



PRODUÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* Lamarck): AVALIAÇÃO DO TEOR DE BIOATIVOS E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Jambolan (Syzygium cumini Lamarck) wine production: Evaluation of bioactive content and antioxidant activity

Larissa Bello DONATO¹, Jéssica Souza RIBEIRO^{*2}, Daniel Mario Tapia TAPIA³, Eduardo Bruno Macêdo VIANA⁴,
Márcia Elena ZANUTO⁵

RESUMO: O jambolão, um fruto nativo da Índia encontrado em várias regiões do Brasil, apresenta alto teor de antocianinas e sabor adstringente característico. No presente estudo, foi desenvolvida uma bebida fermentada à base deste fruto, avaliando seu teor de constituintes bioativos e capacidade antioxidante. Para tanto, frutos maduros de jambolão foram coletados em Vitória da Conquista - BA, analisados quimicamente quanto à sua composição centesimal, teor de compostos bioativos e capacidade antioxidante. Foi elaborada uma bebida fermentada com os frutos, que também foi analisado quanto aos constituintes bioativos e atividade antioxidante, comparando-se com um vinho de mesa tinto suave comercial. Os compostos bioativos analisados foram os constituintes fenólicos totais, antocianinas totais, taninos totais e carotenoides totais, e a capacidade antioxidante foi determinada pelo método do sequestro de radical DPPH. O fruto apresentou baixo teor de fibras e alta concentração de carboidratos e compostos bioativos. Considerando as características utilizadas para a classificação de vinhos, a bebida obtida apresentou características de vinho tinto suave, com 7% de álcool e alto teor de constituintes fenólicos totais (409,68 mg GAE.100 mL⁻¹), de antocianinas totais (122,73 mg.100 mL⁻¹), de taninos totais (0,26 g de pirogalol.100 mL⁻¹) e de carotenoides totais (2,43 mg.100 mL⁻¹). A bebida obtida apresentou elevado percentual de proteção contra oxidação (91,96%), sendo superior à encontrada para o vinho comercial (40,72%). O fermentado de jambolão mostrou-se uma opção viável de processamento do fruto e apresentou teor de constituintes bioativos e propriedades antioxidantes superiores aos do vinho tinto comercial, indicando seu potencial funcional.

Palavras-chave: Constituintes bioativos. capacidade antioxidante. bebidas fermentadas. biotecnologia de alimentos e bebidas.

ABSTRACT: Jambolan, a native fruit from India also found in several regions of Brazil, has a high content of anthocyanins and a characteristic astringent flavor. In the present study, a fermented beverage based on this fruit was developed, evaluating its bioactive compounds content and antioxidant capacity. For this purpose, ripe jambolan fruits were collected in Vitória da Conquista - BA, analyzed chemically for their centesimal composition, content and antioxidant capacity. A fermented beverage was made with the fruits, which was also analyzed for bioactive constituents and antioxidant activity, compared to a commercial sweet wine. The bioactive compounds analyzed were the total phenolic constituents, total anthocyanins, total tannins and total carotenoids, and the antioxidant capacity was determined by the DPPH radical sequestration method. The fruit had low fiber content and a high concentration of carbohydrates and bioactive compounds. Considering the characteristics used for wine classification, the beverage obtained showed characteristics of sweet red wine, with 7% alcohol and high total phenolic constituents content (409.68 mg GAE.100 mL⁻¹), total anthocyanins (122.73 mg.100 mL⁻¹), total tannins (0.26 g of pyrogallol.100 mL⁻¹) and total carotenoids (2.43 mg.100 mL⁻¹). The beverage obtained showed a high percentage of protection against oxidation (91.96%), being higher than that found for commercial wine (40.72%). The fermented jambolan proved to be a viable option for processing the fruit and had a content of bioactive constituents and antioxidant properties superior to those of commercial red wine, indicating its functional potential.

Key words: Bioactive constituents. antioxidant capacity. fermented beverages. food and beverages biotechnology.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹Nutricionista, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia (IMS/UFBA), Rua Rio de Contas, 58, Quadra 17, Lote 58 – Candeias, Vitória da Conquista - BA, 45029-094. Fone: (77) 3429-2700. E-mail: larissa_lbd@hotmail.com.

²Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS/UFRB), Av. Centenário, 697 – Bairro Sim, Feira de Santana - BA, 44042-280, Fone: (75) 3622-9351. E-mail: jsribeiro.nutri@gmail.com.

³Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia (IMS/UFBA), Rua Rio de Contas, 58, Quadra 17, Lote 58 – Candeias, Vitória da Conquista - BA, 45029-094. Fone: (77) 3429-2700. E-mail: dmttapia@gmail.com.

⁴Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, BR 415, km 04, s/n, Itapetinga – BA, 45000-700, Fone: (77) 3261-8612. E-mail: ebmviaana@gmail.com.

⁵Doutora em Ciência dos Alimentos, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia (IMS/UFBA), Rua Rio de Contas, 58, Quadra 17, Lote 58 – Candeias, Vitória da Conquista - BA, 45029-094. Fone: (77) 3429-2700. E-mail: mzanutto@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

O jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck, também denominado *Syzygium jambolanum* ou *Eugenia cumini*), conhecido como azeitona roxa, jamelão, cereja, jalão, jambú, azeitona-do-nordeste, ameixa roxa, azeitona-da-terra, blackberry indiana, java, jamun, dentre outros, é um fruto exótico, introduzido em muitos países pertencentes à África e à América Latina. Esta espécie, nativa da Índia, se adaptou de tal forma ao clima e solo brasileiros que se tornou uma espécie subespontânea do Nordeste (SWAMI et al., 2012; SILVA et al., 2011; VIZZOTTO; FETTER, 2009).

Os frutos de jambolão possuem formato elípticos, do tipo bago, com cerca de 3 a 4 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, possuem uma única semente oval e apresentam pericarpo de coloração roxa escura intensa, mesocarpo carnoso e rico em suco, sendo seu sabor adocicado e fortemente adstringente (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

A coloração roxa e o sabor adstringente desse fruto se devem ao seu teor de pigmentos antocianicos. As antocianinas, além de proporcionarem um grande impacto visual, apresentam excelentes propriedades antioxidantes. Estão presentes em grande quantidade nos frutos de jambolão, apresentando participação na inibição da peroxidação de lipídeos, na desagregação de plaquetas e na ação antitumoral e antimutagênica. Além disso, a literatura também relata que essa planta em suas diferentes partes (frutos, folhas, tronco), possui ação protetora contra úlcera, hipoglicemiante, antimicrobiana, hipotensiva, diurética, cardiotônica, antiinflamatória, estimulante do sistema nervoso central, anticonvulsivante, anti-hemorrágica antiescorbútica e anti-HIV comprovadas (AYYANAR; SUBASH-BABU, 2012; SWAMI et al., 2012; SINGH et al., 2016, JOSHI et al., 2019).

Apesar de uma pequena parte da produção desse fruto ser aproveitada pelas populações locais para o consumo, a alta produção, somada a rápida degradação do fruto *in natura* e, principalmente, por não haver aproveitamento significativo em produtos processados, ocorre um grande desperdício das frutas na época da safra. Uma opção para aproveitamento desse fruto é o seu emprego na elaboração de bebidas fermentadas.

Dentre as bebidas alcoólicas produzidas a partir da fermentação de frutas, o vinho é o principal produto, sendo o mais estudado. Denomina-se vinho a bebida alcoólica obtida pela fermentação da uva (*Vitis vinífera*) (BRASIL, 1988). Além da cor e aroma característicos, o consumo moderado do vinho pode trazer diversos benefícios à saúde, o que se deve à presença de compostos bioativos, principalmente os constituintes fenólicos, como o resveratrol, as antocianinas e os taninos. Tais constituintes são encontrados na uva e concentrados no vinho durante a sua produção (COSTA; ROSA, 2016; ARAÚJO, 2019).

Os constituintes fenólicos, dentre eles as antocianinas e os taninos, podem ser encontrados em várias frutas, e estas podem ser utilizadas para a produção de bebidas fermentadas com funcionalidades semelhantes às do vinho. Essas bebidas são associadas a cores, sabores e aromas característicos dos frutos utilizados, além de ampliarem as possibilidades de produtos e de representarem uma forma de aproveitar os frutos em períodos fora da safra.

Bebidas elaboradas a partir da fermentação de frutas diferentes da uva, segundo legislação brasileira, devem ser rotuladas com a denominação “fermentado de”, acrescida do nome da fruta utilizada. Os fermentados de fruta são as bebidas com graduação alcoólica de 4 a 14% (v.v⁻¹), a 20°C, produzidas através da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura, da sua polpa, do seu suco integral ou concentrado, podendo ser adicionado de água (BRASIL, 2009).

