



Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de *Pereskia aculeata* Miller

Phytochemical profile and antioxidant activity of flowers and fruits of *Pereskia aculeata* Miller

T. V. Moraes¹; J. Montenegro²; T. S. Marques¹; L. M. Evangelista³; C. B. Rocha⁴; A. J. Teodoro²; L. Kato⁵; R. F. A. Moreira^{1*}

¹Laboratório de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

²Laboratório de Alimentos Funcionais, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) 22290-240, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

³Instituto Biomédico, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

⁴Laboratório de Estudos de Ervas Mediciniais, Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto Biomédico, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

⁵Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), 74690-900, Goiânia-Go, Brasil

*ricardo.moreira@unirio.br

(Recebido em 21 de janeiro de 2021; aceito em 06 de maio de 2021)

Dentre a diversidade de espécies de plantas alimentícias não convencionais (PANC), a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN), está sendo consumida cada vez mais no Brasil. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade antioxidante e a composição das frações volátil e não volátil das flores e frutos de OPN. A fração volátil foi isolada por hidrodestilação e por extração em fase sólida e caracterizada por CG/EM e CG/DIC. Extratos aquosos obtidos das amostras foram avaliados quanto ao teor total de compostos fenólicos (Folin-Ciocalteu) e à atividade antioxidante (DPPH, FRAP e ORAC). A identificação dos ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides presentes nessas matrizes foi conduzida por CLAE/EMAR. Foram identificados um total de vinte e oito compostos voláteis nas amostras. O ácido hexadecanóico e o escaleno foram os únicos compostos detectados em todas as frações voláteis. O ácido hexadecanóico, linoleico, oleico e o fitol se destacaram quantitativamente. O β -linalol, α -terpineol, β -farneseno e *trans*-nerolidol têm potencial para influenciar o aroma da FF. No que diz respeito à fração não volátil, foram identificados 17 compostos (fenólicos e alcaloides) no FV e 11 na FF. A FF, entretanto, apresentou maior potencial antioxidante do que os frutos, o que pode ser explicado pela concentração desses compostos durante o processo de secagem dessas flores. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo sobre o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante das flores da *Pereskia aculeata* Miller, além de apresentar dados inéditos sobre o perfil de voláteis dos frutos desta espécie.

Palavras-chave: frutos e flores de ora-pro-nóbis, composição química, atividade antioxidante.

Among the diversity of species of unconventional food plants (UFP), *Pereskia aculeata* Miller, popularly known as ora-pro-nóbis (OPN), is being increasingly consumed in Brazil. The aim of the present study was to evaluate the antioxidant capacity and phytochemical composition of the volatile and non-volatile fractions of OPN. The volatile fraction was isolated by hydrodistillation and solid phase extraction and characterized by GC/MS and GC/FID. Aqueous extracts obtained from the samples were evaluated for the total phenolic content (Folin-Ciocalteu) and antioxidant activity (DPPH, FRAP and ORAC). The identification of phenolic acids, flavonoids and alkaloids present in these matrices was carried out by HPLC/HRMS. A total of twenty-eight volatile compounds were identified in the samples. Hexadecanoic acid and scalene were the only compounds detected in all volatile fractions. Hexadecanoic acid, linoleic acid, oleic acid and phytol stood out quantitatively. β -linalool, α -terpineol, β -farnesene and *trans*-nerolidol showed potential to influence FF aroma. Regarding the non-volatile fraction, 17 compounds (phenols and alkaloids) were identified in FV and 11 compounds in FF. FF, however, showed greater antioxidant potential than fruits, which can be explained by the concentration of these compounds during the drying process of the flowers. As far as we know, this is the first study on the phytochemical profile and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller flowers. Unpublished data on the volatile profile of the fruits of this species is also being presented in this manuscript.

Keywords: fruits and flowers of ora-pro-nóbis, chemical composition, antioxidant activity.

1. INTRODUÇÃO

Dentre a diversidade de espécies de plantas alimentícias não convencionais (PANC), a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente no Brasil como ora-pro-nóbis (OPN), é nativa do continente americano [1] e consumida cada vez mais no sudeste do Brasil [2]. Sabe-se que os compostos bioativos presentes na OPN estão dispersos em todas as partes do vegetal [3]. Neste contexto, substâncias pertencentes ao grupo dos ácidos fenólicos [4], alcaloides [5] e flavonoides [4, 6] descritas na espécie podem exercer ações antioxidante, anti-inflamatória, emoliente, antitumoral e expectorante [5, 7, 8]. Além disso, algumas dessas substâncias podem ser precursoras de compostos influenciadores do aroma e da coloração de produtos gerados a partir dessa planta [9]. Essas substâncias são produzidas pelo metabolismo secundário da planta e suas concentrações podem variar substancialmente de acordo com as condições ambientais (nível de exposição solar, disponibilidade hídrica, ataque de insetos etc.) [10]. Apesar desses compostos bioativos serem frequentemente associados a efeitos benéficos, dependendo de seus teores nessas matrizes alimentares e das quantidades consumidas, efeitos nocivos também podem ser observados. Alguns alcaloides, por exemplo, podem ser alucinógenos, citotóxicos ou podem interferir na pressão sanguínea, favorecendo o desenvolvimento de hipertensão [3, 4, 11, 12].

Silva et al. (2016) [13] afirmam que uma dieta diversificada é capaz de garantir a saúde e o desenvolvimento das atividades fisiológicas normais do indivíduo. Diante dessa afirmação, os alimentos funcionais têm atraído cada vez mais consumidores em busca de uma vida mais saudável. Logo, o consumo de diversas partes dos vegetais, tais como as flores, pode contribuir para a ingestão de compostos bioativos, além de permitir novas experiências sensoriais e gastronômicas [14].

Até o momento, não há relatos na literatura científica sobre a composição e a bioatividade das frações volátil e não volátil das flores de *Pereskia aculeata* Miller. No que se refere aos frutos, sabe-se que a frutificação ocorre entre os meses de junho e julho e os frutos podem ser classificados como cactídeos, suculentos, com pericarpo e sementes imersas [15]. Os frutos são ricos em carotenoides e destaca-se a presença de *trans-β*-caroteno, *α*-caroteno e luteína [6]. Silva et al. (2018) [1] afirmam que o grau de maturação dos frutos da OPN pode influenciar sua capacidade antioxidante. Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade antioxidante e a composição das frações volátil e não volátil de flores e frutos da espécie *Pereskia aculeata* Miller.

2. METODOLOGIA

2.1 Material Vegetal

Os frutos de OPN (Figura 1) foram colhidos durante o mês de julho de 2019 no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil (22°57'59.99" S; 43°12'60.00" W). Todo o procedimento foi supervisionado pelos pesquisadores da instituição, Marcus Nadruz e Diego Gonzaga. Posteriormente, o material foi lavado com água destilada e seco com papel toalha. Após a limpeza, os frutos verdes (FV) e maduros (FM) foram separados, acondicionados em embalagens de polietileno e levados ao freezer a -18°C.

Já as flores (Figura 1) foram coletadas durante o mês de janeiro de 2019 na área urbana de Rio Verde, Goiás, Brasil (17°80'13.88" S; 50°93'03.84" W). Após a identificação do material pelo taxonomista Diego Gonzaga, a exsicata foi depositada no herbário (RB788542) do Jardim Botânico do Rio de Janeiro para consultas futuras. As flores foram secas em estufa ventilada (Marconi, MA035, Brasil) a uma temperatura de 60°C por um período de 24 horas [16]. Em seguida, foram moídas com o auxílio de um moinho analítico (RI 2035, Philips Wallita, Brasil) para obtenção da farinha de flor (FF), que seguiu para os testes.



Figura 1. Fruto verde e fruto maduro (esquerda); flor da espécie *Pereskia aculeata* Miller (direita).

