

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO

THIAGO VIEIRA DE MORAES

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E
NUTRICIONAL E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DE FOLHAS, FRUTOS, FLORES E CAULES DA
Pereskia aculeata Miller (ORA-PRO-NÓBIS)**

**EVALUATION OF THE PHYTOCHEMICAL AND
NUTRITIONAL PROFILES AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF LEAVES, FRUITS, FLOWERS AND
STEMS OF *Pereskia aculeata* Miller (ORA-PRO-
NÓBIS)**

RIO DE JANEIRO

2022

THIAGO VIEIRA DE MORAES

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E
NUTRICIONAL E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DE FOLHAS, FRUTOS, FLORES E CAULES DA
Pereskia aculeata Miller (ORA-PRO-NÓBIS)**

**EVALUATION OF THE PHYTOCHEMICAL AND
NUTRITIONAL PROFILES AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF LEAVES, FRUITS, FLOWERS AND
STEMS OF *Pereskia aculeata* Miller (ORA-PRO-
NÓBIS)**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado em Alimentos e Nutrição.

Orientador: Dr. Ricardo Felipe Alves Moreira
Co-orientadora: Dra. Cristiane Barbosa Rocha

RIO DE JANEIRO

2022

THIAGO VIEIRA DE MORAES

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E NUTRICIONAL E DA
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FOLHAS, FRUTOS, FLORES E
CAULES DA *Pereskia aculeata* Miller (ORA-PRO-NÓBIS)**

**EVALUATION OF THE PHYTOCHEMICAL AND NUTRITIONAL PROFILES
AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF LEAVES, FRUITS, FLOWERS AND
STEMS OF *Pereskia aculeata* Miller (ORA-PRO-NÓBIS)**

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Alimentos e Nutrição, da Universidade
Federal do Estado do Rio de Janeiro
como requisito parcial para obtenção do
título de Doutor em Alimentos e Nutrição.

Aprovada em: 31/03/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Felipe Alves Moreira – (Orientador e Presidente da banca) (PPGAN/UNIRIO)

Profa. Dra. Márcia Barreto da Silva Feijó – (1ª examinadora) (UFF)

Profa. Dra. Érika Fraga de Souza - (2ª examinadora) (EMBRAPA)

Profa. Dra. Fernanda Kamp – (3ª examinadora) (IFRJ)

Profa. Dra. Ellen Mayra Menezes Ayres – (4ª examinadora) (PPGAN/UNIRIO)

RIO DE JANEIRO

2022





Página interna da tese com assinaturas dos membros avaliadores - Thiago Vieira d..

Data e Hora de Criação: 27/04/2022 às 22:55:05

Documentos que originaram esse envelope:

- Pagina_Assinaturas_Banca_Tese_Thiago.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: e441e345035781e1b27c60cda1a459f1826f7a9eb727e071436633eb4dc0bc22

[SHA512]: 21bef4941ec16606106aa1f421681d0b58fa776ceb7546607fea2ea0b5c0495ca07e545cc072c713abdd6e383e879fa36338b5b6d8fc252b0c5c22b4f8f2da1

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Dra. Ellen Mayra Menezes Ayres (ellen.menezes@unirio.br)

Data/Hora: 28/04/2022 - 14:20:02, IP: 179.218.8.182

[SHA256]: 7cbe6b953a954ed0e85dc57719840a8747e6f9fcec619009ad93059e964f9f62

Ellen Mayra Menezes Ayres



ASSINADO - Dra. Érika Fraga de Souza (erika.fraga@embrapa.br)

Data/Hora: 28/04/2022 - 12:10:16, IP: 177.131.164.86

[SHA256]: 55d3fea23dc9134424bfdddc33f86f5e5b4d03fa17d2713675ebbd9490d3fc6



ASSINADO - Dra. Fernanda Kamp (fernandakamp@gmail.com)

Data/Hora: 28/04/2022 - 13:48:55, IP: 179.218.3.229

[SHA256]: ac7841ea949817d0386da3b2ed1de8e433a7c8c1f87405ebcc77da57279801d8



ASSINADO - Dra. Márcia Barreto da Silva Feijó (mbarreto@id.uff.br)

Data/Hora: 28/04/2022 - 10:03:06, IP: 177.12.44.234, Geolocalização: [-22.8898, -43.122]

[SHA256]: ddbc3a36527db66afc41fe59848b9e78da0b1a7c1cfeb2230163d1d208ff27c



ASSINADO - Ricardo Felipe Alves Moreira (ricardo.moreira@unirio.br)

Data/Hora: 27/04/2022 - 23:00:40, IP: 179.180.84.94

[SHA256]: f693e815b7fdadd350436db91ba4ea68d69b06129b09117dae25a4252f31be9e

Ricardo Felipe Alves Moreira

Histórico de eventos registrados neste envelope

28/04/2022 14:20:02 - Envelope finalizado por ellen.menezes@unirio.br, IP 179.218.8.182
28/04/2022 14:20:02 - Assinatura realizada por ellen.menezes@unirio.br, IP 179.218.8.182
28/04/2022 14:19:56 - Envelope visualizado por ellen.menezes@unirio.br, IP 179.218.8.182
28/04/2022 13:48:55 - Assinatura realizada por fernandakamp@gmail.com, IP 179.218.3.229
28/04/2022 12:10:16 - Assinatura realizada por erika.fraga@embrapa.br, IP 177.131.164.86
28/04/2022 12:10:01 - Envelope visualizado por erika.fraga@embrapa.br, IP 177.131.164.86
28/04/2022 10:03:06 - Assinatura realizada por mbarreto@id.uff.br, IP 177.12.44.234
28/04/2022 10:02:57 - Envelope visualizado por mbarreto@id.uff.br, IP 177.12.44.234
27/04/2022 23:00:40 - Assinatura realizada por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.180.84.94
27/04/2022 23:00:24 - Envelope visualizado por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.180.84.94
27/04/2022 23:00:05 - Envelope registrado na Blockchain por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.180.84.94
27/04/2022 23:00:04 - Envelope encaminhado para assinaturas por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.180.84.94
27/04/2022 22:55:05 - Envelope criado por ricardo.moreira@unirio.br, IP 179.180.84.94



Documento em conformidade com o padrão de assinatura digital ICP-Brasil e validado de acordo com o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação

Os registros de assinatura presentes nesse documento pertencem única e exclusivamente a esse envelope.
Documento final gerado e certificado por **Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro**



Catálogo informatizado pelo(a) autor(a)

V827 Vieira de Moraes, Thiago
Avaliação do perfil fitoquímico e nutricional e da
atividade antioxidante de folhas, frutos, flores e
caules da *Pereskia aculeata* Miller (ora-pro-nóbis) /
Thiago Vieira de Moraes. -- Rio de Janeiro, 2022.
198

Orientador: Ricardo Felipe Alves Moreira.
Coorientador: Cristiane Barbosa Rocha.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Alimentos e Nutrição, 2022.

1. PANC. 2. caracterização química. 3.
bioatividade. 4. farinhas. 5. óleos essenciais. I.
Alves Moreira, Ricardo Felipe , orient. II. Barbosa
Rocha, Cristiane , coorient. III. Título.

Dedico este trabalho aos meus avôs maternos e paternos *in memoriam*,
cujos galhos, deram origem aos frutos de minha existência.

AGRADECIMENTOS

Primeiro ao SER LUZ, Deus, fonte de minha fé, meu porto seguro.

Aos meus queridos pais, irmão e familiares próximos que sempre se esforçaram para me proporcionar o melhor estudo, o conforto e o incentivo para seguir meus sonhos.

Ao amor, a amizade, ao companheirismo desde que iniciei essa jornada. Obrigado Abelardo, sem você tudo seria mais difícil.

Ao Pepe, meu “pacotinho de amor” que me distraiu com uma lambida, com um semblante de carinho em todo o processo da escrita final.

Aos meus antepassados, avós e avôs *in memoriam* pelas memórias coloridas na infância.

As amigas, Thaisa Marques, Eliane Jung, Érika Fraga e Larissa Gabrielly, que prontamente me ajudaram em análises, dividiram comigo as melhores risadas nos intervalos de aula e compartilharam de momentos íntimos durante minha trajetória nesta instituição. Meninas, muito obrigado.

Aos aprendizes da ciência, Mariana Rangel e João Paulo Gonçalves. Obrigado por cada preparo, dúvida, sugestão, análise e auxílio durante nossa caminhada no laboratório. Juntos, somos fortes. Vida longa aos futuros colegas da docência e pesquisa científica.

Em especial toda equipe da Profa Lucilia Kato (Universidade Federal de Goiás), com vocês compartilhei amizade, conhecimento e bons momentos. Obrigado pela receptividade.

Aos meus orientadores, Ricardo Felipe Alves Moreira e Cristiane Barbosa Rocha. Paciência, confiança, coleguismo, admiração e gratidão são palavras que surgem na minha cabeça quando penso em vocês. Muito obrigado pelo aceite, pelo convívio e pelos ensinamentos.

“é melhor ser alegre que ser triste
alegria é a melhor coisa que existe
é assim como a luz no coração...”

Bebel Gilberto

RESUMO

A *Pereskia aculeata* Miller conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN), tem sido utilizada por uma parcela da população, a qual busca diversidade alimentar e nutricional. Inicialmente, revisões da literatura à respeito da OPN foram realizadas para estabelecer o nível de conhecimento vigente sobre a espécie. Posteriormente, foi realizada a caracterização de folhas, frutos, flores e caule utilizando técnicas cromatográficas (CG-DIC, CG-EM, CLAE/EMAR). A caracterização nutricional foi desenvolvida por meio da análise centesimal, e o potencial antioxidante foi realizado com base nos métodos de Folin-Ciocalteu, cloreto de alumínio, DPPH, ABTS, FRAP, ORAC e sistema β -caroteno/ácido linoleico. Como esperado, a revisão constatou que a folha da OPN ainda é objeto de maior interesse dos pesquisadores. O presente estudo identificou trinta e nove compostos nos óleos essenciais das folhas de OPN, sendo a maioria (23) pertencente à classe terpênica. A análise de compostos não voláteis, identificou (14) compostos, sendo (8) ácidos fenólicos, (2) flavonoides e (4) alcaloides. Nas flores e frutos da OPN, pode-se constatar que vinte e oito compostos voláteis, sendo o ácido hexadecanoico e o escaleno, os únicos detectados em todas as frações analisadas. No que se refere ao estudo qualitativo da fração não-volátil, o fruto verde demonstrou maior diversidade de compostos em relação com as flores da espécie. O perfil volátil do caule da OPN foi avaliado pela primeira vez. No total foram relatados trinta e quatro compostos voláteis e oito compostos não-voláteis. Em relação a avaliação centesimal e a atividade antioxidante, os valores mostraram-se dentro da faixa descrita na literatura. Também pode-se concluir que o congelamento dos extratos aquosos do caule da OPN não apresentou diferença estatística entre 7 e 21 dias para a atividade antioxidante.

Palavras-chave: PANC; caracterização química; bioatividade; farinhas; óleos essenciais; infusões.

ABSTRACT

The *Pereskia aculeata* Miller popularly known as ora-pro-nóbis (OPN), has been used by a portion of the population, which seeks food and nutritional diversity. Initially, literature reviews regarding OPN were carried out to establish the current level of knowledge about the species. Subsequently, the characterization of leaves, fruits, flowers and stems was performed using chromatographic techniques (GC-DIC, GC-MS, HPLC/EMAR). Nutritional characterization was developed through centesimal analysis, and the antioxidant potential was performed based on the methods of Folin-Ciocalteu, aluminum chloride, DPPH, ABTS, FRAP, ORAC and β -carotene/linoleic acid system. As expected, the review found that the OPN sheet is still the object of greatest interest to researchers. The present study identified thirty-nine compounds in the essential oils of OPN leaves, the majority (23) belonging to the terpene class. The analysis of non-volatile compounds identified (14) compounds, being (8) phenolic acids, (2) flavonoids and (4) alkaloids. In the flowers and fruits of OPN, it can be seen that twenty-eight volatile compounds, being hexadecanoic acid and scalene, the only ones detected in all analyzed fractions. Regarding the qualitative study of the non-volatile fraction, the green fruit showed greater diversity of compounds in relation to the flowers of the species. The OPN stem volatile profile was evaluated for the first time. In total, thirty-four volatile compounds and eight non-volatile compounds were reported. Regarding the proximate evaluation and the antioxidant activity, the values were within the range described in the literature. It can also be concluded that the freezing of the aqueous extracts of the OPN stem did not present a statistical difference between 7 and 21 days for the antioxidant activity.

Keywords: UFP; chemical characterization; bioactivity; flours; essential oils, infusions.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	14
Capítulo 1	16
Composição química da espécie <i>Pereskia aculeata</i> Miller: uma análise bibliométrica	17
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. DESENVOLVIMENTO	21
4. DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29
Capítulo 2	33
Potencial antioxidante da espécie <i>Pereskia aculeata</i> Miller: uma análise bibliométrica....	34
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	47
Capítulo 3	52
Óleos essenciais do gênero <i>Pereskia</i> : uma revisão de literatura	53
1. INTRODUÇÃO	55
2. METODOLOGIA	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4. CONCLUSÃO	65
BIBLIOGRAFIA	66
Capítulo 4	68
Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da <i>Pereskia aculeata</i> Miller fresco e armazenado sob congelamento.....	69
1. INTRODUÇÃO	71
2. METODOLOGIA	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4. CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	76
Capítulo 5	80
Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de <i>Pereskia aculeata</i> Miller. 81	

1. INTRODUÇÃO	83
2. METODOLOGIA	84
2.1. Material vegetal	84
2.2. Avaliação da fração volátil dos frutos e flores de opn	85
2.3. Avaliação da fração não volátil dos frutos e flores de opn	87
2.4. Caracterização físico-química dos frutos	90
2.5. Análises Estatísticas	91
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
1.1. Fração Volátil	91
1.2. Fração não volátil (ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides)	98
1.3. Caracterização físico-química dos frutos	102
4. CONCLUSÃO	104
AGRADECIMENTOS	104
CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO	104
REFERÊNCIAS	104
Capítulo 6	112
Uso do recurso stories para avaliação do conhecimento dos usuários do Instagram à respeito de PANCs, com destaque para a ora-pro-nóbis	113
INTRODUÇÃO	115
METODOLOGIA	116
RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
CONCLUSÃO	121
REFERÊNCIAS	121
Capítulo 7	125
Perfil fitoquímico da farinha do caule da <i>Pereskia aculeata</i> Miller	126
1. INTRODUÇÃO	128
2. MATERIAL E MÉTODOS	129
2.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	129
2.2. AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO VOLÁTIL DA FC DE OPN	129
2.3. AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL DA FC DE OPN	131
2.4. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	133
2.5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DA FC DE OPN	133
2.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	134
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	134
3.1. FRAÇÃO VOLÁTIL	134

3.2. FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL.....	138
3.3. CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DA FC DE OPN.....	141
4. CONCLUSÃO	144
5. AGRADECIMENTOS	145
CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.....	145
6. REFERÊNCIAS	145
Capítulo 8	153
Avaliação da composição química e nutricional e do potencial antioxidante de farinhas de amostras comerciais e in natura de folhas de pereskia aculeata Miller.....	
	155
1. INTRODUÇÃO.....	157
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	157
2.1. Coleta e preparo do material vegetal.....	158
2.2. Avaliação da composição da fração volátil da FF de OPN.....	158
2.3. Avaliação da composição da fração não volátil da FF de OPN.....	160
2.4. Análises espectrofotométricas para determinação do teor total de fenólicos, flavonoides e do potencial antioxidante dos OEs e extratos aquosos das FF de OPN.....	162
2.5. Composição centesimal e mineral da FF de OPN.....	165
2.6. Análises estatísticas.....	165
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	165
3.1 FRAÇÃO VOLÁTIL.....	165
3.2 FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL.....	175
3.3 ANÁLISES ESPECTROFOTOMÉTRICAS.....	177
3.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL.....	180
4. CONCLUSÃO.....	183
AGRADECIMENTOS.....	185
5. REFERÊNCIAS.....	185
CONCLUSÃO GERAL	190
APÊNDICE.....	193

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, práticas relacionadas ao estilo de vida saudável vêm exercendo influência na alimentação da população em geral. A busca pela saúde tem elevado o consumo de vegetais e o uso em especial de plantas alimentícias não-convencionais (PANCs). Neste contexto, a espécie *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN), é definida como PANC e apresenta propriedades nutricionais e farmacológicas importantes, sendo fonte de diversos nutrientes e possuindo potencial para o tratamento de algumas doenças. Na literatura é possível encontrar estudos *in vivo* que indicam ação antinociceptiva; antioxidante, antiparasitária, antitumoral e antidislipidêmica para diversos extratos obtidos a partir de diferentes partes da *P. aculeata*.

Botanicamente, a *Pereskia aculeata* Miller pertence à família Cactaceae e pode ser definida como uma planta arbustiva, trepadeira, de aspecto perene, folhas verdadeiras, falsos espinhos, flores pequenas com coloração branca e frutos amarelados. Originalmente americana, esta espécie é considerada endêmica nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. Na cultura popular as folhas de OPN são tratadas como “carne dos pobres” ou “carne verde”, mas apenas as farinha das folhas dessa espécie possuem percentual proteico elevado (28,99 g de proteínas/100 gramas de matéria seca). Na culinária, essa hortaliça é frequentemente consumida *in natura*, na forma de farinhas e mucilagens, podendo ser facilmente incorporada à dieta da população. Alguns produtos derivados dessa planta (p. ex.: farinhas) têm potencial para serem classificados como suplementos alimentares ricos em proteínas, fibras e certos minerais. Outro produto interessante desta espécie é o óleo essencial, constituído por uma mistura complexa de compostos voláteis que são produzidos à medida que a planta interage com o meio ambiente ao seu redor. Nesse processo denominado metabolismo secundário, a planta produz compostos que podem contribuir para seu aroma, atrair insetos polinizadores ou agir como repelentes naturais capazes de promover proteção contra espécies agressoras. Os óleos essenciais podem ser extraídos de todas as partes do vegetal. No presente estudo foram realizados testes com os óleos essenciais de folhas, flores, frutos e caules de *Pereskia aculeata* Miller. Majoritariamente constituídos pelos compostos terpênicos, cuja variedade funcional

costuma ser elevada, esses óleos essenciais podem encontrar aplicação na conservação de alimentos, na formulação de fármacos e também de produtos cosméticos.

Na era tecnológica, as informações sobre alimentação, em especial sobre PANCS, vêm ganhando espaço nas discussões acadêmicas, nas mídias sociais, feiras de comércio e na mesa da população. Sob um aspecto antropológico, a ressignificação de “mato” para alimento, de “comida de pobre” para alimento *gourmet*, vem ocupando uma nova posição nas práticas sociais e contribuindo para a revalorização dessas práticas e culturas. Apesar dessa crescente popularização da OPN e de outras PANCS, alguns consumidores ainda relutam em consumir esse tipo de produto por conta de dúvidas com relação a sua toxicidade, à incorporação de novos hábitos alimentares e aos quesitos financeiros. É necessário promover ações, envolvendo tanto os produtores quanto os consumidores, a fim de incentivar de modo virtual ou presencial o consumo dessas plantas. Neste âmbito virtual, a utilização de redes sociais (como o *Instagram*) para esse fim ainda é escassa, podendo ser um ambiente mais explorado para a disseminação do conhecimento científico obtido nas universidades.

Até o momento, são poucos os trabalhos disponíveis na literatura científica que tratam da composição das frações volátil e não volátil das folhas, flores, frutos e caules de *Pereskia aculeata* Miller. Também são poucos os trabalhos envolvendo a utilização das mídias sociais como instrumento de disseminação de conhecimento e/ou criação de diálogo com a comunidade leiga sobre o que é realizado na academia. Considerando o exposto, esta tese atende pontos pouco explorados na literatura científica sobre a *Pereskia aculeata* Miller. O presente material está dividido em 8 capítulos englobando i) revisões bibliográficas sobre a espécie vegetal em estudo; ii) avaliação do potencial antioxidante de extratos e óleos essenciais de OPN; iii) uso das redes sociais para captação de informações sobre a OPN; iv) artigos inéditos sobre a caracterização de compostos voláteis e não-voláteis, composição centesimal e mineral de folhas, flores, frutos e caules da *P. aculeata* Miller.

Capítulo 1

Composição química da espécie *Pereskia aculeata* Miller: uma análise bibliométrica

Thiago Vieira de Moraes¹, Mariana Rangel Alves de Souza², Cristiane Barbosa Rocha³, Ricardo Felipe Alves Moreira⁴.

¹ Doutorando em Nutrição e Alimentos da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ² Aluna de graduação do curso de Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ³ Professora Doutora do Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ⁴ Professor Doutor do Departamento de Saúde Coletiva e do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

* Lab. de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios (LACAPA), Departamento de Saúde Coletiva (DSC), Instituto Biomédico (IB) & Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rua Frei Caneca, 94, 4º andar, sala A-412, Cidade Nova, Rio de Janeiro, 20211-040, R.J., Brasil. Fone (+55) 21 – 2531-7978; ricfelipe@terra.com.br

Este capítulo foi publicado em *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, 2018, volume 22, n.3, pp.19-23 (Março – Maio 2018) como artigo de revisão.

RESUMO: O conhecimento científico sobre as espécies de plantas usadas por diferentes grupos populacionais permite o uso mais consciente e eficaz das mesmas. Ainda há muito a se estudar sobre a composição, propriedades e ações farmacológicas de diversas plantas alimentícias, dentre as quais podemos destacar a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller). Essa espécie tem despertado interesse da comunidade científica devido as suas propriedades nutricionais e farmacológicas. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar sistematicamente a produção científica relacionada à composição química dessa espécie em diferentes bases de dados disponíveis on-line. Utilizando descritores específicos, junto à metodologia PRISMA, foram selecionados vinte estudos que atenderam os critérios de inclusão e que permitiram compreender o perfil das publicações sobre a composição química da ora-pro-nóbis. Conclui-se, por exemplo, que as publicações sobre esse tema são razoavelmente recentes, ocorrendo de forma mais frequente no último triênio como produtos das pesquisas desenvolvidas majoritariamente em instituições de pesquisa instaladas nas regiões brasileiras onde a planta é encontrada abundância.

Palavras-chave: bibliometria; composição-química; ora-pro-nóbis; PANC.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, práticas relacionadas ao estilo de vida saudável, vêm exercendo influência na alimentação da população em geral. A busca pela saúde tem elevado o consumo de vegetais, em especial de plantas alimentícias não-convencionais (PANC). Além dos benefícios para saúde, o baixo custo desses produtos naturais os torna cada vez mais atrativos¹.

A espécie *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como Ora-pro-Nóbis (OPN), apresenta propriedades nutricionais e farmacológicas importantes, sendo fonte de diversos nutrientes e possuindo potencial para o tratamento de algumas doenças^{2; 3; 4}. Pertencente à família da Cactaceae, pode ser definida como uma planta arbustiva, trepadeira, de aspecto perene, folhas verdadeiras, falsos espinhos, flores pequenas com coloração branca e frutos amarelados. Originalmente americana, esta espécie é considerada endêmica nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil⁵.

Popularmente conhecida como “carne dos pobres” ou “carne verde”⁶, é fonte de proteínas e minerais^{7; 8; 5; 9}. Almeida et al., (2014)¹⁰ mostrou que a farinha de *Pereskia aculeata* Miller possui 28,99 g de proteínas/100 gramas de matéria seca. As proteínas da ora-pro-nóbis são consideradas de boa qualidade, apresentando 85,0% de digestibilidade e teores elevados de aminoácidos essenciais como a lisina^{11; 12}. Essa hortaliça é consumida *in natura*¹³ ou na forma de farinhas¹¹ e mucilagens¹⁴, que podem ser facilmente incorporadas à dieta da população.

Diante do exposto acima, fica fácil entender a importância de estudos relacionados a essa PANC. Ainda há muito a ser descoberto sobre a composição e suas propriedades fitoterápicas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar sistematicamente a produção científica relacionada à composição química da espécie *Pereskia aculeata* Miller em diferentes bases de dados disponíveis on-line.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta análise bibliométrica foi realizada com base nas recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ¹⁵. Foram incluídos estudos que discutiram a composição química de diferentes partes da *Pereskia aculeata* Miller, incluindo as folhas, frutos, caules e raízes. Foram considerados os textos de modo integral, com acesso gratuito ou pago; estudos publicados em qualquer revista científica sem qualquer restrição a ordem de classificação, pontuação/fator de impacto, como também foram adotados textos publicados em inglês, espanhol ou português; não foi estabelecido um limite inferior para o intervalo da pesquisa, sendo o limite superior à data de 30 de setembro de 2017. Os critérios de exclusão foram os seguintes: textos que apresentavam dados fora da temática adotada; textos disponíveis em uma língua diferente das três indicadas anteriormente e/ou textos em formato de resumos, monografias, dissertações, teses e materiais de revisão.

Para identificar, selecionar e reunir a maior quantidade de artigos relevantes publicados sobre o tema em questão, essa revisão sistemática foi realizada pela consulta a diferentes bases de dados eletrônicas (Tabela 1), usando os descritores “PERESKIA ACULEATA MILLER” e “COMPOSITION”, sem limite temporal para o intervalo de busca e com filtro para os idiomas supracitados. O primeiro descritor foi utilizado separadamente e, posteriormente, combinado ao segundo descritor pelo emprego do operador booleano “AND”. Os estudos que se adequaram aos critérios de inclusão foram adicionados a uma planilha para facilitar a consulta e o gerenciamento a qualquer momento.

