

Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereal com extrato de antocianinas da fruta da palmeira jussara (*euterpe edulis*)**Characterization and sensorial evaluation of cereal bar with anthocyanins extract from the fruit of palmeira jussara (*euterpe edulis*)**

DOI:10.34117/bjdv6n10-110

Recebimento dos originais: 05/09/2020

Aceitação para publicação: 06/10/2020

Laura I. L. Favaro

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Márcia S. M. Souza

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Liliam K. H. Rocha

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Thais O. Jardim

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Edjane C. Cinto

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Júlio Cesar Pereira

Universidade de São Carlos, Campus Sorocaba/SP, Brasil

Victor M. Balcão

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil

Marta M. D. C. Vila

Universidade de Sorocaba - UNISO, Campus Cidade Universitária, Sorocaba/SP, Brasil
Departamento de Biologia e CESAM, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago,
Aveiro, Portugal

RESUMO

Foram desenvolvidas três formulações de barras de cereais com alto teor de fibra a base de aveia (*Avena sativa* L). Na formulação considerada a mais adequada (12,7% de fibras (m/m)) adicionou-se extrato de antocianina de frutos da palmeira Jussara (*Euterpe edulis* Martius) na concentração de 0; 0,25; 1,0; 2,0% (m/m). O teor de antocianinas no extrato foi obtido pelo método diferencial de pH. A composição centesimal das barras de cereais foi realizada e a atividade antioxidante, no extrato antocianínico e nas barras de cereais, foi determinada pelo método de captura de radicais livres. Foi realizado teste afetivo de aceitabilidade para verificar qual a barra de cereal de maior aceitação. As barras de cereais apresentaram teor de umidade, 11,1-12,2% (m/m); cinzas, 1,3-2,3% (m/m); lipídeos, 4,4-6,0% (m/m); proteínas, 4,2-6,0% (m/m); fibra alimentar, 12,7-15,1% (m/m); carboidratos, 58,3-64,5% (m/m); e valor energético de 78,4-82,2 kcal / bar. O conteúdo de antocianina no extrato seco foi de $17,64 \pm 1,13$ mg de antocianina/100g de fruta e a atividade antioxidante foi de cerca de 90% na concentração de 0,5 mg ml⁻¹. As barras de cereais apresentaram atividade antioxidante de 74,7;

87,8; e 86,6 com adição de 0,25; 1.0; e 2,0% de extrato, respectivamente, indicando boa capacidade antioxidante. A barra de cereais desenvolvida contendo extrato de antocianina a 2,0% (p/p) foi considerada a mais adequada após análise sensorial.

Palavras-chave: Antocianinas, Jussara, *Euterpe edulis*, Barra de cereal, Antioxidante, Análise sensorial

ABSTRACT

Three cereal bars formulations with high fiber content based on oats (*Avena sativa* L) were developed. In the formulation considered most suitable (12.7% of fibers (m/m)), anthocyanin extract from Jussara palm fruits (*Euterpe edulis* Martius) was added at a concentration of 0; 0.25; 1.0; 2.0% (m/m). The content of anthocyanins in the extract was obtained by the differential method of pH. The cereal bars centesimal composition was carried out and the antioxidant activity, in the anthocyanin extract and in the cereal bars, was determined by the free radical capture method. Affective acceptability test was performed to check which cereal bar was most accepted. The cereal bars had a moisture content of 11.1-12.2% (w/w); ash, 1.3-2.3% (w/w); lipids, 4.4-6.0% (w/w); proteins, 4.2-6.0% (w/w); dietary fiber, 12.7-15.1% (w/w); carbohydrates, 58.3-64.5% (w/w); and energy value of 78.4-82.2 kcal / bar. The anthocyanin content in the dry extract was 17.64 ± 1.13 mg anthocyanin/100g of fruit and the antioxidant activity was about 90% at the concentration of 0.5 mg ml⁻¹. The cereal bars showed antioxidant activity of 74.7; 87.8; and 86.6 with the addition of 0.25; 1.0; and 2.0% of extract, respectively, indicating a good antioxidant capacity. The cereal bar developed containing 2.0% (w/w) anthocyanin extract was considered the most adequate after sensory analysis.

Keywords: Anthocyanins, Jussara, *Euterpe edulis*, Cereal bar, Sensory analysis, Antioxidant

1 INTRODUÇÃO

As barras de cereais representam uma alternativa de complemento alimentar à base de carboidratos, proteínas e fibras. São um meio prático e conveniente de ingerir nutrientes, além de serem fáceis de encontrar e transportar (Faber & Yuyama, 2015). A associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência no setor de alimentos, em função da crescente preocupação pela população com alimentação saudável (Agbaje et al., 2016; Srebernich et al., 2016). As barras de cereais são alimentos populares e convenientes, que os tornam um formato ideal para fornecer antioxidantes e compostos fenólicos derivados de frutas (Agbaje et al., 2016), podendo ser citados vários exemplos na literatura científica neste sentido. Faber e Yuyama (2015) desenvolveram barras de cereais empregando frutas da região Amazônica como cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) visando aumentar o teor de fibras e proteínas. Appelt et al. (2016) criaram uma barra de cereal utilizando um tipo de farinha obtida da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). Mendes et al. (2013) apresentaram uma barra de cereal utilizando o fruto do baru (*Dipteryx alata*). Silva et al. (2016) desenvolveram uma barra de cereal com uma espécie de farinha obtida da fruta da palmeira Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) comum no norte do Brasil. Marques et al. (2015) usaram

farinha de resíduos agroindustriais da acerola (semente e bagaço) para substituir a aveia no desenvolvimento de barras de cereais.

