

OBTENÇÃO DE UM EXTRATO PADRONIZADO RICO EM ANTOCIANINAS A PARTIR DO “JAMELÃO” - *SYZYGIUM CUMINI* (L.) SKEELS

OBTAINING A STANDARDIZED EXTRACT RICH IN ANTHOCYANINS FROM “JAMELÃO” - *SYZYGIUM CUMINI* (L.) SKEELS

LUÍS SÉRGIO FONTELES DUARTE¹  VICTOR BORGES FERNANDES²  ÍCARO GUSMÃO PINTO VIEIRA³  CLÁUDIA FERREIRA SANTOS⁴  NILBERTO ROBSON FALCÃO DO NASCIMENTO^{*5} 

¹Doutorando em Ciências Fisiológicas. Instituto Superior de Ciências Biomédicas, Universidade Estadual do Ceará – UECE. Fortaleza, Ceará, Brasil.

²Doutorando em Biotecnologia. RENORBIO, Fortaleza, Ceará, Brasil

³Doutor em Química. PADETEC-UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁴Doutora em Bioquímica. Instituto Superior de Ciências Biomédicas-Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁵Doutor em Farmacologia. Instituto Superior de Ciências Biomédicas-Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

*Autor Correspondente: nilberto.nascimento@uece.br

RESUMO

Syzygium cumini (L.) Skeels (sinonímia: *Eugenia jambolana* Lam.) é uma árvore perene, de médio a grande porte e de rápido crescimento popularmente conhecida como Jamelão, jambolão, cereja, jalão, jambu, azeitona do nordeste, ameixa-roxa, entre outras denominações. O fruto desta árvore é rico em antocianinas, compostos polifenólicos com potente atividade antioxidante. A partir de frutas maduras coletadas no município de Aquiraz-Ceará foram preparados um extrato etanólico/metanólico da pele (EEMPJ-SF) ou um extrato etanólico/metanólico da pele e da polpa do Jamelão (EEMJ-SF). O objetivo do trabalho foi obter extratos de Jamelão mais concentrados em antocianinas. Nos extratos foram identificadas cinco antocianinas: delphinidina 3,5-diglicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, petunidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3,5-diglicosídeo e malvidina 3,5-diglicosídeo. No EEMPJ-SF as antocianinas apresentaram a seguinte ordem de concentração: petunidina 3,5-diglicosídeo (11,20%) > malvidina 3,5-diglicosídeo (9,40%) > delphinidina 3,5-diglicosídeo (7,57%) > cianidina 3,5-diglicosídeo (5,30%) > e peonidina 3,5-diglicosídeo (2,68%). O EEMJ-SF apresentou um teor de antocianinas na ordem de 361,15 mg/g. No EEMJ-SF as antocianinas apresentaram a seguinte ordem de concentração: petunidina 3,5-diglicosídeo (2,37%) > delphinidina 3,5-diglicosídeo (1,94%) > malvidina 3,5-diglicosídeo (1,85%) > cianidina 3,5-diglicosídeo (0,95%) > e peonidina 3,5-diglicosídeo (0,44%). O EEMPJ-SF apresentou um teor de antocianinas na ordem de 75,43 mg/g. O Jamelão apresentou quantidades de antocianinas superiores a outros frutos com notória atividade nutracêutica como mirtilo, amora, uva, açaí e acerola, por exemplo. Portanto, este estudo descreve preparo de um extrato padronizado muito rico em antocianinas agregando conhecimento científico a esta fruta ainda sem muito valor comercial em nosso país.

Palavras-chave: jamelão; nutracêuticos; antioxidantes, polifenóis

ABSTRACT

Syzygium cumini (L.) Skeels (synonymia: *Eugenia jambolana* Lam.) it is a evergreen perennial medium to large-sized fast growing tree popularly known in Brazil as “Jamelão”, “jambolão”, “cereja”, “jalão”, “jambu”, “azeitona do nordeste”, “ameixa-roxa”, among other denominations. The fruit of this tree is a rich source of anthocyanins, polyphenolic compounds with potent antioxidant activity. Ethanolic/methanolic extracts were prepared from peel (EEMPJ-SF) or peel and pulp (EEMJ-SF) of mature jambolan fruits harvested in the Aquiraz city, Ceará. The aim of the present work was to obtain extracts of jambolan with higher contents of anthocyanins. Five anthocyanins were identified in both extracts: delphinidin 3,5-diglucoside, cyanidin 3,5-O-diglucoside, petunidin 3,5-O-diglucoside, peonidin 3,5-diglucoside and malvidin 3,5-diglucoside. In the EEMJ-SF extract the order of abundance of anthocyanins was: petunidin 3,5-O-diglucoside (11.20%) > malvidin 3,5-diglucoside (9.40%) > delphinidin 3,5-diglucoside (7.57%) > cyanidin 3,5-O-diglucoside (5.30%) > and peonidin 3,5-diglucoside (2.68%). The EEMPJ-SF extract had a total anthocyanins concentration of 361.15 mg/g. In the EEMJ-SF extract the order of abundance of anthocyanins was: petunidin 3,5-O-diglucoside (2.37%) > delphinidin 3,5-diglucoside (1.94%) > malvidin 3,5-diglucoside (1.85%) > cyanidin 3,5-O-diglucoside (0.95%) > e peonidin 3,5-diglucoside (0.44%). The EEMPJ-SF extract had a total anthocyanins concentration of 75.43 mg/g. The jambolan fruit presented anthocyanin amounts superior to other fruits used as nutraceuticals like blueberry, blackberry, purple grape, açai berry and acerola, for example. In conclusion, the presente study describes the preparation of a anthocyanin enriched standardized extract and increasing scientific knowledge of this fruit that is still commercially under-exploited in our country.

Key words: jambolan; nutraceuticals; antioxidants, polyphenols.

Citar este artigo como:

Duarte, L.S.F.; Fernandes, V.B.; Vieira, I.G.P.; Santos, C.F.; Nascimento, N.R.F. Obtenção de um extrato padronizado rico em antocianinas a partir do “jamelão” - *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Nutrivisa*.v.11:e12547.2024.Doi:<https://doi.org/10.59171/nutrivisa-2024v11e12547>

INTRODUÇÃO

O gênero *Syzygium* é um dos gêneros família Myrtaceae que é nativa dos trópicos. Tem um alcance mundial, com distribuição nas regiões tropicais e regiões subtropicais. O gênero compreende cerca de 1.100 espécies, e tem uma distribuição nativa que se estende desde a África e Madagascar até o sul da Ásia e a leste através do Pacífico. Seus mais altos níveis de diversidade ocorrem da Malásia para o nordeste da Austrália, onde muitas espécies são pouco conhecidas e muitas ainda não foram descritas taxonomicamente. As plantas desta família são conhecidas por serem ricas em óleos voláteis que são relatados para seu uso na medicina e muitos frutos da família têm uma rica história de uso, seja para uso comestível, seja como medicamentos tradicionais em práticas etnobotânicas divergentes em várias populações de regiões tropicais e subtropicais. Algumas das espécies comestíveis de *Syzygium* são plantadas nos trópicos em todo o mundo (Ayyanar; Subash-Banu, 2012).

Syzygium cumini (L.) Skeels (sinonímia: *Eugenia jambolana* Lam.) é uma árvore perene, de médio a grande porte e de rápido crescimento, bem conhecida por seus diversos usos como medicamento, madeira de construção, combustível, alimentos, produtos farmacêuticos, ornamentais e assim por diante (Bangar; Govekar, 2022).

Por ocorrer em quase todo o mundo, seja na natureza ou em cultivo, recebeu vários nomes vernáculos em diferentes idiomas (Binggeli, 2006). Entre seus muitos nomes coloquiais estão ameixa de Java, ameixa portuguesa, ameixa Malabar, ameixa preta, ameixa roxa. No Brasil, recebe várias denominações, a citar: Jamelão, jambolão, cereja, jalão, jambu, azeitona do nordeste, ameixa-roxa, reitona e murta (Lorenzi; Matos, 2002).

