

Nutritional composition and total phenolic compounds content of pequi pulp (*Caryocar brasiliense* Cambess.)

Nara Rúbia Rodrigues Nascimento-Silva^{1,*}
<https://orcid.org/0000-0003-1318-9298>

Nathalia Silva Rodrigues Mendes¹
<https://orcid.org/0000-0003-1626-3326>

Flávio Alves Silva¹
<https://orcid.org/0000-0002-3619-755X>

¹ Department of Food Engineering, School of Agronomy, Federal University of Goiás, Rodovia GO-462, km zero, Campus Samambaia, Zip code: 74690-900 Goiânia, Goiás, Brazil.

*Correspondence: nara.n.nutri@gmail.com

Received: 2019.10.30; **Revised:** 2020.02.14; **Accepted:** 2020.02.19; **Published:** 2020.01.04

Highlights: The present work emphasizes the importance of knowledge of the proximal composition, the phenolic compounds and the color parameters of pequi pulp obtained from different locations of Minas Gerais, aiming at the valorization of the native fruit.

Section: This paper was submitted in Food Science, a section of the *J. Bioen Food Sci.*

Competing interests: There is not conflict of interest in the research conducted.

Funding: The author received no specific funding for this work.

Citation as (APA): Nascimento-Silva, N.R.R., Mendes, N.S.R., & Silva, F.A. (2020). Nutritional composition and total phenolic compounds content of pequi pulp (*Caryocar brasiliense* Cambess.), *Journal of Bioenergy and Food Science*, 7(2), e2812019JBFS. doi: 10.18067/jbfs.v7i2.281

Edited by Dr. Victor Hugo Gomes Sales - Federal Institute of Amapá, Macapá-AP, Brazil.

Review processes: 2812019R01 (Brazil) | 2812019R02 (Brazil)
2812019R03 (Brazil)



JBFS all rights Copyright: ©

ABSTRACT - Pequi (*Caryocar brasiliense* subsp. *brasiliense*, Cambess), has relevant levels of lipids, fibers, and carotenoids, and can thus have a relevant effect on lipid metabolism and as an antioxidant agent. Therefore, the purpose of the present study was to describe the physical and chemical characteristics of the pulp of *C. brasiliense* Cambess collected in two cities of Minas Gerais, as well as its content of phenolic compounds. The fruits of *C. brasiliense* Cambess were collected in two cities in Minas Gerais: the Ponto Chique and the Jequitai on the ground after a natural fall, being submitted to hygiene and manually pulped. Then, the fruits underwent physical and chemical analyzes. To determine the nutritional composition of the fruits, moisture, ash, lipids, proteins, and total carbohydrates were analyzed. In order to prove the bioactive potential of the pequi pulp, an analysis of total phenolic compounds was carried out. The evaluation of the physical and chemical composition of the pulp of *C. brasiliense* Cambess from different cities in the north of Minas Gerais showed only physical differences and in the contents of phenolic compounds, possibly due to the great geographical proximity. However, further study is needed to determine the viability of pequi pulp as well as the fruits native to different regions of Minas Gerais. Both pulps stood out because of their considerable lipid and ash concentrations. Through the results, the potential of *C. brasiliense* Cambess was determined. There is evidence for significant antioxidant potential because of natural bioactive compounds present in the pulps.

Keywords: Functional food; Health benefits; Nutrients; Polyphenols.

Composição nutricional e teor de compostos fenólicos da Polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.)

Resumo: O pequi (*Caryocar brasiliense* subsp. *brasiliense*, Cambess), possui relevantes teores de lipídeos, fibras e de carotenoides, podendo apresentar, deste modo, relevante efeito sobre o metabolismo de lipídeos e como agente antioxidante. Contudo, estudos são necessários para determinar o potencial da polpa de pequi como fonte de nutrientes e compostos fenólicos em frutos nativos oriundos de cidades de Minas Gerais. Portanto, objetivou-se descrever as características físicas e químicas da polpa de *C. brasiliense* Cambess coletado em duas cidades de Minas Gerais, assim como seu teor total de compostos fenólicos. Os frutos de *C. brasiliense* Cambess foram coletados em duas cidades de Minas Gerais: Ponto Chique e Jequitai no chão após queda natural, sendo submetidos a higienização e despulpados manualmente. Em seguida, os frutos passaram por análises físicas e químicas. Para determinação da composição nutricional dos frutos foram realizadas as análises de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos totais. De modo a comprovar o potencial bioativo da polpa de pequi foi realizada análise de compostos fenólicos totais. A avaliação da composição física e química da polpa de *C. brasiliense* Cambess de diferentes cidades do norte de Minas Gerais apresentaram apenas diferenças físicas e nos teores de compostos fenólicos, possivelmente, devido à grande proximidade geográfica. Ambas as polpas se destacaram pelas concentrações consideráveis de lipídeos, cinzas e compostos fenólicos. Por meio dos resultados, evidenciou-se o potencial biológico do *C. brasiliense* Cambess, devido à presença de compostos bioativos naturais, que podem possuir elevada capacidade antioxidante.