2.2 Avaliação da Fração Volátil dos Frutos e Flores de Opn

2.2.1 Isolamento da Fração Volátil de Frutos e Flores

A fração volátil de frutos e flores foi extraída por dois métodos distintos: hidrodestilação e extração em fase sólida. A extração por hidrodestilação [17] foi realizada com o auxílio de um aparelho de Clevenger que permitiu o isolamento dos óleos essenciais (OE) dos FV, FM e FF. Os FV e FM foram macerados com as cascas e sementes antes do processo de extração. Cerca de 30 g de cada uma dessas matrizes (FV, FM e FF) sofreram hidrodestilação com 500 mL de água destilada por um período de 4 horas a uma temperatura de 100°C. Ao final da hidrodestilação, cada um dos óleos essenciais produzidos nesse processo foi extraído do equipamento com o auxílio de 10 mL de acetato de etila. A água residual foi eliminada por contato com sulfato de sódio anidro e o solvente por arraste com fluxo de gás nitrogênio. Os óleos essenciais obtidos foram armazenados em *vials* individuais em um freezer a -18°C até a realização das análises cromatográficas. Para o isolamento da fração volátil por extração em fase sólida, primeiramente foram produzidos extratos aquosos. Cerca de 2,0 g de FV, FM (ambos após maceração com cascas e sementes) ou FF foram extraídos com água em ebulição (50 mL) por 5 minutos com agitação manual. Depois dessa etapa, cada extrato foi rapidamente resfriado sob água corrente, filtrado e seu volume foi ajustado para 100 mL com água destilada à temperatura ambiente. Cada um desses extratos foi forçado a atravessar coluna contendo 700 mg do adsorvente Porapak Q ativado, seguindo o método descrito previamente por Moreira et al. (2002) [18]. Na sequência, a coluna foi invertida, lavada com 20 mL de água destilada e os compostos adsorvidos foram extraídos com 100 mL de acetona. O extrato em acetona foi concentrado até 50 µL com o auxílio de um fluxo de gás nitrogênio. Esses extratos concentrados de cada uma das matrizes em estudo foram armazenados em *vials* individuais em um freezer a -18°C até a realização das análises cromatográficas.

2.2.2 Determinação do Perfil de Compostos Voláteis de Frutos e Flores de Opn

a) Cromatografia Gasosa Acoplada À Espectrometria De Massas (Cg/Em)

A identificação dos compostos voláteis presentes nos óleos essenciais ou nos extratos em acetona das matrizes analisadas (FV, FM e FF) foi conduzida com o auxílio de um sistema de cromatografia gasosa/espectrometria de massas do tipo GC-2010Plus/GCMS-QP2010 da Shimadzu (Japão). Nesse processo, utilizou-se uma coluna capilar de sílica fundida (30 m x 0,25 mm d.i.) revestida de poli-dimetil-siloxano (100 %), com espessura de filme de 0,25 µm (SPB-1, Supelco, EUA). A temperatura do forno cromatográfico foi programada inicialmente para

permanecer a 40 °C por cinco minutos. Posteriormente, a temperatura aumentou de 40 °C para 270 °C a uma taxa constante de 2°C/minuto, sendo mantida por vinte minutos nessa última temperatura. A temperatura do injetor foi fixada em 250°C, enquanto as temperaturas da fonte de íons e da interface com o CG foram mantidas em 290°C. O espectrômetro de massas operou em uma voltagem de ionização de 70 eV, realizando varreduras na faixa de 30 a 400 m/z em ciclos de três décimos de segundo. O gás hélio foi usado como gás carreador em um fluxo de 1,0 mL/minuto. Os óleos essenciais foram diluídos em 50 µL de acetato de etila antes da injeção no sistema cromatográfico. Os óleos essenciais diluídos e os extratos em acetona provenientes da extração em fase sólida foram injetados no sistema em um volume correspondente a 1 µL em *split* de 1:20. Estabeleceu-se como tempo de corte para o solvente (acetato de etila) um total de 2,9 minutos. A identificação dos compostos baseou-se na comparação de seus espectros de massas com os disponíveis nas bibliotecas NIST12.lib e NIST62.lib, contidas no software gerenciador desse sistema de CG/EM. A identificação foi complementada por coeluição desses extratos com padrões externos disponíveis no laboratório e pelo uso dos índices de Kovats [19]. Esses índices foram estimados com o auxílio de uma mistura de alcanos saturados (C₉-C₂₆ – 1.000 µg de cada componente / mL de hexano).

b) Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização em Chama (Cg/Dic)

Os compostos voláteis contidos nos óleos essenciais diluídos ou nos extratos em acetona provenientes da extração em fase sólida foram separados e quantificados com o auxílio de um sistema de cromatografia gasosa contendo um detector de ionização em chama (GC-2010Plus). A coluna e as condições cromatográficas foram às mesmas descritas anteriormente. A temperatura do detector foi fixada em 290°C. A quantificação dos compostos voláteis dessas matrizes foi conduzida pela técnica de normalização de área.

2.3 Avaliação da Fração não Volátil dos Frutos e Flores de Opn

2.3.1 Preparação dos Extratos Aquosos

Inicialmente, para a avaliação da fração não volátil, foram produzidos extratos aquosos de acordo com o trabalho prévio de Souza et al. (2019) [17], com pequenas modificações: cerca de 2,0 g de FV, FM (ambos após maceração com cascas e sementes) ou FF foram extraídos com água em ebulição (50 mL) por 5 minutos com agitação manual. Depois dessa etapa, cada extrato foi rapidamente resfriado sob água corrente, filtrado e seu volume foi ajustado para 100 mL com água destilada à temperatura ambiente. Alíquotas desses extratos foram utilizadas para o desenvolvimento dos protocolos experimentais que permitiram a determinação do teor total de compostos fenólicos e da atividade antioxidante dos frutos e flores. Para o estabelecimento do perfil de compostos fenólicos desses frutos e flores, uma alíquota de 10 mL de cada extrato aquoso foi concentrada a vácuo até a *secura* com o auxílio de um aparelho SpeedVac (Thermo Scientific, EUA). Antes da análise por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (CLAE/EMAR), os sólidos solúveis obtidos na etapa anterior foram ressuspensos em solução de metanol-água (1:1, v/v) e os extratos resultantes foram filtrados em membrana Durapore® de 0,45 µm (Millipore, Alemanha).

2.3.2. Teor Total de Compostos Fenólicos

O conteúdo total de compostos fenólicos (CTF) foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu [20]. Uma alíquota de 0,1 mL de extrato aquoso (0,02 g mL⁻¹) de FV, FM ou FF foi misturada em um tubo de ensaio com 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu. Depois disso, o tubo foi mantido no escuro por 5 minutos e, em seguida, foram adicionados 0,4 mL de solução de Na₂CO₃ a 7,5%. O tubo de ensaio foi novamente protegido da luz e mantido à temperatura ambiente por um período de 120 minutos. Ao final, a absorbância da

solução foi registrada em 760 nm com o auxílio de um espectrofotômetro (Edutec, EEQ-9023, Brasil). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama de amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.3 Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos e Flores

a) Ensaio com Dpph

A atividade antioxidante foi monitorada pelo ensaio com o reagente 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), conforme descrito por Govindarajan et al. (2003) [21]. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Edutec, EEQ-9023, Brasil) a 515 nm. Quatro novas soluções de cada amostra foram preparadas a partir dos respectivos extratos aquosos originais ($0,10 \text{ mg mL}^{-1}$; $0,30 \text{ mg mL}^{-1}$; $0,60 \text{ mg mL}^{-1}$ e $1,0 \text{ mg mL}^{-1}$) para serem utilizadas no ensaio com o DPPH. Os resultados foram expressos como CI_{50} (concentração inibitória média), que corresponde à concentração de amostra capaz de neutralizar 50% dos radicais livres DPPH. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

b) Ensaio com Frap

A atividade antioxidante também foi determinada pelo método de FRAP (*Ferric Reduction Antioxidant Power*) [22]. O reagente FRAP foi preparado misturando-se as soluções estoque de tampão acetato (300 mM, pH 3,6), cloreto férrico (20 mM) e TPTZ (2,4,6-Tris-(2-piridil)-s-triazina, 10 mM). Uma alíquota de 0,3 mL de cada extrato foi misturada de forma independente com 2,7 mL do reagente FRAP por 30 minutos no escuro à temperatura ambiente. As leituras de absorvância foram efetuadas a 595 nm em um espectrofotômetro (Sequoia-turner, modelo-340, EUA). Para fins de cálculo, a curva padrão foi feita com soluções de sulfato ferroso em diferentes concentrações (500, 1.000, 1.500 e 2.000 mM). Os resultados foram expressos em mM de equivalentes de sulfato ferroso por grama de amostra ($\text{mM E FeSO}_4/\text{g}$ de amostra).

c) Ensaio De Orac

A atividade antioxidante foi monitorada pela captura de radicais peroxil gerados por uma fonte radicalar, 2,2'-azobis(2-amidinopropano)diidrocloreto (AAPH), a uma temperatura de 37°C [23, 24]. Esse teste de ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) foi realizado em microplaca de 96 poços em duplicata com oito concentrações de cada amostra com o auxílio da leitora multimodal de microplaca SpectraMax i3X (Molecular Devices, EUA). Adicionou-se fluoresceína às amostras e ao padrão e a placa ficou incubada a 37°C por 10 minutos. Em seguida, adicionou-se o reagente AAPH, indutor da produção de radicais peroxil. A placa foi incubada novamente a 37°C e as leituras realizadas em módulo de fluorescência (excitação em 485 nm e emissão em 535 nm) a cada 5 minutos por 3 horas. Para fins de cálculo, foi montada uma curva padrão com Trolox (6-hidróxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico). Os resultados foram expressos em μmol de equivalentes Trolox (ET)/ g de amostra.