No Brasil, o Jamelão é muito cultivado como árvore ornamental de sombra, principalmente no litoral. A floração normalmente inicia de outubro a novembro e amadurecem em janeiro e fevereiro. Como não há comercialização ou mesmo amplo consumo do fruto pela população, grande parte da fruta é desperdiçada (Santiago *et al.*, 2016).

Os frutos maduros são comestíveis e também utilizados no preparo de bebidas saudáveis, sucos,

conservantes, geleias, vinhos, etc. As sementes são utilizadas como medicamento muito eficaz em diversas doenças. Os extratos de *S. cumini* contêm inúmeras propriedades farmacológicas, como antibacteriana, antiulcerogênica, antialérgica, antiviral, antidiarreica, antifúngica, hepatoprotetora e cardioprotetora (Swami *et al.* 2012).

Vários estudos avaliaram a composição de vários nutrientes e fitoquímicos presentes no Jamelão. Munsell *et al.* (1949) foram os primeiros a relataram a composição da porção comestível do *S. cumini* em frutos recém colhidos no Jardim Experimental Lancetilla, Honduras: umidade, 85,8 g; extrato etéreo, 0,15 g; fibra bruta, 0,3 g; nitrogênio, 0,129 g; cinza, 0,32 g; cálcio, 8,3 mg; fósforo, 16,2 mg; ferro, 1,62 mg; caroteno, 0,004 mg; tiamina, 0,008 mg; riboflavina, 0,009 mg; niacina, 0,290 mg; e ácido ascórbico total, 5,7 mg. Outros constituintes relatados das sementes são: proteína (6,3 a 8,5%), gordura (1,18%), fibra bruta (16,9%), cinzas (21,72%), cálcio (0,41%), fósforo (0,17%), ácidos graxos (palmítico, esteárico, oleico e linoléico), amido (41%), dextrina (6,1%), um traço de fitoesterol e 6 a 19% de tanino (Swami *et al.*, 2012).

Kumar *et al.* (2009) em análise realizada das folhas do *S. cumini* encontraram: proteína bruta (9,1%), gordura (4,3%), fibra bruta (17,0%), cinzas (6,0%), cálcio (1,3%), fósforo (0,19%). Os óleos presentes nas folhas consistem em 16,91% de octadecano, 9,98% de nonacosano, 9,38% de triacontano, 7,38% de octacosano, 4,86% de heptacosano, 4,25% de ácido hexadecanóico e 4,02% de eicosano.

Em relação ao óleo da semente, Kumar *et al.* (2009) relatam os seguintes achados: 33,2% de 1-cloro-octadecano, 9,24% de tetracontano, 8,02% de decahidro-8a-etil-1,1,4a,6-tetrametilnapataleno, 5,29% de 4-(2-2-dimetil-6-6-metilenociclohexil) butanol, 5,15% de octadecano, 3,97% de octacosano, 1,72% de heptacosano e 1,71% de eicosano. Outros óleos constituintes (30 g/kg) das sementes de *S. cumini* incluem: láurico (2,8%), mirístico (31,7%), palmítico (4,7%), esteárico (6,5%), oleico (32,2%), linoléico (16,1%), malvático (1,2%), ácido estercúlico (1,8%) e vernólico (3%) e fitoesteróis como β -sitosterol. Outros constituintes são taninos (6%), predominantemente corilagina, elagitaninos,

ácido eláxico, galoil-galactosídeo e ácido gálico (Swami *et al.*, 2012).

Os extratos de *Syzygium cumini* contêm inúmeras propriedades nutracêuticas/farmacológicas, tais como: antidiabética, antibacteriana, antiulcerogênica, antialérgica, antiviral, antidiarreica, antifúngica, hepatoprotetora e cardioprotetora (Swami *et al.* 2012; Bhandary *et al.*, 1995). A semente é a parte mais estudada e utilizada como medicamento em diversas doenças (Baliga *et al.*, 2011).

Os frutos de *S. cumini* têm sido usados em todo o mundo para uma ampla variedade de doenças, incluindo tosse, diabetes, disenteria e inflamação (Reynertson *et al.*, 2005). A fruta tem uma longa história de uso para diversos fins medicinais e atualmente possui um grande mercado para o tratamento de diarreia crônica e outras doenças entéricas (Veigas *et al.*, 2007).

O Jamelão é conhecido por ser rico em antioxidantes naturais e por isso tem um papel essencial na prevenção de doenças e envelhecimento (Choudhary *et al.*, 2023).

Vários estudos nas últimas décadas demonstram seus efeitos antidiabéticos e se descobriu que a semente, a polpa e o pericarpo têm ação antidiabética eficaz (Sharma *et al.*, 2006; Sharma *et al.*, 2009; Gohil *et al.*, 2010; Saravanan; Leelavinothan, 2006; Pepato *et al.*, 2005), enquanto a folha não demonstrou eficácia hipoglicemiante (Pepato *et al.*, 2001; Kotowaroo *et al.*, 2006). A semente é a mais estudada e a mais eficaz em causar efeitos anti-hiperglicêmicos em diferentes modelos experimentais (Achrekar *et al.*, 1991; Panda *et al.*, 2009; Rathi *et al.*, 2002; Ravi *et al.*, 2005; Sharma *et al.*, 2008; Sridhar *et al.*, 2005). Estudos em humanos demonstraram que o Jamelão possui efeitos anti-hiperglicêmicos promissores (Sahana *et al.*, 2010). As sementes de Jamelão também previnem as complicações secundárias induzidas pelo diabetes, como nefropatia, neuropatia, gastropatia, catarata diabética e também diminuição da úlcera péptica (Chatuverdi *et al.*, 2009; Grover *et al.*, 2002; Rathi *et al.*, 2002). O efeito protetor da semente do Jamelão foi avaliado em ratos diabéticos e demonstrou-se recuperação significativa no nível de glutathione reduzida (GSH), atividades de superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx) no fígado e nos

rins, além de em exames histopatológicos revelarem estrutura de fígado e dos rins próximos ao normal (Ravi *et al.*, 2005).

Estudos demonstram a ação hepatoprotetora dos extratos da folha, semente e da polpa do Jamelão (Das; Sarma, 2009; Moresco *et al.*, 2007; Sisodia; Bhatnagar, 2009; Jagetia; Shetty, 2016). Além disso, dois estudos independentes demonstraram os efeitos hepatoprotetores tanto do extrato aquoso da folha como do extrato metanólico da semente do Jamelão (Moresco *et al.*, 2007; Sisodia; Bhatnagar 2009). De maneira notável, a administração oral de extrato de folha do Jamelão reduziu os níveis de marcadores de estresse oxidativo no fígado de camundongos expostos a radiação gama (Jagetia; Shetty, 2016).

Devkar *et al.* (2012) estudaram o papel protetor dos extratos de *S. cumini* (Jamelão) contra a citotoxicidade induzida por H₂O₂ em células H9C2. O estudo mostra que o extrato de semente do Jamelão apresenta atividade cardioprotetora devido ao alto número de flavonóides nele contidos, que são fundamentais na redução do estresse oxidativo intracelular, na prevenção da depleção de antioxidantes celulares e na melhoria da viabilidade celular. Aqil *et al.* (2012) relataram o potencial quimioprotetor das antocianinas do Jamelão e outros polifenólicos contra o câncer. Descobriu-se que o pó da polpa continha 0,54% de antocianinas, 0,17% de ácido eláxico e elagitaninos e 1,15% de polifenólicos totais. A semente do Jamelão apresentou alto potencial antioxidante e demonstrou atividade antiproliferativa significativa em células cancerígenas A549 de pulmão humano. No entanto, extratos não hidrolisados mostraram muito menos atividade. Tripathi *et al.* (2013) estudaram os efeitos protetores do extrato de Jamelão (100 e 200 mg/kg) contra a genotoxicidade e o estresse oxidativo induzido pela ciclofosfamida (CP) em camundongos. O estudo revelou que o extrato de Jamelão inibiu significativamente as frequências de metáfases aberrantes, aberrações cromossômicas, formação de micronúcleos e citotoxicidade.