A palmeira Jussara (*Euterpe edulis* Martius), uma espécie nativa brasileira da Floresta Atlântica, em risco de extinção, que pelo uso extrativista do palmito, produz frutos com excelentes propriedades nutricionais e compostos bioativos como as antocianinas, flavonoides e ácidos fenólicos os quais fornecem grande potencial antioxidante (Schulz et al., 2015; Pereira et al., 2020). Pesquisas indicam que a ingestão diária de antioxidantes fenólicos tem desempenhado um papel importante na redução do risco de desenvolvimento de doenças, como aterosclerose, doenças cardiovasculares, câncer, infecções e doença de Alzheimer (Marques et al., 2015). Assim, tem se estimulado o consumo da polpa (como já foi feito com o açaí) para uso como alimento, uma vez que esta é rica em antocianinas (Cardoso et al., 2015; Figueiredo et al., 2008). Atualmente, tem se verificado também o uso de formas alternativas para o aproveitamento dos frutos, como o uso de extratos secos, polpa congelada e microencapsulação de extratos (Bicudo et al., 2015; Carvalho et al., 2016; Paim et al., 2016). Assim, objetivou-se desenvolver e avaliar formulação de barra de cereais com alto teor de fibras e com adição de extrato antocianínico obtido de frutos da palmeira Jussara. O desenvolvimento de um produto com características sensoriais atrativas e com benefícios à saúde pode oferecer novas oportunidades de mercado. Além disto, a potencial aplicabilidade de frutos da flora nacional pode contribuir para a geração de renda e melhoria na qualidade de vida da população de pequenos agricultores da região da Floresta Atlântica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na primeira fase do trabalho (Etapa1) foram desenvolvidas e caracterizadas três formulações de barra de cereais. Foram determinados o valor calórico, a composição centesimal e realizada análise sensorial. Na Etapa 2 obteve-se um extrato seco de antocianinas a partir dos frutos da Jussara, determinado o teor de antocianinas e a atividade antioxidante. Na Etapa 3 o extrato foi adicionado à formulação da barra de cereal definida como a mais adequada (Etapa 1) e as formulações foram avaliadas sensorialmente e quanto a atividade antioxidante.

2.1 MATERIAL

Os frutos da Jussara (*Euterpe edulis* Martius) doados pela empresa Floricultura Campineira (Campinas, SP) foram armazenados congelados (-4 °C) até o preparo do extrato. Todos os ingredientes utilizados na produção das barras de cereais foram adquiridos de firmas especializadas em produtos alimentares, atendendo aos atributos nutricionais e sanitários adequados ao uso alimentar. Os demais reagentes foram de grau analítico e a água empregada foi purificada em sistema

Milli-Q® (Elga Purelab, Molsheim, França). Na Etapa 1, as formulações de barras de cereais foram codificadas como C150, C135 e C105 e na Etapa 2 codificadas como L10, L 24, L07 e L90. Suas formulações estão disponibilizadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Ingredientes secos e agentes ligantes utilizados nas formulações das barras de cereais

Ingredientes	Fórmula C150 % (m/m)	Fórmula C135 % (m/m)	Fórmula C105 % (m/m)
Aveia em flocos	18,0	12,6	9,0
Farelo de aveia	13,0	13,0	9,0
Flocos de arroz	10,0	14,4	16,6
Abacaxi desidratado	17,1	17,1	21,0
Coco desidratado	3,0	4,0	6,0
Ácido cítrico	0,04	0,04	0,04
Glucose de milho	20,0	20,0	20,0
Açúcar mascavo	15,0	15,0	15,0
Água mineral	3,9	3,9	3,9

Tabela 2. Ingredientes secos e agentes ligantes utilizados nas formulações das barras com adição de extrato antocianínico.