2.3.4 Determinação do Perfil de Compostos Fenólicos por Clae/Emar

Para o estabelecimento do perfil de compostos fenólicos dos extratos de FV, FM e FF utilizou-se um cromatógrafo líquido Ultimate 3000 da Thermo Scientific (EUA), com coluna de fase reversa C18 (100 mm x 4,6 mm d.i., 3 μm de tamanho de partícula) da Agilent (EUA), acoplado a um espectrômetro de massas de alta resolução Q-Exactive também da Thermo Scientific (EUA), com fonte de ionização por *eletrospray* (ESI) operando inicialmente em modo negativo com voltagem de 3,5 kV, gás de bainha 30 U, gás auxiliar 10 U, temperatura do capilar 350°C, temperatura do gás auxiliar 250°C, lentes de tubo: 55 V e faixa de varredura de massas de 150-700 m/z. Essa análise foi realizada com um sistema de eluição binário que consistia de água

deionizada (fase A) e metanol (fase B), ambos acidificados com 0,1 % de ácido fórmico, operando em gradiente linear: 0 minuto, 93:7 (fase A:fase B), v/v; 10 minutos, 70:30 (A:B), v/v; 15 minutos, 50:50 (A:B), v/v; 18 minutos, 30:70 (A:B), v/v; 20 minutos, 20:80 (A:B), v/v; 23 minutos, 100 % da fase B - configuração mantida até 26 minutos; 28 minutos, 93:7 (A:B), v/v - configuração mantida até o tempo final da corrida aos 33 minutos com fluxo de 0,3 mL min⁻¹, volume de injeção de 10 µL e temperatura da coluna de 20°C. Para o estudo de fragmentação foi utilizado o experimento PRM (*Parallel Reaction Monitoring* – Monitoramento de Reações Paralelas) com energias de colisão igual a 30 eV. A identificação dos compostos fenólicos foi realizada pela comparação de seus espectros de fragmentação com os dados encontrados na literatura e foi complementada com o auxílio de padrões comerciais (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemanha) disponíveis no laboratório: ácido gálico, ácido protocatequínico, ácido gentísico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido vanílico, ácido ferúlico, ácido elágico, catequina, epicatequina, rutina, quercetina, naringenina, luteolina e kaempferol. Foram preparadas soluções metanólicas desses padrões na concentração de 1 mg mL⁻¹. A partir dessas soluções, preparou-se uma solução contendo uma mistura desses padrões na concentração de 50 µg mL⁻¹. Essa solução com a mistura de padrões foi analisada nas mesmas condições cromatográficas usadas nas análises das amostras. Os dados foram processados no software Xcalibur™ da Thermo Scientific (EUA).

As amostras também foram analisadas com o sistema operando em modo positivo nas mesmas condições descritas anteriormente. A análise foi realizada com água deionizada acidificada com 0,1 % de ácido fórmico (Fase móvel A) e metanol acidificado com 0,1% de ácido fórmico (Fase móvel B). A programação em gradiente utilizada iniciou-se com 93:7 (A:B, v/v), depois foi para 70:30 (A:B, v/v) em 10 minutos, 50:50 (A:B, v/v) em 5 minutos, 30:70 (A:B, v/v) em 3 minutos, 20:80 (A:B, v/v) em 2 minutos e 100 % de B em mais 3 minutos, totalizando 23 minutos de corrida cromatográfica. Nesta análise, os alcaloides foram anotados pela comparação de seus espectros de fragmentação com os dados encontrados na literatura.

2.4 Caracterização Físico-Química dos Frutos

Os FV e FM coletados foram avaliados quanto ao seu peso, diâmetro longitudinal e transversal, pH e teor de sólidos solúveis. A pesagem dos frutos (gramas) foi realizada em balança analítica (AY220, Shimadzu, Japão). A mensuração do diâmetro longitudinal e transversal (mm) foi determinada com o auxílio de um paquímetro (DISMA, 150 mm, Brasil). O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado de acordo com o protocolo estabelecido pela AOAC [25], utilizando uma solução de 0,11 g mL⁻¹ e um refratômetro (QUIMIS, Q-767.A1, Brasil). O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido com o auxílio de um medidor de pH (HMMPB-210, HighMed, Brasil), de acordo com o protocolo da AOAC [25]. Todas as análises químicas foram realizadas em triplicata, enquanto as análises físicas foram realizadas com 20 repetições.

2.5 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GraphPad Prism 6.0. Os dados obtidos passaram por uma análise de variância (One-Way ANOVA), com pós-teste de Pearson e testes t múltiplos, sendo $p < 0,05$ considerado estatisticamente significativo. Para a análise dos componentes principais (ACP) foi utilizado o software XLstast v.2014.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fração Volátil

Os compostos voláteis identificados nos frutos e flores de *P. aculeata* Miller estão listados na Tabela 1. Até onde sabemos, esse é o primeiro estudo que trata da composição química das frações voláteis dos frutos e flores dessa planta alimentícia não convencional. As extrações dos óleos essenciais apresentaram rendimentos de 0,02% (FV), 0,18% (FM) e 0,02% (FF). Considerando

as duas técnicas de isolamento empregadas (hidrodestilação e extração em fase sólida), no total foram identificados vinte e oito compostos voláteis nas amostras analisadas, sendo sete pertencentes ao grupo dos compostos terpênicos e vinte e um ao grupo dos compostos não-terpênicos.

Seis ácidos graxos foram identificados nessas amostras de frutos e flores, porém o ácido n-hexadecanóico foi o único composto dessa classe encontrado em todas as amostras analisadas, tanto em seus óleos essenciais, quanto em seus extratos aquosos. Esse ácido graxo foi o composto majoritário dos óleos essenciais do FV e do FM e o segundo composto em importância quantitativa no óleo essencial da FF. Vale destacar que esse ácido graxo livre foi o componente mais abundante encontrado nas frações voláteis de todos os extratos aquosos analisados (FV, FM e FF). Kumar e Rajakumar (2016) [26] atribuíram a este ácido graxo atividade anti-inflamatória, nematocida, pesticida, lubrificante, antioxidante e hipocolesterolêmica. Os ácidos linoleico (16,15%) e oleico (6,97%) também foram encontrados em concentrações expressivas nos óleos essenciais do FV. O teor de ácido oleico do FM (9,00%) mostrou-se ainda maior do que no FV.

Os aldeídos só foram detectados na FF de OPN. Nesse grupo, apenas o hexadecanal foi encontrado tanto no óleo essencial, quanto na fração volátil isolada do extrato aquoso por extração em fase sólida.

A extração em fase sólida dos compostos voláteis dos extratos aquosos permitiu o isolamento de quatro ésteres, sendo que somente o miristato de isopropila estava presente nas três amostras analisadas (FV, FM e FF).

Com relação à classe dos hidrocarbonetos, o metil-octosano merece destaque por ser um dos componentes majoritários (9,03%) do óleo essencial do FM.