A antimutagenicidade do Jamelão testada pela resistência à rifampicina de *E. coli* mostrou que a antocianina purificada suprimiu o processo mutagênico de reparo do DNA SOS em *E. coli* e, portanto,

indicou a supressão da via de reparo do DNA propensa a erros como um dos principais mecanismos de antimutagenicidade da fruta do Jamelão (Saxena *et al.*, 2013). Ademais, Aqil *et al.* (2016) relataram que o Jamelão compensou significativamente as alterações mediadas por estrogênio 17 β na proliferação de células mamárias, ER- α , ciclinaD1 e miRNAs, e que a modulação desses biomarcadores se correlacionou com uma redução em carcinogenicidade mamária.

Vários laboratórios investigaram o potencial cardioprotetor do Jamelão em diferentes desenhos experimentais (Mastan *et al.*, 2009; Nahid *et al.*, 2017; Shukla *et al.*, 2014; Shoncharan *et al.*, 2010). Mastan *et al.* (2009) conduziram um estudo em ratos para avaliar o potencial cardioprotetor do extrato metanólico de sementes do Jamelão no infarto do miocárdio induzido por isoproterenol. O extrato metanólico das sementes de *S. cumini* apresentou efeito cardioprotetor neste modelo de infarto induzido por isoproterenol em ratos. Outro estudo também usou o isoproterenol como indutor de dano cardíaco em ratos, sendo demonstrados efeitos cardioprotetores do extrato hidroalcoólico da polpa do fruto do Jamelão no dano miocárdico (Shukla *et al.*, 2014).

Shoncharan *et al.* (2010) avaliaram os efeitos da suspensão aquosa de extrato de sementes de Jamelão frente à cardiotoxicidade induzida pela doxorubicina em ratos e demonstrou que a administração oral diária do extrato de sementes de Jamelão na dose de 100 mg/kg por 15 dias produziu normalização nos níveis séricos de enzimas marcadoras cardíacas. Os autores também encontraram que o extrato foi eficaz na restauração das alterações do perfil lipídico em ratos e nas atividades das enzimas antioxidantes no tecido cardíaco.

O pericarpo do Jamelão, contém vitaminas antioxidantes, compostos fenólicos, taninos e antocianinas (Choudhary *et al.*, 2023). A atividade antioxidante da fração acetato de etila preparada a partir do extrato metanólico da folha de Jamelão também foi correlacionada com a sua composição polifenólica, especialmente ao ácido ferúlico e às catequinas presentes no extrato (Ruan *et al.*, 2008, Malik *et al.*, 2017). Ademais, foi demonstrado que o extrato aquoso das folhas do *S. cumini* apresenta componentes fenólicos, como ácido ferúlico

e catequina, com atividade antioxidante, (Aqil *et al.*, 2012; Choudhary *et al.*, 2023; Eshwarappa *et al.*, 2014).

O fruto do *S. cumini* é uma fonte de várias antocianinas (Frauches *et al.*, 2021; Koop *et al.* 2021. As antocianinas (do grego anthos = flor e kyáneos = azul) são pigmentos polifenólicos que pertencem ao grupo dos flavonóides e são responsáveis por muitas das cores vermelho-laranja a azul-violeta presentes em órgãos das plantas, como frutos, flores e folhas (Yusuf *et al.*, 2016). Até o momento, mais de 600 derivados de antocianinas estruturalmente distintos de 27 agliconas, conhecidos como "antocianidinas", foram identificados na natureza. Além de seus múltiplos grupos fenil, as antocianinas raramente são encontradas como agliconas. A antocianidina é normalmente ligada a ≥ 01 porção de açúcar comumente conjugadas ao grupo hidroxila C3 no anel C, tornando-as glicosídeos. (Li *et al.*, 2017; Wallace; Giusti, 2015). Inúmeras evidências demonstram benefício no consumo de antocianinas como complemento ou de forma isolada nas estratégias de tratamento para doenças não transmissíveis, incluindo obesidade, diabetes, doença cardiovascular, doenças neurodegenerativas e mais recentemente para a modulação da microbiota e metabolismo ósseo (Liu, *et al.*, 2021; Tena *et al.*, 2020). Vários estudos tem sugerido que as antocianinas atenuam as espécies reativas de oxigênio (EROs) e as espécies reativas de nitrogênio (ERNs), em humanos e em estudos in vivo e in vitro. As EROs são tipicamente produzidas no citosol, mitocôndria, retículo endoplasmático e lisossomos, enquanto as ERNs são produzidas sob circunstâncias normais por todas as células aeróbias e exercem funções importantes no envelhecimento celular, bem como na inflamação patológica e na progressão de DNTs relacionadas ao envelhecimento (Festa *et al.*, 2023; Speer *et al.*, 2020).

Acredita-se que a composição e interação polifenólica, principalmente antocianinas, do Jamelão e sua capacidade antioxidante, possam estar relacionada a todas as propriedades farmacológicas aqui discutidas, o que a torna uma espécie muito interessante para fins terapêuticos multialvo (Kumar et al, 2022).

O objetivo do presente trabalho foi padronizar uma técnica de extração com maior rendimento em antocianinas a partir dos frutos do Jamelão.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo da matéria prima

A matéria prima utilizada foram frutos maduros, de cor púrpura, extraídos da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels colhidos aleatoriamente de todas as partes das árvores. Os frutos foram obtidos a partir de um pomar, em uma propriedade particular localizada no município de Aquiraz-CE, com as seguintes coordenadas geográficas: S 4°1'34.7736" / W 38°21'15.7176" (Mapa Coordenadas®, Soft Stack Dev, versão 5.4.1).

Os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno, colocados em caixas de isopor higienizadas e transportados em condições ambientais até a chegada ao Laboratório de Fisiologia Cardiovascular e Renal (LAFCAR) no Instituto Superior de Ciências Biomédicas na Universidade Estadual do Ceará (UECE). No laboratório, os frutos foram selecionados quanto a uniformidade de cor, sanidade e ausência de injúrias e defeitos dos frutos. Posteriormente, foram lavados com água corrente para a retirada de sujidades superficiais provenientes do campo (Figura 1).

Figura 1. Estágios de maturação do fruto do Jamelão, sendo o último fruto à direita o tipo de fruto maduro que foi utilizado neste trabalho.



Preparo dos extratos da polpa e da pele do Jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)

A polpa (pericarpo e mesocarpo) foi separada manualmente e homogeneizada. As sementes foram quantificadas e descartadas após a despolpa. As amostras foram acondicionadas em tubos Falcon de 50 mL e imediatamente armazenadas em freezer a -18°C e posteriormente liofilizados por 72 h (Liotop®, modelo L101).

Após a liofilização inicial para extração de umidade, as fibras foram extraídas usando etanol/metanol com solventes orgânicos. O liofilizado foi aquecido em uma placa (Quimis - Brasil) para acelerar o processo de extração, sendo realizadas 04 extrações em metanol e 02 extrações em etanol. A cada extração, com posterior aquecimento o material foi filtrado em filtro de papel para extração das fibras (Sousa et al., 2007). As extrações com as respectivas filtragens foram realizadas até que o material ficasse incolor. Posteriormente, o filtrado total foi colocado em rotoevaporador (Quimis Q344M-Brasil) a 75° C para extração da mistura etanol/metanol, e assim, obter-se o extrato do Jamelão sem fibras (EEMJ-SF). O concentrado obtido foi submetido a nova liofilização.

A partir do peso coletado, foram feitos os pesos e porcentagens representativos do peso total coletado de frutos, bem como o peso da polpa e da pele. Denominamos, neste trabalho, como polpa, o somatório da polpa e pele do fruto, ou seja, o pericarpo e mesocarpo do fruto. Também foram pesadas as sementes e calculada a sua representação percentual. Após a liofilização, foi calculado o rendimento do extrato em relação a polpa bruta.