Nos últimos anos, tem sido crescente a realização de pesquisas para o desenvolvimento de bebidas fermentadas alcoólicas a partir de frutos regionais brasileiros, como maracujá da Caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast.), umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), goiaba (*Psidium guajava* L.) e jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg.). Além dos atributos sensoriais únicos de cada fermentado, essas bebidas apresentam diversos constituintes bioativos (DANTAS; SILVA, 2017; PIRES et al., 2018; SANTOS et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020; SANTOS et al., 2020b). Essa grande variedade de produtos demonstra o potencial dos frutos brasileiros nativos e exóticos para a elaboração de produtos com elevado valor agregado.

Diante do exposto, considerando o grande potencial nutritivo e funcional do jambolão (*Syzygium cumini* L.), o seu desperdício devido à alta perecibilidade e a necessidade de mais produtos que aproveitem os períodos de safra e agreguem valor a essa fruta, o presente estudo teve como objetivo produzir um fermentado alcoólico de jambolão, avaliando seu teor de constituintes bioativos e sua capacidade antioxidante.

MATERIAL E MÉTODOS

O fermentado de jambolão foi elaborado nos laboratórios de Bromatologia e Tecnologia de Alimentos do Instituto Multidisciplinar de Saúde, da Universidade Federal da Bahia (IMS/UFBA).

O jambolão foi colhido na reserva florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista – BA, considerando-se maduros aqueles que apresentavam coloração completamente roxa escura e textura macia, porém firme, os quais foram colhidos em diferentes árvores de acordo com o número de frutíferas disponíveis para realização da colheita.

Os frutos (Figura 1) foram lavados, classificados e selecionados, sendo aproveitados apenas aqueles que apresentavam consistência firme, completamente maduros e livres de injúrias. Em seguida, uma amostra aleatória foi pesada em balança semianalítica e medido com auxílio de paquímetro graduado, para a caracterização física.

Figura 1. Frutos de jambolão em diferentes estádios de maturação, cacho e polpa de frutos maduros.



Determinação da composição química e físico-química

A polpa de jambolão foi caracterizada quanto ao pH, acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST), umidade, matéria seca, cinzas e composição nutricional (IAL, 2008; AOAC, 2010).

Determinação do teor compostos bioativos e atividade antioxidante

As determinações de constituintes fenólicos totais em ácido gálico (GAE) e de taninos totais em pirogalol foram realizadas de acordo com a Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2010), utilizando o extrato aquoso obtido a quente e tratado com PVPP (polivinilpirrolidona), seguido da reação com reagente Folin-Ciocalteu e leitura da absorbância em espectrofotômetro de absorção molecular a 765 nm.

A determinação de antocianinas totais foi realizada através do método de pH diferencial, proposto por Lees e Francis (1972), no qual as amostras são preparadas em pH 1,0 e 4,5, sendo realizadas leituras em 520 e 700 nm, seguida da subtração da variação das leituras de absorbâncias em cada pH.

Os carotenoides totais foram quantificados por meio de extração em acetona refrigerada e partição em éter de petróleo, protegido da luz, seguida de leitura em espectrofotômetro de absorção molecular, com comprimento de onda igual a 450 nm (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004).

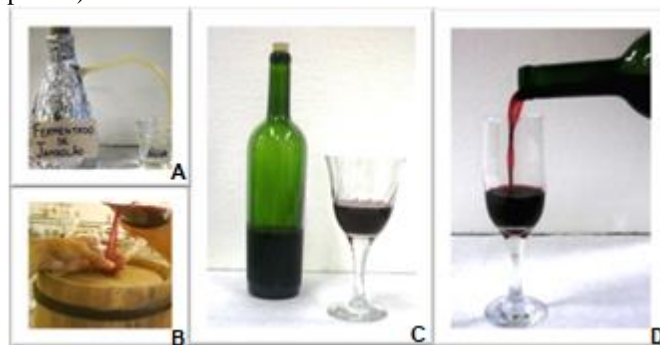
A capacidade antioxidante foi avaliada por meio da extração dos compostos em etanol a 70%, seguida da análise pelo método do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), utilizando um controle negativo (metanol) e dois controles positivos, representados por soluções de hidroxibutiltolueno (BHT) a 0,05 e 0,10 mg.mL⁻¹, procedendo-se a leitura em espectrofotômetro de absorção molecular, em comprimento de onda igual a 515 nm (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