No grupo dos compostos terpênicos, o fitol merece destaque. Esse diterpeno oxigenado foi encontrado nos óleos essenciais de todas as amostras analisadas em concentrações relativamente elevadas. No óleo essencial da FF ele foi o composto majoritário, correspondendo a 62,42% do conteúdo dessa matriz. No óleo essencial do FV ele foi o terceiro composto mais concentrado (11,96%) e no FM o quarto composto em termos de concentração (2,69%). Costa et al. (2016) [27] correlacionaram a atividade antioxidante do fitol a uma resposta positiva no tratamento de doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Quando comparamos essas concentrações de fitol (Tabela 1) com a quantidade desse composto (5,11 – 29,4%) presente nas folhas dessa mesma espécie [28], nota-se que os óleos essenciais das flores são mais ricos em fitol do que os óleos essenciais das folhas e que, por sua vez, esses óleos essenciais das folhas apresentam em média mais fitol do que os óleos essenciais isolados dos frutos (verdes ou maduros). Os monoterpênicos oxigenados β -linalol e α -terpineol, o sesquiterpeno β -farneseno e o sesquiterpeno oxigenado *trans*-nerolidol foram detectados exclusivamente na FF para ambas as técnicas de extração utilizadas. Cortez-Pereira et al. (2009) [29] afirmam que a classe terpênica possui vários compostos que apresentam limiares de odor em água baixos. Quanto menor é o limiar de odor de uma substância volátil e maior é a sua concentração, maior será seu potencial para influenciar o aroma da matriz da qual faz parte [30]. Dessa forma, pode-se considerar que esses quatro compostos terpênicos têm potencial para contribuírem de forma significativa para o aroma da FF de *Pereskia aculeata* Miller.

O linalol possui um limiar de odor em água de 6 $\mu\text{g L}^{-1}$ e tem seu odor caracterizado como floral, cítrico e de laranja. O *trans*-nerolidol possui limiar de odor em água de 12 $\mu\text{g L}^{-1}$ e seu aroma é associado a notas amadeiradas, de maçã, cítricas e doces. O β -farneseno é descrito como um composto de odor herbáceo, cítrico, amadeirado e floral, apresentando um limiar de odor em água de 87 $\mu\text{g L}^{-1}$. Por último, o α -terpineol, com seu limiar de odor em água (330-353 $\mu\text{g L}^{-1}$) um pouco mais elevado do que os demais, tem seu aroma associado a notas de fruta e folhas [17, 31]. O triterpeno esqualeno foi o único composto terpênico encontrado em todas as amostras, independente da técnica de isolamento aplicada. Sabe-se que essa substância pode ser encontrada em plantas e animais, sendo subproduto da via do mevalonato. Com base em dados da literatura, é possível classificá-la como uma substância com potencial antineoplásico, apresentando atividade estimulatória do sistema imune e prevenindo danos cardiovasculares devido a sua capacidade antioxidante [32, 33].

A fim de avaliar as semelhanças ou diferenças entre as amostras analisadas no presente estudo (FV, FM e FF), realizou-se a análise multivariada conhecida como análise dos componentes

principais (ACP) com os compostos identificados nas frações voláteis dessas matrizes (Tabela 1). A soma das variâncias das componentes principais F1 e F2 explicam 90% da variância dos dados associados a essas amostras (Figura 2), sendo que a componente principal F1 contribui com 72,64% dessa variância e a componente secundária F2 com 17,36%. O ácido N-hexadecanóico, ácido *cis*-vaccênico, hexadecanal, nonanal, decanal, tetracosano, pentacosano, isofitol e β -farneseno são relevantes para a formação do eixo F1. Por outro lado, o miristato de isopropila, heneicosano e fitol participam do eixo F2. Pela análise do gráfico da Figura 2 é possível perceber uma maior dispersão entre os óleos essenciais e um maior agrupamento entre os extratos em acetona obtidos por extração em fase sólida. De qualquer forma, aparentemente o método de isolamento empregado para a obtenção das frações voláteis dessas amostras tem grande influência sobre a composição química dessas frações.

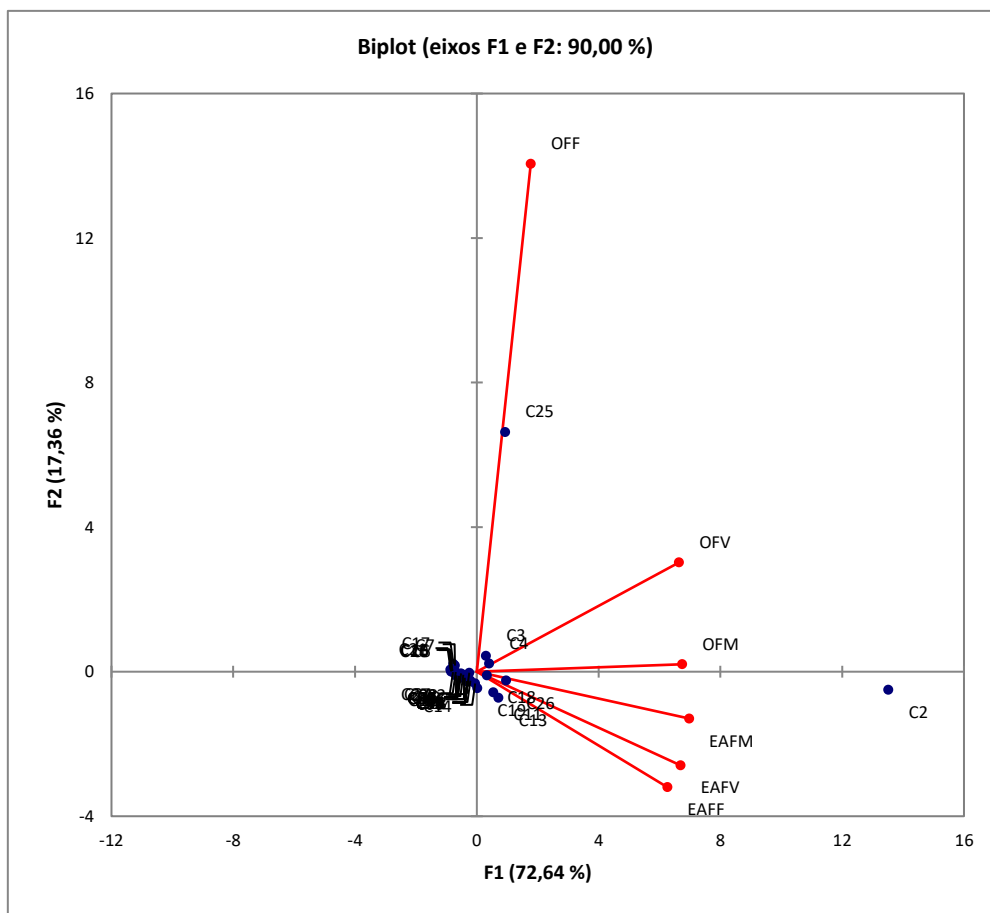


Figura 2. Análise dos componentes principais indicando a dispersão entre frutos e flor de acordo com a concentração dos compostos identificados na tabela 1 (C1 até C28); OFV: óleo essencial do fruto verde; OFM: óleo essencial do fruto maduro; OFF: óleo essencial da farinha de flor; EAFV: extrato em acetona dos compostos voláteis do fruto verde; EAFM: extrato em acetona dos compostos voláteis do fruto maduro; EAFF: extrato em acetona dos compostos voláteis da farinha de flor; F1: componente principal 1; F2: componente principal 2.

Tabela 1. Compostos voláteis identificados nos frutos e flores de *Pereskia aculeata* Miller.