Palavras-chave: Alimento funcional; Benefícios à saúde; Nutrientes; Polifenóis

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente conhecido como pequi, que se origina da palavra “pyqui” em Tupi, no qual “py” significa casca e “qui” espinho, o *Caryocar brasiliense* Cambess, é uma espécie frutífera do cerrado neotropical distribuída, principalmente, no Tocantins e no centro-oeste brasileiro, que tem sofrido com as substanciais mudanças climáticas, que resultaram na retração de sua distribuição geográfica (Almeida; Silva, 1994; Collevatti; Nabout; Diniz-Filho, 2011).

O fruto possui polpa comestível que é utilizada em pequenas e médias indústrias para elaboração de sorvete, licor e azeite, bem como na produção de cosméticos (Araújo, 1995). A comercialização do pequi gera grande impacto na economia do país, movimentando aproximadamente 3,5 milhões de reais anualmente (CEASA, 2019), originando emprego e representando grande parte da renda anual de trabalhadores rurais e produtores familiares.

A polpa de pequi se destaca pelas altas concentrações de carotenoides, lipídeos e fibras, além dos teores moderados de compostos fenólicos, principalmente, ácido gálico e elágico (Alves; Fernandes; Sousa; Naves; Naves, 2014; Cardoso; Reis; Hamacek; Pinheiro-Sant’ana, 2013; Chisté; Mercadante, 2012; Godoy; Rodriguez-Amaya, 1994). Compostos estes que podem ser influenciados pelo estágio de maturação dos frutos quando da colheita. Apesar de o fruto ser considerado maduro logo que se desprende da planta, quando estes são armazenados à temperatura ambiente por três dias após a queda natural apresentam maiores teores de proteína, lipídeos e carotenoides totais (Oliveira; Gusmão; Lopes; Simões; Ribeiro; Dias, 2006). Essa alta concentração de nutrientes e compostos bioativos tem chamado a atenção de pesquisadores para o uso do fruto na prevenção de doenças crônicas, uma vez que estudos têm relacionado os compostos bioativos com a ação antioxidante e redução do risco de câncer, doenças cardiovasculares e neurodegeneração (IOM, 2001; Vauzour; Rodriguez-Mateos; Corona; Oruna-Concha; Spencer, 2010).

Os dados disponíveis na literatura científica para os teores e perfil de compostos fenólicos em polpa de pequi são escassos e apresentam grande amplitude (58,94 a 334 mg AGE/100 g) (Almeida *et al.*, 2013; Chisté e Mercadante, 2012), o que pode ser explicado pelas diferenças na espécie do fruto, no estágio de maturação e procedimentos de extração destes compostos (Balasundram; Sundram; Samman, 2006).

Estudos que realizam a caracterização física e química de frutos fornecem informações importantes para subsidiar o seu manuseio e acondicionamento, além de abastecerem a comunidade científica com conhecimento útil para programas de melhoramento genético da espécie, de modo a auxiliar a exploração agroindustrial e agregar valor ao produto.

Assim, estudos são necessários para explorar o potencial da polpa de pequi como fonte de

lipídeos e compostos fenólicos. Objetivou-se, com este trabalho, determinar as características físicas e químicas da polpa de *C. brasiliense* Cambess coletado em duas cidades de Minas Gerais, assim como seu teor total de compostos fenólicos.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Amostras

Em janeiro de 2019, foram coletados 25 kg de frutos de *C. brasiliense* Cambess em duas cidades de Minas Gerais: Ponto Chique (S 16° 37.334; W 45° 03.461) e Jequitaiá (S 17° 13.216; W 44° 30.037). Os frutos foram coletados no chão após queda natural, seguindo recomendações de Oliveira, Gusmão, Lopes, Simões, Ribeiro e Dias (2006). Em seguida, foram higienizados com hipoclorito de sódio (200 ppm), despulpados manualmente com faca inox e congelados a -20 °C após serem embalados a vácuo em embalagens de polietileno de baixa densidade revestida de papel alumínio, de modo a impedir a incidência de luz e a, conseqüente, oxidação.

b) Características físicas e químicas

A massa total do fruto, do pirênio (caroço) e do mesocarpo externo (polpa) foram determinadas em 25 frutos com auxílio de balança semi-analítica. O rendimento da polpa foi calculado em referência à massa total do fruto.

A avaliação da cor foi realizada em colorímetro Hunter Lab (Color Quest XE, Reston, EUA), no modo CIE Lab, com medição em três diferentes pontos dos caroços (Vera; Naves; Nascimento; Chaves; Leandro; Souza, 2005). Após calibração do equipamento, os frutos foram posicionados no feixe de luz e as coordenadas de cor foram estabelecidas com iluminante D 65 e ângulo de 10 ° para o observador. Com os resultados de a^* e b^* foram calculadas a intensidade ou saturação (Croma) e a tonalidade (° Hue), segundo as equações: "Croma = $\sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]}$ " e "°Hue = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ " (McGuire, 1992).

O pH e a acidez da polpa de pequi foram determinadas em 5,0 g de amostra diluída em 50 mL de água ultrapura. A acidez titulável foi quantificada através da titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M (method No. 942.15), padronizado com bifitalato de potássio em % ác. Cítrico/100 g e pH (method No. 945.10) determinado eletrometricamente (AOAC, 2019).

