and Technology*. 2014; v.58: 594-601.
23. Wang CC, Chang SC, Stephen Inbaraj B, et al. Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2010; n.120: 184-192.
24. Ionica ME, Nour V, Trandafir I. Polyphenols content and antioxidant capacity of goji berry (*Lycium chinense*) as affected by the extraction solvents. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*. 2012; vol.3; n.2:121-9.
25. Luo Q, Cai Y, Yan J, et al. Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruits extracts from *Lycium barbarum*. *Life Sciences*. 2004; v.76: 137-149.
26. Niki E. Antioxidant activity: are we measuring it correctly? *Nutrition*. 2002; v.16: 524-525;
27. Queiroz YS. Alho (*Allium sativum*) e produtos: atividade antioxidante in vitro durante a vida de prateleira [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.

28. Brasil. Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição: material de apoio para profissionais de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2016: 147–148.
29. Araújo ACS, Araujo JMS, Rezende AJ, et al. Elaboração de geleia de goji berry, produzida de maneira artesanal, com adição de pectina da casca do maracujá. *Research, Society and Development*. 2020; v.9; n.6; e108963454.
30. Piccolo EL, Landi M, Ceccanti C, et al. Nutritional and nutraceutical properties of raw and traditionally obtained flour from chestnut fruit grown in Tuscany. *Eur Food Res Technol* 246, 1867–1876 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03541-9>.
31. Monteiro AS, Barbosa MM, Silva FFM, et al, Preparation, phytochemical and bromatological evaluation of flour obtained from the acerola (*Malpighia puniceifolia*) agroindustrial residue with potential use as fiber source, *LWT*, v. 134, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110142>.
32. Pedro AC, Sánchez-Mata MC, Pérez-Rodríguez ML, et al. Qualitative and nutritional comparison of goji berry fruits produced in organic and conventional systems, *Scientia Horticulturae*, v. 257, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108660>.
33. Zhao WH, Shi YP. Comprehensive analysis of phenolic compounds in four varieties of goji berries at different ripening stages by UPLC–MS/MS, *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 106, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104279>.
34. Bolesławska I, Kosewski G, Jagielski P, et al. (2021). Analysis of antioxidant capacity and polyphenol content of Goji fruit products available on the European market. *Acta Poloniae Pharmaceutica* - DOI: 10.32383/appdr/138989.
35. Marcillo-Parra V, Anaguano M, Molina M, et al. Characterization and quantification of bioactive compounds and antioxidant activity in three different varieties of mango (*Mangifera indica* L.) peel from the Ecuadorian region using HPLC–UV/VIS and UPLC–PDA, *NFS Journal*, v. 23, 2021, p.1–7, <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.001>.
36. Liu X, Wang P, Yu-Xiao Zou YX, et al. Co-encapsulation of Vitamin C and β -Carotene in liposomes: Storage stability, antioxidant activity, and in vitro gastrointestinal digestion, *Food Research International*, v. 136, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109587>.
37. Jiao Z, Wang X, Yin Y, et al. Preparation and evaluation of a chitosan-coated antioxidant liposome containing vitamin C and folic acid, *Journal of Microencapsulation*, 35:3, 272–280, 2018, DOI: 10.1080/02652048.2018.1467509.
38. Yap JY, Hii CL, Ong SP, et al. Effects of drying on total polyphenols content and antioxidant properties of *Carica papaya* leaves. *J Sci. Food Agric*, 100: 2932–2937, 2020, <https://doi.org/10.1002/jsfa.10320>.
39. Ozzengin B, Zannou O, Koca I, Quality attributes and antioxidant activity of three wild plums from *Prunus spinosa* and *Prunus domestica* species, *Measurement: Food*, v. 10, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.meaf00.2023.100079>.
40. Tavares DG, Barbosa BVL, Ferreira RL, et al. Antioxidant activity and phenolic compounds of the extract from pigment-producing fungi isolated from Brazilian caves, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 16, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.03>.

41. Vidović BB, Milinčić DD, Marčetić MD, et al. Health Benefits and Applications of Goji Berries in Functional Food Products Development: A Review. *Antioxidants*, 2022, 11, 248, <https://doi.org/10.3390/antiox11020248>
42. Gai F, Janiak MA, Sulewska K, et al. Phenolic Compound Profile and Antioxidant Capacity of Flax (*Linum usitatissimum* L.) Harvested at Different Growth Stages. *Molecules*, 2023, 28, 1807. <https://doi.org/10.3390/molecules28041807>.
43. Costa CAR, Machado GGL, Rodrigues LJ, et al. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of purple passion fruit's pulp, peel and seed at different maturation stages, *Scientia Horticulturae*, Volume 321, 2023.

Submissão: 31/08/2021

Aprovação: 29/02/2024