Produção do fermentado alcoólico de jambolão

O fruto foi despulpado e prensado para formação do mosto. Em seguida, deu-se início à fermentação alcoólica dos frutos, através da inoculação de *Saccharomyces cerevisiae*, oriunda de fermento biológico seco instantâneo, previamente ativada em água filtrada (1:10) a 37°C, na proporção de 0,2 g.L⁻¹ em relação ao mosto. Acrescentou-se, também,

metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅) na quantidade de 0,025g.100g⁻¹. O mosto foi fermentado em condições anaeróbicas e ao abrigo da luz, em sistema com escape de CO₂, durante 5 dias. No sexto dia, o bagaço do mosto foi removido, os SST foram aferidos e efetuou-se o cálculo para chaptalização (correção pela adição de sacarose). Com o açúcar totalmente dissolvido, o mosto foi transferido para um barril de madeira, onde ficou fermentando por 20 dias, em temperatura ambiente. Definiu-se o final do processo de fermentação através das aferições dos SST e do teor alcoólico, realizadas a cada 2 dias, considerando-se a estabilização da concentração residual de açúcares no mosto fermentado e o alcance do teor alcoólico desejado. O fermentado obtido foi filtrado a vácuo em funil de Büchner com papel filtro Whatman 42, sendo posteriormente centrifugado para a devida clarificação. Para conservação, o fermentado pronto foi acondicionado em garrafa de vidro fechada com rolha de cortiça, pasteurizado por aquecimento em banho-maria a 65°C por 20 minutos, seguindo-se do resfriamento à temperatura ambiente (Figura 2).

Figura 2. Obtenção do fermentado alcoólico de jambolão (A – fermentação inicial do mosto; B – transferência do mosto para barril de madeira; C e D – fermentado de jambolão pronto).



O fermentado também foi caracterizado físico-quimicamente, avaliando-se, ainda, a sua densidade relativa e o seu teor alcoólico com auxílio de um alcoômetro graduado. As mesmas análises foram realizadas em um vinho de mesa tinto suave (marca Quinta do Morgado®) adquirido no comércio local.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando-se a média e o desvio-padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises físicas mostraram que o jambolão obteve peso igual 4,16 ± 0,37 g, largura de 1,55 ± 0,1 cm e comprimento de 2,44 ± 0,075 cm. O peso encontrado para o jambolão foi menor do que a faixa relatada por Ghorage e colaboradores (2009) que observaram a variação do peso para diferentes genótipos do fruto (5,27 a 13,45 g). A largura e o comprimento também apresentaram valores inferiores aos encontrados por Vizzotto e Pereira (2008) (2 cm de largura e 3 a 4 cm de comprimento). Essas variações físicas entre os frutos podem estar relacionadas as condições climáticas, solo, época do plantio ou período de colheita, dentre outros (TORREZAN, 2020).

Quanto ao valor energético do fruto, verificou-se que o resultado obtido no presente estudo se encontra dentro dos valores relatados por outros estudos, nos quais variou entre 46 e 68 kcal.100g⁻¹ (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008; GHOJAGE et al., 2009). O baixo teor calórico encontrado para o fruto pode ser relacionado ao baixo teor em lipídios.

A composição centesimal da polpa de jambolão é apresentada na Tabela 1. Os resultados são próximos aos apresentados por Vizzotto e Fetter (2009), que encontraram

0,67 g.100g⁻¹ proteínas, 0,30 g.100g⁻¹ de lipídeos, 10,70 g.100g⁻¹ de carboidratos totais e 0,28 g.100g⁻¹ de fibra alimentar. Os resultados demonstram que o fruto é pobre em proteínas, lipídios e fibras, o que não representa um problema para a produção do fermentado, visto que a qualidade do vinho, bebida utilizada como padrão nesse estudo, depende do teor de sólidos solúveis totais - que se relacionam ao teor de açúcar-, da acidez e da concentração e composição dos constituintes fenólicos (GUERRA, 2002).

Tabela 1 - Composição nutricional do fruto de jambolão.

Parâmetro	Quantidade
Energia (kcal.100g ⁻¹)	57,40
Proteína (g.100g ⁻¹)	0,80
Lipídeos (g.100g ⁻¹)	Tr
Carboidratos totais (g.100g ⁻¹)	13,55
Fibras totais (g.100g ⁻¹)	0,47

Tr: traços.

Em relação aos resultados da caracterização físico-química e química do fruto de jambolão presentes na Tabela 2, Vizzotto e Fetter (2009) relataram para esse fruto valores próximos para umidade (88,0%) e cinzas (0,34%), mas inferiores para sólidos solúveis totais (9,0°Brix). No estudo conduzido por Brandão e colaboradores (2017), o fruto de

jambolão apresentou pH de 3,75 e 12,78°Brix de sólidos solúveis totais. Estas diferenças encontradas podem ser explicadas pelo estágio de maturação dos frutos e pelos fatores edafoclimáticos, que influenciam diretamente na sua composição química (TORREZAN, 2020).