A umidade e as cinzas foram obtidas por gravimetria após a secagem da amostra a 105 °C (method No. 934.06) e incineração a 550 °C (method No. 940.26) até peso constante, (AOAC, 2019).

Para determinação da proteína bruta, foi utilizado o método de microKjeldahl (method No. 920.152), que determina a matéria nitrogenada total da amostra, segundo o qual, primeiramente, 0,2 g de amostra é digerida com 1,0 g de mistura catalizadora e 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado a 350 °C e, posteriormente, o nitrogênio da amostra é destilado e coletado em erlenmeyer contendo 10,0 mL de ácido bórico e 3 gotas de indicador de Andersen. Em seguida, o destilado é titulado com solução de ácido clorídrico (0,02 N), sendo convertido a proteína, usando-se o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2019).

O conteúdo de lipídeos totais foi determinado seguindo a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). Segundo a qual, 3,0 g de amostra foi homogeneizada com 10,0 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água em agitador rotativo por 30 min. Em seguida, acrescentou-se 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio (1,5 %) à amostra, agitou-se vigorosamente por 2 min e a solução foi armazenada à temperatura ambiente por 12 horas. Após a separação de fases, a fase metanoica foi descartada e a camada inferior foi filtrada em papel filme e coletada em placa de Petri, sendo submetida a aquecimento (105 °C) em estufa com circulação de ar até completa evaporação do solvente.

O teor de carboidratos totais foi estimado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores de umidade, proteína bruta, cinzas e lipídeos. O valor energético total das amostras foi calculado com os seguintes fatores de conversão: 4 kcal/g de proteína e carboidratos totais e 9 kcal/g de lipídios (Merril; Watt, 1973).

c) Compostos fenólicos

A extração de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o descrito por Genovese *et al.* (2008). Para preparação do extrato, 0,1 g de amostra foi homogeneizada com 0,5 mL de etanol e 0,5 mL de água ultrapura por 30 segundos, e, em seguida, adicionado 1,0 mL de hexano, agitado por 30 s e centrifugado a 5000 rpm por 5 min a 18 °C. O sobrenadante foi descartado e, por mais duas vezes, foi adicionado 1,0 mL de hexano ao resíduo, agitado por 30 s e centrifugado, de modo a garantir a retirada do lipídeo. Ao resíduo, foi adicionado 1,0 mL de solução de acetona/água ultrapura/ácido acético (70:29,5:0,5), homogeneizado em ultrassom por 5 min a 37 °C. O extrato permaneceu em temperatura ambiente por 10 min e, em seguida, foi centrifugado nas mesmas condições anteriores. Uma alíquota de 0,25 mL do extrato foi homogeneizado com 2,0 mL de água ultrapura e 0,25 mL de Folin-Ciocalteu. Após 3 min, em temperatura ambiente, 0,25 mL de carbonato de sódio foi adicionado e agitado a 37 °C em banho-maria por 30 min. A absorbância foi medida a 750 nm em espectrômetro UV/visível (V-630, Jasco). Os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente por 100 g de amostra.

d) Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata extraída da amostra separada de forma aleatória através de quarteamento. Os dados foram analisados por estatística descritiva (medidas de tendência central e variabilidade dos dados). Utilizou-se o programa estatístico IBM SPSS Statistics, versão 22.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Características físicas e químicas

Os frutos estudados não apresentaram diferença estatística quanto ao número de pirênios, massa e rendimento da polpa, porém os frutos coletados em Ponto Chique se destacaram devido aos maiores valores de massa total do fruto, da casca e do pirênio (Tabela 1).

Os pequis coletados em Ponto Chique e Jequitaiá possuíam, aproximadamente, um pirênio, mas, de acordo com Alves, Fernandes, Sousa, Naves & Naves (2014), que analisaram frutos provenientes de Tocantins, Goiás e Minas Gerais, essa quantidade pode variar de um a três caroços. Segundo Moura, Chaves e Naves (2013), que analisaram frutos oriundos de oito regiões do Cerrado, a massa total de frutos de *C. brasiliense* Cambess pode variar de 55,04 a 300,57 g de acordo com a região de coleta do fruto, sendo os maiores valores encontrados em frutos provenientes do Mato Grosso e norte de Minas Gerais, o que influencia diretamente na massa total do exocarpo, que possuem intervalo de variação entre 41,76 a 227,23 g. O mesmo foi observado por Alves, Fernandes, Sousa, Naves & Naves (2014), ao relatar maiores valores de massa total dos frutos (191,4 g) e do exocarpo (144,9 g) em pequis coletados em Minas Gerais.

A polpa de pequi é a porção do fruto mais utilizada popularmente e comercialmente (Araújo, 1995), por isso, o rendimento da polpa em relação à massa total dos frutos é de grande importância. Os frutos analisados neste estudo (Tabela 1) apresentaram rendimento médio dentro do esperado para polpa de pequi (4 a 7% do peso total dos frutos) (Nascimento-Silva; Naves, 2019).

Tabela 1. Características físicas (g) do *C. brasiliense* Cambess de duas cidades de Minas Gerais.