Ingredientes	Fórmula L10 % (m/m)	Fórmula L24 % (m/m)	Fórmula L07 % (m/m)	Fórmula L90 % (m/m)
Aveia em flocos	9,0	9,0	9,0	9,0
Farelo de aveia	9,0	9,0	9,0	9,0
Flocos de arroz	16,6	16,6	16,6	16,6
Abacaxi desidratado	21,0	21,0	21,0	21,0
Coco desidratado	6,0	6,0	6,0	6,0
Ácido cítrico	0,04	0,04	0,04	0,04
Glicose milho	20,0	20,0	20,0	20,0
Extrato antocianínico	0	0,25	1,0	2,0
Açúcar mascavo	15,0	15,0	15,0	15,0
Água mineral	3,9	3,9	3,9	3,9

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Preparo das barras de cereais

Os componentes das formulações foram separados e pesados em balança semi-analítica. Os ingredientes da calda (xarope de glucose e açúcar mascavo) foram dissolvidos numa tina de alumínio e aquecidos em chapa elétrica. Em seguida foi medido o grau Brix da solução empregando-se refratômetro ótico (Hanna Instruments Brasil, modelo HI 96801, Barueri, São Paulo) até atingir 85° Brix. Após esse procedimento, foram adicionados e misturados manualmente os ingredientes secos flocos de arroz, farelo de aveia, aveia em flocos, frutas desidratadas (abacaxi e coco) e ácido cítrico. Nas formulações com diferentes porcentagens de extrato o mesmo foi adicionado numa segunda etapa

e misturado. Na sequência, a formulação foi depositada em tábua de polietileno de alta densidade (PEAD) e prensada com rolo de polietileno até a espessura aproximada de 1 cm. As amostras foram cortadas, embaladas em sachês farmacêuticos laminados compostos por camadas de poliéster 17 g/m²; adesivo; alumínio 0,008 mm 21,6 g/m²; adesivo; polietileno 45 g/m² com tamanho de 7,0 cm x 7,0 cm, adquiridos da empresa Tepron Equipamentos para Laboratórios (São Paulo, Brasil) e armazenadas em temperatura ambiente (25° C).

2.2.2 Composição centesimal

Na avaliação da composição centesimal das barras de cereais, foram determinados os teores de umidade, cinzas e lipídeos, proteínas pelo método de micro-Kjeldahl e fibra alimentar pelo método enzimático-gravimétrico (Association of Official Analytical Chemists, 2012) e teor em carboidratos, estimado por diferença (subtraindo-se de 100, o somatório de proteínas, cinzas e fibra alimentar) (Brasil, 2003). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.2.3 Valor calórico

O valor calórico das barras de cereais foi calculado com base na composição centesimal aproximada (Tabela Brasileira de Composição Alimentar, 2014). Foram utilizados fatores de conversão de 4 kcal g⁻¹ (proteína), 4 kcal g⁻¹ (carboidratos) e 9 kcal g⁻¹ (lipídeos), sendo os resultados expressos em kcal por 100 g.

2.2.4 Extrato antocianínico

Adicionou-se aos frutos da Jussara uma solução hidroalcoólica na concentração de 94% (v/v) na proporção 1:1 (fruta:solvente, m/v). Esta mistura (frutos e solvente) foi deixada em banho termostático à 55 °C e, após 30 minutos, filtrou-se em papel de filtro qualitativo, obtendo-se assim o extrato úmido. O extrato úmido foi seco em capela com circulação de ar por cerca de 6 horas, na ausência de luz em temperatura ambiente (25 °C), obtendo-se o extrato seco que foi armazenado em embalagem de polietileno, protegido da luz em temperatura de congelamento (-4 °C).

2.2.5 Quantificação do teor de antocianinas

O teor das antocianinas nos extratos foi quantificado por espectrofotometria pelo método do pH diferencial (Association of Official Analytical Chemists, 2005) com as leituras realizadas em espectrofotômetro (Multispec Shimadzu, modelo 1501, Tóquio, Japão) em 520 e 700 nm. Para o cálculo da absorbância foi empregada a equação 1.

$$A = (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH\ 1,0} - (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH\ 4,5} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde A = o valor da absorvância medida e o subíndice = comprimento de onda da leitura.

Calculou-se o conteúdo de antocianinas como cianidina-3-glicosídeo (PM = 449,2 Da) através da equação 2, sendo expresso em mg de antocianinas por 100 g da fração da amostra analisada. O método do pH diferencial utiliza como padrão a cianidina-3-glicosídeo, uma vez que esta antocianina está em praticamente todas as frutas vermelhas.

$$C(\text{mg. } 100\text{g fruta}) = \frac{A \times PM \times FD \times 10^3}{\epsilon \times l} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde A= absorvância; PM= massa molecular da cianidina-3-glicosídeo (449,2 g.mol⁻¹); FD= fator de diluição (igual a 10); ϵ = absorvância molar (26900 mol L⁻¹cm⁻¹); l = espessura da cubeta (1 cm); 10³ = fator de conversação de g para mg.