Tabela 2 - Caracterização físico-química e química do fruto de jambolão, do fermentado de jambolão e do vinho comercial.

Parâmetro	Fruto de Jambolão	Fermentado de Jambolão	Vinho de Mesa Tinto Suave
pH	4,26 ± 0,09	3,74 ± 0,04	2,99±0,40
ATT (%)	3,74 ± 0,04	-	-
AT (meq.L ⁻¹)	-	63,00 ± 0,10	67,00 ± 0,40
SST (°Brix)	12,86 ± 0,43	6,00 ± 0,01	15 ± 0,01
Umidade (%)	84,90 ± 1,24	97,42 ± 0,13*	91,01±0,03*
Matéria Seca (%)	15,81 ± 1,24	2,58 ± 0,13	8,99±0,03
Cinzas (%)	0,28 ± 0,07	0,32 ± 0,04	0,13±0,02
Teor alcoólico (%)	NA	7,00 ± 0,02	10,00 ± 0,01

NA: não se aplica.

O fermentado de jambolão e o vinho comercial também tiveram suas características físico-químicas e químicas avaliadas. Os resultados de densidade relativa das bebidas foram próximos, sendo igual a 1,0 g.mL⁻¹ para o fermentado de jambolão e 1,04 g.mL⁻¹ para o vinho comercial. O teor alcoólico, apresentado na Tabela 2, está dentro da faixa estabelecida pela legislação para fermentados de frutas (teor alcoólico entre 4 e 14% em volume a 20°C), e apresentou valor próximo ao encontrado por Brandão e colaboradores (2017) em fermentado de jambolão produzido pelos autores, que foi igual a 8,35%. O vinho tinto comercial avaliado pode ser classificado como vinho de mesa, pois apresenta um teor alcoólico entre 8,6 e 14% (BRASIL, 2018).

Quanto ao pH e à acidez, o fermentado alcoólico de jambolão apresentou valores próximos aos do vinho comercial avaliado. Resultados próximos de pH foram

encontrados por Santos e colaboradores (2019) em fermentado de maracujá da Caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast.) em estádios de maturação intermediário e maduro (pH igual a 3,06 e 3,20, respectivamente), mas o valor de acidez encontrado para as bebidas avaliadas no presente estudo foi menor do que a referida para os fermentados de maracujá do mato, que foi igual a 534,21 meq.L⁻¹ em ambos os casos. Resultados diferentes para pH foram encontrados por Bessa e colaboradores (2018) em fermentado de melão (*Cucumis melo* L.), nas variedades amarelo (pH igual a 4,28 e cantaloupe (pH igual a 4,08), mas a acidez dessa última variedade foi próxima à encontrada para as bebidas avaliadas no presente estudo (53,10 meq.L⁻¹). A acidez total dos vinhos e fermentados de fruta se deve à presença dos ácidos orgânicos do fruto e dos ácidos formados com a fermentação (ácidos cítrico, málico, tartárico, succínico, láctico, acético e

malolático), e para o vinho de mesa a acidez total deve estar entre 40 e 130 meq.L⁻¹ (BORGHEZAN, 2017).

Os valores elevados para umidade, e conseqüentemente, os baixos valores de matéria seca, encontram-se dentro do esperado, visto que a água é o maior constituinte das bebidas fermentadas. A legislação não estabelece um valor mínimo de cinzas para as bebidas fermentadas de frutas, mas para vinhos tintos o teor mínimo de cinzas deve ser 1,5 g.L⁻¹, ou 0,15% (INMETRO, 2008). Desse modo, o vinho comercial analisado apresentou um percentual de cinzas abaixo desse padrão,

demonstrando possuir baixo teor de minerais, que pode resultar da diluição por adição de água ao produto.

O presente estudo também avaliou o conteúdo de fenólicos totais, antocianinas totais, taninos totais e carotenoides totais no jambolão *in natura*, no fermentado e no vinho comercial (Tabela 3). Os resultados mostram que o fruto apresentou concentração mais elevada de compostos fenólicos e carotenoides totais, sendo os primeiros considerados os principais responsáveis pela atividade antioxidante em frutos e em vinho (OMENA et al., 2012; LINS; SARTORI, 2014).