Table 1. Physical characteristics (g) of *C. brasiliense* Cambess from two cities in Minas Gerais.

Cidade ¹	Ponto Chique			Jequitaiá		
	Min.	Máx.	Média ± DP ²	Min.	Máx.	Média ± DP ²
Número de pirênio	1	2	1,33 ^a ± 0,48	1	2	1,28 ^a ± 0,46
Massa total do fruto	121,90	397,00	228,05 ^a ± 71,71	59,00	194,00	106,01 ^b ± 30,25
Massa do exocarpo (casca)	89,70	354,70	179,37 ^a ± 67,19	42,40	142,00	73,91 ^b ± 20,28
Massa total do pirênio	19,70	50,60	36,52 ^a ± 6,41	16,60	33,10	25,08 ^b ± 4,50
Massa da polpa	4,40	20,90	13,33 ^a ± 4,00	5,90	12,90	9,26 ^a ± 1,81
Rendimento da polpa (%)	3,40	14,11	8,08 ^a ± 2,48	7,47	14,79	11,02 ^a ± 1,96

¹Média de 3 repetições ± desvio padrão

²Letras iguais em uma mesma coluna significam que não houve diferença estatística (p<0,05) pelo teste *t* de Student.

¹ Mean of 3 repetitions ± standard deviation

² Equal letters in the same column mean that there was no statistical difference (p <0.05) by Student's *t* test.

Tabela 2. Cor da polpa de *C. brasiliense* Cambess em base úmida, oriundo de duas localidades.

Table 2. Color of *C. brasiliense* Cambess pulp on a wet basis, from two locations.

Cidade ^{1,2}	a*	b*	L*	Croma	°Hue
Ponto Chique	31,11 ^a ± 1,73	105,66 ^a ± 2,87	64,14 ^a ± 3,03	110,16 ^a ± 2,90	73,59 ^a ± 0,88
Jequitai	29,91 ^a ± 0,77	107,44 ^a ± 2,48	65,63 ^a ± 1,10	111,53 ^a ± 2,57	74,44 ^a ± 0,20

¹Média de 3 repetições ± desvio padrão

²Letras iguais em uma mesma coluna significam que não houve diferença estatística ($p < 0,05$) pelo teste *t* de Student.

¹ Mean of 3 repetitions ± standard deviation

² Equal letters in the same column mean that there was no statistical difference ($p < 0.05$) by Student's *t* test.

Os pigmentos são compostos químicos que absorvem luz dentro da região visível e são capazes de produzir cor devido a moléculas específicas (cromóforo) que capturam a energia e a excitação de elétrons (Delgado-Vargas; Jiménez e Paredes-López, 2000). A cor dos frutos tem sido utilizada como parâmetro para avaliação da sua qualidade, maturação e doçura (Delgado-Vargas; Jiménez e Paredes-López, 2000).

As polpas de *C. brasiliense* Cambess analisadas no presente estudo não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de cor. Observaram-se valores positivos para os parâmetros a* e b*, e relativamente altos de L* e Croma, indicando forte coloração amarela, porém com alta luminosidade (claridade) e pureza. Ao analisar os resultados de ° Hue é possível reforçar que a tonalidade da polpa está entre o vermelho e o amarelo (Tabela 2). O mesmo foi descrito por Ribeiro, Fernandes, Naves e Alves (2014) ao estudar polpa de pequi nativo de cinco regiões do Cerrado, os quais relataram valores variando entre 23 e 54 para a*, 71 e 112 para b*, 44 e 73 para L*, Croma e 54 a 78 para ° Hue.

A coloração amarela presente no pequi está intimamente relacionada à presença de carotenoides, principalmente zeaxantina, anteraxantina e luteína (Chisté e Mercadante, 2012; Ribeiro; Fernandes; Naves; Alves, 2014). Estes carotenoides têm sido relacionados com a melhora da função cognitiva global, memória, fluência verbal e aprendizado de indivíduos investigados (Johnson, 2012).

Ao que se refere à acidez titulável (Tabela 3), a polpa de pequi proveniente de Ponto Chique se destacou pelo elevado valor de acidez titulável, sendo superior ao observado para os frutos oriundos de Jequitai e as polpas relatadas nos estudos de Sousa, Silva, Sousa, Lima e Figueiredo (2012) (pH: 5,21 e acidez titulável: 0,28%) e Oliveira, Lopes, Mercadante-Simões, Pereira e Ribeiro (2016), que descreveram a influência do estágio de maturação em características químicas de polpa de *C. brasiliense* Cambess e relataram que o pH e a acidez titulável variaram de 5,44 a 6,22 e 0,15 a 0,23, respectivamente, afirmando que a acidez aumenta de acordo com a maturação dos frutos. Apesar disso, o fruto apresenta baixa acidez (valores acima de 4,5), o que o torna susceptível à proliferação de micro-organismos, sendo recomendado a acidificação da polpa quando for utilizada em produtos comerciais (Oliveira; Lopes; Mercadante-Simões; Pereira e Ribeiro; 2016).