Utilizando como base os critérios adotados, os títulos, resumos, palavras-chave e temáticas foram analisados, sendo classificados como elegíveis ou inelegíveis. A busca e seleção dos textos foram realizadas entre os dias 18 e 30 de setembro de 2017. Os textos considerados elegíveis foram reavaliados através de leitura minuciosa para que sua inclusão na pesquisa fosse confirmada.

Não havendo escala de avaliação metodológica para estudos transversais, optou-se pela avaliação independente realizados por três pesquisadores experientes e

qualificados, que consideraram os seguintes critérios metodológicos: a estratégia de busca, o desenho do estudo e os procedimentos de avaliação

Tabela 1. Bases de dados utilizadas.

Base de Dados	Endereços Eletrônicos
Google Acadêmico	scholar.google.com.br
Periódico CAPES	periodicos.capes.gov.br
Pubmed	ncbi.nlm.nih.gov
Scopus	scopus.com
Scielo	search.scielo.org
Science Direct	sciencedirect.com

3. DESENVOLVIMENTO

Um aspecto de interesse neste estudo foi a quantidade de citações dos trabalhos selecionados. Foi possível observar que o estudo Takeiti *et al.*, (2009) ¹⁶ possui o maior número de citações (**Figura 1**), correspondendo a um percentual de 48% das citações envolvendo a composição da espécie estudada. Esse percentual é justificado pelo fato desse estudo ser um dos precursores dessa temática. Nota-se que oito trabalhos ainda não foram citados na literatura como referência.

Ao avaliar os artigos selecionados (**Tabela 2**) é possível observar o crescente interesse científico sobre o tema proposto, visto que no último triênio a quantidade de publicações sobre o assunto foi superior ao somatório das publicações nos dois triênios anteriores. Ressalta-se que esta pesquisa foi finalizada no dia 30 de setembro de 2017, portanto a quantidade de publicações nesse último triênio pode acabar com valor ainda superior. Outro dado que podemos extrair dessa análise é que há mais publicações sobre o assunto na língua inglesa e em revistas científicas de cunho internacional, do que na língua portuguesa em revistas nacionais.

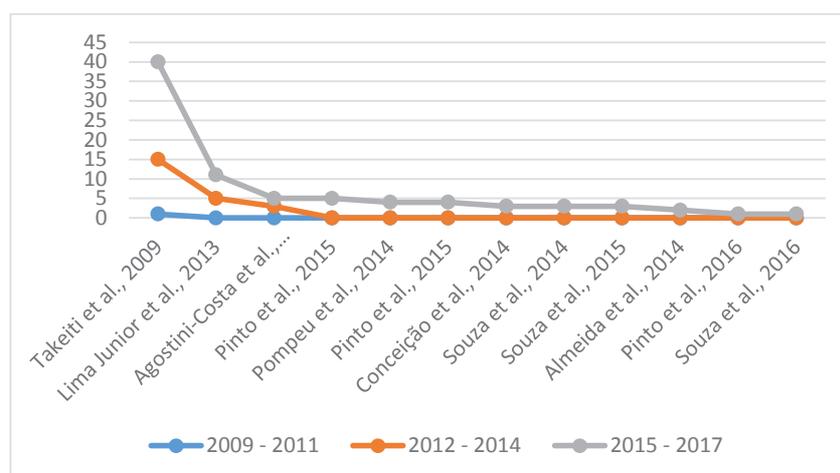


Figura 1. Distribuição dos trabalhos de acordo com os maiores índices de citações.

Tabela 2. Trabalhos incluídos após seleção dos estudos, de acordo com tempo de publicação.

Autor/ Ano	Título
Takeiti <i>et al.</i> , 2009.	Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (<i>Pereskia aculeata</i> Miller).
Agostini-Costa <i>et al.</i> , 2012.	Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of <i>Pereskia aculeate</i> Miller.
Lima Junior <i>et al.</i> , 2013.	Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from <i>Pereskia Aculeata</i> Miller.
Almeida <i>et al.</i> , 2014.	Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis.
Conceição <i>et al.</i> , 2014.	Thermal and microstructural stability of a powdered gum derived from <i>Pereskia aculeate</i> Miller leaves.
Agostini-Costa <i>et al.</i> , 2014.	Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae – <i>Pereskia</i> sp.
Pompeu <i>et al.</i> , 2014.	Anti-nutritional factors and “in vitro” digestibility of leaves of <i>Pereskia aculeata</i> Miller.

Souza <i>et al.</i> , 2014.	Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (<i>Pereskia aculeata</i> Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos <i>in vitro</i> .
Pinto <i>et al.</i> , 2015.	<i>Pereskia aculeata</i> : A plant food with antinociceptive activity.
Pinto <i>et al.</i> , 2015.	<i>Pereskia aculeata</i> Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis
Queiroz <i>et al.</i> , 2015.	Crescimento inicial e composição química de <i>Pereskia aculeata</i> Miller cultivada em diferentes luminosidades.
Santos <i>et al.</i> , 2015.	Análise química de folhas de cactáceas do gênero <i>Pereskia</i> .
Souza <i>et al.</i> , 2015.	Effects of <i>Pereskia aculeata</i> Miller on the biochemical profiles and body composition of wistar rats
Barbalho <i>et al.</i> , 2016.	<i>Pereskia aculeata</i> Miller flour: metabolic effects and composition.
Pinto <i>et al.</i> , 2016.	<i>Pereskia aculeata</i> Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice.
Souza <i>et al.</i> , 2016.	Mineral, protein and nitrate contents in leaves of <i>Pereskia aculeata</i> subjected to nitrogen fertilization.
Souza <i>et al.</i> , 2016.	<i>Pereskia aculeata</i> Muller (Cactaceae) Leaves: Chemical composition and biological activities.
Martin <i>et al.</i> , 2017.	Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of <i>Pereskia aculeate</i> .
Silva <i>et al.</i> , 2017.	Acute Toxicity and Cytotoxicity of <i>Pereskia aculeata</i> , a highly nutritious Cactaceae Plant.
Silva <i>et al.</i> , 2017.	Adsorption of protein on active carbon used in the filtration of mucilage derived from <i>Pereskia aculeata</i> Miller.

A Tabela 3 trata da distribuição dos artigos selecionados dentro do sistema de classificação por pontos proposto na plataforma WebQualis - CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) do Brasil, considerando três áreas de

conhecimento: Ciência de Alimentos, Nutrição e Área Interdisciplinar. A área interdisciplinar (n=18) (90%) obteve a maior representatividade, seguida da área de ciência de alimentos (n=16) (80%) e nutrição (n=11) (55%), respectivamente. Ressalta-se que dois dos vinte trabalhos não foram incluídos nesta análise, pois suas revistas indexadas não estavam referenciadas na supracitada plataforma.

Tabela 3. Distribuição dos artigos por classificação na plataforma WebQualis.

Área/Classificação	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C
Ciência de Alimentos	4	3	2	0	6	0	0	1
Nutrição	1	2	4	0	3	1	0	0
Interdisciplinar	6	0	4	5	0	2	1	0

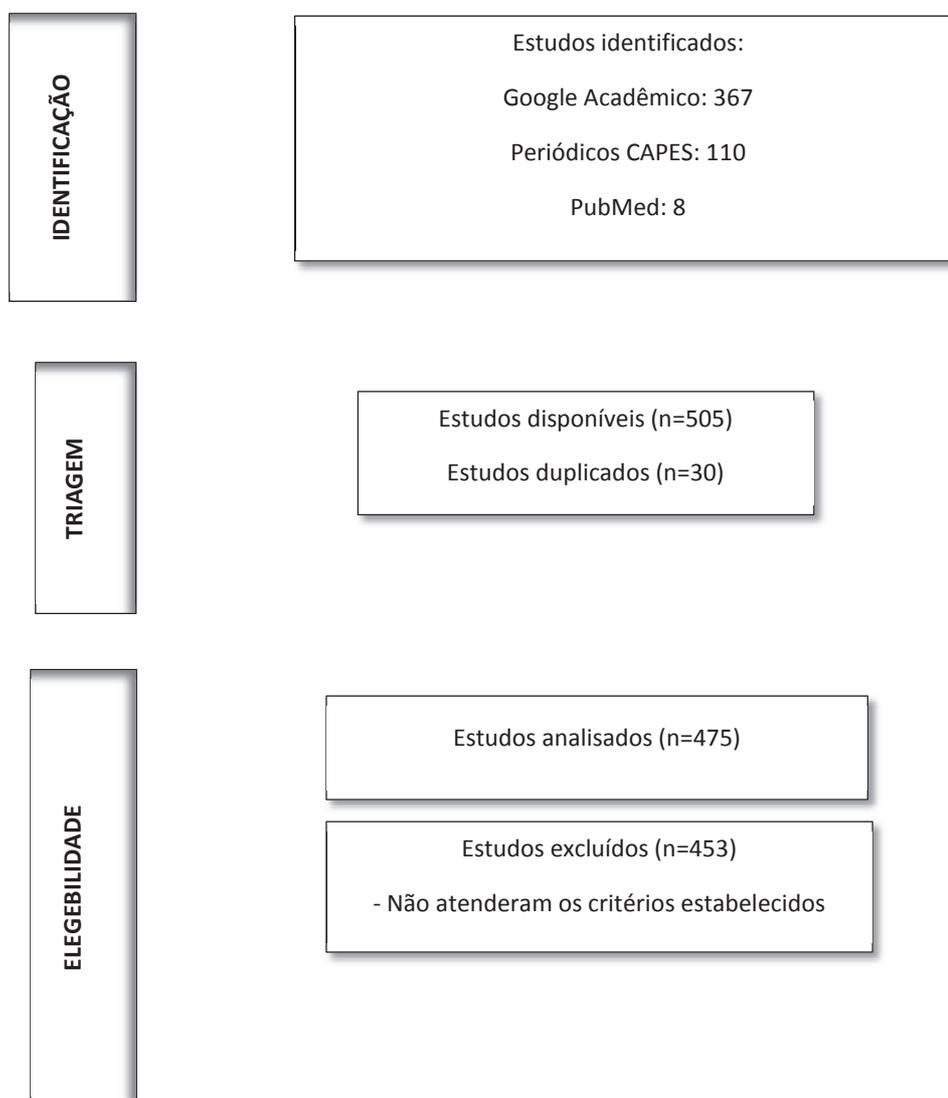
Sabe-se que a busca por periódicos científicos (sobre um determinado tema) é feita com frequência levando-se em consideração palavras-chave nas plataformas de busca. Essas palavras podem oferecer, por exemplo, informações importantes sobre o objeto de estudo, a variável em análise e sobre os métodos usados durante o experimento. Ao analisarmos as palavras-chave indicadas nos artigos selecionados em nossa pesquisa (**Tabela 4**), foi possível perceber que 15 vocábulos apareceram mais de uma vez, sendo o nome científico da espécie vegetal (*Pereskia aculeata* Miller) foi o mais recorrente.

Tabela 4. Frequência das Palavras-chave mais utilizadas nos artigos.

Palavra-Chave/Triênio	2009 - 2011 R (%)	2012 - 2014 R (%)	2015 - 2017 R (%)
<i>Pereskia aculeata</i>	0	6 37,5%	7 25%
Ora – pro – nóbis	0	2 12,5%	1 3,7%
<i>Pereskia grandiflora</i>	0	2 12,5%	1 3,7%
Rato Wistar	0	0	3 10,8%
β caroteno	0	3 18,75%	0
Goma	0	2 12,5%	2 7,1%
Planta Medicinal	0	0	2 7,1%
Antioxidante	0	0	2 7,1%
Análise Centesimal	0	0	2 7,1%
Glicemia	0	0	2 7,1%
Gordura Visceral	0	0	2 7,1%
Extrato de folhas	0	0	2 7,1%
Citotoxicidade	0	0	2 7,1%
Digestibilidade	1 100%	1 6,25%	0

4. DISCUSSÃO

Dos 505 resultados obtidos através de busca (**Figura 2**) com os descritores “*Pereskia aculeata* Miller” e “*Pereskia aculeata* Miller” AND “Composition”, 453 foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Por fim, foram analisados 22 textos integralmente, dos quais dois ainda foram excluídos serem estudos de revisão. A base de dados que mais apresentou publicações sobre o tema foi o Google Acadêmico (73%), seguido do Periódico Capes (22%), Science Direct (3%), Pubmed (1,6%), Scielo (0,3%) e Scopus (0,1%), respectivamente.



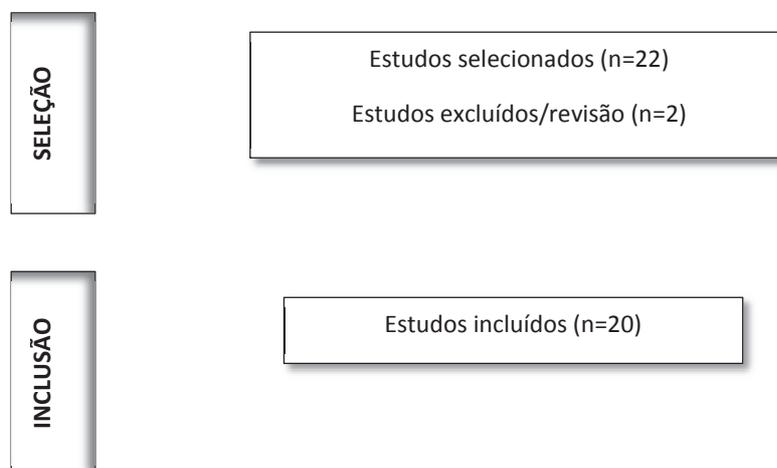


Figura 2: Fluxograma dos procedimentos adotados para a seleção dos artigos

Ao analisar a nacionalidade dos autores observa-se que a maioria (95%) dos pesquisadores é brasileira e possui primeira autoria nas publicações, já o restante (5%) corresponde a um grupo de pesquisadores ítalo-brasileiros. Todos os artigos analisados apresentavam mais do que três autores.

Dos 505 resultados obtidos através de busca (**Figura 2**) com os descritores “*Pereskia aculeata* Miller” e “*Pereskia aculeata* Miller” AND “Composition”, 453 foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Por fim, foram analisados 22 textos integralmente, dos quais dois ainda foram excluídos serem estudos de revisão. A base de dados que mais apresentou publicações sobre o tema foi o Google Acadêmico (73%), seguido do Periódico Capes (22%), Science Direct (3%), Pubmed (1,6%), Scielo (0,3%) e Scopus (0,1%), respectivamente.

Dentre as instituições/órgãos responsáveis pelos estudos apresentados (**Tabela 2**), as maiores produtividades sobre o tema são da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ambas com representatividade correspondente a 15% do montante de trabalhos publicados. Posteriormente destaca-se o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), a EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Universidade de Marília (UNIMAR), com percentuais de 10% para cada instituição. Diante dessas

análises, podemos inferir que o interesse científico pela espécie ainda é regional, visto que as instituições do sudeste são as mais produzem artigos científicos sobre o tema, com destaque para as instituições do estado de Minas Gerais. Almeida & Correa (2012)⁸ corroboram para essa discussão afirmando que a presença de OPN nestes locais é abundante.

Ao investigar o número de páginas dos trabalhos selecionados para compor essa análise, percebeu-se que nenhum artigo apresentou conteúdo inferior a quatro páginas, sendo o intervalo de sete a nove (45%). Mensurando a quantidade de referências utilizadas para confecção dos trabalhos selecionados, notamos que a maioria dos pesquisadores citou em seus respectivos artigos mais de 25 referências.

5. CONCLUSÃO

Ao fim desta pesquisa, constatou-se que desde 2009 os estudos relacionados à composição química da *Pereskia aculeata* Miller vêm sendo constantemente publicados em uma frequência crescente. Em relação à distribuição destes periódicos, a maioria estava inserida na área interdisciplinar e apresentava classificação WebQualis A1.

As instituições com maior representatividade na pesquisa sobre o tema em questão foram aquelas que estavam localizadas nas regiões onde essa espécie de planta era mais abundante. O nome científico dessa espécie foi a palavra-chave indicada com mais frequência nos artigos selecionados. Todos esses artigos possuíam mais de três autores, uma média de oito páginas e quantidade superior a vinte referências.

A pesquisa sobre a composição química dessa PANC vem mostrando sua importância nutricional e fitoterápica, e despertando cada vez mais o interesse da população brasileira pelo seu consumo.

AGRADECIMENTOS

Em especial toda equipe do laboratório LACAPA/LEEM – UNIRIO, junto aos órgãos CAPES, CNPq e FAPERJ pelo auxílio recebido durante a realização das atividades.

REFERÊNCIAS

¹ Ministério da Saúde. Health Portal: National Program of Medicinal Plants and Phytotherapeutics, Brasília – Federal District, 2009. [acesso 10 set. 2017] Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf.

² Souza MRR, Correa EJA, Guimarães G, *et al.* The potential of the ora-pro-nobis in the diversification of family agricultural production. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2009; 4(2):3550-3554.

³ Royo VA, Moraes FRC, Cestari A, Lima TC, Silva MLA, Martins CHG, Furtado NAJC. Evaluation of the antimicrobial activity of the crude extract of branches of *Pereskia aculeata* Miller. In: XIX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química. Ouro Preto - Minas Gerais, 2005.

⁴ Edwards EJ, Nyfeler R, Donoghue MJ. Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *American Journal of Botany* 2005; 92:1177-1188.

⁵ Dias ACP, Pinto NAVD, Yamada LTP, *et al.* Evaluation of the consumption of non-conventional vegetables by the users of the Family Health Program Units (PSF) of Diamantina - MG. *Alimentos e Nutrição* 2005; 16(3):279-284.

⁶ Martinevski CS, Oliveira VR, Rios ADO, *et al.* Utilization of Bertalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) and ora pro nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) in preparing breads. *Braz J Food Nutr* 2013; 24(3):272-278.

⁷ Santos AG, Garcia BH, Sartor CFP, Felipe DF. Study of the antimicrobial effect of the crude extract of the leaves of *Pereskia aculeata* Mill. on buccal pathogens. In: V Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, CESUMAR, Brazil, Maringá-Paraná, 2010.

⁸ Almeida MEF, Corrêa AD. Utilization of cacti of the genus *Pereskia* in the human diet in a municipality of Minas Gerais. *Cienc Rural* 2012; 42:751-756.

⁹ Tofanelli MBD, Resende SG. System of conduction in the production of leaves of ora-pro-nóbis. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, jul-set 2011; 41(3):466-469.

- ¹⁰ Almeida MEF, Junqueira AMB, Simão AA, *et al.* Chemical characterization of non-conventional vegetables known as ora-pro-nobis. *Bioscience Journal* 2014; 30(3):431-439.
- ¹¹ Rocha DRC, Pereira Jr GA, Vieira G, *et al.* Pasta with added dehydrated ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller). *Alimentos e Nutrição* 2008; 19(4):459-465.
- ¹² Mazia RS. Influence of the soil type used for the cultivation of *Pereskia aculeata* on protein property. *Revista Saúde e Pesquisa*, jan-apr 2012; 5(1):59-65.
- ¹³ Santos IC, Pedrosa MW, Carvalho OC, Guimarães CDC, Silva LS. Ora-pro-nóbis: from the fence to the table. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG. Technical Circular n.177, Brazil, Minas Gerais, 2012.
- ¹⁴ Conceição MC. Response surface methodology for optimization of the mucilage from *Pereskia Aculeata* Miller. [tese] Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2013.
- ¹⁵ Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. In: *Annals of internal medicine*; 2009.
- ¹⁶ Takeiti C, Antonio G, Motta E. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Journal of food* 2009; 30(1):148-160.
- ¹⁷ Agostini-Costa T, Wondraceck D. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2012; 34(1):234-238.
- ¹⁸ Lima Jr F, Conceição M, Resende JD. Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller. *Food Hydrocolloids* 2013; 33(1):38-47.
- ¹⁹ Conceição MC, Junqueira LA, Silva KCG, *et al.* Thermal and microstructural stability of a powdered gum derived from *Pereskia aculeata* Miller leaves. *Food Hydrocolloids* 2014; 40:104-114.
- ²⁰ Agostini-Costa TS, Pêsoa GKA, Silva DB, *et al.* Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae - *Pereskia* sp. *Journal of Functional Foods* 2014; 2:178-184.

- ²¹ Pompeu DG, Carvalho AS, Costa OF, *et al.* Anti-nutritional factors and “in vitro” digestibility of leaves of *Pereskia aculeata* Miller. *Biochemistry and Biotechnology Reports* 2014; 3(1):1-9.
- ²² Sousa RMF, Lira CS, Rodrigues AO, *et al.* Antioxidant activity of leaf extracts of ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* mill.) using spectrophotometric and voltammetric methods. *Bioscience Journal* 2014; 30(1):448-457.
- ²³ Pinto N, Duque A, Pacheco N. *Pereskia aculeata*: A plant food with antinociceptive activity. *Pharmaceutical Biol* 2015; 53(12):1780-1785.
- ²⁴ Pinto N, Machado D, Silva JM, *et al.* *Pereskia aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. *Journal of Ethnopharmacology* 2015; 173:330-337.
- ²⁵ Queiroz CRAA, Andrade RR, Morais SAL, *et al.* Growing *Pereskia aculeata* under intermittent irrigation according to levels of matric potential reduction. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 2015; 45(1):1-8.
- ²⁶ Santos LS, Queiroz CRAA, Andrade RR, *et al.* Chemical analysis of cacti leaves of the genus *Pereskia*. *Agrarian* 2015; 8(30):343-350.
- ²⁷ Souza MSS, Barbalho SM, Guiguer EL, *et al.* Effects of *Pereskia aculeata* miller on the biochemical profiles and body composition of wistar rats. *Journal of Biosciences* 2015; 3(7):82-89.
- ²⁸ Barbalho S, Guiguer E, Marinelli P. *Pereskia aculeata* Miller Flour: Metabolic Effects and Composition. *Journal of medicinal food* 2016; 19(9):890-894.
- ²⁹ Pinto NC, Cassini-Vieira P, Souza-Fagundes EM, *et al.* *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. *J Ethnopharmacol* 2016; 194:131-136.
- ³⁰ Souza MRM, Pereira PRG, Magalhães IPB, *et al.* Mineral, protein and nitrate contents in leaves of *Pereskia aculeata* subjected to nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 2016; 46(1):43-50.
- ³¹ Souza LF, Caputo L, Barros IBI, *et al.* *Pereskia aculeata* Miller (*Cactaceae*) leaves: Chemical composition and biological activities. *International Journal of Molecular Sciences* 2016; 17(9):1478-1490.

- ³² Martin AA, Freitas RA, Sasaki GL, *et al.* Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. *Food Hydrocolloids* 2017; 70:20-28.
- ³³ SILVA DO, Seifert M, Nora FR, *et al.* Acute Toxicity and Cytotoxicity of *Pereskia aculeata*, a Highly Nutritious Cactaceae Plant. *Journal of Medicinal Food* 2017; 20(4):403–409.
- ³⁴ Silva KCG, Amaral TN, Junqueira LA, *et al.* Adsorption of protein on activated carbon used in the filtration of mucilage derived from *Pereskia aculeata* Miller. *South African Journal of Chemical Eng* 2017; 23:42-49.

Capítulo 2

Potencial antioxidante da espécie *Pereskia aculeata* Miller: uma análise bibliométrica

Thiago Vieira de Moraes¹, Mariana Rangel Alves de Souza², Jorge Luiz Souza Simão³, Cristiane Barbosa Rocha⁴, Ricardo Felipe Alves Moreira⁵.

¹ Doutorando em Nutrição e Alimentos da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ² Aluna de graduação do curso de Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ³ Mestrando em Química, Universidade Federal de Goiás; ⁴ Professora Doutora do Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ⁵ Professor Doutor do Departamento de Saúde Coletiva e do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

* Lab. de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios (LACAPA), Departamento de Saúde Coletiva (DSC), Instituto Biomédico (IB) & Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rua Frei Caneca, 94, 4^o andar, sala A-412, Cidade Nova, Rio de Janeiro, 20211-040, R.J., Brasil. Fone (+55) 21 – 2531-7978; ricfelipe@terra.com.br

Este capítulo foi publicado em *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, 2019, volume 29, n.1, pp.79-85 (Dez 2019 – Fev 2020) como artigo de revisão.

RESUMO: A *Pereskia aculeata* Miller é uma cactácea amplamente distribuída na região sudeste do Brasil, onde está sendo gradativamente inserida na alimentação da população. Este trabalho buscou realizar uma revisão sistemática e bibliométrica para identificar e analisar os estudos que exploram as propriedades antioxidantes dessa espécie de planta alimentícia não convencional (PANC). Para isso, foram utilizados os descritores: “PERESKIA ACULEATA MILLER” e “ANTIOXIDANT ACTIVITY”. Dos 91 artigos encontrados, 9 (2012 - 2016) foram incluídos no estudo. O extrato em acetona das folhas da *P. aculeata* foi o que apresentou a maior atividade antioxidante. Os compostos fenólicos foram associados ao poder antioxidante dessa espécie. Entretanto, alguns outros compostos (p. ex.: fitol, ácidos graxos, carotenoides) também podem contribuir com o potencial antioxidante dessa PANC.

PALAVRAS-CHAVE: PANC, Ora-pro-nóbis, atividade antioxidante, compostos antioxidantes.