Tabela 3 - Compostos bioativos presentes no fermentado de jambolão e no vinho suave de mesa comercial.

Parâmetro	Fruto de Jambolão	Fermentado de Jambolão	Vinho Tinto de Mesa Comercial
Fenólicos totais (mg GAE.100 g ⁻¹ ou mL ⁻¹)	516,42 ± 234,76	409,68 ± 48,04	226,70 ± 41,91
Antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹ ou mL ⁻¹)	64,62 ± 12,85	122,73 ± 2,91	12,36 ± 0,86
Taninos totais (g pirogalol.100 g ⁻¹ ou mL ⁻¹)	0,17 ± 0,06	0,26 ± 0,03	ND
Carotenoides totais (mg.100 g ⁻¹ ou mL ⁻¹)	2,50 ± 0,03	2,43 ± 0,02	2,07 ± 0,02

ND: não detectado.

Observando os resultados apresentados em relação às bebidas avaliadas, percebe-se que o fermentado de jambolão apresentou valores superiores de compostos bioativos, sugerindo preservação e concentração considerável destas substâncias durante o processamento, além do aumento da extração e liberação desses compostos, destacando-se as antocianinas e os taninos. Essa informação é de grande valia, visto que as antocianinas estão diretamente relacionadas à coloração dos vinhos e os taninos são responsáveis por sua adstringência, duas características diretamente relacionadas à qualidade dessas bebidas (GUERRA, 2002; HUR et al., 2014). A concentração de carotenoides totais apresentou valores semelhantes nas bebidas estudadas.

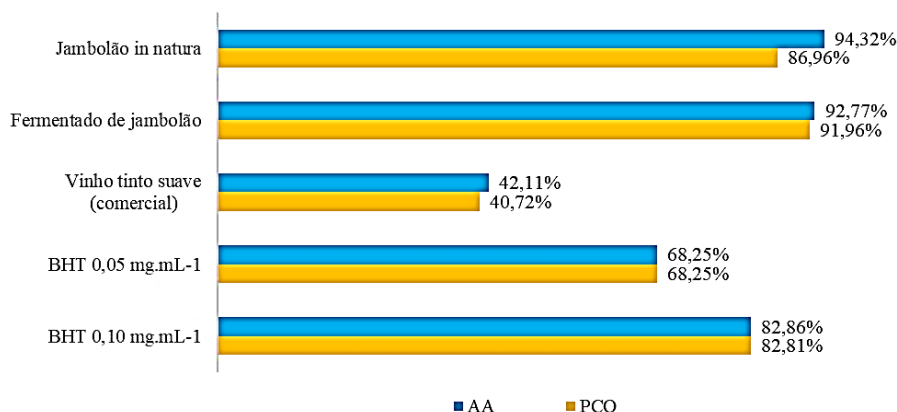
Esses resultados são superiores aos encontrados por Brandão (2017) para o fruto (423,09 mg.100 g⁻¹ de fenólicos totais, 173,69 de antocianinas mg.100 g⁻¹ e 0,29 g.100 g⁻¹ de taninos) e para o fermentado de jambolão (84,51 mg.100 g⁻¹ de fenólicos totais, 32,69 de antocianinas mg.100 g⁻¹ e 0,07 g.100 g⁻¹ de taninos). Do mesmo modo, os dados do presente estudo possuem valores superiores aos encontrados no fermentado de jambolão produzido por Oliveira e colaboradores (2016), que relataram 299 mg GAE.100 mL⁻¹ de constituintes fenólicos totais, 67 mg.100 mL⁻¹ de antocianinas e 0,09 g.100 mL⁻¹ de taninos.

Os constituintes fenólicos totais são encontrados numa ampla gama de alimentos, tais como cereja, maçã, amora, aveia, trigo, chocolate, framboesa, uva, café, azeite, entre

outros, e a eles são atribuídos efeitos anticarcinogênico, antiinflamatório, antiaterogênico, anti-hepatóxico, antioxidante e antimicrobiano. As antocianinas, compostos coloridos pertencentes à classe dos compostos fenólicos e classificadas como flavonoides, também estão relacionadas a estes efeitos. Os taninos apresentam atividade antimicrobiana e capacidade de se ligar a proteínas, promovendo a sensação de adstringência, o que ainda está relacionado à capacidade de alguns taninos de contribuir para o emagrecimento, reduzir reações inflamatórias, auxiliar na cicatrização e inibir enzimas envolvidas em processos oxidativos. Já os carotenoides atuam como antioxidantes sinérgicos, além de alguns deles possuírem atividade de pró-vitamina A e terem ação anticarcinogênica (RIIHINEN et al., 2014; COSTA; ROSA, 2016; DAMODARAN et al., 2018; ARAÚJO, 2019; SANTOS et al., 2020a). Todas essas características demonstram o potencial funcional do fruto e do fermentado de jambolão.