A pele do Jamelão foi retirada manualmente. As amostras foram acondicionadas em tubos Falcon de 50 mL e imediatamente armazenadas em freezer a -18°C e posteriormente liofilizados por 72 h (Liotop®, modelo L101). Posteriormente foram seguidas as mesmas etapas para obtenção do extrato da polpa mais a pele até se obter o extrato etanólico/metanólico da pele do Jamelão sem fibras (EEMPJ-SF). Após a liofilização para extração dos solventes foi calculado o rendimento do extrato em relação a pele do fruto, e também em relação a pele in natura.

Determinação das antocianinas totais presentes no EEMJ-SF e EEMPJ-SF por CLAE

As antocianinas foram determinadas em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) seguindo metodologia adaptada a partir de Brito et al. (2007). Todas as análises foram realizadas sob as seguintes condições cromatográficas: vazão 1,2 mL por minuto em um comprimento de onda de 520 nm, fase móvel gradiente de uma solução composta de água Milli-q acidificada com ácido fórmico 5% e Acetonitrila

(95% : 5%) até 2 minutos, (93% : 7%) até 10 minutos, (90% : 10%) até 12 minutos, (95% : 5%) até 14 minutos, (90% : 10%) até 16 minutos e (95% : 5%) até 20 minutos, temperatura do forno em 40°C, loop de 20µL e coluna Kromasil C18 (150 mm x 4,6 mm). Cromatógrafo líquido de alta eficiência da Shimadzu, com sistema controlador SCL-10Avp, detector UV-VIS SPD-10MAvp e bomba gradiente LC-10Atvp.

As alíquotas obtidas de cada antocianina isolada serão injetadas sob as mesmas condições cromatográficas descritas acima, e as áreas dos picos usadas para determinar as antocianinas individuais de acordo com o grau de pureza da amostra.

A curva de calibração foi obtida realizando a relação área x concentração, obtendo-se uma equação da reta através da ferramenta de regressão linear do programa Microsoft Office Excel 2019. A partir desse pico foram quantificadas as demais antocianinas. Assim, foi obtido o teor de antocianinas totais e individuais nos extratos (EEMJ-SF e EEMPJ-SF). O eixo das ordenadas (y) representa a área dos picos e o eixo das abscissas (x) representa a concentração. A equação da reta para esta curva foi dada por:

$$y = 3.10^6x - 65189$$

Onde y é o valor da área obtida, x é a concentração em mg/mL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de se obter um material mais concentrado em antocianinas para caracterização de um pico de referência cromatográfico foi preparado um extrato etanólico/metanólico da pele do Jamelão (EEMPJ-SF), seguindo a mesma metodologia adotada para o extrato da polpa e pele (EEMJ-SF). O rendimento do EEMJ-SF em relação ao peso bruto da polpa foi de 4,21%. Já o rendimento do EEPJ-SF foi de 3,52% em relação ao peso bruto da polpa e de 10,12% em relação a pele do fruto in natura.

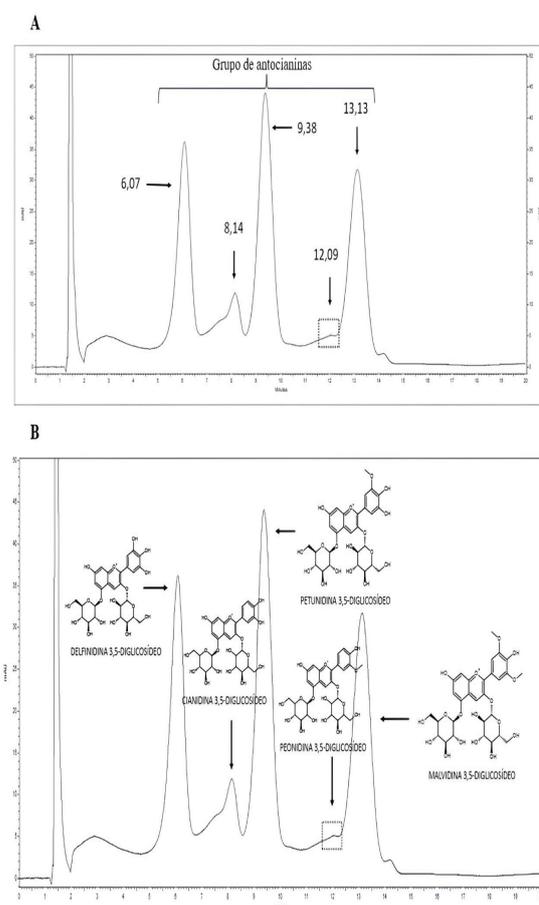
Foi obtido o cromatograma do EEMPJ-SF a partir de método semi-preparativo de CLAE sob as seguintes condições cromatográficas: coluna Shim-pack PREP-ODS 250 x 20 mm e pré-coluna CLC G-ODS(4); tempo decorrido: 15 minutos; comprimento de onda (λ): 520 nm; vazão: de 6,0 mL/min.; fase móvel: 85% de ácido fórmico, 5% em água: 15% de acetonitrila; modo de eluição isocrático.

Para obtenção da curva de calibração foi utilizado como referência o pico de número 05 do cromatograma, com tempo de retenção de 13,60 minutos obtido no cromatograma, visto ser o pico com maior grau de pureza cromatográfica (Figura 2A abaixo). Para a construção da curva de calibração, o pico 05 foram injetadas amostras do EEMJ-SF em seis diferentes concentrações e em duplicatas (1,92 mg/mL; 1,0 mg/mL; 0,8 mg/mL; 0,4 mg/mL; 0,2 mg/mL; 0,1 mg/mL) no CLAE englobando todo intervalo de área da amostra.

O extrato etanólico/metanólico do Jamelão sem fibras (EEMJ-SF) se refere ao homogenato da polpa mais a pele (pericarpo) do fruto. Para quantificação do perfil cromatográfico do EEMJ-SF, utilizou-se o pico 05 como padrão. Foi retirada uma alíquota de 146,1 mg do EEMPJ-SF e diluída para um balão de 05 mL, obtendo-se uma concentração de 29,22 mg/mL que em seguida foi injetada no cromatógrafo.

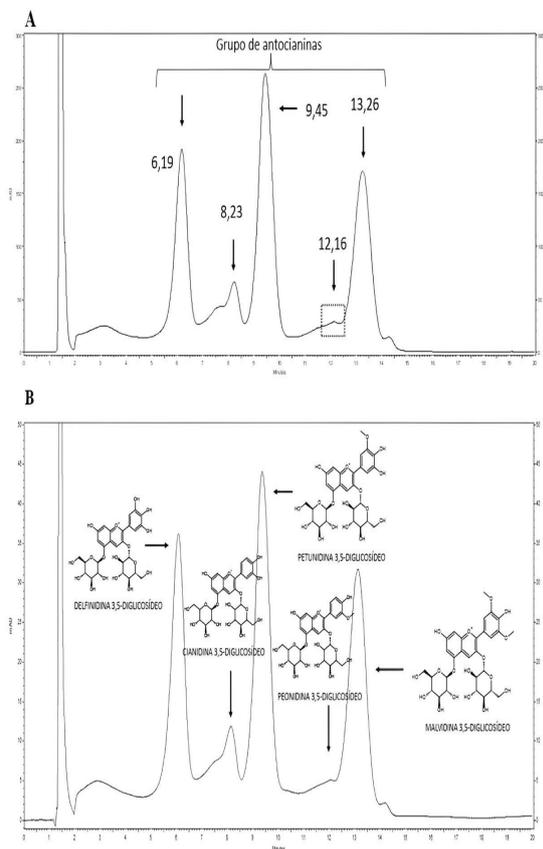
Foi realizada a caracterização das antocianinas presentes no EEMJ-SF por similaridade dos TR em comparação com a literatura (figura 2B).