2.2.6 Atividade antioxidante total pela captura do radical livre por 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)

Para o teste com DPPH seguiu-se metodologia descrita originalmente por Brand-Wilians, Cuvelier e Berset (1995). O reagente DPPH foi obtido dissolvendo-se 4 mg de DPPH em 100mL de metanol. As amostras foram preparadas na concentração de 0; 1,0; 5,0; 10,0; 20,0 mg mL⁻¹ em meio aquoso. As amostras para leituras foram preparadas empregando-se 500 μ L de solução de amostra, ou água (controle negativo) e 3,5mL de reagente DPPH. As amostras foram homogeneizadas e mantidas com proteção da luz por 25 minutos. Após este período foram realizadas as leituras em espectrofotômetro (Multispec Shimadzu modelo 1501, Tóquio, Japão) a 517nm. Para o cálculo da % da atividade antioxidante foi empregada a equação 3.

$$\%AA = \frac{A_{\text{controle negativo}} - A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle negativo}}} \times 100 \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde % AA = porcentagem de atividade antioxidante; O controle negativo = absorvância da solução de DPPH sem a amostra; A amostra = absorvância da amostra com o DPPH.

2.2.7 Aceitabilidade sensorial

Para a realização dos testes sensoriais de aceitabilidade do tipo afetivo, o estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Sorocaba (UNISO), recebendo o parecer número 427.767 (Etapa 1) e 2.076.618 (Etapa 3). Os provadores foram selecionados entre alunos e

funcionários da Uniso com idade acima de 18 anos, de ambos os gêneros. O recrutamento dos julgadores foi realizado entre aqueles com hábitos de ingestão de barras de cereais com frequência semanal mínima de consumo, não-fumantes e com disponibilidade para participação nos testes. Foram selecionados 44 participantes na Etapa 1 e 53 participantes na Etapa 3. Os participantes avaliaram aparência, textura, sabor, impressão global do produto e intenção de compra.

Empregou-se escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada nos seus extremos com os termos "adorei" e "detestei", quanto à aceitação global, e "certamente compraria" e "certamente não compraria", para intenção de compra. A escala hedônica serviu de base para avaliação das amostras segundo os atributos aparência, textura, sabor e impressão geral do produto. As notas em relação à intenção de compra poderiam variar de 1 a 5 e de 1 a 10 para as demais características buscando-se determinar se houve diferença significativa entre as barras, para cada característica avaliada.

2.2.8 Análise de dados

Os experimentos foram delineados em blocos casualizados completos, nos quais os tipos de barras de cereais são chamados de tratamentos e cada indivíduo constitui um bloco, pois cada indivíduo avalia os três tratamentos e não apenas um. Assim, tem-se um experimento em blocos casualizados completos com três tratamentos (C150, C135 e C105) e 44 indivíduos (Etapa 1) e quatro tratamentos (L10; L24, L07, L90) e 53 indivíduos (Etapa 3). Os dados obtidos nas análises sensoriais foram submetidos ao teste não-paramétrico, denominado teste de Friedman (Zar, 2010), empregando-se um nível de significância (α) de 0,05. Para decidir entre as hipóteses H_0 (*não há diferença entre os tratamentos quanto a certa característica*) e H_1 (*pelo menos dois tratamentos diferem entre si, quanto a certa característica*), calcula-se o valor X^2 do teste conforme apresentado em Zar (2010) e o valor-p. Se valor-p $> \alpha$, não se rejeita H_0 , caso contrário se valor-p $\leq \alpha$, rejeita-se H_0 . Neste caso, não há evidências de diferenças entre os tratamentos quanto a característica em análise. A estatística X^2 do teste de Friedman é dada pelas equações 4 e 5. Para os cálculos matemáticos empregou-se o software R (R Development Core Team, 2012).

$$X^2 = \frac{\frac{12}{nk(k+1)} \sum_i R_i^2 - 3n(k+1)}{1 - \frac{\sum_j T_j^2}{nk(k^2-1)}} \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde n = o número de blocos (participantes); k = o número de tratamentos; R_i^2 = a soma das ordens atribuídas aos dados do tratamento i nos n blocos

$$T_j = \sum_i t_{ij}^3 - k \quad (\text{Equação 5})$$

Onde t_{ij}^2 = o número de observações empatadas do tratamento i no bloco j

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados obtidos relativos à análise centesimal e densidade energética das amostras de barras de cereais.

Tabela 3. Composição centesimal e densidade energética das três formulações de barras de cereais.

Teores	Fórmula C150	Fórmula C135	Fórmula C105
Umidade (g/100g)	11,5	11,1	12,2
Cinzas (g/100g)	1,3	2,3	1,4
Lipídeos (g/100g)	6,0	4,4	5,3
Proteínas (g/100g)	7,9	4,2	5,8
Fibra alimentar (g/100g)	15,1	13,8	12,7
Carboidratos (g/100g)	58,3	64,3	64,5
Kcal / 100g	318,8	313,6	328,9
kcal / barra (25g)	79,7	78,4	82,2

Como se pode ver por análise da Tabela 3, o teor de proteína bruta aumentou com a elevação de fibra na formulação. A amostra produzida com maior teor de aveia em flocos e farelo de aveia (formulação C150) apresentou maior teor proteico. Adicionalmente, o aumento do teor de fibras favoreceu a elevação dos teores de lipídeos nas barras de cereais formuladas, uma vez que a aveia é rica em lipídeos. Não obstante, os teores de lipídeos obtidos apresentaram uma variação entre 5% a 6% (m/m), bastante próximos as barras de cereais obtidas por Agbaje et al. (2016) com teores de lipídios entre 7,3 a 10,72%. Já outros trabalhos apresentam teores mais elevados, como o observado nos produtos desenvolvidos por Mendes et al. (2013) com 12,5 a 14,5% e no produto preparado por Padmashree et al. (2012) com teor lipídico de 24,3%. O menor teor lipídico pode ser positivo por não favorecer a oxidação lipídica.