1. INTRODUÇÃO

A *Pereskia aculeata* Miller é uma espécie pertencente à família Cactaceae, descrita botanicamente como planta arbustiva, trepadeira de folhas suculentas, flores brancas, caule lenhoso e espinhos verdadeiros^{1,2,3}. Com ampla distribuição geográfica, a espécie pode ser encontrada nas regiões temperadas e tropicais do continente americano^{4,5}. No Brasil, sua ocorrência é abundante na região sudeste, em especial no estado de Minas Gerais, sendo popularmente chamada de ora-pró-nóbis (OPN). Classificada como uma planta alimentícia não convencional (PANC), sua composição já foi determinada¹. Alguns benefícios nutricionais e farmacológicos também já foram associados à ingestão dessa planta^{2,3,6,7}. Uma parte desses benefícios pode estar associada ao potencial antioxidante, que pode ser relacionado à presença de ácidos fenólicos^{8,9,10}. Sabe-se que o estresse oxidativo é frequentemente associado ao envelhecimento e ao surgimento de diversas doenças crônicas⁹. Um conhecimento mais profundo sobre as propriedades antioxidantes da *Pereskia aculeata* Miller pode ajudar a disseminar o consumo dessa PANC *in natura* ou como componente para formulação de novos produtos alimentícios e farmacêuticos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é realizar uma avaliação sistemática da produção científica relacionada às propriedades antioxidantes da espécie *Pereskia aculeata* Miller.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Essa análise bibliométrica foi realizada com base nas recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Nesse estudo, foram incluídos artigos que discutiram a temática dos antioxidantes em diferentes partes da *Pereskia aculeata* Miller. Foram considerados os textos disponíveis de modo integral, com acesso gratuito ou pago; publicados em inglês, espanhol e/ou português em qualquer periódico científico. Não foi estabelecido um limite temporal inferior para o intervalo de busca dos artigos durante a pesquisa, sendo o limite superior à data de 31 de dezembro de 2017. Dentre os critérios adotados para a exclusão dos artigos destacamos os seguintes: textos que apresentavam dados fora da temática adotada; textos disponíveis em uma língua diferente das indicadas anteriormente e/ou textos em formato de resumos, monografias, dissertações, teses e materiais de revisão. Para identificar, selecionar e reunir artigos relevantes publicados sobre o tema, essa revisão sistemática foi realizada pela consulta a

diferentes bases de dados eletrônicas (Google Acadêmico; Periódicos CAPES; Pubmed; Scopus e Science Direct) usando os descritores “PERESKIA ACULEATA MILLER” e “ANTIOXIDANT ACTIVITY”. Esses descritores foram usados apenas de forma combinada com o auxílio do operador booleano “AND”. Os estudos que se adequaram aos critérios de inclusão foram adicionados a uma planilha para facilitar a consulta e o gerenciamento futuro dos dados. Utilizando como base os critérios adotados, os títulos, resumos, palavras-chave e temáticas foram analisados, sendo classificados como elegíveis ou inelegíveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 91 resultados através da busca com os descritores “*Pereskia aculeata* Miller” e “Antioxidant Activity” associados através do operador booleano “AND”, sendo que 71 desses resultados não atenderam aos critérios estabelecidos. Dentre os 20 resultados selecionados, 11 artigos estavam duplicados aparecendo na busca de duas ou mais bases de dados (Figura 1).

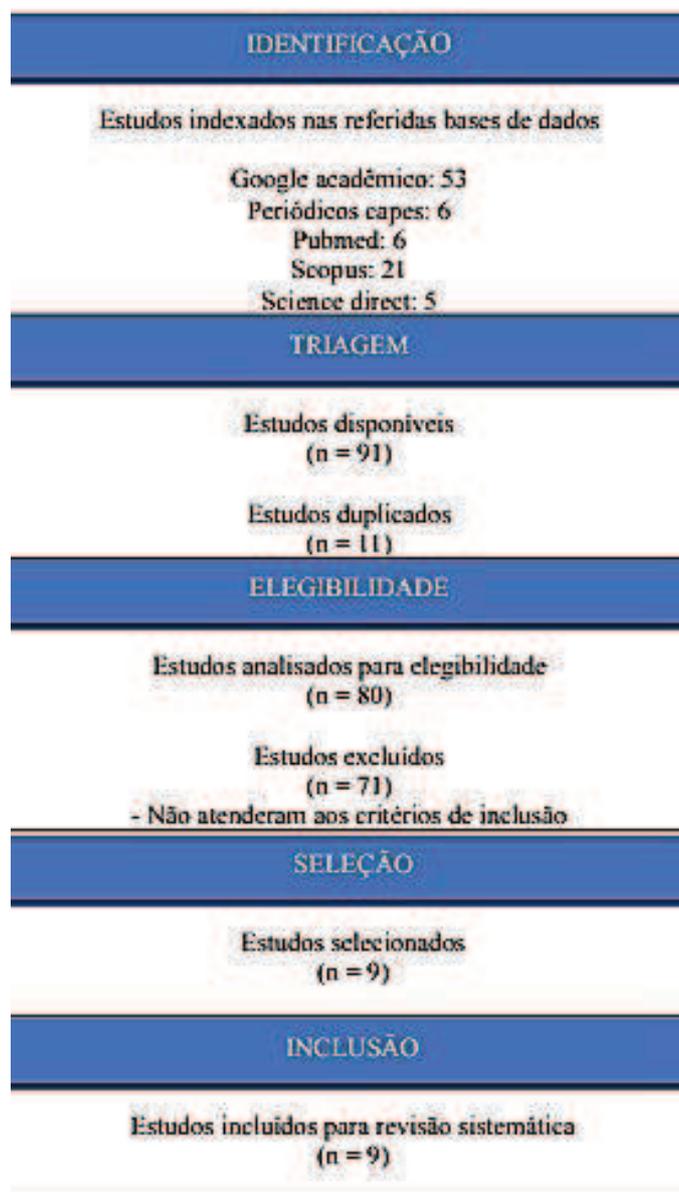


Figura 1: Fluxograma do procedimento de seleção dos estudos.

Por fim, foram analisados 9 textos integralmente (Tabela 1). Nota-se que a base de dados que mais apresentou publicações foi o Google Acadêmico (58%), seguido do Scopus (23%), Periódico Capes (7%), Pubmed (7%) e Science Direct (5%).

Tabela 1. Trabalhos incluídos após seleção dos estudos, de acordo com a data de publicação.

Autor/ Ano	Título
Pinto et al., 2012 ¹²	Cytotoxic and antioxidant activity of <i>Pereskia aculeata</i> Miller.
Agostini-Costa et al., 2012 ¹³	Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of <i>Pereskia aculeata</i> Miller.
Carvalho et al., 2014 ¹⁴	Wound healing properties and mucilage content of <i>Pereskia aculeata</i> from different substrates.
Sousa et al., 2014 ⁹	Antioxidant activity of ora-pro-nobis (<i>Pereskia aculeata</i> Mill.) leaves extracts using spectrophotometric and voltammetric assays in vitro.
Agostini-Costa et al., 2014 ¹⁵	Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae – <i>Pereskia sp.</i>
Pinto et al., 2015 ¹⁶	<i>Pereskia aculeata</i> Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis.
Lage et al., 2015 ¹⁷	Production of betalains from callus and cell suspension cultures of <i>Pereskia aculeata</i> Miller, an unconventional leafy vegetable.
Queiroz et al., 2015 ¹⁸	Crescimento inicial e composição química de <i>Pereskia aculeata</i> Miller cultivada em diferentes luminosidades.
Souza et al., 2016 ¹	<i>Pereskia aculeata</i> Muller (Cactaceae) Leaves: Chemical Composition and Biological Activities.

Ao avaliarmos a Tabela 2 podemos extrair informações sobre as instituições e pesquisadores envolvidos nos estudos selecionados para compor essa revisão bibliométrica. Nota-se que a relação entre autores/publicação alcança a média de 6 autores/publicação, onde Pinto et al. (2012)¹², Pinto et al. (2015)¹⁶ e Souza et al. (2014)⁹ são as publicações com o maior número de autores participantes (9 autores em cada). Dentre as instituições responsáveis pelas investigações, as da região sudeste obtiveram a

maior representatividade (66%). Isso pode ser explicado pela ocorrência espontânea e abundante dessa PANC nessa região brasileira^{19,20}, o que facilita o acesso dos pesquisadores às amostras dessa espécie.

Ao analisarmos as instituições com maior número de publicações, destacaram-se a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e a EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, que juntas foram responsáveis por 44% da quantidade total de publicações. Dos artigos selecionados, quatro^{13,15,17,18} não informaram se a amostra havia sido caracterizada botanicamente, ou seja, se havia sido devidamente identificada e registrada em algum herbário. Os estudos sobre o tema em questão (propriedades antioxidantes da *Pereskia aculeata* Miller) são dominados por instituições nacionais, havendo pouca cooperação com instituições estrangeiras. Somente no estudo de Souza et al. (2016)¹, percebe-se esse tipo de colaboração entre centros de pesquisa nacional e internacional (Universidade de Salermo - Itália e Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

A Tabela 2 mostra também valores médios aproximados de 37, 9 e 6 para o número de referências, páginas e palavras-chave utilizadas pelos autores desses 9 artigos científicos. Ao observar as referências utilizadas (total de 336) para a construção das estruturas argumentativas desses artigos, nota-se certa similaridade bibliográfica (Tabela 3). Por exemplo, 22 citações estavam presentes em pelo menos 2 artigos distintos simultaneamente. Os trabalhos de Pinto et al. (2012)¹² e Souza et al. (2016)¹ foram os que mais utilizaram referências bibliográficas em comum (9 artigos). Em contrapartida, Carvalho et al. (2014)¹⁴; Lage et al. (2015)¹⁷ e Queiroz et al. (2015)¹⁸ foram os que apresentaram menor similaridade bibliográfica dentre os estudos incluídos nessa revisão.

Tabela 2. Dados bibliométricos extraídos por meio da leitura dos artigos selecionados.

Artigo	Total de autores	Instituição Principal	Instituição parceira	Total de Páginas	Total de referências	Total de Palavras-chave	Amostra
Pinto <i>et al.</i> , 2012 ¹²	9	UFJF	UFMG	7	29	4	FO
Agostini-Costa <i>et al.</i> , 2012 ¹³	4	EMBRAPA	-	5	17	4	FR
Carvalho <i>et al.</i> , 2014 ¹⁴	5	UNIVAP	USP	6	21	6	M
Souza <i>et al.</i> , 2014 ⁹	9	UFU	IFTM	10	32	7	FO
Agostini-Costa <i>et al.</i> , 2014 ¹⁵	5	EMBRAPA	-	7	30	7	FR
Pinto <i>et al.</i> , 2015 ¹⁶	9	UFJF	-	8	57	5	FO
Lage <i>et al.</i> , 2015 ¹⁷	5	UERJ	-	10	67	5	C
Queiroz <i>et al.</i> , 2015 ¹⁸	4	IFTM	UNESP	12	41	5	FO/C
Souza <i>et al.</i> , 2016 ¹	6	UFGRS	Universidade de Salerno	12	42	8	FO

UFJF: Universidade Federal de Juiz de Fora; URMG: Universidade Federal de Minas Gerais; EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; UNIVAP: Universidade do Vale do Paraíba; USP: Universidade de São Paulo; UFU: Universidade Federal de Uberlândia; IFTM: Instituto Federal do Triângulo Mineiro; UERJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; UNESP: Universidade Estadual Paulista; UFGRS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. FO: folhas; FR: frutos; M: mucilagem; C: caule da *Pereskia aculeata*.

	Tan <i>et al.</i> , 2005 ³³	X	-	-	-	-	-	-	-	X
	Valente <i>et al.</i> , 2010 ³⁴	X	-	-	X	-	-	-	-	-
Consumo alimentar	Almeida e Corrêa, 2012 ³⁵	-	-	X	X	-	-	-	-	X
	Dias <i>et al.</i> , 2005 ³⁶	-	X	-	-	X	-	-	-	-
Carotenoides	Kimura e Rodriguez-Amaya, 2002 ³⁷	-	X	-	-	X	-	-	-	-
	Rodriguez-Amaya, 1999 ³⁸	-	X	-	-	X	-	-	-	-
	Rodriguez-Amaya <i>et al.</i> , 2008 ³⁹	-	X	-	-	X	-	-	-	-

Dentre os artigos selecionados, apenas 5 realizaram análise da atividade antioxidante da OPN pelo método da inativação do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)^{1,9,12,14,18}. Os demais trabalhos correlacionam o potencial antioxidante com a presença de compostos identificados por meio de técnicas cromatográficas^{13, 15,16,17}. Vale ressaltar que o uso de diferentes solventes para a formulação dos extratos e a apresentação dos resultados em unidades distintas dificulta a comparação entre as amostras.

Queiroz *et al.* (2015)¹⁸ observaram a atividade antioxidante de folhas e caules da OPN em diferentes tratamentos com luz solar e sombreamento. Os referidos autores concluíram que o potencial antioxidante das folhas expostas à luz solar era o maior. Souza *et al.* (2016)¹ e Sousa *et al.* (2014)⁹ expressaram os valores de potencial antioxidante como a concentração de extrato necessária para sequestrar 50% dos radicais de DPPH (IC₅₀), desta forma, quanto menor a concentração do extrato capaz de produzir esse efeito, melhor será sua capacidade antioxidante. O primeiro estudo demonstrou melhor atividade antioxidante para o extrato metanólico das folhas de OPN (IC₅₀ = 7,09 mg mL⁻¹); seguido do extrato de éter de petróleo (IC₅₀ = 18,27 mg mL⁻¹) e do extrato de clorofórmio (IC₅₀ = 81,09 mg mL⁻¹). Já o segundo artigo apresentou valores de IC₅₀ menores, indicando extratos com maior potencial antioxidante. Nesse caso, o extrato de acetona (IC₅₀ = 0,0491 mg mL⁻¹) mostrou a maior atividade

antioxidante, seguido do extrato etanólico ($IC_{50} = 0,0566 \text{ mg mL}^{-1}$) e do extrato aquoso ($IC_{50} = 0,1061 \text{ mg mL}^{-1}$). Esses últimos três extratos apresentaram potenciais antioxidantes superiores ao de outras plantas como, por exemplo, a salsa (*Petroselinum crispum*)⁴¹, cujo valor de IC_{50} foi estimado em $4,485 \text{ mg mL}^{-1}$ para o extrato de hexano, e em $3,310 \text{ mg mL}^{-1}$ para extrato de diclorometano. Entretanto, os potenciais antioxidantes desses extratos não foram capazes de superar a atividade antioxidante do butil-hidroxitolueno (BHT, $IC_{50} = 0,0061 \text{ mg mL}^{-1}$). Pinto *et al.* (2012)¹² utilizou o DPPH associado à cromatografia de camada fina para avaliar o potencial antioxidante de diferentes extratos produzidos à partir das folhas da *P. aculeata*. O extrato de diclorometano apresentou o maior poder antioxidante, que foi relacionado ao seu conteúdo mais elevado de compostos fenólicos e flavonoides.

Sabe-se que os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário dos vegetais em resposta aos fatores ambientais. Estudos recentes correlacionam a presença destes compostos com ação antimicrobiana, antialérgica e, principalmente, antioxidante⁴². Nos artigos selecionados, o conteúdo dos compostos fenólicos foi determinado basicamente pelo emprego do método de Folin-Ciocalteu e as folhas da OPN foram o principal alvo dessa análise (Tabela 4). Avaliando os resultados apresentados nessa tabela, percebe-se claramente a influência do solvente extrator sobre o conteúdo total de compostos fenólicos dos extratos produzidos a partir das folhas de OPN. Também é possível perceber que o teor total de compostos fenólicos dos frutos e do caule é aparentemente inferior ao das folhas.

Nos estudos de Souza *et al.* (2014)⁹; Queiroz *et al.* (2015)¹⁸ e Souza *et al.* (2016)¹, as melhores atividades antioxidantes foram associadas aos extratos das folhas de OPN que apresentavam os maiores teores de compostos fenólicos. Isso sugere que esses compostos fenólicos contribuem de forma relevante para a atividade antioxidante dessa planta. Resultado similar foi observado por Bouallagui *et al.* (2019)⁴³, que correlacionou à atividade antioxidante das folhas de oliva à presença de compostos fenólicos.

Tabela 4. Teores totais de compostos fenólicos da OPN.

Autores	Amostra	Fenólicos totais
Pinto, et al., 2012 ¹²	Extrato de folhas	17,27 mg EAT g ⁻¹ [EHM, 80% (v/v)]
		23,54 mg EAT g ⁻¹ (FH)*
		49,11 mg EAT g ⁻¹ (FDM)*
		3,95 mg EAT g ⁻¹ (FAE)*
		2,45 mg EAT g ⁻¹ (FHM)*
		10,97 mg EAT g ⁻¹ (PT)*
Agostini - Costa, et al., 2012 ¹³	Frutos	0,649 mg EAG g ⁻¹ [EHE, 95% (v/v)]
Carvalho, et al., 2014 ¹⁴	Extrato de folhas	108,2 mg EAG L ⁻¹ [EHE, 95% (v/v)]
Sousa, et al., 2014 ⁹	Extrato de folhas	50,1 mg EAG g ⁻¹ (EAQ)
		95,6 mg EAG g ⁻¹ [EHE, 70% (v/v)]
		117,8 mg EAG g ⁻¹ [EHAC, 80% (v/v)]
Queiroz, et al., 2015 ¹⁸	Folhas	1,5 mg EAG g ⁻¹ (F)
	Caule	0,7 mg EAG g ⁻¹ (C)
Souza, et al., 2016 ¹	Extrato de folhas	11,78 mg EAG g ⁻¹ (ETP)
		5,17 mg EAG g ⁻¹ (CLF)
		15,04 mg EAG g ⁻¹ (EM)

EHM: Extrato Hidrometanólico; FH: Fração de Hexano; FDM: Fração de Diclorometano; FAE: Fração de Acetato de Etila; FHM: Fração Hidrometanólica; PT: Precipitado; * Frações obtidas a partir do Extrato Hidrometanólico (EHM); EHE: extrato hidroetanólico; EAQ: extrato aquoso; EHAC: extrato hidroacetônico; F: Folhas; C: Caule; ETP: Éter de Petróleo; CLF: Clorofórmio; EM: extrato metanólico. EAT: equivalentes de ácido tânico; EAG: equivalentes de ácido gálico.

Entretanto, outras substâncias também podem contribuir para a atividade antioxidante da OPN (Tabela 5). Agostini - Costa, *et al.* (2012)¹³ e Agostini-Costa, *et al.* (2014)¹⁵, por exemplo, identificaram compostos pertencentes a classe dos carotenoides em folhas e frutos desta PANC. Dentre os compostos citados pelos autores, percebe-se que a luteína, o α -caroteno e a zeaxantina são encontrados em ambas as partes da espécie *P. aculeata*. A atividade antioxidante de carotenoides pode estar relacionada à prevenção de doenças oculares. Por exemplo, Sahin *et al.* (2019)⁴⁴ indicam a luteína e a zeaxantina como substâncias bioativas importantes para a prevenção da degeneração de células fotorreceptoras.

Nos estudos de Pinto *et al.* (2015)¹⁶ e Souza *et al.* (2016)¹ foram identificados vários compostos químicos através da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). Alguns desses compostos, apesar de não serem classificados como fenólicos, apresentam potencial antioxidante (Tabela 5). Por exemplo, o fitol (composto terpênico majoritário da OPN) possui atividade antioxidante já relatada na literatura⁴⁵. Além disso, apresenta potencial antimicrobiano, antitumoral, antibiótico e anti-inflamatório^{45, 46}.

Tabela 5. Substâncias com potencial antioxidante identificadas nos estudos selecionados.

Autores	Amostra	Composto
Agostini - Costa, <i>et al.</i> (2012) ¹³	Folha	Luteína
		Zeaxantina
		β -cryptoxantina
		α caroteno
		<i>Trans</i> - β -caroteno
		<i>Cis</i> - β -caroteno
Agostini-Costa, <i>et al.</i> (2014) ¹⁵	Fruto	β caroteno
		α caroteno
		Luteína
		Zeaxantina
		Provitamina A
Pinto, <i>et al.</i> (2015) ¹⁶	Folha	Nerolidol
		Ácido palmítico
		Éster metílico do ácido linoléico
		Fitol
Souza, <i>et al.</i> (2016) ¹	Folha	β -Ionona
		α Muurolol
		α -Tumerona
		(Z)-3-Hexanil salicilato
		2-hexyl-(E)- Cinamaldeído
		1-Octadeceno
		2-Etil-hexil salicilato
		Ácido Linoléico
		Fitol

4. CONCLUSÃO

A produção científica sobre a ora-pro-nóbis ainda é pequena. A maioria dos estudos sobre OPN é encontrada em artigos de língua inglesa e foi desenvolvida por grupos de pesquisa brasileiros. A folha da *Pereskia aculeata* é o principal objeto desses estudos. Para a mensuração da atividade antioxidante dessa PANC, é possível observar a predileção dos autores pela técnica de DPPH. Essa atividade antioxidante foi associada à presença de compostos fenólicos e a eficiência do processo de extração desses compostos mostrou-se dependente do solvente selecionado. É importante ressaltar que outros compostos identificados nesse tipo de matriz (p. ex.: fitol e luteína) podem contribuir para seu potencial antioxidante. A presença de compostos com poder antioxidante nessa PANC pode agregar valor nutracêutico a esse alimento, tornando seu consumo ainda mais interessante.

AGRADECIMENTOS

CNPq, FAPERJ, CAPES e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

- [1] Souza LF, Caputo L, Inchausti De Barros IB, *et al.*. *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) Leaves: Chemical Composition and Biological Activities. Int J of Mol Sci 2016; 17(9):1478.
- [2] Souza MRR, Correa EJA, Guimarães G, *et al.*. O potencial do ora-pro-nobis na diversificação da produção agrícola familiar. Rev Bra de Agroecol 2009; 4(2):3550-3554.
- [3] Royo VA, Moraes FRC, Cestari A, *et al.*. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato bruto de ramos de *Pereskia acuealta* Miller. In: Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, XIX, Ouro Preto, MG. Anais. Ouro Preto: SBQ; 2005.
- [4] Almeida MEF, Corrêa AD. Utilization of cacti of the genus *Pereskia* in the human diet in a municipality of Minas Gerais. Cienc Rural 2012; 42:751-756.
- [5] Farago PV, Takeda IJM, Budel JM, *et al.*. Análise morfo-anatômica de folhas de *Pereskia grandifolia* Haw., Cactaceae. Acta Farm Bonaerense 2004; 23:323-327.

- [6] Schmeda-Hirschmann G, Feresin G, Tapia A, *et al.*. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentina Yungas. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2005; 85(8):1357-1364.
- [7] Edwards EJ, Nyfeler R, Donoghue MJ. Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *Am J of Botany* 2005; 92:1177-1188.
- [8] Silva DO, Seifert M, Nora FR, *et al.*. Acute toxicity and cytotoxicity of *Pereskia aculeata* a highly nutritious cactaceae plant. *J of Med Food* 2017; 20(4):1-7.
- [9] Souza RMF, Lira CS, Rodrigues AO, *et al.*. Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pró-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos *in vitro*. *Biosci J* June 2014; 30(3):448-457.
- [10] Casado AR. The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: Notable examples. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016; 56:1097-1107.
- [11] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, *et al.*. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. In: *Annals of internal medicine*; 2009.
- [12] Pinto CCP, Santos RC, Machado DC, *et al.*. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. *Pharmacol Online* 2012; 3:63-69.
- [13] Agostini-Costa TS, Pêsoa GKA, Silva DB, *et al.*. Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae - *Pereskia* sp. *J of Functional Foods* 2014; 2:178-184.
- [14] Carvalho EG, Soares CP, Blau L, *et al.*. Wound healing properties and mucilage content of *Pereskia aculeata* from different substrates. *Rev Bras Farmacogn* 2014; 24(6):677-682.
- [15] Agostini-Costa T, Wondracek D. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Rev Bras de Fruticultura* 2012; 34(1):234-238.
- [16] Pinto NC, Machado DC, Silva JM, *et al.*. *Pereskia aculeata* Miller leaves present *in vivo* topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. *Journal of Ethnopharmacology* 2015; 173:330-337.
- [17] Lage DA, Tirado MS, Vanicore SR, *et al.*. Production of betalains from callus and cell suspension cultures of *Pereskia aculeata* Miller, an unconventional leafy vegetable. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 2015; 122:341–350.

- [18] Queiroz CRAA, Andrade RR, Morais SAL, *et al.*. Growing *Pereskia aculeata* under intermittent irrigation according to levels of matric potential reduction. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 2015; 45(1):1-8.
- [19] Morosini MC, Nascimento LM. .Internacionalização da educação superior no Brasil: a produção recente em teses e dissertações. *Educ rev* 2017; 33:e155071.
- [20] Takeiti CY, Antonio GC, Motta EMP, *et al.*. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Int J Food Sci Nutr* 2009; 60:148-160.
- [21] Mercê ANR, Landaluze JS, Mangrich AS, *et al.*. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺, and Ni²⁺. *Bioresour Technol* 2001; 76:29-37.
- [22] Rosa SM, Souza LA. Morphology and anatomy of the fruit (hypanthium, pericarp and seed) development of *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). *Acta Sci Biol Sci* 2003; 25:415-428.
- [23] Duarte MR, Hayashi SS. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). *Rev Bras Farmacog* 2005; 15:103-109.
- [24] Paterson ID, Downie DA, Hill MP. Using molecular methods to determine the origin of weed populations of *Pereskia aculeata* in South Africa and its relevance to biological control. *Biol Control* 2009; 48:84-91.
- [25] Sartor CFP, Amaral V, Guimarães HET, *et al.*. Estudo da ação cicatrizante de folhas de *Pereskia aculeata*. *Rev Saúde e Pesquisa* 2010; 3:149-154.
- [26] Albuquerque MGPT, Sabaa-Srur AUO, Freiman LO. Composição centesimal e escore de aminoácidos em três espécies de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill. P. bleu de Candolle e P. pereskia (L) Karsten). *Bol Soc Bras Ciênc Tecnol Aliment* 1991; 25(1):7-12.
- [27] Pinto NDCC, Scio E. The biological activities and chemical composition of *Pereskia* species (Cactaceae)—A review. *Plant Food Hum Nutr* 2014; 69(3):189-195.
- [28] Valente LMM, Scheinvar LA, Silva GC, *et al.*. Evaluation of the antitumor and trypanocidal activities and alkaloid profile in species of Brazilian Cactaceae. *Pharmacognosy Magazine* 2007; 3(11):35-38.