As polpas de *C. brasiliense* Cambess analisadas no presente estudo não apresentaram diferença significativa quanto aos teores de cinzas; lipídeos e carboidratos totais (Tabela 3). Os valores de umidade observados estão de acordo com o descrito na literatura por Torres, Santana, Shinagawa e Mancini-Filho (2018) (41;5 a 54;3 g/100 g) e Nascimento-Silva e Naves (2019) (51;7 a 72;2 g/100 g). A polpa de *C. brasiliense* Cambess apresenta valores elevados de umidade; o que se correlaciona diretamente com sua deterioração; uma vez que propicia a proliferação microbiana (Labuza; 1980). As bases físico-químicas que explicam sua correlação foi descrita apenas em 1957 com a introdução do conceito de atividade de água; que é descrita como a razão entre a pressão de vapor da água contida no alimento e a pressão de vapor da água pura. Qualquer alimento que apresente atividade de água superior a 0;6 está susceptível à proliferação microbiana (Labuza; 1980).

Os teores de cinzas encontrados estão ligeiramente superiores aos valores analisados por Cordeiro; Ferri; Cavallieri e Naves (2013) (0;46 a 0;54 g/100 g) e Leão; Franca; Oliveira; Bastos & Coimbra (2017) (0;5 a 0;6 g/100 g). Este resultado sugere que a polpa analisada no presente estudo é fonte de minerais assim como o descrito por Cordeiro; Ferri; Cavallieri e Naves (2013) para *C. brasiliense* Cambess coletados no Estado de Goiás; que identificaram teores consideráveis de nitrogênio; potássio; fósforo; zinco e ferro; e inferiram que o pequi é uma fonte alternativa complementar de minerais para a alimentação humana.

Os altos teores de lipídios encontrados são similares aos reportados no estudo de Cordeiro;

Ferri; Cavallieri e Naves (2013); os quais variaram entre 27;06 e 30;30 g/100 g e no descrito por Nascimento-Silva e Naves (2019); que apresentaram um intervalo de variação entre 8;4 e 33;1 g/100 g. Teores elevados de umidade e lipídios tornam a polpa de pequi bastante suscetível à deterioração microbiológica e oxidativa; com influência direta nas características químicas e sensoriais dos frutos (Labuza; 1980). Em contrapartida; a elevada concentração lipídica da polpa de pequi caracteriza sua importância econômica para as populações locais que comercializam o óleo; além de apresentarem diversos benefícios à saúde; devido ao seu efeito anticarcinogênico; antioxidante; hepatoprotetor e hipolipidêmico (Aguiar *et al.*; 2012; Palmeira *et al.*; 2016; Torres *et al.*; 2016).

O conteúdo de proteínas não foi representativo (Tabela 3); contudo os valores observados estão de acordo com a literatura científica. Ao avaliar polpas de *C. brasiliense* Cambess de diferentes locais do estado do Mato Grosso; Cordeiro; Ferri; Cavallieri e Naves (2013) observaram que os teores de proteínas das polpas variaram entre 1;77 a 3;30 g/100 g; enquanto que Leão; Franca; Oliveira; Bastos & Coimbra (2017) relataram uma variação entre 3;25 e 3;36 g/100 g. O baixo teor de proteínas em frutas já é esperado; uma vez que estes alimentos não são considerados fonte desse nutriente. Outros frutos do Cerrado; como buriti; cagaita e murici apresentam o mesmo comportamento; tendo 1.13; 0.98 e 1.98 g de proteína em 100 g de fruto (Finco; Silva e Oliveira; 2012).

Ao estudar 314 indivíduos de 10 diferentes populações de *C. brasiliense* Cambess, Collevatti; Grattapaglia & Hay (2001) relataram grande heterozigose; ao observar que o número de alelos por loco variou de 20 a 27; embora tenha sido encontrada uma quantidade significativa de endogamia no modelo de identidade por descendência. Essa diferenciação entre os indivíduos é diretamente correlacionada com a distância geográfica. A diversidade genética está associada a variáveis ecológicas; mas os níveis de endogamia podem ser explicados pelos processos de isolamento e fragmentação de habitats relacionados à intensa ocupação humana e ao pequeno número de populações locais (Diniz-Filho *et al.*; 2009). O que pode justificar as diferenças encontradas entre os frutos analisados neste estudo e os dados reportados na literatura.

Tabela 3. pH; acidez titulável (% ác. cítrico/100 g); composição centesimal (mg/100 g); valor energético total (kcal/100 g) de polpas de polpas de *C. brasiliense* Cambess em base úmida.

Table 3. pH; titratable acidity (% acid. citric/100 g); proximal composition (mg/100 g); total energy value (kcal/100 g) of wet pulps of *C. brasiliense* Cambess pulps.

Análises	Cidade ^{1, 2}	
	Ponto Chique	Jequitaiá
pH	5,70 ^b ± 0,02	6,75 ^a ± 0,01
Acidez titulável	0,55 ^a ± 0,00	0,11 ^b ± 0,00
Umidade	50,46 ^b ± 0,35	52,14 ^a ± 0,28
Cinzas	0,76 ^a ± 0,02	0,73 ^a ± 0,03
Lipídeos	29,95 ^a ± 1,25	26,15 ^a ± 1,03
Proteína	3,54 ^b ± 0,16	4,90 ^a ± 0,02
Carboidratos	15,29 ^a ± 1,54	16,08 ^a ± 1,09
VET ³	344,90 ^a ± 3,20	319,23 ^b ± 5,30

¹Média de 3 repetições ± desvio padrão.