Os valores de umidade encontrados nas barras de cereais variaram entre 11,1 e 12,2 % (m/m), valores geralmente observados em barras de cereais, que apresentam umidade entre 10 e 15% (m/m) (Lobato et al., 2012). Baixos valores de umidade são interessantes por não favorecem reações indesejáveis, como o escurecimento não-enzimático, o crescimento microbiano com consequente redução de vida de prateleira (Agbaje et al., 2016).

As formulações preparadas (barras de 25 g) podem fornecer cerca de até 15% da necessidade diária de fibras alimentares para um adulto, uma vez que, recomenda-se de 20 g a 35g de fibra alimentar por dia (American Dietetic Association, 2008). Os elevados teores de fibras alimentares

permitem afirmar que as barras de cereais desenvolvidas podem ser consideradas como alimentos de alto teor de fibra, pois foram obtidos produtos com valores de fibra acima dos valores de referência estabelecidos pela legislação vigente (Brasil, 2005), que é de no mínimo 3g de fibras por 100 g de produto. A fibra alimentar possui muitas funções físico-químicas que contribuem para a atenuação fisiológica, como colesterol e ligação de gordura, diminuição dos níveis de glicose no sangue, prevenção da constipação intestinal funcional (Rasane et al., 2015). Os papéis positivos da fibra alimentar na promoção da saúde e prevenção de doenças, particularmente na saúde digestiva, balanço energético, câncer e diabetes e doenças cardíacas, justificam a demanda por aumento da ingestão diária de fibra alimentar (Santos et al., 2011; Yan et al., 2017).

Obteve-se ainda um alto teor de carboidratos, entre 58,3% a 64,5% (m/m), sendo este o componente de maior contribuição calórica do produto. O valor nutricional por 100 g mostrou que o produto apresenta densidade energética ou valor calórico total entre 313,6 e 328,9 kcal.

A determinação da aceitação pelo consumidor é uma parte crucial em um processo de desenvolvimento e melhoria de produtos sendo fundamental a realização de análises sensoriais (Santos et al., 2011; Yan et al., 2015). Neste sentido foram realizados testes sensoriais para avaliar a melhor formulação e o teor mais adequado de extrato antocianínico. As barras de cereais preparadas sem o extrato antocianínico foram avaliadas quanto a aparência, sabor, textura, aspecto global e intenção de compra. Os resultados obtidos relativos à aparência calculados pelo teste de Friedman foram $X^2 = 0,1$ e valor-p = 0,9512. Como o valor-p obtido foi 0,9512, ou seja, maior que 0,05, não se pode rejeitar H_0 . Isto indica que não houve evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto à aparência. As amostras, em relação à aparência, obtiveram resultados muito próximos. A coloração final das barras foi também muito semelhante, fazendo com que, provavelmente, os julgadores não conseguissem detectar diferenças importantes entre as amostras. Os resultados obtidos relativamente ao parâmetro sabor, calculado pelo teste de Friedman indicaram que não houve diferença significativa entre as amostras. Os valores obtidos foram $X^2 = 0,3962$ e valor-p = 0,8203. Como o valor-p foi de 0,8203, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor. Os produtos desenvolvidos mostraram excelente aceitação em relação ao sabor, nas três formulações C150, C135 e C105, com médias alcançadas nos produtos desenvolvidos superiores a 7,0. As três amostras estavam com dulçor natural das frutas e do xarope de glicose o que pode ter contribuído para a avaliação positiva deste atributo. O elevado teor de fibras de aveia também pode ter colaborado para uma agradável avaliação sensorial, em função do elevado grau de palatabilidade da aveia (Gutkosk et al., 2007).

Em relação à textura, os resultados obtidos relativamente ao teste de Friedman foram $X^2 = 0,9808$ e valor-p = 0,6185. Como o valor-p foi de 0,6185, isto é, maior do que o nível de significância