- [29] Salt TA, Tocker JE, Adler JH. Dominance of $\Delta 5$ -sterols in eight species of the cactaceae. *Phytochem* 1987; 26(3):731-733.
- [30] Sim KS, Sri Nurestri AM, Norhanom AW. Phenolic content and antioxidant activity of crude and fractionated extracts of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae). *African J of Pharmacy and Pharmacol* 2010a; 4(5):193-201.
- [31] Sim KS, Sri Nurestri AM, Norhanom AW. Phenolic content and antioxidant activity of *Pereskia grandifolia* Haw. (Cactaceae) extracts. *Pharmacognosy Magazine* 2010b; 6(23):248-254.
- [32] Malek SNA, Shin SK, Wahab NA, *et al.* Cytotoxic components of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae) leaves. *Molecules* 2009; 14(5):1713-1724.
- [33] Tan ML, Sulaiman SF, Najimuddin N, *et al.* Methanolic extract of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae) induces apoptosis in breast carcinoma, T47-D cell line. *J Ethnopharmacol* 2005; 96:287-294.
- [34] Valente LMM, Paixão D da, Nascimento AC do, *et al.* Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). *Food Chem* 2010; 123(4):1127-1131.
- [35] Almeida MEF de, Corrêa AD. Utilization of cacti of the genus *pereskia* in the human diet in a municipality of Minas Gerais. *Ciencia Rural* 2012; 42(4):751-756.
- [36] Dias ACP, Pinto NAVD, Yamanda LTP, *et al.* Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do programa saúde da família de Diamantina-MG. *Alimentos e Nutrição* 2005; 16(3):279-284.
- [37] Kimura M, Rodriguez-Amaya DB. A scheme for obtaining standards and HPLC quantification of leafy vegetable carotenoids. *Food Chem* 2002; 78:389-398.
- [38] Rodriguez-Amaya DB. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: International Life Sciences Institute 1999; 64p.
- [39] Rodriguez-Amaya DB, Kimura M, Godoy HT, *et al.* Updated Brazilian on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. *J of Food Comp and Analysis* 2008; 21:445-463.
- [40] Osório E, Arangoa GJ, Jiménez N, *et al.* Antiprotozoal and cytotoxic activities in vitro of Colombian Annonaceae. *J Ethnopharmacol* 2007.; 111: 630-635.

- [41] Tang ELH, Rajarajeswaran J, Fung SY et al.. Petroselinum crispum has antioxidante propertier, protects against DNA damage and inhibits proliferation and migration of cancer cells. *J Sci Food Agric* 2015; 95:2763-277.
- [42] Katsube T, Tsurunaga Y, Sugiyama M, et al.. *Food Chem.* 2009, 113, 964.
- [43] Bouallagui Z, Mahmoudi A, Maalej A et al. Contribution of Major Polyphenols to the Antioxidant Profile and Cytotoxic Activity of Olive Leaves. *Anticancer agents Med Chem*, 2019.
- [44] Sahin K, Gencoglu H, Akdemir F et al.. Lutein and zeaxanthin isomers may attenuate photo-oxidative retinal damage via modulation of G protein-coupled receptors and growth factors in rats. *Biochem and biophys research communications*, 2019.
- [45] Santos C, Salvadori M, Mota V et al. Antinociceptive and antioxidant activities of phytol in vivo and in vitro models. *Neuroscience journal*, v.1, 2013.
- [46] Islam M. Prospecção toxicogenética não clínica do fitol livre e em nanoemulsão. 2018. Tese de doutorado.

Capítulo 3

Óleos essenciais do gênero *Pereskia*: uma revisão de literatura

Thiago Vieira de Moraes¹

João Paulo Gonçalves Ferreira²

Ricardo Felipe Alves Moreira³

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1740-9884>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: biomedicothiagovieira@yahoo.com.br

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-6605>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: jpferreira.jpg@gmail.com

³ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-9615>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: ricfelipe1@yahoo.com.br

Este capítulo foi publicado em Research Society and Development, 2020, volume 9, n.5, (DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3357>) como artigo de revisão.

RESUMO: Diversos estudos científicos têm revelado propriedades farmacológicas associadas às espécies do gênero *Pereskia*. Entretanto, até o momento, pouco se conhece sobre a composição química dos óleos essenciais das plantas desse gênero. Dessa forma, este estudo buscou realizar uma revisão bibliométrica e bibliográfica sobre a produção científica relacionada à composição química dos óleos essenciais dessas plantas. As informações utilizadas nesse estudo foram obtidas em diferentes bases de dados disponíveis online. Utilizando descritores específicos, junto à metodologia PRISMA, foram selecionados três estudos científicos (dois artigos e uma dissertação). O diterpeno oxigenado fitol mostrou ser um dos componentes majoritários dos óleos essenciais de ambas as espécies avaliadas: *P. grandifolia* e *P. aculeata*. O óxido de manool foi considerado o componente de maior concentração no óleo essencial da *P. grandifolia*, enquanto que os conteúdos de ácido linoleico e acarona se destacaram nos óleos essenciais da *P. aculeata*. Foi possível avaliar o agrupamento das amostras do gênero *Pereskia*, com base na composição química de seus óleos essenciais, com o auxílio da ferramenta de análise multivariada conhecida como ACP (Análise dos Componentes Principais).

PALAVRAS-CHAVE: *Pereskia*; óleos essenciais; revisão.

1. INTRODUÇÃO

O reino vegetal é representado por uma variedade muito grande de espécies. Várias dessas plantas podem exercer funções medicinais, auxiliando no tratamento e na cura de diferentes doenças. Tal prática está relacionada com a medicina popular, que possibilita o acesso fácil a diferentes princípios ativos a um custo considerado baixo, contribuindo de forma integral ou complementar para o tratamento terapêutico do usuário (Al Snafi *et al.*, 2019; Silva & Oliveira, 2018).

Botanicamente, o gênero *Pereskia* é conhecido por habitar climas desérticos e apresentar resistência ao estresse ambiental. As plantas desse gênero estão distribuídas no continente americano, sendo que no Brasil elas podem ser encontradas facilmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul (Almeida *et al.*, 2014). Suas folhas possuem alguns compostos bioativos já caracterizados, incluindo a classe dos alcaloides (mescalina, triptamina e hordeína) identificados, por exemplo, em extratos hidrometanólicos foliares da espécie *Pereskia aculeata* (Pinto *et al.*, 2015). Moraes *et al.*, (2019) avaliaram, por meio de uma revisão sistemática, o potencial antioxidante da *P. aculeata*. Os autores concluíram que os trabalhos realizados com essa espécie relacionavam a capacidade de seus extratos sequestrarem radicais livres com a presença de compostos fenólicos em suas folhas, frutos e caules. Estudos *in vivo* também demonstraram que a *P. aculeata* apresenta ação antinociceptiva (Pinto *et al.*, 2015); antiparasitária, antitumoral (Valente *et al.*, 2007) e é capaz de promover alterações benéficas no perfil lipídico de ratos do tipo Wistar (Barbalho *et al.*, 2016).

Outro grupo importante de compostos bioativos pode ser encontrado nos óleos essenciais dessas plantas. Esses óleos essenciais são constituídos por uma mistura complexa de compostos voláteis que são produzidos à medida que a planta interage com o meio ambiente ao seu redor. Nesse processo denominado metabolismo secundário, a planta produz compostos que podem contribuir para seu aroma, atrair insetos polinizadores ou agir como repelentes naturais capazes de promover proteção contra espécies herbívoras (Miguel, 2010). Os óleos essenciais são majoritariamente constituídos pelos compostos terpênicos, cuja variedade funcional costuma ser elevada, podendo assim ter múltiplas aplicações, que vão desde a conservação de

alimentos até o uso na formulação de fármacos e cosméticos (Bakkali et., 2008; Bhalla et al., 2013).

Até o momento, pouco se conhece sobre a composição do óleo essencial do gênero *Pereskia*. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica e bibliográfica sobre a produção científica relacionada aos óleos essenciais das espécies do gênero *Pereskia*.

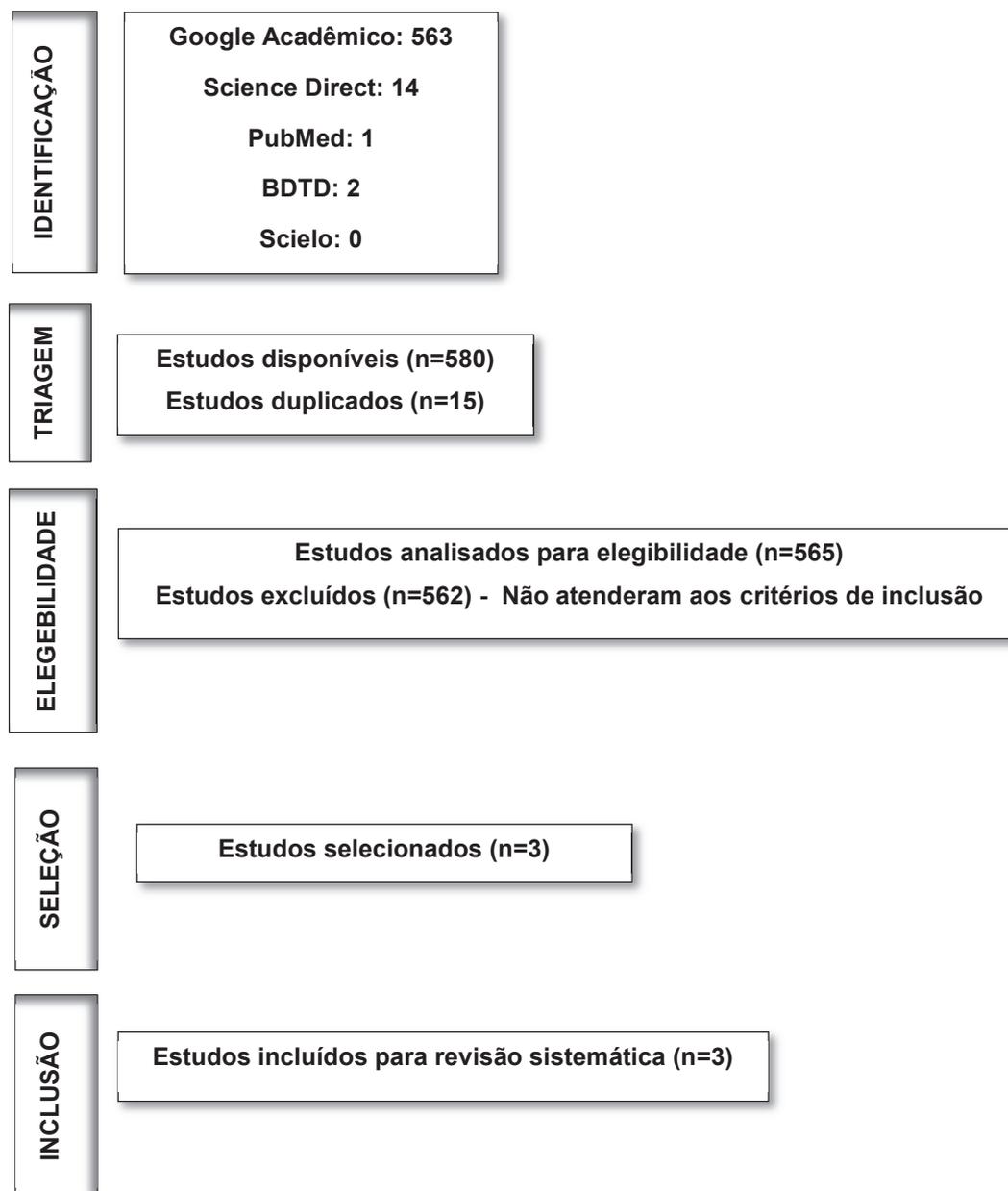
2. METODOLOGIA

Para a realização dessa revisão, optou-se por adotar as recomendações propostas por Liberati et al., (2009), utilizando a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). De modo geral, os textos incluídos nesse estudo atenderam aos seguintes critérios: texto integral disponível em inglês, espanhol e/ou português; acesso pago e/ou gratuito; artigos; dissertações e teses. No que diz respeito aos critérios de exclusão, rejeitou-se resumos de qualquer ordem; trabalhos apresentados em congressos, simpósios e incluídos em Anais; trabalhos de conclusão de cursos de graduação e trabalhos fora da linguagem definida. Durante a pesquisa, não foi estabelecido um limite temporal inferior para a busca dos artigos, sendo o limite superior a data de 07 de dezembro de 2019.

A fim de reunir as informações necessárias, as consultas foram realizadas nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico; Scielo; Science Direct; Pubmed e Portal Brasileiro de Teses e Dissertações (BDTD), utilizando o descritor “essential oils of *Pereskia* species”. No fim da busca, os trabalhos que atenderam aos critérios de inclusão foram adicionados a uma planilha para facilitar o gerenciamento dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram encontrados 580 resultados associados ao descritor “essential oils of *Pereskia* species” (Figura 1). Entretanto, apenas 3 trabalhos (0,52%) atenderam aos supracitados critérios de elegibilidade (Tabela 1).

Figura 1: Fluxograma do procedimento de seleção dos estudos.

Fonte: Própria (2020).

Tabela 1. Trabalhos incluídos após a seleção dos estudos disponíveis nas plataformas de busca.

Autor/Ano	Título do estudo
Souza <i>et al.</i> , 2014.	Chemical composition and biological activities of the essential oils from two <i>Pereskia</i> species grown in Brazil.
Souza <i>et al.</i> , 2016.	<i>Pereskia aculeata</i> Muller (Cactaceae) leaves: chemical composition and biological activities.
Hoscher, 2019.	Cinética de secagem e composição química do óleo essencial de folhas de <i>Pereskia aculeata</i> Miller.

Fonte: Própria (2020).

Verifica-se que em todos os trabalhos selecionados o primeiro autor é um pesquisador brasileiro. Analisando os dados bibliométricos (Tabela 2), observa-se que a principal região brasileira responsável pelas publicações é a região Sul do Brasil, onde destaca-se a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com 66,6% das publicações sobre esse tema. Quanto à temática dos trabalhos selecionados, Souza *et al.* (2014) tratam da composição do óleo essencial das folhas de duas espécies de *Pereskia* (*Pereskia aculeata* Mill. e *Pereskia grandifolia* Haw.) cultivadas no Brasil, mensurando a bioatividade destes óleos em testes de fitotoxicidade e de atividade antimicrobiana. Souza *et al.*, (2016) também determinaram a composição química do óleo essencial das folhas de *P. aculeata*. Já Hoscher (2019) avaliou o efeito das diferentes condições de secagem das folhas de *Pereskia aculeata* na composição química de seu óleo essencial.

Avaliando os artigos (Tabela 2), verifica-se que estão indexados em revistas internacionais, de língua inglesa, com processo de submissão pago e classificados de acordo com a Plataforma WebQualis – CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) do Brasil (2013-2016) na área de Ciência de Alimentos com notas B5 e A1. Os fatores de impacto aferidos a esses artigos pelas métricas de buscadores internacionais são 0,55 e 4,16, respectivamente.

Tabela 2. Distribuição de dados bibliométricos extraídos na análise dos trabalhos selecionados.

Autor/Ano	Total de autores	Instituição brasileira responsável	Natureza	Total de páginas	Total de referências	Total de palavras-chave
Souza <i>et al.</i> , 2014.	6	UFRGS	Artigo	4	24	5
Souza <i>et al.</i> , 2016.	6	UFRGS	Artigo	12	42	8
Hoscher, 2019.	1	UFGD	Dissertação	51	103	-

Fonte: Própria (2020).

Na Tabela 3 é possível observar algumas informações relacionadas à espécie de *Pereskia* avaliada e, também, informações associadas às técnicas e condições de obtenção e análise de seus óleos essenciais. Como já mencionado anteriormente, todos os três estudos tratam da composição química do óleo essencial da *Pereskia aculeata*, sendo que em apenas um deles avalia-se, também, a composição química de outra espécie desse gênero: *Pereskia grandifolia*. Nos três estudos as folhas são a parte da planta escolhida para a obtenção do óleo essencial. Os óleos essenciais podem ser isolados de diferentes partes de uma planta com o auxílio de diferentes técnicas de extração, tais como hidrodestilação, extração por contato com solventes orgânicos, prensagem a frio e extração por fluído supercrítico (Barros *et al.*, 2014). Nos estudos selecionados para a confecção desta revisão, a hidrodestilação foi o único método utilizado para o isolamento dos óleos essenciais. Como as condições do processo de hidrodestilação foram semelhantes entre esses estudos, o rendimento da extração do óleo essencial da *Pereskia grandifolia* parece ser superior (de 3,0 a 4,5 vezes) ao da *Pereskia aculeata*.

Tabela 3. Distribuição dos dados analíticos de preparo e obtenção das amostras.

Autor/Ano	Amostra e Espécie	Método	Tempo (h)	Rendimento	CG - DIC	CG - EM	Total de compostos
	Folhas						
Souza <i>et al.</i> , 2014.	<i>P. aculeata</i> (PA)	HID	3 h	0,03%	HP - 5	DB - 5	30 (PA)
	<i>P. grandifolia</i> (PG)			0,09%	HP - 5	DB - 5	15 (PG)
	Folhas						
Souza <i>et al.</i> , 2016.	<i>P. aculeata</i> (PA)	HID	3 h	0,02%	HP - 5	DB - 5	24
	Folhas						
Hoscher, 2019.	<i>P. aculeata</i> (PA)	HID	4 h	0,02%	,	DB - 5	20

PA: *Pereskia aculeata*; PG: *Pereskia grandifolia*; HID: hidrodestilação; h: horas; %: percentual; CG-DIC: cromatografia gasosa com detector de ionização em chama; CG-EM: cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas; HP-5: (5%-fenil)-metilpolisiloxano; DB-5: (5%-difenil)-dimetilpolisiloxano. Fonte: Própria (2020).

A Tabela 3 evidencia que o processo de identificação e quantificação dos componentes dos óleos essenciais foi realizado pelo emprego de técnicas consideradas padrões e frequentemente usadas para esse tipo de análise: a cromatografia gasosa com detector de ionização em chama (CG-DIC) e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). No que diz respeito à quantificação, a técnica de normalização de área foi a escolhida em todos esses estudos. A identificação, por outro lado, foi baseada na avaliação dos espectros de massas dos compostos, sendo complementada pela avaliação dos índices de retenção de Kovats. As diferenças quali-quantitativas observadas na Tabela 4 podem ser atribuídas a diversos fatores, tais como sazonalidade; disponibilidade hídrica; exposição solar; local de plantio e variações genéticas entre as espécies.

Tabela 4. Composição química dos óleos essenciais das folhas do gênero *Pereskia*.

	COMPOSTOS	PG (%)	PA (%)
1	Acetato de 9-Decenil ^{Ester}	0,9 ¹	-
2	Ácido Hexadecanóico ^{Acido Graxo}	-	17,4 ¹
3	Ácido Linoleico ^{Acido Graxo}	-	4,74 ² - 12,7 ¹
4	Acorona ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	20,2 ^{3F} - 30,0 ²
5	Alcano não identificado ^{Hidrocarboneto}	-	1,2 ¹
6	Butirato de Citronelil ^{Monoterpeno Oxigenado, Ester}	-	0,3 ¹
7	α -Cadinol ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	0,31 ^{3(0,8)} - 0,9 ¹
8	Ciclopentadecanolida ^{Sesquiterpeno Oxigenado, Lactona}	-	t ¹ - 5,48 ²
9	Desmetil isotorquatona ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	0,8 ¹	-
10	Diidro- β -agarofurano ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	0,57 ² -
11	cis-Diidro-maiurona ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	t ¹ - 0,17 ²
12	n-Eicosano ^{Hidrocarboneto}	-	2,9 ¹
13	Estearato de metila ^{Ester}	-	5,12 ^{3(0,8)} - 9,35 ^{3F}
14	Éter de 10-epi-Italiceno ^{Eter}	0,8 ¹	-
15	Eudesma-4(15),7-dieno-1 β -ol ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	0,3 ¹
16	(5E,9E)-Farnesil acetona ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	5,70 ²
17	Fitol ^{Diterpeno Oxigenado}	25,1 ¹	5,11 ² - 29,4 ¹
18	n-Heneicosano ^{Hidrocarboneto}	4,4 ¹	-
19	Heptadecano ^{Hidrocarboneto}	4,2 ¹	1,9 ¹
20	n-Hexadecano ^{Hidrocarboneto}	4,2 ¹	1,3 ¹
21	1-Hexadeceno ^{Hidrocarboneto}	-	0,3 ¹
22	Hexadecanoato de etila ^{Ester}	-	0,6 ¹
23	Hexadecanoato de isopropila ^{Ester}	-	0,42 ² - 0,7 ¹
24	Hexadecanoato de metila ^{Ester}	-	2,6 ¹ - 4,92 ²
25	2-Hexil-(E)-cinamaldeído ^{Aldeído}	-	0,60 ² - 13,5 ^{3F}
26	14-Hidróxi-(Z)-cariofileno ^{Sesquiterpeno Oxigenado}	-	0,29 ² - 0,6 ¹

27	14-Hidróxi-4,5-diidrocariofileno Oxigenado	Sesquiterpeno	-	1,6 ¹
28	14-Hidróxi-9-epi-(E)-cariofileno Oxigenado	Sesquiterpeno	-	0,28 ² - 6,66 ^{3(0,4)}
29	(E)-β-Ionona	Sesquiterpeno Oxigenado	t ¹	0,1 ¹ - 0,75 ²
30	Isotorquatona	Sesquiterpeno Oxigenado	-	17,34 ^{3(0,4)} - 19,87 ^{3F}
31	Isovalerato de metila	Ester	-	0,4 ¹
32	Linoleato de metila	Ester	-	3,0 ¹ - 4,44 ²
33	(Z,Z)-Metil-4,6-hexadecadieno	Hidrocarboneto	-	16,34 ²
34	6-Metil-α-ionona	Sesquiterpeno Oxigenado	-	7,2 ¹
35	α-Muurolo	Sesquiterpeno Oxigenado	-	0,22 ² - 0,5 ¹
36	Nonadecano	Hidrocarboneto	2,5 ¹	2,9 ¹
37	1-Nonadecenol	Alcool	-	2,12 ^{3(0,4)} - 6,18 ²
38	n-Octadecano	Hidrocarboneto	9,2 ¹	1,0 ¹
39	Octadecanoato de metila	Ester	-	0,69 ²
40	1-Octadeceno	Hidrocarboneto	-	0,58 ^{3F} - 0,62 ²
41	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno Oxigenado	-	0,22 ^{3(0,4)} - 0,51 ²
42	Óxido de 13-epi-manool	Diterpeno Oxigenado	0,3 ¹	-
43	Óxido de manool	Diterpeno Oxigenado	30,1 ¹	-
44	Palmitato de metila	Ester	-	1,11 ^{3(0,8)} - 1,73 ^{3F}
45	n-Pentadecano	Hidrocarboneto	1,7 ¹	0,3 ¹
46	Salicilato de 2-etil-hexil	Ester, Composto Aromático	-	1,73 ² - 2,56 ^{3(0,8)}
47	Salicilato de (Z)-3-hexenil	Ester, Composto Aromático	-	0,17 ² - 12,27 ^{3(0,8)}
48	1-Tetradecano	Hidrocarboneto	-	0,2 ¹
49	Tetraidrorrimueno	Diterpeno	1,7 ¹	-
50	cis-Tujopsenal	Sesquiterpeno Oxigenado	6,7 ¹	0,9 ¹
51	ar-Tumerona	Sesquiterpeno Oxigenado, Composto Aromático	-	1,10 ²

%; teor percentual no óleo essencial; PG: *Pereskia grandifolia*; PA: *Pereskia aculeata*; t: traços; 1 - Souza *et al.*, 2014; 2 - Souza *et al.*, 2016; 3F - Hoscher (2019) para amostras frescas; 3(0,4) - Hoscher (2019) para amostras secas à temperatura de 40°C com velocidade de secagem de 0,4 m s⁻¹; 3(0,8) - Hoscher (2019) para amostras secas à temperatura de 40°C com velocidade de secagem de 0,8 m s⁻¹. Fonte: Própria (2020).

Dos 51 compostos citados na Tabela 4 como componentes dos óleos essenciais das folhas do gênero *Pereskia*, 7 compostos (13,7%) foram encontrados exclusivamente na espécie *Pereskia grandifolia* (éter de 10-epi-italiceno, óxido de 13-epi-manool, acetado de 9-decenil, desmetil isotorquatona, óxido de manool, n-heneicosano e tetraidrorrimueno). Tais compostos têm potencial para atuarem como marcadores químicos capazes de diferenciar a espécie *Pereskia grandifolia* da espécie *Pereskia aculeata*. Por outro lado, 36 compostos (70,6% do total de compostos) foram detectados somente nos óleos essenciais das amostras de *Pereskia aculeata* estudadas. Oito compostos, correspondendo a 15,7% do total de compostos listados na Tabela 4, foram identificados em ambas as espécies de *Pereskia*: (E)- β -ionona, cistujopsenal, fitol, heptadecano, n-hexadecano, n-octadecano, nonadecano e n-pentadecano.