²Letras iguais em uma mesma linha significam que não houve diferença estatística (p<0;05) pelo teste *t* de Student.

³VET: valor energético total.

¹ Mean of 3 repetitions ± standard deviation

² Equal letters in the same line mean that there was no statistical difference (p < 0.05) by Student's *t* test.

³VET: total energy value

b) Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos formam o mais numeroso grupo de fitoquímicos presentes nas plantas; fazendo parte da alimentação de humanos e animais; podendo ser categorizados em dois subgrupos; flavonoides ou não flavonoides (Vauzour; Rodriguez-Mateos; Corona; Oruna-Concha; Spencer, 2010). Estruturalmente; os compostos fenólicos são compostos por um anel aromático; com um ou mais substitutos hidroxila; podendo ser moléculas fenólicas simples ou compostos altamente polimerizados. O interesse nos polifenóis tem aumentado a partir de evidências

epidemiológicas que associam o consumo destes compostos com o risco reduzido de desenvolver diversas doenças crônicas (Vauzour; Rodriguez-Mateos; Corona; Oruna-Concha; Spencer, 2010).

As polpas de *C. brasiliense* Cambess provenientes de Ponto Chique apresentaram teores; estatisticamente (teste t de *Student*; $p > 0,05$) inferiores de compostos fenólicos ($73,74 \pm 0,95$ mg AGE/100 g) em comparação às polpas oriundas de Jequitaiá ($78,30 \pm 1,08$ mg AGE/100 g); ainda assim; esses valores são inferiores ao relatado na literatura científica de 209,0 mg AGE/100 g (Lima; Silva; Trindade; Torres; Mancini-Filho; 2007); 334 mg AGE/100 g (Ribeiro; Fernandes; Naves; Alves, 2014) e 531,5 mg AGE/100 g (Paz; Pacheco; Silva; Pascoal, 2014). Os resultados do presente trabalho se assemelham ao descrito por Chisté e Mercadante (2012) para polpa de *C. coriaceum* (58,9 mg AGE/100 g).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007); existem vários fatores que podem interferir no conteúdo de metabólitos secundários nas plantas; dos quais os compostos fenólicos fazem parte. Dentre estes; estão a sazonalidade; a temperatura; a disponibilidade hídrica; a radiação ultravioleta; a adição de nutrientes; a poluição atmosférica; danos mecânicos e o ataque de patógenos. As diferenças nas condições agrônômicas e ambientais podem afetar o conteúdo de fenólicos presente nos vegetais; assim como a informação genética (variedade).

Os compostos fenólicos presentes na polpa de pequi atuam como antioxidantes e podem reduzir a formação de radicais livres; bem como o risco de desenvolvimento de câncer; em decorrência do aumento da atividade e expressão de enzimas antioxidantes e do estresse oxidativo (Yamaguchi *et al.*; 2017; Oliveira *et al.*; 2015).

CONCLUSÃO

A avaliação da composição física e química da polpa de pequis nativos do norte de Minas Gerais revelou que estes frutos apresentam apenas diferenças físicas e nos teores de compostos fenólicos; devido à grande proximidade geográfica. Ambas as polpas se destacaram pelas concentrações consideráveis de lipídios e cinzas.

Pode-se afirmar que o pequi se destaca pelo elevado potencial biológico; devido à presença de alta concentração de compostos bioativos; que podem possuir elevada capacidade antioxidante. Além disso; devido à forte correlação entre cor e carotenoides; descrita na literatura científica; indica-se que hajam estudos que descrevam e quantifiquem os carotenoides presentes neste fruto; de modo a enriquecer o conhecimento científico e ampliar a comercialização do fruto.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa aos alunos.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declararam que não há conflito de interesse.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Neste estudo, todos os autores contribuíram efetivamente no planejamento, realização dos experimentos e na escrita; O autor Flávio Alves Silva orientou o trabalho e realizou a correção do manuscrito final enviado.

REFERÊNCIAS

- Aguilar; E. C.; Jасolka; T. L.; Teixeira; L. G.; Lages; P. C.; Ribeiro; A. C. C.; Vieira; E. L. M.; Peluzio; M. C. G. & Alvarez-Leite; J. I. (2012). Paradoxical effect of a pequi oil-rich diet on the development of atherosclerosis: Balance between antioxidant and hyperlipidemic properties. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*; 45; 601–609. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2012007500074>
- Almeida; M. R.; Aissa A. F.; Gomes; T. D. U. H.; Darin; J. D. C.; Chisté; R. C.; Mercadante; A. Z.; Antunes; L. M. G. & Bianchi; M. L. P. (2013). *In vivo* genotoxicity and oxidative stress evaluation of an ethanolic extract from piquiá (*Caryocar villosum*) pulp. *Journal of Medicinal Food*. 16; 268–271. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0169>