$\alpha = 0,05$, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto a este atributo. Na análise da textura do produto, o julgador avaliou firmeza, crocância, suculência e adesividade, sendo que todos estes atributos podem interferir nos resultados, pelo que 75% dos julgadores mencionaram média 7 para este parâmetro. Os componentes empregados nas formulações foram os mesmos, com diferenciação significativa, principalmente, em relação aos teores de fibras. Estes fatores, provavelmente, contribuíram para que as texturas nas três formulações ficassem muito parecidas. Esta afirmação pode ser corroborada pelos valores de umidade (11,2 a 12,2% (m/m)) e de lipídeos (4,4 a 6,0% (m/m)) observados nas formulações. Por outro lado, como a textura é também influenciada pelas características mecânicas, poderiam esperar-se diferenças de textura nas barras de cereais em função dos teores de flocos de arroz utilizados, mas, no entanto, isto não foi observado. Os resultados obtidos na avaliação do aspecto global obtidos pelo teste de Friedman foram $X^2 = 0,62$ e valor- $p = 0,7334$. Como o valor- p foi de 0,7334, isto é, maior do que o nível de significância $\alpha = 0,05$, não se pode rejeitar H_0 , ou seja, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao aspecto. A impressão global do produto dá informação sobre aspectos do alimento tais como: cor, tamanho e forma, textura da superfície, brilho e viscosidade do produto. Todas as amostras avaliadas atingiram um mínimo de 70% de respostas no nível da escala correspondente ao “ideal” em todos os atributos avaliados, mostrando que o produto desenvolvido com alto teor de fibras pode encontrar aceitação no mercado com benefícios claros ao consumidor. Em relação à intenção de compra, os resultados obtidos foram $X^2 = 0,4441$ e valor- $p = 0,8419$. Como o valor- p foi de 0,8419, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto à intenção de compra. As respostas referentes à intenção de compra mostraram maior percentual de respostas no nível 4, correspondente a “provavelmente eu compraria”. Os dados da intenção de compra atestam que as três amostras obtiveram bons resultados, confirmando assim a boa aceitação dos produtos desenvolvidos. Para a Etapa 3, ou seja, para agregar o extrato antocianínico e, na sequência, avaliar sua aceitação escolheu-se a formulação C 105 em função de teor mais elevado de frutas desidratadas.

O teor de antocianina totais do extrato foi de $17,64 \pm 1,13$ mg antocianina /100g fruta fresca. O teor de antocianinas em frutos varia muito em função de vários fatores com clima, região, índice pluvial, incidência de luz e, principalmente, pelo grau de maturação da fruta. Durante a maturação modificações bioquímicas, fisiológicas e estruturais contribuem na determinação dos diversos atributos de qualidade das frutas e, conseqüentemente, na presença de fitocompostos (Schulz et al., 2015). No trabalho de Borges et al. (2011) foram analisados extratos de frutas de Jussara de vários locais no Brasil e obtiveram diferenças significativas no conteúdo total de antocianinas, variando de $14,84 \pm 2,11$ a $409,85 \pm 2,33$ mg antocianina/100g de polpa ou fruta fresca de matéria de fruta. Já Schulz et al. (2015) analisaram teores de antocianinas de frutas de Jussara em diferentes fases de

amadurecimento e também observaram valores bastante dispare, com variações entre $18,76 \pm 2,9$ a $634,26 \pm 195,02$ mg antocianina/100 g de fruta. Estes trabalhos indicam a dificuldade na padronização de extratos brutos em relação ao conteúdo de antocianinas.

O extrato antocianínico mostrou diferentes níveis de atividade de captura de radicais de DPPH na faixa de concentrações entre 0-10 mg mL⁻¹. Acima de 0,5 mg mL⁻¹ de cerca de 90%. Estes resultados são comparáveis e estão em estreita concordância com os resultados publicados por Kumar et al. (2014), Lima et al. (2011) e Almulaiky et al. (2017) e indicam que o extrato de antocianina preparado apresentou boa capacidade antioxidante.

O extrato foi adicionado na formulação escolhida e procedeu-se outra análise sensorial, considerando os mesmos parâmetros (aparência, sabor, textura, aspecto global e intenção de compra). Na análise de aparência pode-se concluir que não houve diferenças entre as quatro formulações de barras de cereais. Os resultados alcançados para a estatística do teste de Friedman e o *p*-valor foram de $X^2 = 3,4$ e *p*-valor = 0,3277, respectivamente para o atributo aparência. Como o *p*-valor obtido foi de 0,3277, sendo maior que 0,05, não se rejeitou *H*₀, ou seja, não houve evidências de diferenças entre as quatro formulações quanto à aparência das barras de cereais. Os resultados verificados para a estatística do teste de Friedman do parâmetro sabor e o *p*-valor foram respectivamente $X^2 = 9,21$ e *p*-valor = 0,026. Como o *p*-valor foi de 0,026, isto é, maior do que o nível de significância $\alpha=0,05$, não se rejeitou *H*₀. Pode-se afirmar que não houve evidências de diferenças entre as formulações em relação ao sabor. Os resultados obtidos para a estatística do teste de Friedman e o *p*-valor foram para o parâmetro textura, $X^2 = 6,6606$ e *p*-valor = 0,08354, respectivamente. Como o *p*-valor foi de 0,08354, isto é, maior do que o nível de significância $\alpha=0,05$, não se rejeitou *H*₀. Assim, indicando que não houve evidências de diferenças quanto ao parâmetro textura. Os valores para a estatística do teste de Friedman e para *p*-valor foram $X^2 = 6,2956$ e *p*-valor de 0,09808, respectivamente. Com o *p*-valor, maior do que o nível de significância $\alpha=0,05$, não se rejeitou *H*₀, indicando que não houve evidências de diferenças entre as formulações quanto ao aspecto geral. Os resultados obtidos para a estatística do teste Friedman e o *p*-valor foram $X^2 = 7,9462$ e *p*-valor = 0,04714, respectivamente. Como o *p*-valor foi menor do que o nível de significância $\alpha=0,05$, então rejeitou-se *H*₀. Este resultado indicou que houve evidências de diferenças entre pelo menos duas das quatro formulações de barras de cereais quanto a intenção de compra. Essa diferença é causada pela concentração L07 que apresentou mediana inferior às demais formulações. Em outras palavras, demonstrou-se menor intenção de compra da barra de cereal com a formulação L07, ou seja, com adição de 1,0% (m/m) de extrato antocianínico. Assim, considerando os benefícios atribuídos as antocianinas, a formulação L90 com 2,0% (m/m) de extrato antocianínico adicionado seria a formulação mais adequada para sua produção e comercialização.