COMPOSTOS IDENTIFICADOS	Óleo Essencial					Extração em Fase Sólida			ODOR**
	LRI	LRI*	FV	FM	FF	FV	FM	FF	
COMPOSTOS NÃO TERPÊNICOS									
ÁCIDOS GRAXOS									
¹ Ácido tetradecanóico	1748	1748 ^N	1,02%	-	-	-	-	1,39%	ceroso
² Ácido n-hexadecanóico	1951	1957 ^N	43,34%	31,05%	11,88%	9,97%	8,26%	9,21%	ceroso
³ Ácido linoléico	2114	2113 ^N	16,15%	-	0,5%	-	-	0,5%	gorduroso
⁴ Ácido oleico	2118	2116 ^P	6,97%	9,00%	-	-	-	-	gorduroso
⁵ Ácido <i>cis</i> -vaccênico	2125	2141 ^P	0,45%	-	-	-	-	-	gorduroso
⁶ Ácido octadecanóico	2147	2142 ^N	1,32%	-	-	-	-	1,39%	gorduroso
ALDEÍDOS									
⁷ Nonanal	1077	1077 ^N	-	-	-	-	-	0,72%	aldeídico
⁸ Decanal	1177	1178 ^N	-	-	-	-	-	0,70%	aldeídico
⁹ Hexadecanal	1826	1830 ^P	-	-	2,36%	-	-	0,44%	ceroso
ÉSTERES									
¹⁰ Triacetina	1285	1310 ^N	-	-	-	-	1,14%	-	frutado
¹¹ Miristato de isopropila	1812	1810 ^P	-	-	-	1,38%	0,85%	2,45%	oleoso
¹² Palmitato de isopropila	2011	2010 ^P	-	-	-	2,57%	-	2,95%	oleoso
¹³ Esterato de metila	2105	2105 ^P	-	-	-	-	-	1,16%	ceroso
HYDROCARBONETOS									
¹⁴ Heneicosano	2197	2100 ^P	0,64%	-	-	1,57%	-	1,12%	ceroso
¹⁵ Tetracosano	2397	2400 ^P	1,05%	-	-	-	-	-	-
¹⁶ Pentacosano	2497	2500 ^P	1,04%	-	-	-	-	-	-
¹⁷ 2-Metil-hexacosano	2693	2664 ^P	1,27%	-	1,83%	-	-	-	-
¹⁸ 2-metiloctosano	2890	2860 ^P	0,48%	9,03%	-	1,18%	-	-	-
MISCELÂNEA									
¹⁹ 4-Metóxi-benzaldeído	1200	1200 ^N	-	-	-	-	-	3,16%	alcoólico
²⁰ Hexil octil sulfito	2048	2036 ^C	0,66%	-	-	-	-	-	-
²¹ 2-Oxooctadecanoato de metila	2213	2196 ^P	-	-	0,64%	-	-	-	-
COMPOSTOS TERPÊNICOS									
MONOTERPENO OXIGENADO									
²² β -Linalol	1079	1079 ^N	-	-	2,76%	-	-	2,10%	floral

(continua)

Table 1. (continuação)

COMPOSTOS IDENTIFICADOS	Óleo Essencial			Extração em Fase Sólida			ODOR**		
	LRI	LRI*	FV	FM	FF	FV		FM	FF
²³ α -Terpineol	1161	1198 ^N	-	-	0,88%	-	-	2,31%	floral
DITERPENO OXIGENDADO									
²⁴ Isofitol	1934	1942 ^N	0,56%	-	0,49%	-	-	0,49%	floral
²⁵ Fitol	2094	2091 ^P	11,96%	2,69%	62,42%	-	-	-	floral
TRITERPENO									
²⁶ Esqualeno	2792	2833 ^N	2,59%	1,63%	2,31%	1,21%	1,37%	2,21%	floral
SESQUITERPENO									
²⁷ β -Farneseno	1439	1439 ^N	-	-	0,35%	-	-	0,30%	amadeirado
SESQUITERPENO OXIGENADO									
²⁸ (\pm)- <i>trans</i> -Nerolidol	1834	1864 ^C	-	-	1,30%	-	-	1,20%	floral

LRI - índices de Kovats calculados; LRI* - índices de Kovats obtidos da literatura **: Descrição do odor obtido pela plataforma Good Scents Company (2019); ^N - NIST, 2019; ^P - PubChem, 2019; ^C - ChemSpider, 2019. FV: fruto verde; FM: fruto maduro; FF: farinha de flor.

3.2 Fração não Volátil (Ácidos Fenólicos, Flavonoides E Alcaloides)

Os compostos não voláteis das classes dos ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides dos frutos verdes e das flores de OPN também foram analisados (Tabela 2). Nesse caso, utilizou-se a CLAE/EMAR, conforme descrito na parte de metodologia. Infelizmente, problemas técnicos inviabilizaram a análise dos frutos maduros e não foi possível realizar nova tentativa por conta da escassez de amostra da mesma partida. Sendo assim, não há dados disponíveis no presente trabalho sobre a composição de compostos fenólicos e alcaloides dos frutos de OPN maduros. No total, foram identificados dezessete compostos, sendo oito ácidos fenólicos, cinco flavonoides e quatro alcaloides. O extrato do fruto verde apresentou maior diversidade de compostos (17) em relação à flor (11). Nenhum flavonoide foi detectado nos extratos das flores de OPN. Vale lembrar que a extração das flores foi realizada com a farinha de flor, que estava desidratada e moída; diferente dos frutos que não passaram por secagem. Logo, compostos bioativos podem ter sido perdidos durante o processo de secagem e armazenamento [34].

Sabe-se que os ácidos fenólicos e flavonoides são os compostos mais abundantes da classe fenólica vegetal [35, 36]. O ácido caféico, o ácido p-cumárico, o ácido ferúlico e o Kaempferol também já haviam sido identificados em amostras de OPN, mais especificamente como constituintes dos extratos hidrometanólicos (30:70, v/v) das folhas de *Pereskia aculeata* Miller [37]. O ácido gálico, ácido protocatéquico, ácido gentísico e ácido vanílico foram encontrados em ambos os extratos analisados no presente estudo (do FV e da FF). O ácido elágico e a epicatequina foram detectados apenas no extrato do FV. Estudos recentes demonstram ação antioxidante [38], antitumoral [39], anti-inflamatória [40] e antimicrobiana [41] para o ácido gálico. Abedi et al. (2020) [42] associaram o ácido gentísico a um potencial anti-inflamatório, neuroprotetor, analgésico, antimicrobiano e antioxidante. Sharma et al. (2020) [43] atribuíram ao ácido vanílico propriedades antioxidante, anti-inflamatória e cardioprotetora.

Os flavonoides quercetina, naringenina, luteolina e Kaempferol também só foram encontrados nos extratos dos FV da OPN. Segundo Garcia et al. (2019) [44], a quercetina ($3,06 \text{ mg g}^{-1}$) e Kaempferol ($0,819 \text{ mg g}^{-1}$) também podem ser encontrados nos extratos hidrometanólicos (1:20, v/v) das folhas de *Pereskia aculeata* Miller. Souza et al. (2014) [45] também relata em seu trabalho a presença do Kaempferol nas folhas de OPN. Wong et al. (2013) [46] atribui à quercetina e ao Kaempferol atividade inibitória do crescimento de *Staphylococcus aureus*. A luteolina também é encontrada em outras fontes vegetais e é caracterizada como um potente anti-inflamatório [47]. Agostini-Costa et al. (2012) [6] citaram em seu estudo a detecção de luteolina ($6,5 \text{ mg g}^{-1}$) em extratos cetônicos de frutos maduros de OPN.

Neste estudo, foi observada a presença de quatro alcaloides: abrina, triptamina, hordenina e mescalina. A abrina e a triptamina possuem atividade adrenérgica [48, 49], antioxidante e antiproliferativa [50]. De acordo com De Castro et al. (2012) [51] e Pinto et al. (2015) [52] a espécie *P. aculeata* Miller também apresentou esses quatro alcaloides na fração hidrometanólica produzida a partir de suas folhas. Segundo esses autores, essas substâncias podem estar correlacionadas à presença abundante de proteínas na matriz vegetal, possibilitando a formação de alcaloides pelo agrupamento de aminas. Cassels e Sáez-Pérez (2018) [53] relata que a mescalina e a hordenina podem ser encontradas em diversas espécies da família *Cactaceae*, sendo os alcaloides com maior número de estudos publicados. No presente estudo, os quatro alcaloides mencionados anteriormente foram identificados nos extratos das flores e frutos verdes de OPN.

Tabela 2. Compostos identificados nos extratos aquosos de fruto e flor de *Pereskia aculeata* Miller por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas de Alta Resolução (CLAE-EMAR).

Nome	Fórmula Molecular	Tempo de Retenção (min)	[M + H] ⁺ (m/z)	
			FRUTO VERDE	FLOR
Ácido gálico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₅	11,66	169,01335	169,01344
Ácido protocatéquico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₄	16,35	153,01837	153,01843
Epicatequina (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	20,10	289,07227	-
Ácido Gentísico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₄	19,90	153,01837	153,01839
Ácido cafeíco (AF) ^{MN}	C ₉ H ₈ O ₄	20,67	179,03421	179,03426
Ácido vanílico (AF) ^{MN}	C ₈ H ₈ O ₄	20,68	167,03438	167,03429
Ácido p-cumárico (AF) ^{MN}	C ₉ H ₈ O ₃	22,75	163,03917	163,03920
Ácido ferúlico (AF) ^{MN}	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	22,94	193,05002	193,05009
Ácido elágico (AF) ^{MN}	C ₁₄ H ₆ O ₈	24,54	300,99899	-
Quercetina (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	25,86	301,03546	-
Naringenina (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	26,05	271,06149	-
Luteolina (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	26,25	285,04047	-
Kaempferol (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	26,85	285,04056	-
Abrina (A) ^{MP}	C ₁₂ H ₁₄ N ₂ O ₂	9,37	219,11261*	219,11261*
Triptamina (A) ^{MP}	C ₁₀ H ₁₂ N ₂	6,04	161,10715*	161,10727*
Hordenina (A) ^{MP}	C ₁₀ H ₁₅ NO	8,26	166,12778*	166,12274*
Mescalina (A) ^{MP}	C ₁₁ H ₁₇ NO ₃	0,94	212,12823*	212,12819*

^{MN}: modo negativo; ^{MP}: modo positivo; (AF): ácido fenólico; (F): flavonoides; (A): alcaloides; * anotação de composto identificado sem uso de padrões específicos, utilizando dados publicados na literatura e comparação de fragmentos com a plataforma GNPS.