- Almeida; S.P. & Silva; J.A. Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: Embrapa-CPAC; 1994. 38p.
- Alves; A. M.; Fernandes; D. C.; Sousa; A. G. O.; Naves; R. V. & Naves; M. M. V. N. (2014). Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins; Goiás e Minas Gerais. *Brazilian Journal of Food Technology*; 17(3); 198–203. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.6013>
- Association of Official Agricultural Chemists – AOAC. (2019). *Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists*; Gaithersburg: AOAC
- Araújo; F. D. (1995). A review of *Caryocar brasiliense* (Cariocaraceae) – an economically valuable species of the Central Brazilian Cerrado. *Economic Botany*. 49;40–48. https://www.jstor.org/stable/425569?seq=1#page_scan_tab_contents
- Balasundram; N.; Sundram; K. & Samman; S. (2006). Phenolic compounds in plants and agricultural by-products: antioxidant activity; occurrence; and potential uses. *Food Chemistry*. 99;191-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Bligh; E. G. & Dyer; W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*; 37; 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Cardoso; L. M.; Reis; B. L.; Hamacek; F. R. & Pinheiro-Sant’ana; H. M. (2013). Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the Brazilian Savannah. *Fruits*. 68; 3–14. <https://doi.org/10.1051/fruits/2012047>
- Central de Abastecimento de Goiás S/A – CEASA-GO. (2016). *Análise Conjuntural. Governo de Goiás*. [http://www.ceasa.go.gov.br/files/ConjunturaAnual/Analise Conjuntural2018.pdf](http://www.ceasa.go.gov.br/files/ConjunturaAnual/Analise%20Conjuntural2018.pdf). Acesso em: 02 Jul. 2019.
- Chisté; R. C. & Mercadante; A. (2012). Identification and quantification; by HPLC-DAD-MS/MS; of carotenoids and phenolic compounds from the Amazonian fruit *Caryocar villosum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 60; 5884–5892. [https://www.tib.eu/en/search/id/BLSE%3ARN314346967/ Identification-and-Quantification-by-HPLC-DAD-MS/](https://www.tib.eu/en/search/id/BLSE%3ARN314346967/Identification-and-Quantification-by-HPLC-DAD-MS/)
- Collevatti; R. G.; Grattapaglia; D. & Hay; J. D. (2001). Blackwell Science; Ltd Population genetic structure of the endangered tropical tree species *Caryocar brasiliense*; based on variability at microsatellite loci. *Molecular Ecology*; 10; 349–356. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2001.01226.x>
- Collevatti; R. C.; Nabout; J. C. & Diniz-Filho; J. A. F. (2011). Range shift and loss of genetic diversity under climate change in *Caryocar brasiliense*; a Neotropical tree species. *Tree Genetics e Genomes*; 7(6); 1237–1247. DOI:10.1007/s11295-011-0409-z
- Cordeiro; M. W. S.; Ferri; P. H.; Cavallieri; A. L. F. & Naves; M. M. V. (2013). Características físicas; composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de *Caryocar brasiliense* nativo do estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 35;1127–1139. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000400024>
- Delgado-Vargas; F.; Jiménez; A. R. & Paredes-López; O. (2000). Natural pigments: carotenoids; anthocyanins; and betalains – characteristics; biosynthesis; processing; and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 40(3); 173–289. DOI:10.1080/10408690091189257
- Diniz-Filho; J. A. F.; Nabout; J. C.; Bini; L. M.; Soares; T. N.; Telles; M. P. C.; Marco-Junior; P. & Collevatti; R. G. (2009). Niche modelling and landscape genetics of *Caryocar brasiliense* (“Pequi” tree: *Caryocaraceae*) in Brazilian Cerrado: an integrative approach for evaluating central–peripheral population patterns. *Tree Genetics e Genomes*; 5(4); 617–627. DOI:10.1007/s11295-009-0214-0
- Finco; F. D. B.; Silva; I. G. & Oliveira; R. B. (2012). Physicochemical characteristics and antioxidant activity of three native fruits from Brazilian Savannah (Cerrado). *Revista Alimentos e Nutrição*; 23(2); 179–185.
- Genovese; M. I; Pinto; M. S.; Gonçalves; A. E. S. S. & Lajolo FM. (2008). Bioactive compounds and antioxidant activity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*; 14(3); 207–214. <https://doi.org/10.1177/1082013208092151>