As barras de cereais adicionadas de extrato antocianínico foram avaliadas quanto a atividade antioxidante. Os resultados foram de 74,70%; 87,8%; 86,6 % com a adição de 0,25; 1,0; 2,0 % respectivamente. Pode-se perceber que as barras de cereais apresentaram excelente atividade antioxidante.

4 CONCLUSÃO

O grande desafio no desenvolvimento de produtos alimentares do tipo barra de cereais é aliar sabor, aparência e qualidade nutricional. O produto apresentou propriedades sensoriais agradáveis, excelente aceitação, alto teor de fibras e elevada capacidade antioxidante. O extrato de Jussara mostrou-se viável para a inclusão de uma substância antioxidante podendo contribuir positivamente para a saúde das pessoas, sendo uma opção viável para o uso do fruto da Jussara. A barra de cereal desenvolvida pode ser considerada um alimento com características funcionais, uma vez que apresentou elevado teor de fibras e importante atividade antioxidante. Além disso, permitiu o aproveitamento diferenciado de uma espécie vegetal nativa brasileira em vias de extinção.

AGRADECIMENTO

À CAPES pela concessão de bolsas e taxas Prosuc Capes-Uniso à Laura I. Favaro Lopes, Thais J. Oliveira e Edjane C. Cinto. Ao CNPq pelas Bolsas Produtividade em Pesquisa a Victor M. Balcão (Refs. 306113/2014-7 e 308208/2017-0).

REFERÊNCIAS

Academy of Nutrition and Dietetics (2008). Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *Journal American Dietetic Association*, 108,1716-1731.

Agbaje, R., Hassan, C. Z., Norlelawati, A., Abdul-Rahman, A. & Huda-Faujan, N. (2016) Development and physico-chemical analysis of granola formulated with puffed glutinous rice and selected dried Sunnah foods. *International Food Research Journal*, 23(2), 498-506.

Almulaiky, Y. Q., Al-Shawafi, W., Al-Talhi, H., Zeyadi, M., Anwar, F., Al-Abbasi; Khan, R. & Kumar, V. (2017). Evaluation of the antioxidant potential and antioxidant enzymes of some Yemeni Grape Cultivars. *Free Radicals and Antioxidants*, 7(1), 74-79.

Association of Official Analysis Chemistry - AOAC. (2005). *Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (18th ed). Maryland: A.O.A.C. International

Association of Official Analysis Chemistry - AOAC. (2012). Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (19th ed). Maryland: A.O.A.C. International

Applet. P., Cunha, M. A. A., Guerra, A. P., Kalinke, C., Lima, V. (2015). Development and characterization of cereal bars made with flour of jabuticaba peel and okara. *Acta Scientiarum Technology*, 37(1), 117-122.

Bicudo, M.O.P., Oliveira, G.A., Chaimsohn, F. P., Sierakowki, M. R., Freitas, R. A. & Ribani, R.H. (2015). Microencapsulation of Juçara (*Euterpe edulis* M.) pulp by drying using different carries and drying temperatures. *Drying Technology*, 33, 153-161.

Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2003, fevereiro 23). Aprova Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados (Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005, setembro 22). Aprova Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (Resolução RDC nº 263 de 23 de setembro de 2005). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

Borges G. S.C., Vieira, F.G.K., Copeti, C., Gonzaga, L.V., Zambiasi, R.C., Mancini Filho, J. & Fett, R. (2011). Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of Jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. *Food Research International*, 44, 2128–213.

Brand-Wilians, W., Cuvelier, M. & Berset, C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.

Cardoso, A. L., Di Prieto, P.F., Vieira, F.G.K., Boaventura, C.B., Liz, S., Borges, G.S.C., Fett, R., Andrade, D.I. & Silva, E.L. (2015). Acute consumption of Juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. *Journal of Functional Foods*, 17, 152-162.