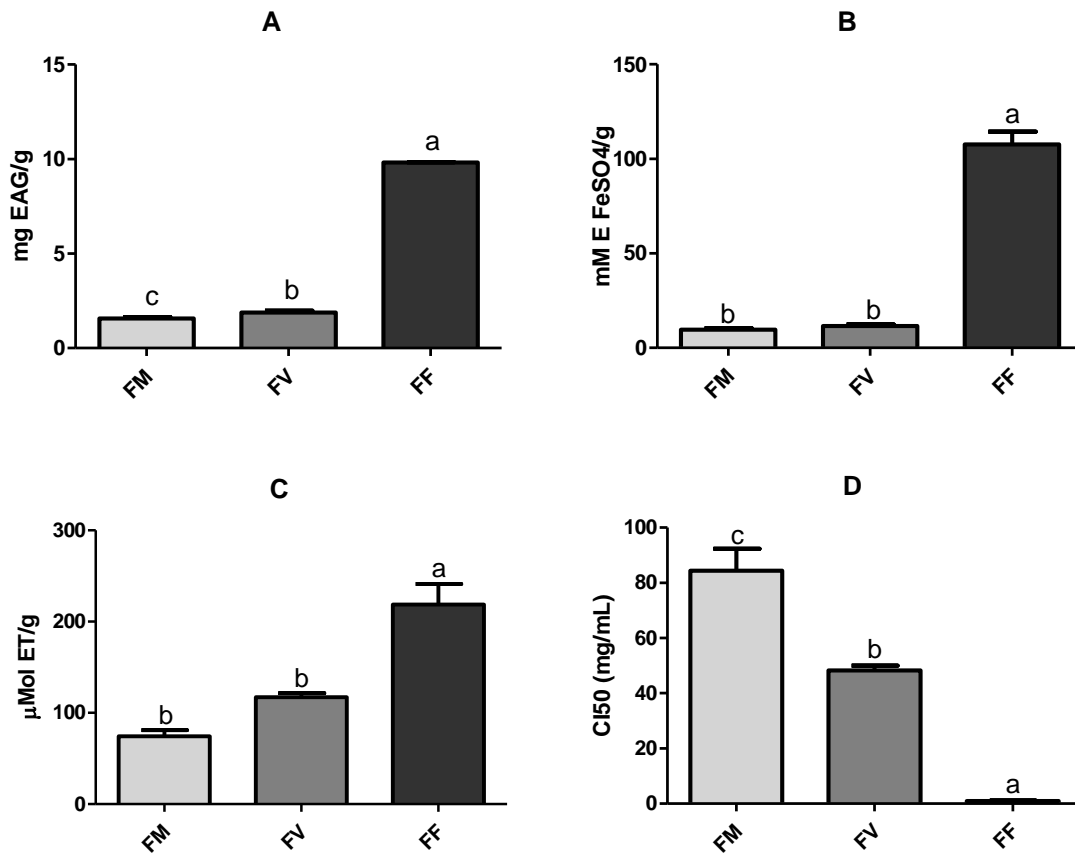


Figura 3. Atividade antioxidante pelos métodos (A) Folin-Ciocalteu; (B) FRAP; (C) ORAC; (D) DPPH; (FM): fruto maduro; (FV): fruto verde; (FF): farinha de flor; letras diferentes representam diferença estatística ($p < 0,05$).

Avaliando o conteúdo de fenólicos totais pelo teste de Folin-Ciocalteu, observou-se que FM, FV e FF apresentaram concentração de $1,57 \pm 0,07$, $1,87 \pm 0,10$ e $9,81 \pm 0,02$ mg EAG/g de amostra, respectivamente. Foi descrito anteriormente que o fruto maduro apresenta conteúdo fenólico de cerca de 0,65 mg EAG/g [6], inferior ao observado no presente estudo. Em outro estudo, o fruto verde apresentou 1,13 mg EAG/g e o fruto maduro apresentou 1,20 mg EAG/g [1], valores mais próximos dos observados no presente estudo. Na Figura 3 estão representados os resultados de capacidade antioxidante obtidos pelo emprego dos diferentes métodos aplicados no presente estudo. No geral, a farinha da flor (FF) apresentou capacidade antioxidante superior à observada para os dois estádios de maturação dos frutos. Provavelmente, o processo de secagem provocou a concentração desses compostos antioxidantes nessa matriz, contribuindo para que a FF demonstrasse essa maior capacidade antioxidante, apesar de possuir uma menor diversidade de compostos com esse tipo de propriedade (Tabela 2). Henz (2019) [54] corrobora com esse tipo de discussão ao afirmar que o processo de secagem e o percentual de água de uma matriz podem interferir na bioatividade de seus constituintes. No FRAP e ORAC não houve diferença estatística entre o fruto verde e o fruto maduro ($p > 0,05$). Os dados obtidos pelo emprego dos outros métodos indicaram que o fruto verde possui maior capacidade antioxidante do que o fruto maduro.

No presente estudo, os valores de ORAC para a atividade antioxidante do FM, FV e FF foram $74,35 \pm 6,86$, $117,10 \pm 4,57$ e $218,70 \pm 22,37$ µMol ET/g de amostra. Esses valores foram superiores aos encontrados anteriormente no estudo de Silva et al. (2018) [1] ($19,5$ µMol ET/g no fruto verde e $38,5$ µMol ET/g no fruto maduro), apesar deles terem trabalhado com as polpas liofilizadas desses frutos. Essa diferença pode estar relacionada ao fato de que no presente estudo a capacidade antioxidante foi determinada em extratos aquosos obtidos dos frutos inteiros macerados, incluindo as cascas e sementes (veja o item 2.3.1).

Garcia et al. (2019) [44] relataram valores de CI_{50} de $72,9 \pm 3,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ($0,0729 \text{ mg mL}^{-1}$) para extratos hidroetanólicos obtidos das folhas de *Pereskia aculeata* Miller. As amostras de FM, FV e FF apresentaram valores de CI_{50} de $84,36 \pm 7,98$, $48,32 \pm 1,73$ e $0,95 \pm 0,17 \text{ mg mL}^{-1}$ (Figura 2). Sabendo-se que quanto maior é o potencial antioxidante, menor é o valor de CI_{50} , podemos inferir que os extratos hidroetanólicos das folhas de OPN apresentam maior potencial antioxidante do que os frutos e a FF dessa espécie. Esses produtos (FM, FV e FF) também têm potencial antioxidante inferior ao observado na infusão fresca do caule da OPN ($CI_{50} = 503,34 \mu\text{g mL}^{-1}$) [4].

3.3 Caracterização Físico-Química dos Frutos

A Tabela 3 apresenta os resultados físico-químicos de acordo com o estágio de amadurecimento dos frutos de *P. aculeata* Miller. É possível observar diferenças estatísticas entre as frutas maduras e verdes no que diz respeito aos parâmetros peso, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e quantidade de sólidos solúveis totais. As frutas maduras apresentaram valores de peso inferiores aos observados para o grupo FV, o que poderia ser explicado pelo aumento da intensidade das trocas gasosas nas frutas na fase madura [55].