- Gobbo-Neto; L. & Lopes; N.P. (2007). Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quimica Nova*; 30(2); 374–81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- Godoy; H. T. & Rodriguez-Amaya; D. B. (1994). Occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 42; 1306–1313. <https://doi.org/10.1021/jf00042a011>
- Institute of Medicine – IOM. (2001). *Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: for vitamin A; vitamin K; arsenic; boron; chromium; copper; iodine; iron; manganese; molybdenum; nickel; silicon; vanadium and zinc*. National Academy Press; Washington; 317–324.
- Johson; E. J. (2012). A possible role for lutein and zeaxanthin in cognitive function in the elderly. *American Journal of Clinical Nutrition*; 96; 1161S–1165S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.034611>
- Labuza; T. P. (1980). The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. *Food Technology*. 1980.
- Leão; D. P.; Franca; A. S.; Oliveira; L. S.; Bastos; R. & Coimbra; M. A. (2017). Physicochemical characterization; antioxidant capacity; total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food Chemistry*; 225; 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.027>
- Lima; A.; Silva; A. M. O.; Trindade; R. A.; Torres; R. P. & Mancini-Filho; J. (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*; Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 29; 695–698. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000300052>
- Mcguire; R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hort Science*; 27(12); 1254–1255. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/27/12/article-p1254.pdf>
- Merril; A. L. & Watt; B. K. (1973). *Energy value of food: basis and derivation*. Washington: United States Department of Agriculture.
- Moura; N. F.; Chaves; L. J. & Naves; R. V. (2013). Caracterização física de frutos de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) do Cerrado. *Revista Árvore*; 37(5); 905–912. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000500013>
- Nascimento-Silva; N. R. R. & Naves; M. M. V. (2019). Potential of whole pequi (*Caryocar* spp.) fruit—pulp; almond; oil; and shell—as a medicinal food. *Journal of Medicinal Food*; 00 (0) 2019; 1–11. <https://doi.org/10.1089/jmf.2018.0149>
- Oliveira; F. F.; Araújo; J. C.; Pereira; A. F.; Brito; G. A.; Gondim; D. V.; Ribeiro; R. A.; Menezes; I. R. & Vale; M. L. (2015). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Caryocar coriaceum* Wittm fruit pulp fixed ethyl acetate extract on zymosan-induced arthritis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 174; 452–65. doi: 10.1016/j.jep.2015.08.017
- Oliveira; M. N. S.; Gusmão; E.; Lopes; P. S. N.; Simões; M. O. M.; Ribeiro; L. M. & Dias; B. A. S. (2006). Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*; 28(3); 380–386. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300010>.
- Oliveira; M. N. S.; Lopes; P. S. N.; Mercadante-Simões; M. O.; Pereira; E. G. & Ribeiro; L. M. (2016). Post-harvest quality of pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) collected from the plant or after naturally falling off and subjected to slow and quick freezing. *Revista Brasileira de Fruticultura*; 39; e-768. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017768>.
- Palmeira; S. M.; Silva; P. R. P.; Ferrão; J. S. P.; Ladd; A. A. B. L.; Dagli; M. L. Z.; Grisolia; C. K. & Hernandez-Blazquez; F. J. (2016). Chemopreventive effects of pequi oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) on preneoplastic lesions in a mouse model of hepatocarcinogenesis. *European Journal of Cancer Prevention*; 25:299–305. <https://doi.org/10.1097/CEJ.000000000000187>
- Paz; J. G.; Pacheco; P.; Silva; C. O. & Pascoal; G. B. (2014). Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (*Caryocar brasiliense* camb) in natura. *Linkania*; 8; 73–86. <http://linkania.org/master/article/view/156/106>

- Ribeiro; D.M.; Fernandes; D. C.; Naves; M. M. V. & Alves; A. M. (2014). Carotenoids are related to the colour and lipid content of the pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp from the Brazilian Savanna. *Food Science and Technology*; 34; 507–512. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.6369>
- Sousa; F. C.; Silva; L. M. M.; Sousa; E. P.; Lima; A. K. V. O. & Figueiredo; R. M. F. (2012). Parâmetros físicos e físico-químicos da polpa de pequi. *Revista Verde*; 6(1); 12–15. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1143/1055>
- Torres; L. R. O.; Santana; F. C.; Shinagawa; F. B. & Mancini-Filho; J. (2018). Bioactive compounds and functional potential of pequi (*Caryocar* spp.); a native Brazilian fruit: a review. *Grasas Aceites*; 69; 1–16.
- Torres; L. R. O.; Santana; F. C.; Torres-Leal; F. L.; Melo; I. L. P.; Yoshime; L. T.; Matos-Neto; E. M.; Seelaender; M. V. L.; Araújo; C. M. M.; Gogliati; B. & Mancini-Filho; J. (2016). Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) almond oil attenuates carbon tetrachloride-induced acute hepatic injury in rats: Antioxidant and anti-inflammatory effects. *Food and Chemical Toxicology*; 97; 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.09.009>
- Vauzour; D.; Rodriguez-Mateos; A.; Corona; G.; Oruna-Concha; M. J. & Spencer; J. P. E. (2010). Polyphenols and human health: prevention of disease and mechanisms of action. *Nutrients*; 2; 1106–1131. <https://doi.org/10.3390/nu2111106>
- Vera; R.; Naves; R. V.; Nascimento; J. L.; Chaves; L. J.; Leandro; W. M. & Souza; E. R. B. (2005). Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar Brasiliense* Camb.) no estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*; 35(2); 71–79. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2253>
- Yamaguchi; K. K.; Lamarão; C. V.; Aranha; E. S.; Souza; R. O. S.; Oliveira; P. D. A.; Vasconcellos; M. C.; Lima; E. S.; & Veiga-Junior; V. F. (2017). HPLC-DAD profile of phenolic compounds; cytotoxicity; antioxidant and anti-inflammatory activities of the amazon fruit *Caryocar villosum*. *Química Nova*; 40; 483–90. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170028>