Carvalho, A.G.S., Machado, M.T.C., Silva, V.M., Sartorato, A., Rodrigues, R. A. F., Hubinger, M. D. (2016). Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of Jussara (*Euterpe edulis* Martius) extract. *Powder Technology*, 294, 421-428.

Faber, M. A. & Yuyama, L.K.O (2015). Functional dietary cereal bar based on Amazon Fruits. *Journal of Food Science and Nutrition*, 5(2), 2-6.

Figueiredo, M. J., Ferreira, T.A., Silva, A. R. Z., Helm, C. V. & Hansel, F. A. (2008). Metodologia para obtenção de antocianinas de frutos da Jussara (*Euterpe edulis*). Comunicado Técnico nº 209, Embrapa, Colombo Paraná.

Gutkoski L. C., Bonamigo J. M. A., Teixeira D. M. F. & Pedó I. (2007). Development of oat based cereal bars with high dietary fiber content. Journal Brazilian Society Food Nutrition, 27:355–363.

Kumar, S., Sandhir, R. & Ojha, S. (2014) Evaluation of antioxidant activity and total phenol in different varieties of Lantana camara leaves BMC Research Notes, 7, 560-568.

Lima, A. J. B., Corrêa, A. D. C, Saczk, A. A., Martins, M. P. & Castilho, R.O. (2011) Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg], Revista Brasileira de Fruticultura, 33(3), 877-887.

Lobato, L. P., Pereira, A. E. I. C., Lazarett, M. M., Barbosa, D. S., Carreira, C.M., Mandarino, J. M. G. & Grossmann, M.V.E. (2012) Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidaemia. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 63(1),1-10.

Marques, T. R., Correa, A. D., Alves, A. P. C., Simão, A. A., Pinheiro, A. C. M. & Ramos, V.O. (2015). Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues Journal Food Science and Technology, 52(8), 5084–5092.

Mendes, N. S. R., Gomes-Ruffi, C. R., Lage, M. E., Becker, F. S., Melo, A. A. M., Silva, F. A. & Damiani, C. (2013) Oxidative stability of cereal bars made with fruit peels and baru nuts packaged in different types of packaging. Journal Food Science Technology, 3(4), 730-736.

Padmashree, A., Sharma, G. K., Srihari, K. A., Bawa, A. S. (2012). Development of shelf stable protein rich composite cereal bar. Journal Food Science and Technology, 49(3), 335–341.

Paim, D. R. S. F., Costa, S. D. O., Walter, E. H. M. & Tonon, R.V. Microencapsulation of probiotic jussara (*Euterpe edulis* Martius) juice by spray drying. LWT- Food Science and Technology, 74, 21-25.

Pereira, D.C.S.; Martins, E. M.F.; Martins, M.L.& Campos, AM.R. Cold storage of juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruits: stability of the bioactive compounds and antioxidant activity. Brazilian Journal of Development 6 (7), 43147-43160, 2020.

R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (2016), Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. <http://www.R-project.org/>

- Rasane, P., Jha, A., Sabikni, L., Kumar, A., Unnkrishnan, V.S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: A review. *Journal Food Science Technology*, 52(2), 662–675.
- Santos, C. T., Bonomo, R. F., Fontan, R. C. I. F., Bonomo, P., Veloso, C. M. & Fontan, G. C. R. (2011). Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. *Acta Scientiarum Technology*, 33(1), 81-85.
- Schulz, M., Borges, G. S. C., Gonzaga, L. V., Seraglio, S. K. T., Olivo, I. S., Azevedo, M. S., Nehring, P.; Gois, J.S.; Almeida, T. S., Vitali, L., Spudeit, D. A., Micke, G.A., Borges, D. L. G. & Felt, R. (2015). Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. *Food Research International*, 77,125-131.
- Silva, E. P., Siqueira, H. H., Daminai, C. & Vilas Boas, E. V. B. (2016) Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jerivá flour (*Syagrus romanzoffiana*). *Food Science and Technology*, 36(3), 421-425.
- Srebernich S. M., Gonçalves, G. M. S., Ormenese, R. C. S. C. & Ruffi, C.R.G. (2016). Physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of cereal bars with addition of acacia gum, inulin and sorbitol. *Food Science and Technology*. *Food Science and Technology*, 36 (3), 555-562.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). (2020). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, <http://www.fcf.usp.br/tbca>.
- Yan, M. R., Brown, D., Parsons, A., Whalley, G.A., Hamid, N., Kantono, K., Donaldson, B. & Rush, E. C. (2015) Branding, ingredients and nutrition information: consumer liking of a healthier snack. *Journal of Food Research*, 4 (5), 64-72.
- Yan, M.R., Parsons, A., Whalley, G.A., Kelleher, J. & Rush, E.C. (2017). Snack bar composition and their acute glycaemic and satiety effects. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition*, 26(4), 624-629.
- ZAR, J. H.(2010) *Bioestatistical analysis* (5 ed). New Jersey: Pearson Prentice Hall.