Figura 2. Painel A - Cromatograma do EEMJ-SF com os tempos de retenção do grupo de antocianinas Painel B - Identificação das antocianinas referentes a cada pico do cromatograma do EEMJ-SF.



O cromatograma do EEMPJ-SF apresenta um grupo de classe das antocianinas. No painel A da figura 3 é apresentado o cromatograma com os vários grupos de antocianinas, bem como os tempos de retenção cromatográficos desses picos. Foi realizada a caracterização das antocianinas presentes no extrato por similaridade dos TR em comparação com a literatura. Também foi realizada a quantificação do teor de antocianinas no EEMPJ-SF, aplicando-se os mesmos critérios do pico 05 para os demais picos encontrados com curvas de UV semelhantes. Esse extrato apresentou um total de cinco (05) antocianinas distintas e um teor médio de 36,15% ± 0,2781%. O EEMPJ-SF apresentou um teor de antocianinas na ordem de 361,15 mg/g de extrato.

Figura 3 – Painel A- Cromatograma do EEMPJ-SF com os tempos de retenção do grupo de antocianinas. Painel B - Identificação das antocianinas referentes a cada pico do cromatograma.



Na tabela 1 são apresentadas as concentrações e percentuais individuais de antocinas do EEMJ-SF. Podemos destacar que a antocianina majoritária neste extrato é a petunidina 3,5-diglicosídeo com concentração de 23,7mg/g de extrato bruto de polpa.

Tabela 1 - Quantificação das concentrações do grupo de antocianinas presentes no EEMJ-SF.

Picos	Área Média (ua)	Concentrações (mg/ml)	Porcentagem (g%)	TR (min)
Delphinidina 3,5-diglicosídeo	1632009,5	0,5657	1,94	6,07
Cianidina 3,5-diglicosídeo	767777,5	0,2776	0,95	8,14
Petunidina 3,5-diglicosídeo	2010698,5	0,6919	2,37	9,38
Peonidina 3,5-diglicosídeo	322613	0,1293	0,44	12,09
Malvidina 3,5-diglicosídeo	1554003	0,5397	1,85	13,13
Total		2,2042	7,55	

ua=unidade arbitrária; TR=tempo de retenção.

Na tabela 2 são apresentadas as concentrações e percentuais individuais de antocianinas, bem como a quantificação total do grupo de antocianinas do EEMPJ-SF. de maneira similar, a antocianina majoritária no extrato da pele é a petunidina 3,5-diglicosídeo, no entanto a concentração na pele é de 112 mg/g de extrato bruto, um aumento de quase 5 vezes.

Tabela 2 - Quantificação das concentrações do grupo de antocianinas presentes no EEMPJ-SF.

Picos	Área Média (ua)	Concentrações (mg/ml)	Porcentagem (g%)	TR (min)
Delphinidina 3,5-diglicosídeo	1338495	0,4679	7,57	6,19
Cianidina 3,5-diglicosídeo	919310,5	0,3282	5,30	8,23
Petunidina 3,5-diglicosídeo	2163641	0,7429	11,20	9,45
Peonidina 3,5-diglicosídeo	2424577,5	0,8299	2,68	12,16
Malvidina 3,5-diglicosídeo	1681754,5	0,5823	9,40	13,26
Total		2,9512	36,15	

ua=unidade arbitrária; TR=tempo de retenção.

Neste trabalho foram avaliadas as antocianinas presentes em duas frações padronizadas do Jamelão. No extrato etanólico/metanólico da casca do Jamelão (EEMPJ-SF), bem como no etanólico/metanólico da casca e da polpa do Jamelão (EEMJ-SF). Em ambos os extratos foram removidas as fibras antes do processo de concentração das antocianinas. Nos extratos foram encontradas cinco antocianinas de acordo com os picos encontrados na CLAE: delphinidina 3,5-diglicosídeo (pico 1), cianidina 3,5-diglicosídeo (pico 2), petunidina 3,5-diglicosídeo (pico 3), peonidina 3,5-diglicosídeo (pico 4) e malvidina 3,5-diglicosídeo (pico 5).

No EEMPJ-SF as antocianinas apresentaram a seguinte ordem de concentração: petunidina 3,5-diglicosídeo (11,20%) > malvidina 3,5-diglicosídeo (9,40%) > delphinidina 3,5-diglicosídeo (7,57%) > cianidina 3,5-diglicosídeo (5,30%) > e peonidina

3,5-diglicosídeo (2,68%). O EEMPJ-SF apresentou um teor de antocianinas na ordem de 361,15 mg/g.

No EEMJ-SF as antocianinas apresentaram a seguinte ordem de concentração: petunidina 3,5-diglicosídeo (2,37%) > delphinidina 3,5-diglicosídeo (1,94%) > malvidina 3,5-diglicosídeo (1,85%) > cianidina 3,5-diglicosídeo (0,95%) > e peonidina 3,5-diglicosídeo (0,44%). O EEMJ-SF apresentou um teor de antocianinas na ordem de 75,43 mg/g.

Brito *et al.*, (2007) utilizando o liofilizado do Jamelão encontraram as mesmas antocianinas, com os TRs no cromatograma similares aos encontrados neste estudo. No entanto, o que diferiu no estudo supracitado foram as antocianinas por ordem de concentração. A ordem de concentração encontrada por esse autor foi: delphinidina 3,5-diglicosídeo (33,2%) > petunidina 3,5-diglicosídeo (31,77%) > malvidina 3,5-diglicosídeo (21,53%) > peonidina 3,5-diglicosídeo (9,72%) > e cianidina 3,5-diglicosídeo (3,76%). O teor de antocianinas totais encontradas por De Brito *et al.* (2007) foi de 7,71 mg/g. Esse valor representa uma concentração de antocianinas totais 9,78 vezes menor do que o encontrado em nosso presente estudo em relação ao EEMJ-SF e 48,84 vezes menor em relação ao EEMPJ-SF.

Kuskoski *et al.* (2006) determinaram o teor de antocianinas totais em diversos sucos de frutas tropicais, e obtiveram para o açaí valor de 22,8 mg/100 g. Sendo que as frutas com maiores concentrações de antocianinas foram o bagaço (596,4 mg/100 g) e o Jamelão (111,20 mg/100 g). As demais frutas analisadas pelos autores foram: amora, uva, morango, acerola e goiaba, com valores de antocianinas de 41,8 mg/100 g; 30,9 mg/100 g; 23,7 mg/100 g; 16,0 mg/100 g e 2,7 mg/100 g, respectivamente. Suradkar *et al.*, (2017) também encontraram uma grande quantidade de conteúdo de antocianinas no Jamelão (126,54–185,35 mg por 100 g).

Santiago *et al.* (2016) encontraram a partir do liofilizado do pericarpo do Jamelão as mesmas antocianinas que foram identificadas nesse estudo, tanto no EEMPJ-SF quanto no EEMJ-SF. A concentração total de antocianinas encontradas por Santiago *et al.* (2016) no liofilizado da pele do Jamelão foi de 8,79 mg/g, ou seja, 41,08 vezes menor do que o encontrado em nosso estudo para o extrato padronizado EEMPJ-SF.

Benherlal e Arumughan (2007) também quantificaram as antocianinas totais do extrato etanólico da polpa do Jamelão, a partir de frutos coletados em Kerala, uma província no sul da Índia. No extrato, as antocianinas foram estimadas pelo método diferencial de pH e expressos em equivalência de cianidina-3-glicosídeo. O conteúdo de antocianina equivalente a cianidina-3-glicosídeo no extrato etanólico da polpa foi de ~ 3,20 g/kg, ou seja, ~3,2 mg/g. Um valor 23,57 vezes menor ao encontrado nesse estudo.