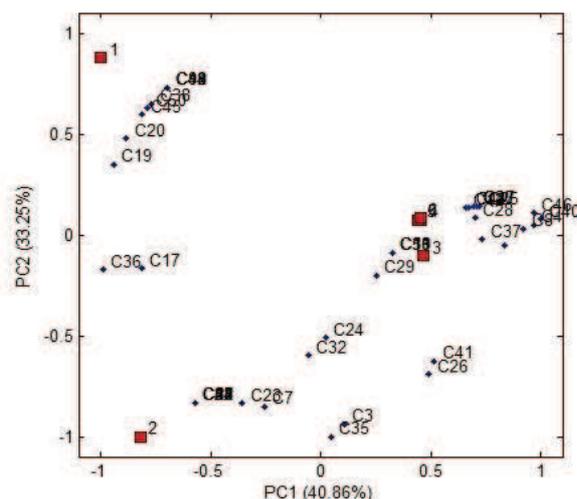
Com relação à natureza química de seus compostos (Tabela 4), nota-se que os compostos listados podem ser divididos em dois grandes grupos: compostos terpênicos (23 componentes) e compostos não terpênicos (28 componentes). O grupo terpênico é composto por 1 diterpeno, 3 diterpenos oxigenados, 1 monoterpene oxigenado e 18 sesquiterpenos oxigenados. Já as substâncias que compõem o grupo dos compostos não terpênicos podem ser classificadas da seguinte forma: ésteres (11), ácidos graxos (2), hidrocarbonetos (12), éter (1), aldeído (1) e álcool (1).

O óxido de manool e o fitol foram os compostos majoritários encontrados no óleo essencial da espécie *Pereskia grandifolia*, representando juntos 55,2% do conteúdo total desse óleo essencial. O fitol é conhecido por ser um dos principais constituintes dos óleos essenciais de diversas plantas (Islam *et al.*, 2018), sendo atribuído a ele propriedades antibacteriana (Pejin *et al.*, 2015), citotóxica (Pejin, *et al.*, 2014) e antioxidante (Costa *et al.*, 2016). Quanto ao óxido de manool, pouco se conhece sobre suas possíveis propriedades bioativas.

No caso da *Pereskia aculeata*, considerando apenas os compostos identificados como componentes de seus óleos essenciais em todos os três estudos listados nessa revisão, os componentes principais foram o fitol (5,11% – 29,4%) e o ácido linoleico (4,74% – 12,7%). O conteúdo de acorona também chama atenção (20,2% – 30,0%), porém esse sesquiterpenoide não foi detectado na amostra de *P. aculeata* avaliada no

estudo de Souza *et al.* (2014). O ácido linoleico é considerado um ácido graxo essencial para os seres humanos (Araújo *et al.*, 2014). A partir desse ácido graxo essencial, o ser humano é capaz de produzir, por exemplo, o ácido araquidônico, precursor de vários compostos bioativos conhecidos como eicosanoides, cruciais para a função metabólica normal das células e tecidos (Whelan & Fritsche, 2013). A acorona é um dos principais constituintes (26,33%) dos extratos alcoólicos do rizoma da variedade diploide da erva *Acorus calamus* L.. Os óleos aromáticos obtidos por extração alcoólica dos rizomas dessa planta são usados principalmente nas indústrias farmacêutica e enológica.

Figura 2: ACP dos dados apresentados na Tabela 4.



1: *Pereskia grandifolia* Souza *et al.*, (2014); 2: *Pereskia aculeata* Souza *et al.*, (2014); 3: *Pereskia aculeata* Souza *et al.*, (2016); 4: *Pereskia aculeata* fresca (Hoscher, 2019); 5: *Pereskia aculeata* seca a uma temperatura de 40°C com velocidade de secagem de 0,4 m s⁻¹ (Hoscher, 2019); 6: *Pereskia aculeata* seca a uma temperatura de 40°C com velocidade de secagem de 0,8 m s⁻¹ (Hoscher, 2019). Fonte: Própria (2020).

A análise multivariada conhecida como análise dos componentes principais (ACP) foi realizada (Figura 2) com os dados apresentados na Tabela 4, a fim de se avaliar o quão distintas ou semelhantes eram as amostras analisadas nos três estudos incluídos nessa revisão. A variância da componente principal (PC1) foi de 40,86% e a da componente secundária (PC2) foi de 33,25%. Essas componentes explicam juntas 74,11% da variância dos dados associados a essas amostras. Avaliando o gráfico

produzido pela ACP, é possível notar o quão distintas ou semelhantes são as amostras avaliadas. Percebe-se, por exemplo, que as amostras 1 (*Pereskia grandifolia* – Souza *et al.*, 2014) e 2 (*Pereskia aculeata* – Souza *et al.*, 2014) são bem diferentes entre si e, também, das amostras de *Pereskia aculeata* 3, 4, 5 e 6. Vale ressaltar que a variância entre as amostras 4, 5 e 6 foi a menor observada entre as seis amostras analisadas, mostrando que a composição do óleo essencial da *P. aculeata* não sofreu grandes alterações frente aos processos de secagem conduzidos à 40°C.

4. CONCLUSÃO

A presente revisão apresentou o perfil químico dos óleos essenciais do gênero *Pereskia*. O diterpeno oxigenado fitol, associado a propriedades antimicrobiana, antitumoral e antioxidante, mostrou ser um dos componentes majoritários dos óleos essenciais de ambas as espécies desse gênero (*Pereskia grandifolia* e *Pereskia aculeata*). O óxido de manool é o componente majoritário do óleo essencial da *Pereskia grandifolia*, enquanto que o conteúdo de ácido linoleico e acarona merecem destaque nos óleos essenciais da *Pereskia aculeata*. Foi possível avaliar o agrupamento das amostras do gênero *Pereskia*, com base na composição química de seus óleos essenciais, com o auxílio da ferramenta de análise multivariada conhecida como ACP (Análise dos Componentes Principais). Como os componentes dos óleos essenciais são produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, as diferenças de composição podem estar associadas não só às diferenças genéticas entre as espécies, mas também à influência das condições ambientais. Isso explica, por exemplo, as diferenças de composição observadas entre algumas das amostras de *Pereskia aculeata*.

Por fim, sugere-se novos estudos que avaliem a composição química e a bioatividade dos óleos essenciais, em especial do gênero *Pereskia*, visto que as informações sobre a composição química dessas plantas ainda são muito limitadas em função do número reduzido de estudos científicos sobre o assunto.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq, FAPERJ e UNIRIO.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, M. E. F., Junqueira, A. M. B., Simão, A. A., & Corrêa, A. D. (2014). Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. *Bioscience Journal*, 30(1), 431-439.
- Al-Snafi, A. E., Majid, W. J., & Talab, T. A. (2019). Medicinal plants with antidiabetic effects-An overview (Part 1). *IOSR Journal of pharmacy*, 9(3), 9-46.
- C de Araujo, M., C de Oliveira Pinheiro, M., Teixeira, A. Z., Iara, E., G Riachi, L., B Rocha, C., ... & FA Moreira, R. (2014). Volatile and semi-volatile composition of the ripe Brazilian couroupita guianensis fruit. *The Natural Products Journal*, 4(4), 280-289.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- Barbalho, S. M., Guiguer, É. L., Marinelli, P. S., do Santos Bueno, P. C., Pescinini-Salzedas, L. M., Dos Santos, M. C. B., ... & Otoboni, A. M. (2016). Pereskia aculeata Miller Flour: metabolic effects and composition. *Journal of medicinal food*, 19(9), 890-894.
- Barros, N. A. D., Assis, A. V. R. D., & Mendes, M. F. (2014). Extração do óleo de manjeriço usando fluido supercrítico: análise experimental e matemática. *Ciência Rural*, 44(8), 1499-1505.
- Bhalla, Y., Gupta, V. K., & Jaitak, V. (2013). Anticancer activity of essential oils: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(15), 3643-3653.
- Costa, J., Islam, T., S Santos, P., B Ferreira, P., LS Oliveira, G., VOB Alencar, M., ... & P Sousa, D. (2016). Evaluation of antioxidant activity of phytol using non-and pre-clinical models. *Current pharmaceutical biotechnology*, 17(14), 1278-1284.
- Hoscher, R. H. (2019). Cinética de secagem e composição química do óleo essencial de folhas de Pereskia aculeata Miller. *Universidade Federal da Grande Dourados (Dissertação)*.
- Islam, M. T., Ali, E. S., Uddin, S. J., Shaw, S., Islam, M. A., Ahmed, M. I., ... & Billah, M. M. (2018). Phytol: A review of biomedical activities. *Food and chemical toxicology*, 121, 82-94.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-

analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, 151(4), W-65.

Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. *Molecules*, 15(12), 9252-9287.

Moraes, T. V.; Souza, M. R. A.; Simão, J. L. S.; Rocha, C. B.; Moreira, R. F. A. (2019) Potencial antioxidante da espécie *Pereskia aculeata miller*: uma análise bibliométrica. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR*, 29(1), 79-85.

Pejin, B., Ciric, A., Glamoclija, J., Nikolic, M., & Sokovic, M. (2015). In vitro anti-quorum sensing activity of phytol. *Natural product research*, 29(4), 374-377.

Pejin, B., Kojic, V., & Bogdanovic, G. (2014). An insight into the cytotoxic activity of phytol at in vitro conditions. *Natural product research*, 28(22), 2053-2056.

Pinto, N. C. C., Duque, A. P. N., Pacheco, N. R., Mendes, R. F., Motta, E. V. S., Bellozi, P. M. Q., Ribeiro, A., Salvador, M. J., & Scio, E. (2015). *Pereskia aculeata*: a plant food with antinociceptive activity. *Pharmaceutical Biology*, 53(12), 1780-1785.

da Silva, M. I., & de Oliveira, H. B. (2018). Desenvolvimento de software com orientações sobre o uso de plantas medicinais mais utilizadas do sul de Minas Gerais/Development of software with guidelines on the use of medicinal plants most used in the south of Minas Gerais. *Brazilian Applied Science Review*, 2(3), 1104-1110.

Souza, L. F., de Barros, I. B. I., Mancini, E., Martino, L. D., Scandolera, E., & Feo, V. D. (2014). Chemical composition and biological activities of the essential oils from two *Pereskia* species grown in Brazil. *Natural product communications*, 9(12), 1934578X1400901237.

Souza, L. F., Caputo, L., De Barros, I., Bergman, I., Fratianni, F., Nazzaro, F., & De Feo, V. (2016). *Pereskia aculeata* Muller (cactaceae) leaves: chemical composition and biological activities. *International journal of molecular sciences*, 17(9), 1478.

Valente, L. M., Scheinvar, L. A., da Silva, G. C., Antunes, A. P., Dos Santos, F. A., Oliveira, T. F., ... & Siani, A. C. (2007). Evaluation of the antitumor and trypanocidal activities and alkaloid profile in species of Brazilian Cactaceae. *Pharmacognosy Magazine*, 3, 167.

Whelan, J., & Fritsche, K. (2013). Linoleic acid. *Advances in Nutrition*, 4(3), 311-312.

Capítulo 4

Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento

Thiago Vieira de Moraes¹

João Paulo Gonçalves Ferreira²

Mariana Rangel Alves de Souza³

Ricardo Felipe Alves Moreira⁴

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1740-9884>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: biomedicothiagovieira@yahoo.com.br

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-6605>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: jpferreira.jpg@gmail.com

³ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1740-9884>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: mari_r_3t@yahoo.com.br

⁴ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-9615>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Email: ricfelipe1@yahoo.com.br

Este capítulo foi publicado em Research Society and Development, 2020, volume 9, n.5, (DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3140>) como artigo original

RESUMO: A *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida no Brasil como ora-pro-nóbis (OPN), é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC), rica em compostos bioativos e utilizada no tratamento de doenças e suplementação. O objetivo deste estudo foi determinar a atividade antioxidante *in vitro* ($IC_{50(DPPH)}$), o conteúdo total de compostos fenólicos (CTF) e flavonoides (CTFL) de chás (extratos aquosos) produzidos a partir da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller, avaliando a influência do armazenamento sob congelamento nesses parâmetros. Destaca-se que os resultados apresentados neste estudo são inéditos na literatura. Os valores médios encontrados para $IC_{50(DPPH)}$, CTF e CTFL foram ($589,34 \pm 69,48 \mu\text{g mL}^{-1}$); ($86,06 \pm 16,37 \text{ mg EAG g}^{-1}$) e ($13,18 \pm 3,56 \text{ mg ER g}^{-1}$), respectivamente. Esses compostos fenólicos parecem ter grande participação no potencial antioxidante moderado desse tipo de chá. O congelamento dos extratos durante um período de três semanas não produziu alterações estatisticamente significativas. Entretanto, é provável que o armazenamento desse chá por um período superior provoque tais mudanças.

PALAVRAS-CHAVE: ora-pro-nóbis; extrato aquoso; temperatura.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida no Brasil como ora-pro-nóbis (OPN), é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC). Pertencendo à família Cactaceae, apresenta-se como planta de aspecto arbustivo, trepadeira, com caules lenhosos, flores brancas e folhas verdadeiras (de Miranda Souza *et al.*, 2009; Royo *et al.*, 2005; Edwards *et al.*, 2005; Dias *et al.*, 2005). Essa PANC é utilizada como fonte de nutrientes para o tratamento de doenças. Por exemplo, Almeida *et al.* (2014) relataram que 100 gramas da farinha das folhas de OPN apresentam em média 28,99 gramas de proteínas (base seca). Já Pinto *et al.* (2015) relataram que os extratos hidrometanólicos das folhas da *P. aculeata* apresentam alguns alcaloides (p. ex.: triptamina, abrina e mescalina) com potencial anti-inflamatório e antinociceptivo.

O Brasil é considerado um país rico em biodiversidade (Filardi *et al.*, 2018); diante desse fato, torna-se primordial investigar a composição química e a bioatividade de nossa flora. Produtos naturais podem ser úteis, por exemplo, para combater o estresse oxidativo que frequentemente é associado ao envelhecimento precoce e ao surgimento de diversas doenças crônicas (Oliveira *et al.*, 2018). Nesse contexto, o consumo de espécies vegetais ricas em compostos fenólicos e com elevado potencial antioxidante é uma estratégia interessante. Conhecer mais profundamente o potencial antioxidante de PANCs, como a *Pereskia aculeata* Miller, pode favorecer a disseminação de seu consumo *in natura* ou promover seu uso como componente de novos produtos alimentícios e farmacêuticos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade antioxidante *in vitro* e o teor total de compostos fenólicos e flavonoides dos chás produzidos a partir da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller, verificando a influência do armazenamento desse chá sob congelamento nesses parâmetros.

2. METODOLOGIA

O presente estudo deve ser entendido como uma pesquisa laboratorial e de natureza quantitativa (Pereira *et al.*, 2018). O material vegetal (caule) foi coletado na Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agrobiologia) localizada no

município de Seropédica (RJ). As coordenadas geográficas do local de coleta são 22° 48' 00" de latitude Sul e 43° 41' 00" de longitude Oeste. O local apresenta chuvas concentradas no período de novembro a março; precipitação média anual de 1,213 mm e temperatura média anual de 24,5°C. As coletas ocorreram em novembro de 2017 (I) e janeiro de 2018 (II).

O caule foi submetido a um processo simples de higienização, utilizando água corrente e secagem com folhas de papel. Esse material foi levado para uma estufa ventilada (Marconi, MA035, Brasil) com temperatura de 60°C, onde foi seco por um período de 24 horas. Em seguida, o material vegetal foi processado em moinho de facas/martelo (RI 2035, Philips Wallita, Brasil) para a obtenção da farinha do caule.

As infusões originais foram preparadas através de extração aquosa (durante 5 minutos), utilizando 2,0 g da farinha do caule de OPN e 50 mL de água destilada em ebulição. Essas infusões foram resfriadas sobre água corrente e transferidas quantitativamente por filtração para balão volumétrico de 100 mL. Por último, os volumes dos balões foram completados com água destilada e as soluções foram homogeneizadas por agitação manual. Na sequência, foram realizados os testes com os chás frescos que, em seguida, foram armazenados dentro de recipientes de polietileno em um freezer sob temperatura de -18°C por 7 e 21 dias. Antes que os chás congelados fossem analisados, seu descongelamento foi conduzido à temperatura ambiente. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para a determinação da atividade antioxidante adotou-se o método de inativação do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), proposto por Brand-Williams e Berset (1995). Para esse teste, foram realizadas quatro diluições da infusão original (100 µg mL⁻¹; 300 µg mL⁻¹; 600 µg mL⁻¹ e 1000 µg mL⁻¹). Os resultados obtidos foram empregados para a construção da curva de capacidade antioxidante que foi usada para o cálculo dos valores de IC₅₀ (concentração de um antioxidante capaz de reduzir o radical livre DPPH em 50 %). Esses testes foram realizados com o auxílio de um espectrofotômetro (Edutec, modelo EEQ-9023, Brasil) a 515 nm. O ácido gálico e a rutina foram utilizados como controles positivos.

A determinação do teor de compostos fenólicos totais (CTF) foi realizada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Hamauzu e Iijima, 1999) diretamente

sobre a infusão original. As leituras foram feitas a 760 nm e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (mg EAG) por grama de amostra seca.

O teor total de flavonoides (CTFL) foi avaliado pelo método espectrofotométrico do cloreto de alumínio (AlCl_3) na infusão original (Neves *et al.*, 2009). As leituras foram realizadas a 510 nm e o conteúdo total de flavonoides foi expresso em mg de equivalentes de rutina (mg ER) por grama de amostra seca.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Graph Pad Prism 6.0. Os dados obtidos passaram por uma análise de variância agrupada (two-way ANOVA), com pós-teste de Tukey para múltiplas comparações entre os grupos. O nível de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. As correlações entre os parâmetros monitorados foram determinadas aplicando-se o teste do coeficiente de correlação de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelos diferentes métodos podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação do potencial antioxidante, teor total de fenólicos e teor total de flavonoides dos chás frescos e congelados (7 e 21 dias).

	Fresco	7 dias	21 dias
$\text{IC}_{50(\text{DPPH})}$ ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	$503,34 \pm 31,55^a$	$579,86 \pm 51,45^a$	$684,84 \pm 125,46^a$
CTF (mg EAG g^{-1})	$89,81 \pm 13,96^a$	$79,41 \pm 21,58^a$	$70,98 \pm 13,58^a$
CTFL (mg ER g^{-1})	$14,80 \pm 3,28^a$	$13,56 \pm 3,53^a$	$11,18 \pm 3,88^a$

$\text{IC}_{50(\text{DPPH})}$: concentração do chá capaz de reduzir o radical DPPH em 50%; CTF: teor total de compostos fenólicos; EAG: equivalentes de ácido gálico; CTFL: teor total de flavonoides; ER: equivalentes de rutina; em uma mesma linha, os valores marcados com a mesma letra não diferem estatisticamente ($p > 0,05$). Fonte: Própria (2020).

Esse é o primeiro estudo que avalia o teor total de compostos fenólicos, flavonoides e a atividade antioxidante do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller. O valor de IC_{50} médio obtido para os chás testados correspondeu a $(589,34 \pm 69,49)$ $\mu\text{g mL}^{-1}$. O IC_{50} do ácido gálico foi estimado em $8,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ e o da rutina em $93 \mu\text{g mL}^{-1}$. Dessa forma, o potencial antioxidante dos chás testados é 69 vezes menor do que o do

ácido gálico e 6 vezes menor do que o da rutina. Souza *et al.* (2019) relatou valores de IC_{50} de $430 \mu\text{g mL}^{-1}$ em chás comerciais obtidos com o mesmo processo de extração a partir de folhas de boldo do Chile (*Peumus boldus* Molina). O chá verde é conhecido por suas propriedades antioxidantes. Ao comparar os valores de $IC_{50(DPPH)}$ do chá do caule de OPN (Tabela 1) com aqueles apresentados no estudo de Farooq e Seghal (2018), percebe-se que o chá do caule de OPN apresenta uma atividade antioxidante média 23 vezes menor do que a encontrada para diferentes formas de chá verde (*Camellia sinensis*) ($IC_{50\text{médio}(DPPH)} = 25,53 \mu\text{g mL}^{-1}$). Sendo assim, o chá do caule de OPN tem menor potencial antioxidante do que o chá verde e o chá de boldo. Entretanto, os extratos de hexano ($IC_{50} > 3.000 \mu\text{g mL}^{-1}$), clorofórmio ($IC_{50} = 1.592,21 \mu\text{g mL}^{-1}$) e acetato de etila ($IC_{50} > 3.000 \mu\text{g mL}^{-1}$) do caule da espécie *Buddleja salvifolia* (Matamane *et al.*, 2019), apresentam menor atividade antioxidante do que o chá do caule de OPN. O potencial antioxidante ($IC_{50(DPPH)} = 833,3 \mu\text{g mL}^{-1}$) relatado por Victoria *et al.* (2012) para o óleo essencial das folhas de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) também é inferior ao do chá do caule de OPN. O armazenamento sob congelamento por 7 ou 21 dias não alterou de forma estatisticamente significativa o potencial antioxidante do chá do caule de OPN.

O teor total médio de compostos fenólicos das amostras analisadas foi de $(80,06 \pm 16,37)$ mg EAG/g de amostra seca. Darus (2015) apresentou valores de CTF inferiores aos apresentados na Tabela 1 para extratos aquosos de caule de uma espécie diferente de *Pereskia* (*Pereskia bleo*) (média de $6,06 \text{ mg EAG g}^{-1}$). Essa diferença pode ser explicada pela composição química distinta entre as espécies (*Pereskia aculeata* Miller x *Pereskia bleo*), por diferenças no preparo das amostras e dos extratos aquosos e, também, pela influência dos fatores ambientais (luminosidade, água, solo e temperatura) que podem interferir com o perfil de metabólitos secundários dessas matrizes. O armazenamento sob congelamento por 7 ou 21 dias também não foi capaz de produzir diferenças estatisticamente significativas entre os chás do caule da *Pereskia aculeata* Miller com relação a esse parâmetro.

A média da CTFL dos chás avaliados no presente estudo foi de $(13,18 \pm 3,56)$ mg ER/g de amostra. Darus (2015) também avaliou a concentração total de flavonoides dos extratos aquosos frescos do caule da *Pereskia bleo*, expressando o resultado em

equivalentes de quercitina (EQ) por grama de amostra. Nesse estudo de Darus (2015), a CTFL média foi estimada em 7,86 mg EQ g⁻¹. A comparação com os dados do presente estudo fica prejudicada em função dos resultados terem sido expressos em relação a diferentes flavonoides padrões (quercitina x rutina). O armazenamento sob congelamento também não foi capaz de alterar de forma estatisticamente significativa o teor total de flavonoides das amostras avaliadas.

Os coeficientes de correlação de Pearson (Tabela 2) foram calculados comparando-se os chás frescos e congelados por 7 e 21 com base em seus potenciais antioxidantes, teores totais de compostos fenólicos e teores totais de flavonoides. A CTF dos chás apresentou um elevado coeficiente de correlação negativo ($r = - 0,989$) com o IC₅₀ estimado pelo método do DPPH, indicando que quanto menor o conteúdo de compostos fenólicos, maior é o valor de IC₅₀ estabelecido e, portanto, menor é o potencial antioxidante da bebida. Foi possível observar o mesmo comportamento pela comparação do IC₅₀ dos chás estudados com seus teores totais de flavonoides ($r = - 0,996$), mostrando mais uma vez a forte contribuição desse grupo de compostos fenólicos (flavonoides) para o potencial antioxidante desses chás.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) para atividade antioxidante, teor total de fenólicos e teor total de flavonoides dos chás frescos e armazenados sob congelamento.

	IC ₅₀ (DPPH)	CFT	CTFL
IC ₅₀ (DPPH)	_____	- 0,989	- 0,996
CTF	- 0,989	_____	0,971
CTFL	- 0,996	0,971	_____

IC₅₀(DPPH): concentração do chá capaz de reduzir o radical DPPH em 50%; CFT: teor total de compostos fenólicos; CFLT: teor total de flavonoides. Fonte: Própria (2020).

Apesar de não haver diferença estatística significativa entre o chá fresco e os congelados em relação aos parâmetros avaliados, percebe-se claramente uma tendência de diminuição do teor total de compostos fenólicos e flavonoides com o avançar do tempo de armazenamento sob congelamento. Essa tendência de queda na

concentração desses compostos é acompanhada por outra vertente (mais uma vez estatisticamente não significativa): o aumento do valor de IC₅₀, ou seja, a diminuição do potencial antioxidante das bebidas. É muito provável que o congelamento por período superior a 21 dias (3 semanas) leve a mudanças estatisticamente significativas nos parâmetros monitorados.

4. CONCLUSÃO

No presente estudo, o teor total de compostos fenólicos, flavonoides e a atividade antioxidante do chá da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller foram determinados pela primeira vez. O armazenamento desse chá sob congelamento por 7 e 21 dias não alterou de forma estatisticamente significativa o seu conteúdo total de fenólicos, flavonoides e sua atividade antioxidante. Há uma elevada correlação entre o conteúdo dessas substâncias (compostos fenólicos e flavonoides) e o moderado potencial antioxidante desse tipo de chá.