Chitarra e Chitarra (2005) [56] afirmam que a quantidade de sólidos solúveis totais presente em frutos é proporcional ao percentual de açúcares solúveis contidos na polpa. Deste modo, frutos com elevados teores de sólidos solúveis totais podem apresentar maior doçura e provavelmente maior aceitabilidade [57]. Kluge et al. (2002) [58] contribuíram para essa discussão afirmando que durante o processo fisiológico de maturação, a parede celular dos frutos enfraquece devido à presença de enzimas hidrolíticas que favorecem a degradação do amido em monossacarídeos, conferindo doçura e melhor textura. Como era de se esperar, neste estudo observou-se que os frutos maduros apresentaram os maiores valores de sólidos solúveis totais ($9,00 \pm 0,70$ °Brix) em relação aos frutos verdes ($5,20 \pm 0,44$ °Brix).

Os valores de pH dos frutos de OPN não variaram de forma estatística ($p > 0,05$) quando os diferentes estágios de maturação foram comparados. Os valores médios de pH foram de 4,37 para os frutos verdes e 4,65 para os frutos maduros (Tabela 3).

Tabela 3. Análise dos parâmetros físico-químicos de frutos verdes (FV) e maduros (FM) da espécie *Pereskia aculeata* Miller.

PARÂMETRO	FV	FM
Peso (g)	$2,96 \pm 0,36^a$	$1,66 \pm 0,08^b$
Diâmetro Longitudinal (cm)	$1,69 \pm 0,09^a$	$1,28 \pm 0,10^b$
Diâmetro Transverso (cm)	$1,21 \pm 0,08^a$	$1,55 \pm 0,12^b$
pH	$4,37 \pm 0,30^a$	$4,65 \pm 0,14^a$
SST (°Brix)	$5,20 \pm 0,44^a$	$9,00 \pm 0,70^b$

FV: fruto verde; FM: fruto maduro; g: gramas; cm: centímetros; pH: potencial de hidrogênio; (°Brix): graus Brix; SST: sólidos solúveis totais; letras diferentes na mesma linha representam diferença estatística ($p < 0,05$) de acordo com testes t múltiplos.

4. CONCLUSÃO

No total foram identificados 28 compostos voláteis nas amostras analisadas. O ácido hexadecanóico e o escaleno foram os únicos compostos voláteis detectados em todas as frações voláteis avaliadas. O ácido hexadecanóico merece destaque por sua elevada concentração em todas essas frações voláteis. O ácido linoleico, oleico e o fitol também se destacaram quantitativamente em alguns dos óleos essenciais estudados. Os compostos terpênicos β -linalol, α -terpineol, β -farneseno e *trans*-nerolidol podem ter importante participação no aroma da FF da espécie *Pereskia aculeata* Miller. A análise da variância dos componentes principais demonstrou que o perfil de

compostos voláteis dessas amostras parece ser altamente influenciado pelo método de isolamento empregado.

O estudo qualitativo das frações não voláteis dos extratos aquosos do FV e da FF mostrou que o FV possui uma diversidade maior de compostos fenólicos, apresentando além dos ácidos fenólicos, alguns flavonoides. Esses flavonoides não foram identificados na FF da OPN. O ácido elágico também foi encontrado exclusivamente no FV. Apesar disso, o potencial antioxidante da FF da OPN mostrou-se bem superior aos potenciais antioxidantes dos frutos verde e maduro. Isso pode ser explicado pela concentração desses compostos na FF durante seu processo de preparação, que envolveu secagem em estufa ventilada à 60°C por 24 horas.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo sobre o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante das flores da *Pereskia aculeata* Miller. Além disso, este trabalho apresenta dados inéditos sobre o perfil de voláteis dos frutos dessa espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silva APG, Spricigo PC, Freitas TP, Acioly TMS, Alencar SM, Jacomino AP. Ripe Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* miller) fruits express high contents of bioactive compounds and antioxidant capacity. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2018;40(3):e-749, doi: 10.1590/0100-29452018749.
2. Dias ACP, Pinto NAVD, Yamada LTP, Mendes KL, Fernandes AG. Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do Programa Saúde da Família (PSF) de Diamantina-MG. *Alimentos e Nutrição Araraquara*. 2005;16(3):279-84.
3. Moraes TV, Souza MRA, Rocha CB, Moreira RFA. Composição química da espécie *Pereskia aculeata* Miller: uma análise bibliométrica. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*. 2018;22(3):19-23.
4. Moraes TV, Ferreira JPG, Souza MRA, Moreira RFA. Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. *Research, Society and Development*. 2020;9(5):e34953140, doi: 10.33448/rsd-v9i5.3140.
5. Pinto NDCC, Machado DC, Silva JM, Conegundes JLM, Gualberto ACM, Gameiro J, et al. *Pereskia aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. *Journal of Ethnopharmacology*. 2015;173:330-7, doi: 10.1016/j.jep.2015.07.032.
6. Agostini-Costa TS, Wondracek DC, Rocha WS, Silva DB. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2012;34(1):234-8, doi: 10.1590/S0100-29452012000100031.
7. Maisuthisakul P, Pasuk S, Ritthiruangdej P. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008;21(3):229-40, doi: 10.1016/j.jfca.2007.11.005.
8. Sartor CFP, Amaral V, Guimarães HET, Barros KN, Felipe DF, Cortez LER, et al. Estudo da Ação Cicatrizante das Folhas de *Pereskia aculeata*. *Saúde e Pesquisa*. 2010;3(2):149-54.
9. Habschied K, Lončarić A, Mastanjević K. Screening of polyphenols and antioxidative activity in industrial beers. *Foods*. 2020;9(2):238, doi: 10.3390/foods9020238.
10. Silva HN, Diniz TC, Teles RBA, Rabêlo SV, Almeida JRGS. Prospecção científica de espécies do gênero *Annona* (Annonaceae) com atividade antinociceptiva e anti-inflamatória. *Revista Gestão Inovação e Tecnologias* 2015;5(3):2326-34, doi: 10.7198/S2237-0722201500030010.
11. Mesquita RS. Alcaloides de *Abuta panurensis* (Menispermaceae): potencial de inibição da acetilcolinesterase, atividade citotóxica e imunomoduladora [tese]. Manaus (AM): Universidade Federal do Amazonas; 2020. 142 p.
12. Contreras JC. Perfil de alcaloides de algunas especies de la familia Cactaceae [dissertação]. Guanajuato (MX): Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato; 2018. 66 p.
13. Silva ACB, Schuquel LCS, da Silva CO, Pascoal GB. Nutritional and physicochemical quality in fresh and fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Demetra: Food, Nutrition & Health*. 2016;11(2):355-67, doi: 10.12957/demetra.2016.19491.
14. Matyjasczyk E, Śmiechowska M. Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;91:670-4, doi: 10.1016/j.tifs.2019.07.017.
15. Rosa SM, Souza LA. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2003;25(2):415-28, doi: 10.4025/actasciobiolsci.v25i2.2046.
16. Oliveira MCC, Carvalho MG, Ferreira DT, Braz-Filho R. Flavonóides das flores de *Stiffitia chrysantha* Mikan. *Química Nova*. 1999;22:182-4, doi: 10.1590/S0100-40421999000200006.