Frauches *et al.* (2021) utilizaram a pele do *S. cumini* para quantificar as antocianinas. Nesse estudo foram usadas a pele desidratada por secagem a calor (60° C) e pelo método de liofilização. Foram usados como solventes de extração o metanol e ácido fórmico. Os resultados da quantificação de antocianinas da pele liofilizada, que apresentou maior concentração foram: petunidina 3,5-diglicosídeo, 2,08 mg/g; malvidina 3,5-diglicosídeo, 1,5 mg/g; delphinidina 3-glicosídeo, 0,13 mg/g; e cianidina 3,5-diglicosídeo 0,112 mg/g. A quantidade total de antocianinas encontrada pelos autores foi de 5,752 mg/g da pele liofilizada. Vale ressaltar que os autores não detectaram na CLAE a delphinidina 3,5 diglicosídeo. Em nosso estudo, as duas antocianinas de maiores concentrações estão em concordância com o encontrado por Frauches *et al.* (2021). Porém encontramos a delphinidina 3,5-diglicosídeo e peonidina 3,5-diglicosídeo, o que difere do autor supracitado. O método utilizado para obtenção do extrato padronizado em nosso estudo conseguiu obter um quantitativo total de antocianinas da pele do *S. cumini* 62,78 vezes maior.

Abdin *et al.* (2020) utilizando um método de CLAE contra corrente de alta velocidade, obtiveram um liofilizado que foi denominado de parcialmente purificado em antocianinas da polpa do *S. cumini*. Três antocianinas diglicosídeos foram obtidas no liofilizado: delphinidina 3,5-diglicosídeo, 50,2 mg/g; petunidina 3,5-diglicosídeo, 151,2 mg/g; e malvidina 3,5-diglicosídeo 260,2 mg/g. O quantitativo de antocianinas diglicosídeos encontrado pelos pesquisadores foi de 461,6 mg/g. Representa uma concentração 6,11 vezes superior ao encontrado na polpa nesse trabalho. Vale salientar que o objetivo

dos autores foi obter um extrato purificado, o que diferiu desse trabalho.

Cerca de 30 compostos fitoquímicos diferentes já foram relatados na polpa do Jamelão, entre elas as antocianinas, ácido gálico, ácido elágico, glicosídeo, ácido caféico, ácido ascórbico, ácido cumárico, isoquercetina, miricetina e kaempferol (Sowjanya *et al.*, 2013). Descobriu-se que as antocianinas aumentam ao longo da maturação, enquanto os elagitaninos, flavonóis, ácido gálico e ácido elágico diminuem à medida que a fruta amadurece (Lestario *et al.*, 2017). Também se verificou que a composição de antocianinas é caracterizada pela presença de agliconas 3,5-diglicosídeos (Faria *et al.*, 2011). Dessa forma, a cor roxa de *S. cumini* se deve principalmente à presença do pigmento antocianina (Ramya *et al.*, 2012).

CONCLUSÃO

O extrato da pele do Jamelão apresenta uma concentração de antocianinas 4,79 vezes maior do que o extrato da polpa integral. Observa-se que em vários estudos o Jamelão apresentou quantidades de antocianinas superiores a outros frutos com notória atividade nutracêutica como mirtilo, amora, uva e acerola, por exemplo. Além disso, a metodologia empregada nesse estudo conseguiu obter extratos concentrados em antocianinas quando comparado à literatura. Conclui-se que os extratos da parte comestível do Jamelão são ricos em antocianinas, agregando conhecimento científico a esta fruta ainda sem muito valor comercial em nosso país.

REFERÊNCIAS

- ABDIM, M.; HAMED, Y.S.; AKHTAR, H.M.S.; CHEN, D.; CHEN, G.; WAN, P.; ZENG, X. Antioxidant and anti-inflammatory activities of target anthocyanins di-glucosides isolated from *Syzygium cumini* pulp by high speed counter-current chromatography. *Journal of Food Biochemistry*, v. 44, n. 6, p. 1050-1062, 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/jfbc.13209>
- ACHREKAR, S.; KAKLIJ, G. S.; POTE, M. S.; KELKAR, S. M. Hypoglycemic activity of *Eugenia jambolana* and *Ficus bengalensis*: mechanism of action. *In Vivo*, n. 5, v. 2, p.143-147, 1991.
- AQIL, F.; GUPTA, A.; MUNAGALA, R.; JEYABALAN, J.; KAUSAR, H.; SHARMA, R. J.; SINGH, I. P.; GUPTA, R.C. Antioxidant and antiproliferative activities of Anthocyanin/ellagitanin-enriched extracts from *Syzygium cumini* L. (JAMUN, THE INDIAN BLACKBERRY). *Nutrition and Cancer*, v. 64, n. 3, p. 428-438, 2012. doi: <https://doi.org/10.1080/01635581.2012.657766>
- AQIL, F.; JEYABALAN, J.; MUNAGALA, R.; SINGH, I. P.; GUPTA, R. C. Prevention of hormonal breast cancer by dietary jamun. *Molecular Nutrition and Food Research*, v. 60, n. 6, p. 1470-1481, 2016. doi: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600013>
- ARUN, R.; PRAKASH, M. V.; ABRAHAM, S. K.; PREMKUMAR, K. Role of *Syzygium cumini* seed extract in the chemoprevention of in vivo genomic damage and oxidative stress. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 134, n. 2, p. 329-333, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.12.014>
- AYYANAR, M.; SUBASH-BABU. *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. doi: [https://doi.org/10.1016%2FS2221-1691\(12\)60050-1](https://doi.org/10.1016%2FS2221-1691(12)60050-1)
- BALIGA, M. S., BHAT, H. P., BALIGA, B. R. V., WILSON, R. , PALATTY, P. L. Phytochemistry, traditional uses and pharmacology of *Eugenia jambolana* Lam. (black plum): A review. *Food Research International*, v. 44, n.7, p. 1776-1789, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.007>
- BANGAR, B.V., GOVEKAR, N.M. Plant Profile, Phytochemistry, And Pharmacology of *Syzygium Cumini*: A Review. *International Journal of Innovative Research in Technology*, v.9, n. 1, p. 934 - 942, 2022.
- BENHERLAL, P. S.; ARUMUGHAN, C. Chemical composition and in vitro antioxidant studies on *Syzygium cumini* fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.87, n. 14, p. 2560-2569, 2007. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2957>
- BHANDARY, M.J., CHANDRASHEKAR, K.R., KAVERIAPPA, K.M.. Medical ethnobotany of the siddis of Uttara Kannada district, Karnataka, India. *Journal of Ethnopharmacology*, v.47, n.3, p. 149-158, 1999. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(95\)01274-h](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)01274-h)
- BINGGELLI, P. *Syzygium cumini* (tree). *Global Invasive Species Database*, 2006. Disponível em:

- BRITO, E. S.; ARAUJO, M. C. P.; ALVES, R. E.; CARKEET, C.; CLEVIDENCE, B. A.; NOVOTY, J. A. Anthocyanins presente in selected tropical fruits: acerola, jambolão, jussara e guajiru. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v.55, n. 23, p. 9389-9394, 2007. doi: <https://doi.org/10.1021/jf0715020>
- CHATUVERDI, A.; BHAWANI, G.; AGARWAL, P. K.; GOEL, S.; SINGH, A.; GOEL, R. K. Antidiabetic and antiulcer effects of extract of *Eugenia jambolana* seed in mild diabetic rats: study on gastric mucosal offensive acid-pepsin secretion. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, v. 53, n. 2, p. 137-146, 2009.
- CHOUDHARY, A.; NOMAN, M.; BANO, U.; YAHYA, S.; KHAN, A. A.; AKHTAR, J.; MIR, S. R.; YAR, M. S. Medicinal and therapeutic Properties of jamun (*SYZYGIUM CUMINI*) – A comprehensive review. *International Journal of Pharma Professional's Research*, v. 14, n. 12, p. 15-23, 2023. doi: <https://www.ijppronline.com/index.php/IJPPR/article/view/276>
- DAS, S.; SARMA, G. Study of the hepatoprotective activity of the ethanolic extract of the pulp of *Eugenia jambolana* (jamun) in albino rats. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, v. 3, p. 1466-1474, 2009. doi: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2009/485>
- DEVKAR, R. V.; PANDYA, A. V.; SHAN, N. H. Protective role of *Brassica oleracea* and *Eugenia jambolana* extracts against H₂O₂ induced cytotoxicity in H9C2 cells. *Food and Function*, v. 3, n. 8, p. 837-843, 2012. doi: <https://doi.org/10.1039/C2FO00001F>
- ESHWARAPPA, R. S.; IYER, R. S.; SUBBARAMAIAH, S. R.; RICHARD, S.A.; DHANANJAYA, B. L. Antioxidant activity of *Syzygium cumini* leaf gall extracts. *Bioimpacts*, v. 4, n. 2, p.101–107, 2014. doi: <https://doi.org/10.5681%2Fbi.2014.018>
- FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from Jamelão (*SYZYGIUM CUMINI*) and antioxidante capacity evaluation in diferente pH conditions. *Food Chemistry*, n. 126, p. 1571-1578, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.007>
- FESTA, J.; HUSSAIN, A.; AL-HARETH, Z.; SINGH, H.; DA BOIT, M. Anthocyanins and Vascular Health: A Matter of Metabolites. *Foods*, v. 12, n. 9, n.p, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12091796>
- FRAUCHES, N. S.; MONTENEGRO, J.; AMARAL, T.; ABREU, J.P.; LAIBER, G.; JUNIOR, J.; BORGUINI, R.; SANTIAGO, M.; PACHECO, S.; NAKAGIMA, V.M.; GODOY, R.; TEODORO, A.J. Antiproliferative Activity on Human Colon Adenocarcinoma Cells and In Vitro Antioxidant Effect of Anthocyanin-Rich Extracts from Peels of Species of the Myrtaceae Family. *Molecules*, v. 26, n. 3, n.p, 2021. doi: [10.3390/molecules26030564](https://doi.org/10.3390/molecules26030564)
- GOHIL, T.; PATHAK, N.; JIVANI, N.; DEVMURARI, V.; PATEL, J. Treatment with extracts of *Eugenia jambolana* seed and *Aegle marmelos* leaf prevents hyperglycemia and hyperlipidemia in alloxan induced diabetic rats. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.*, v. 4, n. 5, p. 270-275, 2010. doi: <https://doi.org/10.5897/AJPP.9000284>
- GOYAL, P. K.; VERMA P.; SHARMA, P.; PARMAR, J.; AGARWAL, A. Evaluation of anti-cancer and antioxidative potential of *Syzygium cumini* against benzo[a]pyrene (BaP) induced gastric carcinogenesis in mice. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, v. 11, n. 3, p. 753–758, 2010.
- GROVER, J. K.; RATHI, S. S.; VATS, V. Amelioration of experimental diabetic neuropathy and gastropathy in rats following oral administration of plant (*EUGENIA JAMBOLANA*, *MUCUNA PRURIENS* AND *TINOSPORA CORDIFOLIA*) extracts. *Indian Journal of Experimental Biology*, v. 40, n. 3, p. 273-276, 2002.
- JAGETIA, G. C.; SHETTY, P. C. Augmentation of antioxidant status in the liver of swiss albino mice treated with jamun (*SYZYGIUM CUMINI*, SKEELS) extract before whole body exposure to different doses of γ -radiation. *Journal of Advanced Research in Biotechnology*, v. 1, n.1, p. 13, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.15226/2475-4714/1/1/00110>
- KOOP, B.L.; KNAPP, M. A.; DI LUCCIO, M.; PINTO, V. Z.; TORMEN, L.; VALENCIA, G. A.; MONTEIRO, A. R. Bioactive Compounds from Jambolan (*Syzygium cumini* (L.)) Extract Concentrated by Ultra- and Nanofiltration: a Potential Natural Antioxidant for Food. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 76, n. 1, p. 90-97, 2021. doi: [10.1007/s11130-021-00878-8](https://doi.org/10.1007/s11130-021-00878-8)
- KOTOWAROO, M. I.; MAHOMOODALLY, M. F.; FAKIM, A. G.; SUBRATTY, A. H. Screening of traditional antidiabetic plants of Mauritius for possible α -amilase inhibitory effects in vitro. *Phytotherapy Research*. v. 20, n. 3, p. 228-231, 2006. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.1839>
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutas tropicais silvestres e polpas de

- antocianinas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006. doi: 10.1590/S0103-84782006000400037
- KUMAR, A.; JAYACHANDRAN, T.; ARAVINDHAN, P. Neutral Components in the Leaves and Seeds of *Syzygium cumini*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v. 3, n. 11, p. 560-561, 2009. doi: <https://doi.org/10.5897/AJPP.9000208>
- KUMAR, M.; HASAN, M.; LORENZO, J.M.; DHUMAL, S.; NISHAD, J.; RAIS, N.; VERMA, A.; BARBHAI, M.D.; RADHA; CHANDRAN, D.; PANDISELVAM, R.; SENAPHATY, M.; DEY, A.; PRADHAN, P.C.; HOHANKUMAR, P.; DESHMUKH, V.O; AMAROWICZ, R.; MEKHEMAR, M.; ZHANG, G. Jamun (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) seed bioactives and its biological activities: a review. *Food Bioscience*, v. 50, p. 101-109, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102109>
- LESTARIO, L. N.; HOWARD, L. R.; BROWNMILLER, C.; STEBBINS, N. B.; LIYANAGE, R. Changes in polyphenolics during maturation of java plum (*Syzygium cumini* Lam.). *Food Research International*, v. 100, n. 3, p. 385-391, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.04.023>
- LI, D.; WANGA, P.; LUOB, Y.; ZHAOA, M.; CHEN, F. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: update from recent decade. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 57, n. 8, p. 1729-1741, 2017. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1030064>
- LIU, J.; ZHOU, H.; SONG, L.; YANG, Z.; QIU, M.; WANG, J.; SHI, S. Anthocyanins: Promising Natural Products with Diverse Pharmacological Activities. *Molecules*, v.26, n. 13, n.p, 2021. doi: 10.3390/molecules26133807
- LORENZI, H; MATOS, F. J. A. Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas. 1. ed., São Paulo: Nova Odessa, 2002.
- MALIK, S., ALMEIDA, E.B., DE ANDRADE PAES, A.M.. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: Cardiometabolic Properties and Potential Tissue Culture-Based Improvement of Secondary Metabolites Production. 1. ed., Cham: Springer Nature, 2017.
- MASTAN, S. K.; CHAITANYA, G.; BHAVYA, L. T.; SRIKANTH, A.; SUMALATHA, G.; ESWAR, K. K. Cardioprotective effect of methanolic extract of *Syzygium cumini* seeds on isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Der Pharmacia Lettre*, v. 1, n. 1, p. 143-149, 2009.
- MORESCO, R. N.; SPEROTTO, R. L.; BERNARDI, A. S.; CARDOSO, R. F.; GOMES, P. Effect of the aqueous extract of *Syzygium cumini* on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Phytotherapy Research*, v. 21, p. 793-795, 2007. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.2158>
- MUNSELL, H.; WILLIAMS, L.; GUILD, L.; TROESCHER, C.; NIGHTINGALE, G.; HARRIS, R. Composition of Food Plants of Central America. *Food Research*, v. 14, n. 2, p. 144-164, 1949. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1950.tb16723.x>
- NAHID, S.; MAZUMDER, K.; RAHMAN, Z.; ISLAM, S.; RASHID, M. H.; KERR, P. G. Cardio- and hepato-protective potential of methanolic extract of *Syzygium cumini* (L.) Skeels seeds: a diabetic rat model study. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 7, n. 2, p. 126-133, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.11.025>
- PANDA, D. K.; GHOSH, D.; BHAT, B.; TALWAR, S. K.; JAGGI, M.; MUKHERJEE, R. Diabetic therapeutic effects of ethyl acetate fraction from the roots of *Musa paradisiaca* and seeds of *Eugenia jambolana* in streptozotocin-induced male diabetic rats. *Methods Find. Exp. and Clinical Pharmacology*, v. 31, n. 9, p. 571-584, 2009. doi: <https://doi.org/10.1358/mf.2009.31.9.1435645>
- PEPATO, M. T.; FOLGADO, V. B.; KETTELHUT, I. C.; BRUNETTI, I. L. Lack of antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. *Braz J Med Biol Res*, n. 34, v. 3, p. 389-395, 2001. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2001000300014>
- PEPATO, M. T.; MORI, D. M.; BAVIERA, A. M.; HARAMI, J. B.; VENDRAMINI, R. C.; BRUNETTI, I. L. Fruit of the jambolan tree (*Eugenia jambolana* Lam.) and experimental diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 96, n. 1-2, p. 43-48, 2005. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.029>
- RAMYA, S.; NEETHIRAJAN, K.; JAYAKUMARARA, R. Profile of bioactive compounds in *Syzygium cumini* – A review. *Journal of Pharmacy Research*, v. 5, n. 8, p. 4548-4553, 2012.
- RATHI, S. S.; GROVER, J. K.; VIKRANT, V.; BISWAS, N. R. (2002). Prevention of experimental