Os resultados referentes à atividade antioxidante e ao percentual de proteção do fruto de jambolão, do fermentado desse fruto e do vinho comercial por meio da técnica de sequestro de radical DPPH são apresentados na Figura 3. Os dados obtidos mostraram que o fruto e o fermentado de jambolão apresentaram capacidade antioxidante superior ao vinho tinto e ao padrão BHT, o que está de acordo com os resultados encontrados na análise de constituintes bioativos.

Figura 3. Capacidade antioxidante obtida pelo método DPPH, expressa em atividade antioxidante (AA) e em proteção contra a oxidação (PCO).



Oliveira e colaboradores (2016) relataram para o fermentado de jambolão uma capacidade de eliminação do radical DPPH semelhante à proteção contra a oxidação encontrada no presente estudo (85,24%). Esses resultados demonstram o grande potencial antioxidante dos frutos e do fermentado de jambolão.

Os dados encontrados no presente estudo mostraram que o produto desenvolvido possui substâncias biologicamente ativas comparáveis a de produtos já reconhecidos como “funcionais” como é o caso do vinho tinto, podendo oferecer efeitos fisiológicos desejáveis e importantes à saúde se consumido moderadamente (COSTA; ROSA, 2016). O aproveitamento do fruto de jambolão sob forma de bebida alcoólica fermentada ainda se mostrou promissor, utilizando um método simples e altamente vantajoso, visto que as bebidas fermentadas possuem grande valor agregado.

CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que é possível produzir uma bebida alcoólica fermentada, similar ao vinho tinto, a partir do jambolão. O fermentado produzido é rico em compostos bioativos, como constituintes fenólicos, especialmente antocianinas e taninos, que são indicadores da sua qualidade sensorial e potencial funcional. Além disso, observou-se que tanto o fruto quanto o fermentado de jambolão apresentam elevada capacidade antioxidante.

O processamento como fermentado tem um grande potencial de agregação de valor ao fruto, contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável das regiões aonde é encontrado, e indica que o jambolão pode ser utilizado como matéria prima para alimentos e bebidas potencialmente funcionais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; ALMEIDA, E. C.; SILVA, L. N.; SANTOS, Y. M. G.; LUNA, L. C. Estudo sensorial de bebidas alcoólicas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, e2019208, 2020.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Farmacopeia Brasileira*. 5.ed. São Paulo: Atheneu, 2010. 2v.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 18 ed. Washington: AOAC, 2010.

ARAÚJO, J. M. A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 7 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019.

AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2012.

BESSA, M. A. D.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; ALMEIDA, F. L. C.; OLIVEIRA NETO, J. O. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, e2017217, 2018.

BORGHEZAN, M. Formação e maturação da uva e os efeitos sobre os vinhos: revisão. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, v. 32, n. 2, p. 126-141, 2017.

BRANDÃO, T. S. O.; PINHO, L. S.; HUGHES, A. F. S.; SOUZA, J. L.; ROSA, C. A.; TESHIMA, E.; BRANDÃO, H. N.; DAVID, J. M. Characterization of the jambolan (*Syzygium cumini* L.) fruit wine processing. *BioResources*, v. 12, n. 4, p. 7069-7083, 2017.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUEVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 7.678, de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. *Diário Oficial da União; Poder Executivo*, 1988.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. *Diário Oficial da União; Poder Executivo*, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 14, de 8 de fevereiro de 2018. *Diário Oficial da União; Poder Executivo*, 2018.

- COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. Alimentos funcionais: compostos bioativos e efeitos fisiológicos. 2 ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de Fennema. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2018.
- DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. *Holos*, v. 2, p. 108-121, 2017.
- GHOJAGE, A. H.; SWAMY, G. S. K.; KANAMADI, V. C.; JAGDEESH, R.C.; KUMAR, P.; PATIL, C. P.; REDDY, B. S. Studies on variability among best selected genotypes of jamun (*Syzygium cumini* Skeels.). In: ISHS Acta Horticulturae 890: II International Symposium on Pomegranate and Minor - including Mediterranean - Fruits: ISPMMF, 2009.
- GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. *Viticultura e Enologia*. Ed. Andradas, EPAMIG. V – 1. 2002.
- HUR, S. J.; LEE, S. Y.; KIM, Y-C.; CHOI, I.; KIM, G. B. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, v. 160, p. 346-356, 2014.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Programa de análise de produtos: relatório de vinho. Rio de Janeiro: Inmetro, 2008.
- JOSHI, M.; PAUDEL, M.; UPRETI, S. Therapeutic influence of Jamun (*Syzygium cumini*): a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 8, n. 3, p. 1056-1059, 2019.
- LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. *HortScience*, v. 7, n. 1, p.83- 84, 1972.
- LINS, A. R.; SARTORI, G. V. Phenolic quality and antioxidant activity of red wines produced in Paraná, *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 16, p. 69–76, 2014.
- OLIVEIRA, É R.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S.; VILAS BOAS, E. V. B. Bioactive composition and sensory evaluation of blended jambolan (*Syzygium cumini*) and sugarcane alcoholic fermented beverages. *Journal of the Institute of Brewing*, v. 122, p. 719– 728, 2016.
- OMENA, C.M.B.; VALENTIM I. B.; GUEDES D. G. S, RABELO L. A.; MANO C. M.; BECHARA J. H., SAWAYA A. C. H. F., TREVISAN M. T. S.; COSTA J. G. D.; FERREIRA R. C. S.; SANT'ANA A. E. G.; GOULART M. O. F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. *Food Research International*, v.49, p.334-344, 2012.
- PIRES, J. A.; ARTHUR, V.; GUTIERREZ, E. M. R.; HARDER, M. N. C. Avaliação dos parâmetros físico-químicos de fermentado de jabuticaba caseiro. *Bioenergia em Revista: Diálogos*, v. 8, n. 1, p.19- 27, 2018.
- RIIHINEN, K. R.; OU, Z. M.; GODECKE, T.; LANKIN, D. C.; PAULI, G. F.; WU, C. D. The antibiofilm activity of lingonberry flavonoids against oral pathogens is a case connected to residual complexity. *Fitoterapia*, v. 97, p. 78-86, 2014.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis. HarvestPlus Technical Monograph 2. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Copyright HarvestPlus, 2004.
- SANTOS, C. A.; ALMEIDA, F. A.; QUECÁN, B.; PEREIRA, P.; GANDRA, K.; CUNHA, L. R.; PINTO, U. M. Bioactive Properties of *Syzygium cumini* (L.) Skeels Pulp and Seed Phenolic Extracts. *Frontiers in microbiology*, v. 11, n. 990, 2020a.
- SANTOS, E. A. S.; MOREIRA, T. L.; ROSA, R. D. A.; SOUZA, D. S.; PEREIRA, E. S.; MÓES, R. S.; FONTES, R. F.; REIS, M. F. T. Bebida alcoólica fermentada de goiaba (*Psidium guajava* L.): processamento e caracterização. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n.5, p. 31785-31798, 2020b.
- SANTOS; R. T. S.; RYBKA, A. C. P.; CASTRO, C. D. P. C.; AIDAR, S. T.; MARQUES, A. T.B.; SILVA, F. L. H. Desenvolvimento de fermentado alcoólico de maracujá da Caatinga a partir de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 5., Bananeiras, PB. Anais eletrônicos. Campinas: GALOA, 2019.
- SILVA, S. N.; ABREU, I. C.; SILVA, G. F. C.; RIBEIRO, R. M.; LOPES, A. S.; CARTÁGENES, M. S. S., FREIRE, S. M. F.; BORGES, A. C. R., BORGES, M. O. R. The toxicity evaluation of *Syzygium cumini* leaves in rodents. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 22, n.1, p. 102-108, 2011.
- SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N.; NIM, L.; SHEVKANI, K.; KAUR, H.; ARORA, D. S. In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. *LWT - Food Science and Technology*, v. 65, p. 1025-1030, 2016.
- SWAMI, S. B.; THAKOR, N. S. J.; PATIL, M. M.; HALDANKAR, P. M. Jamun (*Syzygium cumini* (L.)): a review of its food and medicinal uses. *Food and Nutrition Sciences*, v. 3, p. 1100-1117, 2012.
- TORREZAN, R. Frutas. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/equipe_editorial.html> Acesso em: 22 jun 2020.
- VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. Jambolão: o poderoso antioxidante. Cultivar, EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 26 de maio 2009. Disponível em <<http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/jambolao>>. Acesso em 10 de março de 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Caracterização das propriedades funcionais de jambolão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 26p., 2008.