17. Souza WFM, Mariano XM, Isnard JL, Souza GS, Souza Gomes AL, Carvalho RJT, et al. Evaluation of the volatile composition, toxicological and antioxidant potentials of the essential oils and teas of commercial Chilean boldo samples. *Food Research International*. 2019;124:27-33, doi: 10.1016/j.foodres.2018.12.059.
18. Moreira RFA, Trugo LC, Pietroluongo M, De Maria CAB. Flavor composition of cashew (*Anacardium occidentale*) and marmeleiro (*Croton Species*) honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(26):7616-21, doi: 10.1021/jf020464b.
19. van Den Dool H, Dec. Kratz P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1963;11:463-71, doi: 10.1016/S0021-9673(01)80947-X.
20. Hamazu Y, Ijima E. Polyphenolic composition and antioxidative activity of apple flesh extracts. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*. 1999;46(10):645-51, doi: 10.3136/nskkk.46.645.
21. Govindarajan R, Rastogi S, Vijayakumar M, Shirwaikar A, Rawat AKS, Mehrotra S, et al. Studies on the antioxidant activities of *Desmodium gangeticum*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2003;26(10):1424-7, doi: 10.1248/bpb.26.1424.
22. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Fortaleza (CE): Embrapa Agroindústria Tropical (INFOTECA-E); 2006. (Comunicado Técnico, 125).
23. Huang D, Ou B, Hampsch-Woodill M, Flanagan JA, Prior RL. High-throughput assay of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(16):4437-44, doi: 10.1021/jf0201529.
24. Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(10):4619-26, doi: 10.1021/jf010586o.
25. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th ed. Gaithersburg (MD): AOAC International; 2000.
26. Kumar D, Rajakumar R. GC-MS analysis of bioactive components from the ethanol extract of *Avicennia marina* leaves. *Innovare Journal of Sciences*. 2016;4(4):9-12.
27. Costa J, Islam M, Santos P, Ferreira P, Oliveira G, Alencar M, et al. Evaluation of antioxidant activity of phytol using non- and pre-clinical models. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2016;17(14):1278-84, doi: 10.2174/1389201017666161019155715.
28. de Moraes TV, Ferreira JPG, Moreira RFA. Óleos essenciais do gênero *Pereskia*: uma revisão da literatura. *Research, Society and Development*. 2020;9(5):e49953357, doi: 10.33448/rsd-v9i5.3357.
29. Cortez-Pereira CS, Baby AR, Kaneko TM, Velasco MVR. Sensory approach to measure fragrance intensity on the skin. *Journal of Sensory Studies*. 2009;24(6):871-901, doi: 10.1111/j.1745-459X.2009.00242.x.
30. Abi-Zaid IE, Riachi LG, de Maria CAB, Moreira RFA. Investigation of the volatile fraction of chamomile (*Matricaria recutita* L.) infusions prepared from Brazilian commercial sachets. *International Food Research Journal*. 2015;22(5):2133-40.
31. Teixeira IEA-Z, Marques TS, Rocha CB, Moreira RFA. A fração volátil da camomila alemã (*Matricaria recutita* L.). *Research, Society and Development*. 2020;9(7):e18973510, doi: 10.33448/rsd-v9i7.3510.
32. Newmark HL. Is oleic acid or squalene the important preventive agent? *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000;72(2):502, doi: 10.1093/ajcn/72.2.502.
33. Kapoor P, Chaudhary P. Squalene: Miraculous Triterpene. *Int Medico-Legal Reporter J*. 2020;3(1):19-28.
34. Rodrigues LMA, Bispo JLP, Silva AG, Gualberto SA, Silva LFN, Tavares IMC, et al. Chemical prospection and biological potential of tropical fruit waste extracts. *Research, Society and Development*. 2020;9(8):e833986476, doi: 10.33448/rsd-v9i8.6476.
35. Quing J, Yang J, Ma L, Wen D, Chen F, Li J. Identification of polyphenols in mulberry (genus *Morus*) cultivars by liquid chromatography with time-of-flight mass spectrometer. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2017;63:55-64, doi: 10.1016/j.jfca.2017.07.005.
36. Taviano MF, Rashed K, Filocamo A, Cacciola F, Dugo P, Mondello L, et al. Phenolic profile and biological properties of the leaves of *Ficus vasta* Forssk. (Moraceae) growing in Egypt. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2018;18:161, doi: 10.1186/s12906-018-2210-0.
37. Souza TCL. Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2014. 69 p.
38. Mahindrakar K V., Rathod VK. Ultrasonic assisted aqueous extraction of catechin and gallic acid from *Syzygium cumini* seed kernel and evaluation of total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity.

- Chemical Engineering and Processing - Process Intensification. 2020;149:107841, doi: 10.1016/j.cep.2020.107841.
39. Varela-Rodríguez L, Sánchez-Ramírez B, Hernández-Ramírez VI, Varela-Rodríguez H, Castellanos-Mijangos RD, González-Horta C, et al. Effect of gallic acid and myricetin on ovarian cancer models: a possible alternative antitumoral treatment. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2020;20(1):110, doi: 10.1186/s12906-020-02900-z.
 40. Liu Y-L, Hsu C-C, Huang H-J, Chang C-J, Sun S-H, Lin AM-Y. Gallic acid attenuated LPS-induced neuroinflammation: protein aggregation and necroptosis. *Molecular Neurobiology*. 2020;57(1):96-104, doi: 10.1007/s12035-019-01759-7.
 41. Broertjes C, van Harten, editors. *Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops*. vol. 12. Amsterdam (NL): Elsevier; 1988. Chapter 5, Adventitious bud techniques and other *in vivo* or *in vitro* methods of asexual propagation of relevance to mutation breeding. developments in crop science; p. 45-59, doi: 10.1016/B978-0-444-41618-6.50007-7.
 42. Abedi F, Razavi BM, Hosseinzadeh H. A review on gentisic acid as a plant derived phenolic acid and metabolite of aspirin: Comprehensive pharmacology, toxicology, and some pharmaceutical aspects. *Phytotherapy Research*. 2020;34(4):729-41, doi: 10.1002/ptr.6573.
 43. Sharma N, Tiwari N, Vyas M, Khurana N, Muthuraman A, Utreja P. An overview of therapeutic effects of vanillic acid. *Plant Archives*. 2020;20(Suppl 2):3053-9.
 44. Garcia JAA, Corrêa RCG, Barros L, Pereira C, Abreu RMV, Alves MJ, et al. Phytochemical profile and biological activities of “Ora-pro-nobis” leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. *Food Chemistry*. 2019;294:302-8, doi: 10.1016/j.foodchem.2019.05.074.
 45. Souza LF, Barros IBI, Mancini E, Martino L, Scandolera E, Feo V. Chemical composition and biological activities of the essential oils from two *Pereskia* species grown in Brazil. *Natural Product Communications*. 2014;9(12):1805-8, doi: 10.1177/1934578X1400901237.
 46. Wonga FC, Yong AL, Ong HC, Chaia TT. Evaluation of the antibacterial activities of selected medicinal plants and determination of their phenolic constituents. *ScienceAsia*. 2013;39(2013):591-5, doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.591.
 47. Wang S, Cao M, Xu S, Shi J, Mao X, Yao X, et al. Luteolin alters macrophage polarization to inhibit inflammation. *Inflammation*. 2020;43(1):95-108, doi: 10.1007/s10753-019-01099-7.
 48. Dewick PM. *Medicinal natural products*. 3rd ed. Chichester (UK): John Wiley & Sons, Ltd; 2009.
 49. Wani IA, Goswami G, Sk S, Mal A, Sayyad M, Ghorai MK. A synthetic route to 1,4-disubstituted tetrahydro- β -carboline and tetrahydropyranoindoles via ring-opening/Pictet-Spengler reaction of aziridines and epoxides with indoles/aldehydes. *Organic and Biomolecular Chemistry*. 2020;18:272-87, doi: 10.1039/c9ob02098e.
 50. Yang M, Al Zaharna M, Chen Y-S, Li L, Cheung H-Y. In vitro antioxidant activities and anti-proliferative properties of the functional herb *Abrus cantoniensis* and its main alkaloid abrine. *Food & Function*. 2014;5(9):2268-77, doi: 10.1039/C4FO00217B.
 51. Pinto NCC, Santos RC, Machado DC, Florêncioa JR, Fagundes EMS, Antinarelli LMR, et al. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. *PharmacologyOnline* 2012;3:63-9.
 52. Pinto NCC, Duque APN, Pacheco NR, Mendes RF, Motta EVS, Bellozi PMQ, et al. *Pereskia aculeata* : a plant food with antinociceptive activity. *Pharmaceutical Biology*. 2015;53(12):1780-5, doi: 10.3109/13880209.2015.1008144.
 53. Cassels BK, Sáez-Briones P. Dark classics in chemical neuroscience: mescaline. *ACS Chemical Neuroscience*. 2018;9(10):2448-58, doi: 10.1021/acschemneuro.8b00215.
 54. Henz KLK. *Influência dos pré-tratamentos e secagem da polpa da juçara (Euterpe edulis Martius) sobre os compostos bioativos [dissertação]*. Santo Antônio da Patrulha (RS): Universidade Federal do Rio Grande; 2019. 86 p.
 55. Díaz-Pérez JC, Muy-Rangel MD, Mascorro AG. Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007;87(1):68-73, doi: 10.1002/jsfa.2672.
 56. Chitarra MIF, Chitarra AB. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2 ed. rev. amp. Lavras (MG): ESAL/FAEPE; 2005.
 57. Silva LR, Barreto NDS, Mendonça V, Braga TR. Características físicas e físico-químicas da água de frutos de coqueiro anão verde. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial Pombal-PB*. 2013;7(2):1022-32, doi: 10.3895/S1981-36862013000200002.
 58. Kluge RA, Nachtigal JC, Fachinello JC, Bilhalva AB. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. 2 ed. São Paulo: Livraria e Editora Rural; 2002.