- Research, v.16, n. 8, p. 774-777, 2002. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.1064>
- RAVI, K.; RAJASEKARAN, S.; SUBRAMANIAN, S. Antihyperlipidemic effect of *Eugenia jambolana* seed kernel on streptozotocin-induced diabetes in rats. *Food and Chemical Toxicology*, v. 43, n. 9, p. 1433-1439, 2005. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.04.004>
- REYNERTSON, K. A.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. Antioxidant potential of seven myrtaceous fruits. *Ethnobotany Research and Applications*, v. 3, p. 25-36, 2005.
- RUAN, Z. P.; ZHANG, L. L.; LIN, Y. M. Evaluation of the antioxidant activity of *Syzygium cumini* leaves. *Molecules*, v. 13, n. 10, p. 2545-2556, 2008. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules13102545>
- SAHANA, D. A.; SHIVAPRAKASH, G.; BALIGA, R.; ADHIKARI, P. M. R.; JYOTHI, G.; PAI, M. R. S. M. Effect of *Eugenia jambolana* on plasma glucose, insulin sensitivity and HDLC levels: preliminary results of a randomized clinical trial. *Journal of Pharmacy Research*, v. 3, p. 1268-1270, 2010.
- SANTIAGO, M. C. P. A.; GOUVEA, A. C. M. S.; PEIXOTO, F. M.; BORGUINI, R. G.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L. S. M.; NOGUEIRA, R. I. Characterization of *Jamelão* (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit peel powder for use as natural colorant. *Fruits*, v. 17, n.1, p. 3-8, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2015041>
- SARAVANAN, G.; LEELAVINOTHAN, P. Effects of *Syzygium cumini* bark on blood glucose, plasma insulin and c-peptide in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, v. 4, n. 2, p. 96-105, 2006.
- SAXENA, M.; SAXENA, J.; NEMA, R.; SINGH, D.; GUPTA, A. Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of Pharmacology and Phytochemistry*, v. 1, n. 6, p. 168-182, 2013.
- SHARMA, B., BALOMAJUMDER, C.; ROY, P. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of flavonoid rich extract from *Eugenia jambolana* seeds on streptozotocin induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 7, p. 2376-2383, 2008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.03.020>
- SHARMA, S. B.; NASIR, A.; PRABHU, K. M.; MURTHY, P. S. Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 104, n. 3, p. 367-373, 2006. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.10.033>
- SHARMA, S. B.; PATEL, V. K.; CHATUVERDI, A. N. Vibriocidal activity of certain medicinal plants used in indian folklore medicine by tribals of Mahakoshal region of central India. *Indian Journal of Pharmacology*, v. 41, n. 3, p. 129-133, 2009. doi: <https://doi.org/10.4103%2F0253-7613.55212>
- SHUKLA, S. K.; SHARMA, S. B.; SINGH, U. R.; AHMAD, S.; MAHESHWARI, A.; MISRO, M.; DWIVEDI, S. *Eugenia jambolana* pretreatment prevents isoproterenol-induced myocardial damage in rats: evidence from biochemical, molecular, and histopathological studies. *Journal of Medicinal Food*, v. 17, n. 2, p. 244-253, 2014. doi: <https://doi.org/10.1089%2Fjmf.2013.2795>
- SISODIA, S. S.; BHATNAGAR, M. Hepatoprotective activity of *Eugenia jambolana* Lam. in carbon tetrachloride treated rats. *Indian Journal of Pharmacology*, v. 41, n.1, p. 23-27, 2009. doi: <https://doi.org/10.4103%2F0253-7613.48888>
- SONCHARAN, P.; SHANMUGARAJAN, T. S.; SOMASUNDARAM, I.; NILADRI, M. Protective effect of *Syzygium cumini* seeds against doxorubicin induced cardiotoxicity in rats. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, v. 1, n. 6, p. 343-349, 2010.
- SOUSA, C. M. M.; SILVA, H.R.; VIEIRA-JR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar. 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>
- SOWJANYA, K. M.; SWATHI, J.; NARENDRA, K.; KRISHNA, S. A. A review on phytochemical constituents and bioassay of *Syzygium cumini*. *International Journal of Natural Product Science*, v. 3, n. 2, p. 1-11, 2013.
- SREEDEVI, A.; PAVANI, B.; KOGANTI, B. Protective effect of fruits of *Syzygium cumini* against cisplatin-induced acute renal failure in rats. *Journal of Pharmacy Research*, v. 3, n. 11, p. 2756-2758, 2010.
- SREEDEVI, A.; PAVANI, B. Effect of anthocyanin fraction on cisplatin-induced nephrotoxicity.

SRIDHAR, S. B.; SHEETAL, U. D.; PAI, M. R.; SHASTRI, M. S. Preclinical evaluation of the antidiabetic effect of *Eugenia jambolana* seed powder in streptozotocin-diabetic rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 38, p. 463-468, 2005. doi: <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2005000300018>

SURADKAR, N. G.; PAWAR, V. S.; SHERE, D. M. Physicochemical, proximate and bioactive composition of jamun (*Syzygium cumini* L.) fruit. *International Journal of Chemical Studies*, v. 5, n. 3, p. 470-472, 2017.

SWAMI, S. B.; THAKOR, N. S.; PATIL, M. M.; HALDANKAR, P. M. Jamun (*Syzygium cumini* (L.): a review of its food and medicinal uses. *Food and Nutrition Sciences*, v. 3, n. 8, p. 1100-1117, 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.38146>

TENA, N.; MARTIN, J.; ASUERO, A. State of the Art of Anthocyanins: Antioxidant Activity, Sources, Bioavailability, and Therapeutic Effect in Human Health. *Antioxidants*, v. 4, n. 5, n.p, 2020. doi:10.3390/antiox9050451

TRIPATHI, P.; PATEL, R. K.; TRIPATHI, R.; KANZARIYA, N. Investigation of antigenotoxic potential of *Syzygium cumini* extract (SCE) on cyclophosphamide-induced genotoxicity and oxidative stress in mice. *Drug and Chemical Toxicology*, v. 36, n. 4, p. 396-402, 2013. doi: <https://doi.org/10.3109/01480545.2012.749271>

VEIGAS, Y.; NARAYAN, M.; LAXMAN, P.; NEELWARNE, B. Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *Syzygium cumini* Skeels. *Food Chemistry*, v. 5, n. 2, p. 619-627, 2007. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.022>

YOUSUF, B.; GULI, K.; WANI, A. A.; SINGH, P. Health Benefits of Anthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.v. 56, n. 13, p. 2223-2230, 2016. doi: 10.1080/10408398.2013.805316

RECEBIDO EM: 12.2.2024

ACEITO EM: 23.2.2024