Aparentemente, o armazenamento sob congelamento durante um período de tempo superior a três semanas irá produzir perdas estatisticamente significativas no conteúdo desses compostos e na atividade antioxidante desse chá. Novos testes ampliando o período de armazenamento sob congelamento devem ser conduzidos para que essa hipótese seja verificada. Também é interessante que outras técnicas de avaliação da capacidade antioxidante desses chás sejam aplicadas durante esses testes.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq, FAPERJ e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. E. F., Junqueira, A. M. B., Simao, A. A., & Correa, A. D. (2014). Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nobis. *Bioscience Journal*, 30(Supplement), 431-439.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

Darus, M., & Aida, N. (2015). Profiling of anti-diabetic agent from *Pereskia Bleo* (KUNTH)/Nadzrul Aida Bt Mat Darus (Doctoral dissertation, University of Malaya).

Dias, A. C. P., Pinto, N. A. V. D., Yamada, L. T. P., Mendes, K. L., & Fernandes, A. G. (2009). Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do Programa Saúde da Família (PSF) de Diamantina-MG. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 16(3), 279-284.

Edwards, E. J., Nyffeler, R., & Donoghue, M. J. (2005). Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *American Journal of Botany*, 92(7), 1177-1188.

Farooq, S., & Sehgal, A. (2018). Antioxidant activity of different forms of green tea: loose leaf, bagged and matcha. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 35-40.

Filardi, F. L. R., Barros, F. D., Baumgratz, J. F. A., Bicudo, C. E., Cavalcanti, T. B., Coelho, M. A. N., ... & Lanna, J. M. (2018). Brazilian Flora 2020: innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, 69(4), 1513-1527.

Hamauzu, Y., & Iijima, E. (1999). Polyphenolic composition and antioxidative activity of apple flesh extracts. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 46(10), 645-651.

Matamane, R. P., Pillai, M. K., & Magama, S. (2019). DPPH radical scavenging activity of extracts from *Buddleja salviifolia*. *Pharmacology OnLine*, 2, 233-240.

Neves, L. C., Alencar, S. D., & Carpes, S. T. (2009). Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 7, 107-110.

Pereira, A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 24 mar. 2020.

Pinto, N. D. C. C., Duque, A. P. D. N., Pacheco, N. R., Mendes, R. D. F., Motta, E. V. D. S., Bellozi, P. M. Q., ... & Scio, E. (2015). *Pereskia aculeata*: a plant food with antinociceptive activity. *Pharmaceutical biology*, 53(12), 1780-1785.

Royo, V.A.; Moraes, F.R.C.; Cestari, A.; Lima, T.C.; Silva, M.L.A.; Martins, C.H.G.; Furtado, N.A.J.C. (2005) Evaluation of the antimicrobial activity of the crude extract of branches of *Pereskia aculeata* Miller. *XIX Anais do Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química*. Ouro Preto - Minas Gerais.

Silva Oliveira, R., Lucas, C. P., Antonucci, G., & da Silva, F. C. (2018). Compostos bioativos naturais: agentes promissores na redução do estresse oxidativo e processos inflamatórios. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 5(2).

Souza, W. F. M., Mariano, X. M., Isnard, J. L., de Souza, G. S., de Souza Gomes, A. L., de Carvalho, R. J. T., ... & Moreira, R. F. A. (2019). Evaluation of the volatile composition, toxicological and antioxidant potentials of the essential oils and teas of commercial Chilean boldo samples. *Food Research International*, 124, 27-33.

Miranda Souza, M. R., Correa, E. J. A., Guimarães, G., & Pereira, P. R. G. (2009). O potencial do ora-pro-nobis na diversificação da produção agrícola familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2).

Victoria, F. N., Lenardão, E. J., Savegnago, L., Perin, G., Jacob, R. G., Alves, D. S., Nascente, P. (2012). Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: antioxidant and antimicrobial properties. *Food and chemical toxicology*, 50(8), 2668-2674.

Capítulo 5

**Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de
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 Medicinais, 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

Este capítulo foi publicado em Scientia Plena, 2021, volume 17, n.5,
(DOI: 10.14808/sci.plena.2021.051503) como artigo original

RESUMO: 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, FRAPe 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.

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 cactídios, 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



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

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.

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

Na₂CO₃a 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 mg mL⁻¹; 0,30 mg mL⁻¹; 0,60 mg mL⁻¹ e 1,0 mg mL⁻¹) para serem utilizadas no ensaio com o DPPH. Os resultados foram expressos como CI₅₀ (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 (mM E FeSO₄)/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, nematicida, 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

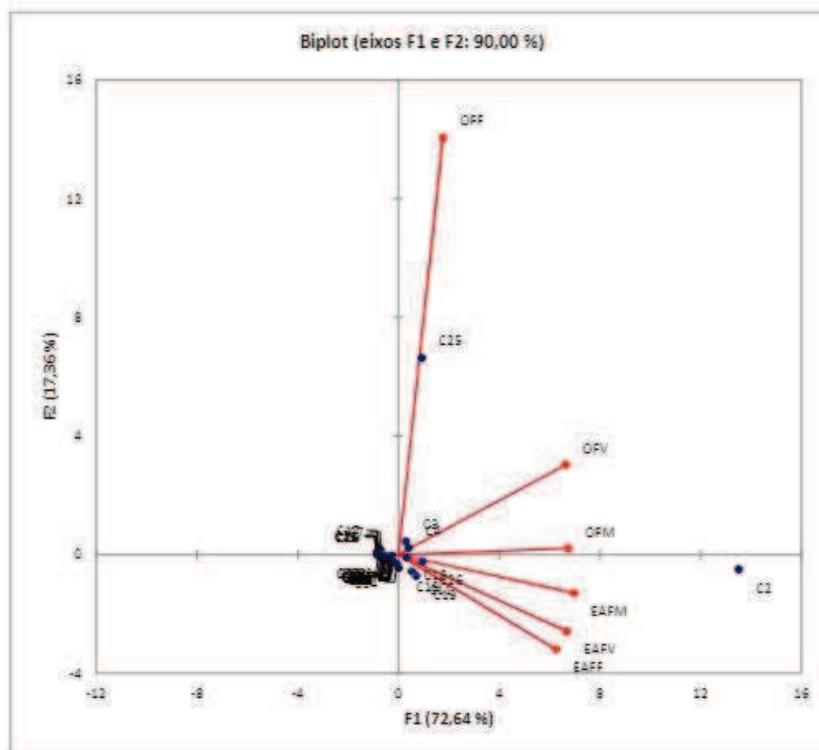


Figura 2. Análise dos componentes principais indicando a dispersão entre frutos e flor de acordo com a concentração dos compostos identificados na tabela 1 (C1 até C28); OFV: óleo essencial do fruto verde; OFM: óleo essencial do fruto maduro; OFF: óleo essencial da farinha de flor; EAFV: extrato em acetona dos compostos voláteis do fruto verde; EAFM: extrato em acetona dos compostos voláteis do fruto maduro; EAAF: 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	LRI	LRI*	Óleo			Extração em Fase Sólida			ODOR**
			Essencial	FV	FM	FF	FV	FM	
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 Palmitado 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-metilloctosano	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 2Oxooctadecanoato de metila	2213	2196 ^P	-	-	0,64%	-	-	-	-
COMPOSTOS TERPÊNICOS									
MONOTERPENO OXIGENADO									
²² β -Linalol	1079	1079 ^N	-	-	2,76%	-	-	2,10%	floral
²³ α -Terpineol	1161	1198 ^N	-	-	0,88%	-	-	2,31%	floral
DITERPENO OXIGENDADO									
²⁴ Isosofitol	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 mg g⁻¹) e Kaempferol (0,819 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 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)	
			FV	FF
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.

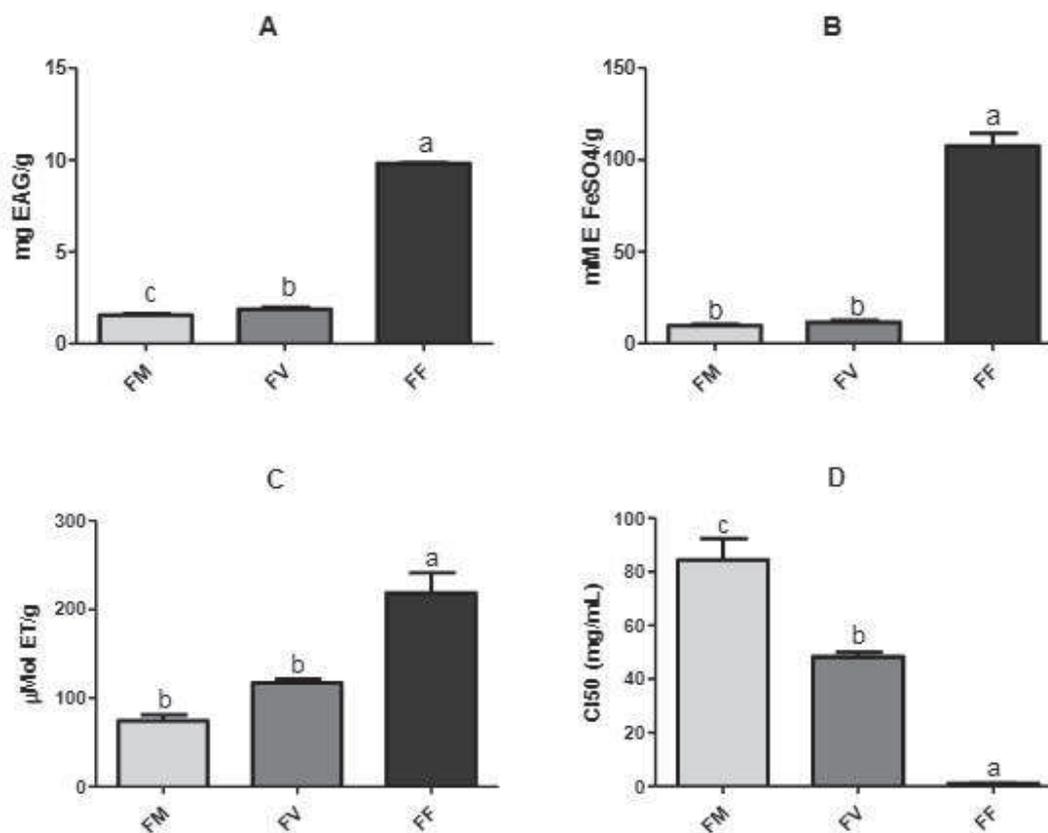


Figura 3.Atividade antioxidante pelos métodos (A) Folin-Ciocalteu; (B) FRAP; (C) ORAC; (D) DPPH; (FM): fruto maduro; (FV): fruto verde; (FF): farinha de flor; letras diferentes representam diferença estatística ($p < 0,05$).

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 $218,70 \pm 22,37$ $\mu\text{mol ET/g}$ de amostra. Esses valores foram superiores aos encontrados anteriormente no estudo de Silva et al. (2018) [1] ($19,5 \mu\text{mol ET/g}$ no fruto verde e $38,5 \mu\text{mol ET/g}$ 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 ($\text{CI}_{50} = 503,34 \mu\text{g mL}^{-1}$) [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 vinte e oito 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.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

- [1] Silva APG da, Spricigo PC, Freitas TP de, Acioly TM da S, Alencar SM de, Jacomino AP. Ripe Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* miller) fruits express high contents of bioactive compounds and antioxidant capacity. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2018;40:1–6. <https://doi.org/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;16:279–84.
- [3] Moraes TV de, Souza MRA de, Rocha CB, Moreira RFA. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA ESPÉCIE *Pereskia aculeata* Miller: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research* 2018;22:19–23.
- [4] Moraes TV de, Ferreira JPG, Souza MRA de, 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:e34953140. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3140>.
- [5] Pinto NDCC, Machado DC, da 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. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.07.032>.
- [6] Agostini-Costa T da S, Wondraceck DC, Rocha W da S, Silva DB da. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2012;34:234–8. <https://doi.org/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;21:229–40. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.11.005>.
- [8] Sartor CFP, Amaral V do, Guimarães HET, Barros KN de, Felipe DF, Cortez LER, et al. Estudo da Ação Cicatrizante das Folhas de *Pereskia aculeata*. *Saúde e Pesquisa* 2010;3:149–54.
- [9] Habschied, K., Lončarić, A., & Mastanjević, K. (2020). Screening of Polyphenols and Antioxidative Activity in Industrial Beers. *Foods*, 9 (2), 238.
- [10] Silva, H. N., Diniz, T. C., Teles, R. B. A., Rabêlo, S. V., & Almeida, J. R. G. S. (2015). Prospecção Científica De Espécies Do Gênero *Annona* (Annonaceae)

com Atividade Antinociceptiva E Anti-Inflamatória. *Revista Geintec*, 5 (3), 2326-2334.

- [11] MESQUITA, Rochelly da Silva et al. Alcaloides de *Abuta panurensis* (Menispermaceae): potencial de inibição da acetilcolinesterase, atividade citotóxica e imunomoduladora. 2020.
- [12] CUEVAS CONTRERAS, Jessica. **Perfil de alcaloides de algunas especies de la familia Cactaceae**. 2018. Dissertação de Mestrado. Tesis (MC)--Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato. Departamento de Biotecnología y Bioquímica.
- [13] Silva ACB, Schuquel LC dos S, Silva CO da, Pascoal GB. Nutritional and physicochemical quality in fresh and fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Demetra* 2016;11:355+.
- [14] Matyjaszczyk E, Śmiechowska M. Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption. *Trends in Food Science & Technology* 2019;91:670–4. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.017>.
- [15] Rosa SM da, Souza LA. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 2003;25. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v25i2.2046>.
- [16] OLIVEIRA, Márcia Cristina Campos de et al. Flavonóides das flores de *Stiffitia chrysantha* Mikan. **Química Nova**, v. 22, n. 2, p. 182-184, 1999.
- [17] Souza WFM de, Mariano XM, Isnard JL, de Souza GS, de Souza Gomes AL, de 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. <https://doi.org/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;50:7616–21. <https://doi.org/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. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X).
- [20] Hamauzu Y, Ijima E. Polyphenolic Composition and Antioxidative Activity of Apple Flesh Extracts. *NIPPON SHOKUHIN KAGAKU KOGAKU KAISHI* 1999;46:645–51. <https://doi.org/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 & Pharmaceutical Bulletin* 2003;26:1424–7. <https://doi.org/10.1248/bpb.26.1424>.
- [22] Rufino M do SM, Alves RE, Brito ES, Morais SM de, Sampaio C de G. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical (INFOTECA-E); 2006.
- [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;50:4437–44. <https://doi.org/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;49:4619–26. <https://doi.org/10.1021/jf010586o>.
- [25] AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th ed. Gaithersburg: 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.
- [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. <https://doi.org/10.2174/1389201017666161019155715>.
- [28] Moraes TV de, Ferreira JPG, Moreira RFA. Óleos essenciais do gênero *Pereskia*:

- uma revisão da literatura. *Research, Society and Development* 2020;9:e49953357. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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;22:2133–40.
- [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:e18973510. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3510>.
- [32] Newmark HL. Is oleic acid or squalene the important preventive agent? *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000;72:502–502. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.502>.
- [33] Kapoor P, Chaudhary P. Squalene : Miraculous Triterpene. *International Medico-Legal Reporter Journal* 2020;3:19–28.
- [34] Rodrigues LMA, Bispo JLP, Silva AG da, Gualberto SA, Silva LFN, Tavares IM de C, et al. Chemical prospection and biological potential of tropical fruit waste extracts. *Research, Society and Development* 2020;9:e833986476. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6476>.
- [35] Jin Q, 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2210-0>.
- [37] Souza TCL de. Perfil De Compostos Fenólicos Extraídos De Folhas de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller). [s.n.], 2014.
- [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. <https://doi.org/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;20:110. <https://doi.org/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;57:96–104. <https://doi.org/10.1007/s12035-019-01759-7>.
- [41] Adventitious Bud Techniques and Other in Vivo or in Vitro Methods of Asexual Propagation of Relevance to Mutation Breeding, 1988, p. 45–59. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-42786-1.50012-X>.
- [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;34:729–41. <https://doi.org/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;20:3053–9.
- [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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.074>.
- [45] Souza LF, de Barros IBI, Mancini E, Martino L De, Scandolera E, Feo V De. Chemical Composition and Biological Activities of the Essential Oils from Two *Pereskia* Species Grown in Brazil. *Natural Product Communications* 2014;9:1934578X1400901. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1007/s10753-019-01099-7>.
- [48] Dewick PM. *Medicinal Natural Products*. 3rd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2009. <https://doi.org/10.1002/9780470742761>.
- [49] Wani IA, Goswami G, Sk S, Mal A, Sayyad M, Ghorai MK. A synthetic route to 1,4-disubstituted tetrahydro- β -carbolines and tetrahydropyranoindoles via ring-opening/Pictet-Spengler reaction of aziridines and epoxides with indoles/aldehydes. *Organic and Biomolecular Chemistry* 2020;18:272–87. <https://doi.org/10.1039/c9ob02098e>.
- [50] Yang M, Al Zaharna M, Chen YS, Li L, Cheung HY. In vitro antioxidant activities and anti-proliferative properties of the functional herb *Abrus cantoniensis* and its main alkaloid abrine. *Food and Function* 2014. <https://doi.org/10.1039/c4fo00217b>.
- [51] De Castro N, Pinto C, Cristina R, Santos D, Cunha Machado D, Rodrigues Florêncio J, et al. CYTOTOXIC AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *PERESKIA ACULEATA* MILLER. *PharmacologyOnline* 2012;3:63–9.
- [52] Pinto N de CC, Duque AP do N, Pacheco NR, Mendes R de F, Motta EV da S, Bellozi PMQ, et al. *Pereskia aculeata*: A plant food with antinociceptive activity. *Pharmaceutical Biology* 2015;53:1780–5. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1008144>.
- [53] Cassels BK, Sáez-Briones P. Dark Classics in Chemical Neuroscience: Mescaline. *ACS Chemical Neuroscience* 2018;9:2448–58. <https://doi.org/10.1021/acscemneuro.8b00215>.
- [54] 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;87:68–73. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2672>.
- [55] Chitarra MIF, Chitarra AB. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE; 2005.

- [56] 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;7:1022–32.
- [57] Kluge RA, Nachtigal JC, Fachinello JC, Bilhalva AB. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. 2a ed. São Paulo: Sao Paulo, BR: Edit. Rural; 2002.
- [58] Henz KLK. Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande, 2019.

Capítulo 6

Uso do recurso stories para avaliação do conhecimento dos usuários do Instagram à respeito de PANCs, com destaque para a ora-pro-nóbis

Thiago Vieira de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1740-9884>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Brasil

E-mail: biomedicothiagovieira@yahoo.com.br

Joao Paulo Gonçalves Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-6605>

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Brasil

E-mail: jpferreira.jpg@gmail.com

Kelly Gloria do Nascimento Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5359-1711>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil

E-mail: kellygno@yahoo.com.br

Este capítulo foi publicado em Research, Society and Development, 2021, volume 10, n.8, (DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17226>) como artigo original.

RESUMO: O conhecimento sobre a diversidade da flora brasileira com potencial alimentício, com destaque para as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), é importante para ampliarmos as opções de alimentos saudáveis para uma população em contínuo crescimento. Dentre as PANCs nativas do Brasil, a ora-pro-nóbis (OPN) vem ganhando espaço na pesquisa científica e no mercado consumidor por seu potencial nutritivo e funcional. Em função do seu alcance público, o uso de redes sociais como o *Instagram* é interessante para avaliar mercados, divulgar, popularizar e esclarecer dúvidas, por exemplo, com relação à segurança do consumo desses novos produtos. Este estudo utilizou a ferramenta *stories* com o objetivo de avaliar o conhecimento dos usuários do Instagram sobre PANCs e, mais especificamente, sobre OPN. Um total de 10 perguntas (objetivas e discursivas) foi disponibilizado no *Instagram stories* ao longo de 24 horas. Os dados foram analisados de acordo com o engajamento do público e com relação à frequência simples e relativa das respostas. Os maiores engajamentos obtidos foram na pergunta sobre consumo (27,20%) e conhecimento (26,67%) de OPN. A maior frequência de respostas positivas (87,56%) foi obtida na pergunta que questionava se o indivíduo consumiria produtos derivados de OPN e a maior frequência de respostas negativas (84,81%) foi obtida na pergunta sobre a utilização de PANC na alimentação. O público alcançado demonstrou conhecimento e experiência no consumo de folhas de OPN, sendo que seu potencial proteico foi considerado a característica mais atrativa desse tipo de alimento. Apesar da pouca utilização de PANCs na alimentação, o público consultado mostrou interesse em consumir a farinha e outros produtos de OPN.

PALAVRAS-CHAVE: Ora-pro-nóbis; Instagram; Questionário; Comunicação Científica.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui 13% da riqueza da biota mundial. Só no reino vegetal são reconhecidas cerca de 35 mil espécies, sendo a maioria (55%) endêmica (Stehmann & Sobral, 2017). Naturalmente, como observado por Valente et al. (2020), a distribuição dessa riqueza pelo território se dá de maneira heterogênea pelos biomas. Entretanto, essa heterogeneidade não se reflete na base da alimentação dos brasileiros, que é muito semelhante, independente da região.

Acredita-se que pelo menos 10% da flora brasileira possui partes comestíveis que poderiam ser exploradas para incrementar a diversificação dietética (Kinupp & Lorenzi, 2014). Além das espécies nativas, há um grande número de espécies exóticas naturalizadas com similar potencial alimentício. Essas plantas, nativas ou exóticas, por serem subutilizadas ou negligenciadas, de baixa ou nenhuma comercialização, recebem o título de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) (Kinupp & Lorenzi, 2014; Valente et al., 2020).

Nos últimos anos as PANCs vêm ganhando espaço nas discussões acadêmicas, nas mídias, feiras de comércio, e principalmente na mesa da população (Borges, 2017). Como observado por Junqueira & Perline (2019), sob uma lente mais antropológica, elas vêm sendo resignificadas de “mato” para alimento, de “comida de pobre” para alimento *gourmet*, ocupando uma nova posição nas práticas sociais e contribuindo para a revalorização de práticas e culturas contra-hegemônicas. Além disso, Valente et al. (2020) também ressalta a importância desse resgate e apropriação dos conhecimentos sobre PANCs pelos pequenos e médios agricultores. Tendo em vista que a agricultura familiar detém cerca de 20% das terras e responde por aproximadamente 38% da produção nacional (Castro, 2015), o cultivo dessas plantas poderia representar um fortalecimento econômico e social dessa parcela produtiva.

A *Pereskia aculeata* Miller, mais conhecida como ora-pro-nóbis (OPN), é uma PANC da família das cactáceas que vem cada vez mais ganhando visibilidade por conta de sua interessante composição nutricional e propriedades bioativas. Seu potencial proteico, de fibras e minerais, bem como seu conteúdo de compostos do metabolismo secundário com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e cicatrizantes tem contribuído para essa popularização da ora-pro-nóbis na mesa dos

brasileiros (Almeida et al., 2014; Moraes et al., 2020; Pinto et al., 2016; Souza et al., 2016).

Apesar dessa crescente popularização da Ora-pro-nóbis e de outras PANCs, alguns consumidores ainda relutam em consumir esse tipo de produto por conta de dúvidas com relação a sua toxicidade e, também, por uma questão de hábito alimentar. É necessário promover ações, envolvendo tanto os produtores quanto os consumidores, a fim de incentivar a produção e consumo dessas plantas (Valente et al., 2020). Uma rápida busca bibliográfica por bases de dados como o “Google Acadêmico” ou o “Periódicos CAPES” já é capaz de mostrar que inúmeras ações voltadas para a popularização das PANCs vêm sendo tomadas por diversos grupos de estudo nos últimos anos (Moraes et al., 2018). No entanto, pelo menos no âmbito acadêmico, a utilização de redes sociais (como o *Instagram*) para esse fim ainda é relatada de forma escassa, porém de suma importância para disseminação do conhecimento (Costa, 2019; Moraes et al., 2021; Gomes et al., 2021).

Com mais de 90 milhões de usuários no Brasil (Statista, 2021), o *Instagram* é considerado a rede social mais utilizada pela população, inclusive para fins comerciais e de divulgação de informações. Há incontáveis perfis que geram ou compartilham conteúdo sobre PANCs e que têm uma significativa visibilidade. Isso reflete o crescente interesse na busca por melhores hábitos alimentares, abrindo espaço para a divulgação de informações cientificamente válidas e para a coleta de dados sobre a percepção do público em relação a essas plantas.

Nesse contexto, tendo em vista a importância da avaliação e da disseminação do conhecimento sobre PANCs e conhecendo o grande alcance que essas redes sociais possuem, o objetivo deste estudo foi avaliar o conhecimento de indivíduos registrados no *Instagram* sobre questões gerais relacionadas às PANCs, em especial à *P. aculeata* Miller (ora-pro-nóbis).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se uma abordagem qualitativa, na qual os dados foram obtidos através de um questionário que foi aplicado aos usuários cadastrados na plataforma *Instagram*. Este estudo é considerado exploratório, com

recorte transversal, sendo capaz de fornecer aos autores informações sobre o conhecimento e a utilização de PANCs por parte de uma parcela dos usuários dessa rede social (Estrela, 2018).

Após o *login* no próprio perfil do autor (@thiagovieiramoraes) na rede social, no dia 19 de fevereiro de 2021, os visitantes tiveram acesso às perguntas que ficaram disponíveis por um período de 24 horas. O recurso *stories* possibilitou, então, a quantificação da interação do conteúdo postado com os seis mil seguidores desta conta (David et al., 2019). Foram disponibilizadas perguntas fechadas (7), pergunta aberta (1) e questões de múltipla escolha (2). O questionário utilizado no presente estudo foi adaptado do trabalho desenvolvido por Gralha (2020), que discute o nível de conhecimento dos agricultores familiares em relação às plantas alimentícias não convencionais. Para fins estatísticos, a análise dos dados foi realizada através de uma abordagem percentil descritiva, com base nas frequências absolutas e relativas das respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão dispostas as perguntas na ordem em que foram exibidas para o público através do visualizador do *stories* de forma monádica, ou seja, um questionamento por vez. Logo após o participante contribuir com sua resposta, os resultados parciais de cada pergunta lhe eram exibidos em porcentagens. O número de participantes de cada pergunta foi calculado a partir da soma das respostas válidas computadas.

O engajamento a cada pergunta foi calculado como a razão entre o número de respostas válidas obtidas e o número de visualizações, multiplicada por 100. O número de visualizações diferiu entre as perguntas, assim como o número de respostas válidas. Foi possível observar um decréscimo no número de visualizações das perguntas à medida que os participantes avançavam no questionário. As exceções foram as perguntas nove e dez, que apresentaram um número de visualizações superior à pergunta oito. Isso pode ser explicado pelo fato de que os participantes foram instruídos a pularem a pergunta oito, caso a resposta à pergunta sete fosse negativa.

As perguntas de número seis, sete e dez, que citaram a OPN enquanto PANC obtiveram valores superiores a 20% de engajamento. Isso pode ser atribuído à crescente popularização desta planta tanto no meio acadêmico, quanto no não acadêmico. O crescente número de publicações sobre OPN nos últimos anos, bem como sua forte presença na região sudeste, são fatores que contribuem para a popularização desta PANC. Por exemplo, a ocorrência anual do Festival de Ora-Pró-Nóbis em Sabará (MG), um evento gastronômico que contribui para a manutenção turística da cidade, ressalta a relevância cultural e econômica desta planta, bem como contribui para a disseminação de conhecimentos e incentiva o uso desta planta pela população.

As perguntas seis e dez foram as que apresentaram as maiores taxas de respostas positivas, ou seja, a opção pelo *sim* foi preferencialmente selecionada pelo público para responder a essas duas perguntas: 60,06% das pessoas afirmaram que já conheciam a ora-pró-nóbis enquanto PANC (pergunta seis), e 87,56% afirmaram que consumiriam a farinha ou outros derivados desta planta (pergunta dez). Isso indica o potencial comercial da ora-pró-nóbis e ressalta a importância da divulgação de informações confiáveis sobre sua composição e propriedades funcionais, o que poderia estimular ainda mais o consumo de produtos derivados ou enriquecidos com esta planta por consumidores em potencial.

Já as perguntas de número um, dois e três apresentaram os maiores percentuais de respostas negativas: 74,16% apontaram não conhecer plantas espontâneas (daninhas, invasoras) que podem ser utilizadas na alimentação (pergunta um); 84,81% afirmaram não utilizar essas plantas na alimentação (pergunta dois); 84,51% afirmaram nunca terem notado a comercialização dessas plantas (pergunta três). Esse alto percentual de respostas negativas pode ser explicado pelo possível desconhecimento dos termos “planta espontânea”, “daninha”, “invasora” por parte do público consultado e, também, pela não associação desses termos com o acrônimo PANC.

Na questão cinco, sobre quais partes das PANCs poderiam ser consumidas, a opção “todas as alternativas” foi a mais escolhida (75,34%), seguida das folhas (11,99%), da flor (10,27%) e do caule (2,40%).

A pergunta de número oito era a única de resposta aberta, onde os participantes deveriam responder com suas palavras sobre quais partes da ora-pro-nóbis já haviam consumido, caso o consumo já tivesse ocorrido. As folhas da espécie foram a parte da planta mais citada (91,23%), seguida de frutos e talos (3,51% cada) e, por fim, as flores (1,75%).

A utilização da farinha de ora-pró-nóbis para o enriquecimento e substituição da farinha de trigo em pães, massa para macarrão e bolos já tem sido explorada por alguns autores com resultados que mostram bons índices de aceitação em análises sensoriais (Arruda et al., 2016; Martinevski et al., 2013; Oliveira et al., 2008; Rocha et al., 2009; Santo Manoel, 2019). Além disso, Moraes et al. (2020) avaliaram o potencial antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos de chás elaborados com a farinha do caule da ora-pró-nóbis e mostraram que o chá dessa parte da planta pode ser uma fonte interessante de compostos fenólicos com um potencial antioxidante moderado.

Ainda sobre a pergunta de número oito, o menor número de visualizações e engajamento relativo observados podem estar relacionados aos diferentes modos de entrada da resposta. Ao contrário das demais perguntas, onde foram apresentadas alternativas que poderiam ser marcadas, nesta pergunta havia um campo de texto, o qual demandaria do participante mais tempo para a realização da atividade.

Na pergunta nove, quando questionados sobre qual seria o principal benefício associado ao consumo de ora-pró-nóbis, os participantes elencaram o potencial proteico com maior frequência (44,04%), seguido do seu potencial antioxidante (38,86%); nenhum dos citados (10,36%) e efeito cicatrizante (6,74%). Isto demonstra que a espécie OPN é vista como uma fonte proteica pela população.

A pergunta dez investiga a intenção de compra dos participantes de produtos derivados da OPN. A maior parte (87,56%) dos 225 indivíduos que responderam a essa pergunta indicaram interesse em consumir a farinha e outros produtos derivados da ora-pró-nóbis. Isso estimula a realização de novas pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a formulação de produtos relacionados a esse tipo de matriz (*Pereskia aculeata* Miller).

Nº	Pergunta	Visualizações	N	Engajamento%	Sim %	Não %	Respostas múltipla escolha %				Respostas pergunta aberta %				
							Folha	Flor	Caule	Todas as alternativas	Folha	Flor	Talo	Fruto	
1	Conhece ou ouviu falar de alguma "planta espontânea" (daninha, invasora) que pode ser utilizada na alimentação?	1778	329	18,50	25,84	74,16									
2	Você utiliza ou utilizou destas plantas na alimentação?	1624	316	19,46	15,19	84,81									
3	Você já viu no comércio a venda destas plantas?	1491	297	19,92	15,49	84,51									
4	Você conhece o termo PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais)?	1380	311	22,54	47,27	52,73									
5	Quais partes destas PANCs podem ser consumidas?	1312	292	22,26			Folha	Flor	Caule	Todas as alternativas					
							11,99	10,27	2,40	75,34					
6	Você conhece ora-pro-nóbis?	1211	323	26,67	60,06	39,94									
7	Já consumiu ora-pro-nóbis?	1180	321	27,20	39,56	60,44									
8	Se sim, qual parte? Caso negativo, pule.	1004	57	5,68							Folha	Flor	Talo	Fruto	
											91,23	1,75	3,51	3,51	
9	Qual o principal benefício do seu consumo?	1123	193	17,19			Potencial Antioxidante	Potencial Proteico	Potencial cicatrizante	Nenhum dos citados					
							38,86	44,04	6,74	10,36					
10	Você consumiria a farinha e outros produtos derivados da ora-pro-nóbis?	1106	225	20,34	87,56	12,44									

N: número absoluto de participantes calculado a partir da soma de respostas válidas computadas. Fonte: Autores (2021).

CONCLUSÃO

Foi possível observar que a maioria dos participantes não conseguiu associar os termos “daninha”, “invasora” e/ou “planta espontânea” com alimentos que pudessem contribuir com a qualidade de vida e a diversidade de nutrientes em suas refeições. O uso do termo PANC parece ser mais conhecido do que os demais termos citados anteriormente, porém é válido ressaltar que boa parcela dessa população carece de informações sobre esse tema.

No que se refere à ora-pro-nóbis, percebe-se que é uma das PANCs mais conhecidas, mas seu consumo ainda pode ser substancialmente ampliado. Nota-se que o potencial proteico é a característica mais estimulante para o consumo dessa planta. Deste modo, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos pela comunidade científica sobre a *Pereskia aculeata* Miller, a fim de ampliar o conhecimento sobre essa espécie de planta alimentícia não convencional. Tais ações visam estimular o consumo de produtos derivados e/ou enriquecidos com esta planta pelos consumidores, aumentando a diversidade de alimentos em nossa dieta e promovendo o cultivo e fortalecimento da agricultura familiar em nosso país. Por fim, sugere-se também avaliar o uso de outras redes sociais para entender de forma mais ampla a contribuição destas ferramentas na formação do conhecimento científico da população.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq, FAPERJ e UNIRIO.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. E. F. de, Junqueira, A. M. B., Simão, A. A., & Corrêa, A. D. (2014). Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora- pro-nobis. *Bioscience Journal*, 30(Supplement), 431–439.
- Arruda, H. S., De Cássia Sevilha, A., Pereira, T., & Ferreira De Almeida, M. E. (2016). Substituição parcial da farinha de trigo pelas farinhas de grão-de-bico e de ora-pro-nobis na elaboração de um pão. In *Nutrição Brasil* (Vol. 15, Issue 2). <https://doi.org/10.33233/NB.V15I2.222>

- Borges, C. K. G. D. (2017). *Plantas alimentícias não convencionais (PANC) - a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus* [Universidade do Estado do Amazonas]. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/2425>
- Castro, C. N. de. (2015). Desafios da agricultura familiar : o caso da assistência técnica e extensão rural. In <http://www.ipea.gov.br>. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6492>
- Costa, F. V. (2019). Uso do Instagram como ferramenta de estudo: análise de um perfil da área biológica. *Research, Society and Development*, 8(10), e238102360. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1360>
- David, F. de F. dos S., Silva, A. B. A. da, Baldasso, G., Marculino, C. H. de S., Almeida, J. V. de, & Soltau, S. B. (2019). Uma proposta de uso do Instagram em metodologia aplicável em disciplinas do Ensino Médio. *Research, Society and Development*, 8(4), e1684959. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.959>
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Gralha, T. S. (2020). *As plantas alimentícias não convencionais (PANC) a partir do conhecimento da agricultura familiar no município de Rio Grande – RS, um estudo de caso* [Universidade Federal de Pelotas]. <http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/6586>
- Gomes, B. I. R., da Silva, I. H., Alcantara, M. V. B. M., Alves, J. A., de Souza, S. R., de Oliveira, L. A., Zanetti, C. H. G. (2021). Quintal da saúde: plantas medicinais na promoção do cuidado. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 32567-32542. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n3-804>
- Junqueira, A. H., & Perline, E. A. (2019). GOSTO, IDEOLOGIA E CONSUMO ALIMENTAR: PRÁTICAS E MUDANÇAS DISCURSIVAS SOBRE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS-PANC Tasting, Ideology and Food Consumption: practices and discursive changes about non-conventional food plants. *Cadernos de Linguagem e Sociedade*, 20(2), 17–35. <https://doi.org/10.26512/les.v20i2.21772>
- Kinupp, V. F., & Lorenzi, H. J. (2014). *Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*.

- Martinevski, C. S., Oliveira, V. R., Rios, A. O., Flores, S. H., & Venzke, J. G. (2013). UTILIZAÇÃO DE BERTALHA (ANREDERA CORDIFOLIA (TEN.) Steenis) E ORA-PRO-NOBIS (PERESKIA ACULEATA MILL.) NA ELABORAÇÃO DE PÃES. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 24(3), 272. <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/view/267>
- Moraes, T. V. de, Souza, M. R. A. de, Rocha, C. B., Moreira, R. F. A. (2018). Composição química da espécie *Pereskia aculeata* Miller: Uma análise bibliométrica. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, 22 (3).
- Moraes, T. V. de, Ferreira, J. P. G., Souza, M. R. A. de, & Moreira, R. F. A. (2020). Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. *Research, Society and Development*, 9(5), e34953140. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3140>
- Moraes, J. L. A., Ferreira, P. M., Ramos, A. M. P. C., Athar, C. Y. U. P. A., Sousa, F. J. D. (2021). A utilização das redes sociais como ferramenta na monitoria acadêmica: relato de experiência. *Research, Society and Development*, 10(2), e38710212360. <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12360>
- Oliveira, A. F. D. S., Khan, A. S., Lima, P. V. P. S., & Silva, L. M. R. (2008). *A Sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba-CE)*. <http://www.repositorio.ufc.br:8080/ri/handle/123456789/5495>
- Pinto, N. de C. C., Cassini-Vieira, P., Souza-Fagundes, E. M. de, Barcelos, L. S., Castañon, M. C. M. N., & Scio, E. (2016). *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 194, 131–136. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.09.005>
- Rocha, D. R. C., Pereira Júnior, G. A., Vieira, G., Pantoja, L., Santos, A. S., & Pinto, N. A. V. D. (2009). Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 19(4), 459–465. <http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/656>
- Santo Manoel, G. E. (2019). ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SENSORIAL E FÍSICA DE MACARRÃO ENRIQUECIDO COM ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Mill). *VIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica (JPCT) e XI*

Ciclo de Palestras Tecnológicas (CIPATEC)-2019.

Souza, L., Caputo, L., Inchausti De Barros, I., Fratianni, F., Nazzaro, F., & De Feo, V. (2016). *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) Leaves: Chemical Composition and Biological Activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(9), 1478. <https://doi.org/10.3390/ijms17091478>

Statista. (2021). *Instagram: users by country*. <https://www.statista.com/statistics/578364/countries-with-most-instagram-users/>

Stehmann, J. R., & Sobral, M. (2017). Biodiversidade no Brasil. In *FARMACOGNOSIA: do produto natural ao medicamento* (pp. 1–10). Artmed.

Valente, C. O., Dores, G. H. S., Seifert Jr, C. A., & Durigon, J. (2020). Popularizando as plantas alimentícias não convencionais (PANC) no sul do Brasil. *Congresso Brasileiro de Agroecologia*, 15(2), 1–6. <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/3458>.

Capítulo 7

Perfil fitoquímico da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller

Thiago Vieira de Moraes¹
Mariana Rangel Alves de Souza¹
Joao Paulo Gonçalves Ferreira¹
Eliane Przytyk Jung^{1,2}
Lucilia Kato³
Marcia Barreto da Silva Feijó⁴
Cristiane Barbosa Rocha⁵
Ricardo Felipe Alves Moreira¹

¹*Laboratório de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios, Departamento de Saúde Coletiva / Instituto Biomédico & Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*

²*Laboratório de Análise Orgânica Instrumental, Instituto Nacional de Tecnologia, Avenida Venezuela, 82, Rio de Janeiro, Brasil*

³*Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), 74690-900, Goiânia-Go, Brasil*

⁴*Departamento de Bromatologia, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, 24241-002, Niterói - RJ, Brasil*

⁵*Laboratório de Estudos de Ervas Medicinais, Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto Biomédico, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*

Este capítulo será traduzido para a língua inglesa e posteriormente submetido como artigo original, em revista com alto fator de impacto a definir.

RESUMO: Os vegetais são ricos em compostos bioativos. Nesse contexto, estudos envolvendo plantas alimentícias não convencionais (PANC), como a *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida como ora-pro-nóbis (OPN) têm sido um novo caminho para a ciência e para a sustentabilidade. Até o momento pouco se sabe sobre a composição fitoquímica do caule desta espécie, sendo este trabalho o primeiro sobre a composição volátil desta parte da planta. Deste modo, o objetivo do presente estudo é identificar, compostos presentes na fração volátil e não volátil de farinhas de caules (FC) obtidas pela OPN, como também mensurar a composição centesimal, mineral, e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* desta PANC. Os resultados apontaram trinta e quatro compostos voláteis e oito compostos na fração não volátil. Os ácidos hexadecanóico, octadecanóico, tetradecanóico e o fitol foram detectados em todas as frações voláteis avaliadas. O fitol destaca-se como composto majoritário dos óleos essenciais. O benzenoacetaldeído e a *trans*- β -ionona possuem potencial para formação do aroma das FC de OPN. Os extratos aquosos da FC de OPN apresentaram potencial antioxidante mensurável ($67,67 \pm 8,37 \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-1}$ de amostra) pelo método FRAP. Os resultados obtidos pelas análises centesimais e minerais mostraram-se dentro do esperado, onde registrou-se valores médios em base seca de $9,63 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para cinzas, $10,06 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para proteínas, $3,58 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ extrato etéreo e $68,42 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ para carboidratos. Sugere-se avaliar a biodisponibilidade desses constituintes, a fim de propor o uso da FC como suplemento alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Tronco; Composição Mineral; Fração volátil; ora-pro-nóbis.

1. INTRODUÇÃO

O metabolismo secundário vegetal é uma fonte natural de compostos bioativos. Alguns produtos naturais podem ser explorados comercialmente após a identificação dessas substâncias químicas bioativas em sua composição por meio de inúmeras técnicas analíticas (Chandran *et al.*, 2020). O Brasil é considerado um país rico em biodiversidade (Zwiener *et al.*, 2021) e, nesse contexto, a avaliação de novos produtos naturais pode favorecer seu consumo e promover a disseminação de novos insumos alimentícios e farmacêuticos (De Moraes *et al.*, 2021).

A espécie *Pereskia aculeata* Miller, conhecida no Brasil como ora-pro-nóbis (OPN) ou lobrobo, é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC) que pertence à família Cactaceae e apresenta morfologia caracterizada por folhas verdadeiras, caules lenhosos, frutos e flores brancas (Kinupp & Lorenzi, 2014; Royo *et al.*, 2005; Edwards *et al.*, 2005; Dias *et al.*, 2009). A OPN é originária do continente americano, sendo frequentemente encontrado na região Sudeste do Brasil. O uso desta espécie está associado à culinária, visto que a farinha de suas folhas possui considerável percentual proteico, além de minerais e fibras (Takeiti *et al.*, 2009; Egea & Pierce, 2021). Na literatura, há relatos da utilização de extratos foliares da espécie, envolvidas na melhoria de atividades inflamatórias e na cicatrização de feridas (Pinto *et al.*, 2015; Pinto *et al.*, 2016); além de agirem como agente antimicrobiano (Do Carmo Pimenta *et al.*, 2020); participarem de atividades imunomoduladoras e neuroprotetoras (Torres *et al.*, 2022), atuando ainda como antioxidante (Andrade *et al.*, 2021). Tais propriedades são atribuídas à presença de ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides na matriz vegetal, que podem ser identificados em diversas partes do vegetal (De Moraes *et al.*, 2020; De Moraes *et al.*, 2021).

Entretanto, até o momento há poucos relatos na literatura sobre os constituintes químicos e nutricionais do caule da *Pereskia aculeata* Miller. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é identificar, por meio de técnicas cromatográficas, os compostos presentes na fração volátil e não volátil de farinhas obtidas pelo processamento de caules de OPN. Também são objetivos do presente estudo mensurar a composição centesimal e mineral, além de avaliar a atividade antioxidante *in vitro* desses caules.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Três amostras de caule de OPN foram coletadas durante os meses de novembro de 2017 e março de 2018 em uma área rural da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agrobiologia) localizada no município de Seropédica (RJ), cujas coordenadas geográficas são 22° 48' 00" de latitude Sul e 43° 41' 00" de longitude Oeste. Posteriormente, o material foi identificado pelo taxonomista Diego Rafael Gonzaga (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) e as exsiccatas depositadas no herbário (RB788542) da própria instituição. Na sequência, os caules foram limpos em água corrente, para eliminação de sujidades, secos com auxílio de papel toalha e foram desidratados em estufa ventilada (Marconi, MA035, Brasil) a uma temperatura de 60° C por um período de 24 horas. Depois disso, as amostras foram moídas com o auxílio de um moinho analítico (RI 2035, Philips Wallita, Brasil) para obtenção da farinha de caules (FC), que foi utilizada para a realização dos testes.

2.2. AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO VOLÁTIL DA FC DE OPN

2.2.1. ISOLAMENTO DA FRAÇÃO VOLÁTIL DA FC DE OPN

Para os testes envolvendo a fração volátil da FC da *Pereskia aculeata* Miller foram utilizados dois métodos distintos: hidrodestilação (De Souza *et al.*, 2019) e extração em fase sólida (Moreira *et al.*, 2002). A extração por hidrodestilação permitiu o isolamento dos óleos essenciais (OE) da FC. Cerca de 30 g da FC e 600 mL de água destilada passaram pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger por um período de 4 horas a uma temperatura de 100°C. Ao final, o OE 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. Em seguida, 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 os extratos aquosos. Neste processo, foram extraídos 2,0 g de FC 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. Os extratos foram forçados a atravessar uma coluna contendo 700 mg do adsorvente Porapak Q ativado, seguindo o método descrito previamente por Moreira *et al.*, 2002. 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 (EA) foi concentrado até 50 µL com o auxílio de um fluxo de gás nitrogênio. Os extratos concentrados 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 DA FC DE OPN

2.2.2.1. CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (CG/EM)

A identificação dos compostos voláteis presentes nos óleos essenciais ou nos extratos em acetona da FC 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. As amostras foram injetadas diretamente no sistema cromatográfico, sem prévia diluição. Os óleos essenciais 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 os solventes (acetato de etila residual ou acetona) um total de 4 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 das amostras com padrões externos disponíveis no laboratório e pelo uso dos índices de Kovats (Van den Dool & Kratz, 1963). Esses índices foram estimados com o auxílio de uma mistura de alcanos saturados (C₉-C₂₆ – 1.000 µg de cada componente / mL de hexano).

2.2.2.2. CROMATOGRAFIA GASOSA COM DETECTOR DE IONIZAÇÃO EM CHAMA (CG/DIC)

Os compostos voláteis contidos nos OE ou nos EA 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 DA FC DE OPN

2.3.1. PREPARO DOS EXTRATOS AQUOSOS

Para avaliar a fração não volátil, foram produzidos extratos aquosos utilizando cerca de 2,0 g de FC em contato com 50 mL de água destilada em ebulição; a extração ocorreu por 5 minutos com agitação manual. Depois dessa etapa, o 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 da atividade antioxidante da FC da *Pereskia aculeata* Miller. Para o estabelecimento do perfil de compostos fenólicos e alcaloide da FC, 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. DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ALCALOIDES POR CLAE/EMAR

Para o estabelecimento do perfil de compostos fenólicos dos extratos de FC 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 desionizada (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 iguais 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 protocatéquico, 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. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

2.4.1. ENSAIO FRAP

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de FRAP (*Ferric Reduction Antioxidant Power*) de acordo com a metodologia descrita por Rufino *et al* (2006). 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 μM). Os resultados foram expressos em μM de equivalentes de sulfato ferroso por grama de amostra ($\mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g}$ de amostra).

2.5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DA FC DE OPN

2.5.1. TEOR DE UMIDADE, CINZAS, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS E CARBOIDRATOS TOTAIS

Os teores de umidade e cinzas das farinhas do caule de OPN foram determinados gravimetricamente. Para a determinação da umidade trabalhou-se com estufa de secagem à 105°C até a obtenção de massa constante. Para a análise das cinzas foi realizada a calcinação da amostra em mufla em temperatura de 550°C,

também até a obtenção de massa constante. O teor de lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente extrator. Para avaliar o teor total de proteínas presente na FC foi utilizado o método de Kjeldahl. O teor total de carboidratos das amostras foi estimado pela diferença entre 100% e a soma dos teores percentuais de umidade, cinzas, lipídios e proteínas (AOAC, 2000). Dessa forma, o teor total de carboidratos abrange o teor total de fibras.

2.5.2. CONTEÚDO MINERAL

O conteúdo de alguns minerais presentes nas amostras foi mensurado por espectrometria de absorção atômica (Varian, modelo AA280FS, EUA) de acordo com protocolo descrito por McKenzie (2010). Os teores de cobre, ferro, manganês, zinco, sódio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo foram expressos em mg 1000 g⁻¹ de amostra.

2.6. 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 Sidak para múltiplas comparações, sendo $p < 0,05$ considerado estatisticamente significativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. FRAÇÃO VOLÁTIL

Os compostos voláteis identificados no caule da *P. aculeata* Miller estão listados na Tabela 1. O rendimento médio das extrações dos OE foi de $0,012 \pm 0,007$ %. Ao todo foram identificados 34 compostos voláteis, sendo 28 compostos não terpênicos e 6 compostos terpênicos. Foram identificadas 4 substâncias comuns aos OE e aos EA, 25 pertencentes exclusivamente aos OE e 5 exclusivamente aos EA.

Tabela 1: Compostos voláteis identificados na farinha do caule de OPN.

	COMPOSTO	IK	IK*	AREA % (OE)	AREA % (EA)
COMPOSTOS NÃO TERPENICOS					
ÁCIDOS GRAXOS					
1	Ácido (Z,Z)-9,12-octadecadienóico ^N	2116	2107	9,42 ± 4,34	-
2	Ácido 9-hexadecenóico ^{PC}	1916	1925	-	0,74 ± 0,38
3	Ácido <i>cis</i> -vacênico ^{PC}	2126	2116	15,69 ± 7,85	-
4	Ácido dodecanóico ^{PC}	1563	1563	-	10,20 ± 4,20
5	Ácido isovalérico ^{PH}	835	834	0,13 ± 0,06	-
6	Ácido n-hexadecanóico ^N	1961	1976	28,86 ± 14,93 ^{a*}	10,60 ± 4,35 ^{b*}
7	Ácido octadecanóico ^{PH}	2149	2124	2,74 ± 1,37 ^a	1,38 ± 0,70 ^a
8	Ácido oléico ^{PC}	2116	2126	-	10,46 ± 3,20
9	Ácido pentadecanóico ^N	1849	1869	2,13 ± 0,74	-
10	Ácido tetradecanóico ^{PH}	1750	1761	1,94 ± 0,97 ^a	0,98 ± 0,49 ^a
ALDEÍDOS					
11	16-Heptadecenal ^C	1853	1890	1,53 ± 0,14	-
12	9,12,15-Octadecatrienal ^{PB}	2090	2109	1,19 ± 0,01	-
13	Benzaldeído ^N	918	924	4,55 ± 1,04	-
14	Benzenoacetaldeído ^N	998	1017	16,79 ± 9,00	-
15	Furfural ^N	793	800	8,23 ± 2,64	-
16	Hexadecanal ^N	1829	1830	1,04 ± 0,52	-
ÉSTERES					
17	Etenil éster do ácido 2-metil-2-propenoico ^{PC}	1536	1540	0,09 ± 0,04	-
18	Metil éster do ácido (Z,Z,Z)-9,12,15-octadecatrienoico ^N	2069	2058	6,15 ± 0,94	-
19	Metil éster do ácido (Z,Z)-9,15-octadecadienoico ^C	2061	2093	2,61 ± 0,18	-
20	Hidróxi-metil-2-hidróxi-2-metil-propionato ^C	1160	1119	0,06 ± 0,03	-
21	Metil palmitato ^N	1907	1937	4,58 ± 0,72	-
22	2-Etil-hexil-nonil éster do ácido sulfuroso ^C	2270	2296	-	0,90 ± 0,40
23	Tributirina ^{PH}	1568	1552	0,53 ± 0,15	-
24	Benzoato de vinila ^C	1121	1150	0,17 ± 0,08	-

COMPOSTO AROMÁTICO POLINUCLEAR					
25	2,7-Difenil-indol ^C	2527	2524	0,41 ± 0,20	-
HIDROCARBONETOS					
26	2-Metil-octacosano ^N	2892	2864	1,10 ± 0,63	-
27	1-Ciclopentil-heneicosano ^C	2675	2649	5,52 ± 2,36	-
28	Hexadecano ^{PC}	1594	1600	0,42 ± 0,21	-
COMPOSTOS TERPÊNICOS					
DITERPENOS OXIGENADOS					
29	Isofitol ^{PH}	1930	1944	0,5 ± 0,25	-
30	Fitol ^N	2096	2106	34,24 ± 2,01 ^{a**}	0,87 ± 0,40 ^{b**}
SESQUITERPENOS					
31	α-Calacoreno ^{PH}	1509	1517	1,33 ± 0,40	-
SESQUITERPENOS OXIGENADOS					
32	Espatuleno ^N	1572	1540	-	1,15 ± 0,56
33	Epiglobulol ^{PH}	1554	1548	1,14 ± 0,57	-
34	trans-β-Ionona ^{PB}	1448	1442	1,15 ± 0,55	-

RT: tempo de retenção; min: minutos; IK: índice de Kovats calculado; IK*: índice de Kovats descrito na literatura; OE: óleo essencial; EA: extrato em acetona; ^N - NIST, 2019; ^P - PubChem, 2019; ^C - ChemSpider, 2019; letras diferentes na mesma linha representam diferença estatística (p < 0,05); [†](p = 0,0041); ^{**}(p < 0,0001).

Os ácidos tetradecanóico, octadecanóico e hexadecanóico estavam presentes em todas as amostras. Este último ácido se destaca por ser o segundo composto de maior concentração no óleo essencial [(28,86 ± 14,93) %] e, também, por ser o composto majoritário do extrato em acetona [(10,60 ± 4,35) %]. O ácido hexadecanóico (bem como alguns de seus ésteres) já foi relatado como sendo constituinte do óleo essencial das folhas de *P. aculeata* Miller, chegando a compor 17,4% de seu conteúdo total (De Moraes *et al.*, 2020). Não foram encontrados trabalhos na literatura sobre a composição do óleo essencial do caule da *P. aculeata* Miller. No entanto, Yamaguchi (2011) identificou o ácido hexadecanóico como um constituinte importante do óleo essencial dos galhos de *Rhodostemonodaphne crenaticupula* (15,3%), *R. recurva* (2,01%) e *Ocotea minor* (7,09%). Este ácido graxo também está presente no óleo essencial das folhas (13,8%) e flores (18,4%) de *Moringa oleífera* (Barreto *et al.*, 2009). Essa ampla presença desse composto em diversas estruturas vegetais de diferentes espécies sugere uma certa importância no metabolismo vegetal. Além disso, são atribuídas ao ácido hexadecanóico propriedades anti-inflamatória (Aparna *et al.*, 2012),

nemastocida, pesticida, lubrificante, antioxidante e hipocolesterolêmica (Kumar & Rajakumar, 2016)

Os ácidos dodecanóico e oléico foram encontrados exclusivamente na fração volátil do EA e em concentrações elevadas [(10,20 ± 4,20) % e (10,46 ± 3,20) %, respectivamente], sendo este o primeiro relato destes ácidos como constituintes da fração volátil da *P. aculeata* Miller. O ácido dodecanóico é o principal constituinte do óleo de coco. Dentre os ácidos graxos saturados, é o que possui maior potencial antimicrobiano contra *Bacillus subtilis*; *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans* (Dayrit, 2015; Machova *et al.*, 2021).

Ainda no grupo dos ácidos graxos, o ácido cis-vacênico também merece destaque pela concentração em que foi encontrado no óleo essencial da farinha do caule da *P. aculeata* Miller [(15,69 ± 7,85) %], sendo este também o primeiro relato desse ácido graxo como constituinte da fração volátil desta espécie de planta. O ácido cis-vacênico é um ácido graxo naturalmente presente nas bagas da planta conhecida como espinheiro marinho (*Hippophae rhamnoides*) (Fatima *et al.*, 2012). Esse ácido graxo foi relacionado à diminuição da resistência à insulina e a menores riscos de desenvolvimento de diabetes (Weir *et al.*, 2018). Além disso, por ser um ácido graxo monoinsaturado, pode oferecer propriedades citoprotetoras e favorecer a melhora do perfil lipoproteico de quem o consome (Morgan & Dhayal, 2010; Joris & Mensink, 2016).

Aldeídos, ésteres e hidrocarbonetos foram identificados somente nos óleos essenciais, com exceção do éster 2-etil-hexil-nonílico do ácido sulfuroso, encontrado apenas na fração volátil dos extratos em acetona, ainda que em baixas concentrações [(0,90 ± 0,45) %]. Os aldeídos mais expressivos no aspecto quantitativo foram o benzaldeído [(4,55 ± 1,04) %], benzenoacetaldéido [(16,79 ± 9,00) %] e o furfural [(8,23 ± 2,64) %]. Devido a sua elevada concentração e baixo limiar de odor em água (4 µg kg⁻¹), o benzenoacetaldéido deve ser considerado um composto de odor ativo importante para o aroma dos óleos essenciais do caule de OPN. Esse aldeído aromático também é conhecido como fenilacetaldéido e possui um aroma floral e de mel (Szudera-Konczal *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2021). O palmitato de metila [(4,58 ± 0,72) %] e o linolenato de metila [(6,15 ± 0,94) %] se destacaram no grupo dos ésteres

em função de suas concentrações no óleo essencial. O hidrocarboneto dominante foi o 1-ciclopentil-heneicosano [(5,52 ± 2,36) %].

Quanto aos compostos terpênicos, o diterpeno oxigenado fitol foi identificado em todas as amostras, podendo ser considerado o composto majoritário do óleo essencial da farinha do caule de *P. aculeata* Miller [(34,24 ± 2,01) %]. Já no extrato de acetona, o fitol foi encontrado em concentração bem menor [(0,87 ± 0,40) %]. Esses resultados também são corroborados pelos dados apresentados em um trabalho de revisão de Moraes *et al.* (2020), que apontaram o fitol como um dos componentes majoritários do óleo essencial das folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*. Este álcool diterpênico é um subproduto da degradação da clorofila (Ischebeck *et al.*, 2006), o que pode explicar sua recorrente presença em óleos essenciais. Ele possui propriedades antibacteriana, antioxidante e citotóxica, como salientado no artigo de revisão de Moraes *et al.* (2020). Além disso, An *et al.* (2018) concluíram que o fitol, bem como seu metabólito conhecido como ácido fitânico, está relacionado com a melhora de anormalidades metabólicas induzidas pela obesidade em camundongos. Dessa forma, sugere-se que o óleo essencial do caule de OPN tenha potencial para ser utilizado no tratamento de anormalidades relacionadas à obesidade e, também, à diabetes mellitus tipo II. O espatulenol foi encontrado somente no EA [(1,15 ± 0,56) %]. O isofitol [(0,5 ± 0,25) %], o epiglobulol [(1,14 ± 0,57) %], α -calacoreno [(1,33 ± 0,44) %] e *trans*- β -ionona [(1,15 ± 0,55)%] foram encontrados em menores concentrações apenas nos óleos essenciais. Apesar da baixa concentração, a *trans*- β -ionona merece destaque devido ao seu baixíssimo valor de limiar de odor em água (0,007 $\mu\text{g L}^{-1}$) (Brito *et al.*, 2021). Dessa forma, esse composto de aroma frutal e tipo baga, é associado também às notas ensaboadas, florais e de perfume (Brito *et al.*, 2021), tem potencial para contribuir com o aroma desses óleos essenciais.

3.2. FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL

De acordo com os resultados obtidos pela metodologia de CLAE/EMAR, foram identificados 8 compostos, sendo quatro ácidos fenólicos e quatro alcaloides nos extratos aquosos da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller (Tabela 2).

Tabela 2: Compostos não voláteis identificados na farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller.

Nome	FM	Tempo de Retenção (min)	[M + H] ⁺ (m/z)
Mescalina (A)*	C ₁₁ H ₁₇ NO ₃	0,94	212,1282
Triptamina (A)*	C ₁₀ H ₁₂ N ₂	6,04	161,11093
Hordenina (A)*	C ₁₀ H ₁₅ NO	8,26	166,12253
Abrina (A)*	C ₁₂ H ₁₄ N ₂ O ₂	9,37	219,11249
Ácido protocatéquico (AF)	C ₇ H ₆ O ₄	16,35	153,01843
Ácido Gentísico (AF)	C ₇ H ₆ O ₄	19,90	153,0184
Ácido vanílico (AF)	C ₈ H ₈ O ₄	20,68	167,03432
Ácido elágico (AF)	C ₁₄ H ₆ O ₈	24,54	300,99915

FM: fórmula molecular; min: minutos; AF: ácido fenólico; A: alcaloide; * anotação de composto identificado sem uso de padrões específicos, utilizando dados publicados na literatura e comparação de fragmentos com a plataforma GNPS.

Sabe-se que os ácidos fenólicos são a principal classe de antioxidantes consumida por seres humanos através da ingestão de espécies vegetais (Kakkar & Bais, 2014). O ácido protocatéquico e o vanílico, ambos derivados do ácido hidróxi-benzóico, possuem atividade antioxidante descrita na literatura (Kumar *et al.*, 2011; Kakkar & Bais, 2014). O ácido protocatéquico também apresenta potencial antidiabético, devido a sua capacidade de ativar o receptor PPAP γ , aumentando a expressão de GLUT4 (Scazzocchio *et al.*, 2011). Agostini-Costa *et al.* (2020) citam em seu trabalho que os ácidos protocatéquico, vanílico e elágico são os principais polifenóis reportados nas subfamílias *Cactoideae* e *Pereskioideae*. Diversos estudos em modelos animais tem demonstrado potenciais usos clínicos para o ácido vanílico, incluindo ação cardioprotetora (Prince *et al.*, 2011), hepatoprotetora (Raja & Mol, 2010), ação neuroprotetora (Amin *et al.*, 2017), proteção contra peroxidação lipídica (Prince *et al.*, 2011), ação anti-inflamatória (Calixto-Campos *et al.*, 2015), ação regenerativa e ação anti-hipertensiva (Kumar *et al.*, 2011).

O ácido gentísico é um subproduto do ácido salicílico produzido por plantas em resposta à presença de patógenos, como parte de seu mecanismo de defesa (Fayos *et al.*, 2006). Esse composto fenólico atua na proteção contra a oxidação da molécula de LDL, inibindo sua conversão em moléculas com potencial aterogênico (Exner *et al.*, 2000). Já o ácido elágico é considerado um polifenol pertencente à classe dos taninos (Landete, 2011). Dentre os benefícios atribuídos a essa substância, sabe-se que ela atenua os efeitos da síndrome metabólica em ratos alimentados com dieta hipercalórica e hiperlipídica, promovendo efeito protetor cardíaco e hepático (Panchal *et al.*, 2013). Esse ácido também tem efeito antiestrogênico sobre células de câncer de mama (Landete, 2011) e induz apoptose em células de câncer de pâncreas, pela inibição do fator NF- κ B (Edderkaoui *et al.*, 2008).

Neste estudo, foi observada a presença de quatro alcaloides: abrina, triptamina, hordenina e mescalina. A abrina possui atividade antioxidante e adrenérgica, podendo ser tóxica em pequenas quantidades ($DL_{50} = 2,4 - 22 \mu\text{g kg}^{-1}$) em ratos (Pinto *et al.*, 2012; Robb, 2015). A triptamina e a mescalina são classificadas como alucinógenos com efeitos similares ao LSD (dietilamida do ácido lisérgico) (Martin & Sloan, 1970; Bruhn *et al.*, 2002; Cassels & Sáez-Briones, 2018). A hordenina é um tipo de noradrenalina estimulante que também já foi identificada em outras duas espécies de cactáceas: *Cereus jamacaru* e *Cereus hildmannianus* (Agostini-Costa, 2020). Vale ressaltar que nos trabalhos de Pinto *et al.* (2012) e Pinto *et al.* (2015) também foram identificados esses quatro alcaloides na fração hidrometanólica das folhas da *Pereskia aculeata* Miller.

A atividade antioxidante dos extratos aquosos da FC de OPN foi estimada em $(67,67 \pm 8,37) \mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g}$ de amostra, de acordo com o método FRAP. Este valor foi bem menor do que os obtidos por Vargas (2017) em seu estudo com as folhas de *P. aculeata* Miller. Além do uso de uma outra parte da planta, essa diferença também pode estar associada ao fato de Vargas ter trabalhado com outros solventes extratores [etanol \rightarrow atividade antioxidante = $(540,45 \text{ a } 2.461,52) \mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g}$ de amostra, diclorometano \rightarrow $(311,41 \text{ a } 828,59) \mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g}$ de amostra e éter de petróleo \rightarrow $(128,00 \text{ a } 114,15) \mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g}$ de amostra].

Adicionalmente, De Moraes *et al.* (2020) encontraram teores totais de compostos fenólicos [(89,81 ± 13,96) mg EAG/g de amostra] em extratos aquosos de farinhas frescas do caule de *P. aculeata* Miller também inferiores aos encontrados por Vargas (2017) nas folhas, usando como solventes extratores o etanol (teor total de fenólicos = 295,08 a 336,35 mg EAG/g de amostra) e o diclorometano (244,29 a 280,79 mg EAG/g de amostra). Por outro lado, a extração com éter de petróleo (8,85 a 49,49 mg EAG/g de amostra) (Vargas, 2017) forneceu valores inferiores aos apresentados por De Moraes *et al.* (2020) para o teor total de compostos fenólicos.

Logo, estes cenários podem ser explicados pela seletividade de cada solvente empregado e, também, por uma distribuição qualitativa e/ou quantitativa heterogênea dos compostos antioxidantes pela planta (caule e folhas).

3.3. CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DA FC DE OPN

Na Tabela 3 podemos observar a composição centesimal e o teor específico de alguns minerais das farinhas de caule de OPN. De acordo com a Resolução-RDC 263, de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005), designa-se como farinha, todos os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies vegetais. O parâmetro umidade refere-se ao percentual de água livre encontrado nas amostras; neste estudo estimou-se um valor de 8,31%, sendo superior ao valor encontrado (4,40%) por Zem (2017) e inferior (11,95%) ao apresentado por Rodrigues *et al.* (2015) para as farinhas de caule dessa mesma espécie de PANC. Em todos esses casos, as farinhas estudadas apresentaram teores de umidade dentro dos valores relatados na literatura.

Em relação ao conteúdo mineral total (cinzas), os valores para a *P. aculeata* Miller foi de (8,83 ± 0,12)% (base úmida). Este resultado é superior ao encontrado por Zem (2017), que observou um valor de 5,95% (base úmida) e 7,86% (base seca) determinado por Rodrigues *et al.* (2015). Por outro lado, o conteúdo mineral da farinha de caule de OPN do atual trabalho mostrou-se inferior aos teores de cinzas das farinhas das folhas da mesma espécie, onde o conteúdo mineral foi de 17,47% em base seca (Rodrigues *et al.*, 2015) e de 21,51% (base seca) ou 20,13% (base úmida) (Zem, 2017).

Tabela 3. Composição centesimal (g 100 g⁻¹ em base seca e úmida) e conteúdo mineral (mg 1.000 g⁻¹ em base seca) das farinhas de caule de OPN.

Composição centesimal	g 100 g⁻¹ (base úmida)	g 100 g⁻¹ (base seca)
Umidade	8,31 ± 0,07	---
Cinzas (teor total de minerais)	8,83 ± 0,12	9,63 ± 0,13
Proteínas	9,22 ± 0,56	10,06 ± 0,61
Extrato Etéreo (teor total de lipídios)	3,28 ± 0,61	3,58 ± 0,67
Carboidratos	70,36 ± 0,18	68,42 ± 0,20
Conteúdo mineral	mg 1000 g⁻¹ (base seca)	
Cobre	20,04 ± 0,44	
Ferro	309,04 ± 0,33	
Manganês	12,45 ± 1,26	
Zinco	27,55 ± 4,12	
Sódio	86,15 ± 10,98	
Potássio	26.339,33 ± 1.587,67	
Cálcio	13.027,00 ± 1.061,03	
Magnésio	1.782,00 ± 4,89	
Fósforo	2.985,00 ± 12,24	

Segundo a Instrução Normativa 8 de 03 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) condiciona que a farinha de trigo deva apresentar valor máximo de 15% de umidade, (7,5 a 8)% para proteínas e (0,8 a 2,5)% para cinzas. Portanto, os dados apresentados na tabela 3 para a farinha de caule de OPN, são inferiores para umidade e superiores para os parâmetros cinzas e proteínas.

A regulamentação (RDC 54 de 12 de novembro de 2012) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) propõe que para um alimento ser considerado fonte proteica, os valores deste parâmetro devam ser superiores ou iguais a (6 g 100 g⁻¹) de amostra. Deste modo, a farinha do caule de OPN poderia ser classificada como fonte proteica. Zem (2017) relata (4,30% de proteínas em base seca), Rodrigues et al. (2015)

mensurou em (9,53% em base seca) e por Girão et al. (2003) (9,56% em base seca), demonstrando valores inferiores ao presente estudo. Porém nota-se que Gonçalves et al. (2014) apresentou valores superiores (13,04% em base seca) para farinhas de caule da mesma espécie estudada. O teor proteico da FC de OPN analisada no presente estudo foi substancialmente inferior aos teores de proteínas das farinhas de folhas de OPN descritas na literatura: 27,79% em base seca (Gonçalves et al., 2014), 18,95% em base seca (Rodrigues et al., 2015), 15,50% em base seca (Zem, 2017); 28,4% em base seca (Takeiti et al., 2009). O fator de conversão de nitrogênio em proteínas utilizado no presente estudo foi de 6,25.

Ainda na tabela 3, pode-se observar que os valores de sódio mostraram-se inferiores ao estimado para esse tipo de farinha (170 mg 1000 g⁻¹ de amostra) no estudo de Zem (2017). Por outro lado, o teor de potássio (Tabela 3) foi superior ao indicado pelo mesmo autor, o qual estimou um teor de 17.030 mg 1000 g⁻¹ de amostra para esse mineral.

Para o teor total de lipídeos (3,58% em base seca), o valor determinado no presente estudo foi superior ao relatado por Zem (2017), que registrou um teor total de lipídios de 0,88% em base seca para a farinha do caule de OPN. Por outro lado, esse valor foi inferior ao relatado por Rodrigues et al., 2015 (4,96% em base seca) para esse mesmo tipo de farinha. O teor de lipídios da farinha de caule de OPN do presente estudo mostrou-se relativamente próximo ao teor de lipídios (4,10% em base seca) da farinha das folhas de OPN produzida após a liofilização das folhas frescas (Takeiti et al., 2009).

Como já mencionado, o teor total de carboidratos das amostras foi estimado pela diferença entre 100% e a soma dos teores percentuais de umidade, cinzas, lipídios e proteínas. Dessa forma, o teor total de carboidratos apresentado no presente estudo [(68,42 ± 0,20)% em base seca] está superestimado, pois abrange também o conteúdo total de fibras. Esse valor se mostrou inferior à soma do teor de fibras e carboidratos (84,18% em base seca) da farinha do caule de OPN avaliada por Zem (2017) e muito similar ao valor (65,70% em base seca) obtido por Rodrigues et al. (2015) para a soma desses dois parâmetros nas amostras de farinha de OPN que avaliaram.

Utilizando a recomendação do Ministério da Saúde do Brasil (Resolução-RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005) o enriquecimento de alimentos com a farinha do caule de *P. aculeata* Miller pode ser uma estratégia interessante para atingir a ingestão diária recomendada de certos minerais e proteínas.

4. CONCLUSÃO

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo sobre o perfil volátil da farinha do caule da espécie *Pereskia aculeata* Miller. No total foram identificados trinta e quatro compostos voláteis nas amostras analisadas, sendo vinte e oito compostos não terpênicos e seis compostos terpênicos. Os ácidos hexadecanóico, octadecanóico, tetradecanóico e o fitol foram os únicos compostos detectados em todas as frações voláteis avaliadas. O fitol destaca-se como composto majoritário dos óleos essenciais, seguido do ácido hexadecanóico, o qual apresenta elevada concentração em todas as frações voláteis analisadas. O benzenoacetaldéido e a *trans*- β -ionona têm grande potencial para influenciarem o aroma das farinhas de caule de OPN avaliadas.

O estudo qualitativo das frações não voláteis dos extratos aquosos da FC de OPN mostrou a presença de 8 compostos, sendo quatro ácidos fenólicos e quatro alcaloides. Análises quantitativas devem ser avaliadas para o estabelecimento das concentrações destes compostos secundários nesse tipo de farinha. Os extratos aquosos da FC de OPN apresentaram potencial antioxidante mensurável pelo método FRAP.

Os resultados obtidos nas análises centesimais (umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos totais) mostraram-se dentro dos valores mínimo e máximo já descritos na literatura para as farinhas de caule de OPN. De modo geral, os valores de cinzas e proteínas da farinha de caule de OPN são substancialmente inferiores aos valores observados na literatura para as farinhas das folhas dessa mesma espécie de planta. É preciso avançar no estudo do valor nutricional e biodisponibilidade desses constituintes das farinhas de caule de OPN. O enriquecimento de alimentos com a farinha do caule de *P. aculeata* Miller pode ser uma estratégia interessante, por exemplo, para atingir a ingestão diária recomendada de minerais como o ferro, o cálcio e o potássio.

5. AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

6. REFERÊNCIAS

- Agostini-Costa, T. S. (2020). Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review. *Food Chemistry*, 327, 126961.
 - Amin, F.U., Shah, S.A. & Kim, M.O. (2017). Vanillic acid attenuates A β ₁₋₄₂-induced oxidative stress and cognitive impairment in mice. *Nature Scientific Reports*, 7, 40753.
 - An, J. Y., Jheng, H. F., Nagai, H., Sanada, K., Takahashi, H., Iwase, M., Watanabe, N., Kim, Y., Teraminami, A., Takahashi, N., Nakata, R., Inoue, H., Seno, S., Mastuda, H., Kawada, T. & Goto, T. (2018). A phytol-enriched diet activates PPAR- α in the liver and brown adipose tissue to ameliorate obesity-induced metabolic abnormalities. *Molecular nutrition & food research*, 62(6), 1700688.
 - Andrade, T. C., de Freitas, P. H. S., Ribeiro, J. M., de Faria Pinto, P., de Souza-Fagundes, E. M., Scio, E., & Ribeiro, A. (2021). Avaliação da atividade antioxidante e imunomoduladora dos metabólitos primários de *Pereskia aculeata* Miller. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, 17(2).
- AOAC (2000). Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the AOAC International*. 17th ed. Gaithersburg.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 3 jun. 2005. Seção 1.
 - BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.
 - BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005). Resolução-RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.
 - BRITO, T. B. N., Lima, L. R. S., Santos, M.C. B., Moreira, R.F. A., Cameron, L. C., Fai, A. E. C., Ferreira, M. S. L.. (2021). Antimicrobial, antioxidant, volatile and phenolic

profiles of cabbage-stalk and pineapple-crown flour revealed by GC-MS and UPLC-MS^E. *Food Chemistry*, 339, 127882

- Bruhn, J. G., De Smet, P. A., El-Seedi, H. R., & Beck, O. (2002). Mescaline use for 5700 years. *The Lancet*, 359(9320), 1866.

- Calixto-Campos, C., Carvalho, T.T., Hohmann, M.S.N., Pinho-Ribeiro, F.A., Fattori, V., Manchope, M.F., Zarpelon, A.C., Baracat, M.M., Georgetti, S.R., Casagrande, R. & Verri Jr, W.A. (2015). Vanillic Acid Inhibits Inflammatory Pain by Inhibiting Neutrophil Recruitment, Oxidative Stress, Cytokine Production, and NFκB Activation in Mice. *Journal of Natural Products*, 78(8), 1799-1808.

- Cassels, B. K., & Sáez-Briones, P. (2018). Dark classics in chemical neuroscience: mescaline. *ACS chemical neuroscience*, 9(10), 2448-2458.

- Chandran, H., Meena, M., Barupal, T., & Sharma, K. (2020). Plant tissue culture as a perpetual source for production of industrially important bioactive compounds. *Biotechnology Reports*, 26, e00450.

- Dayrit, F. M. (2015). The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(1), 1-15.

- De Moraes, T. V., Ferreira, J. P. G., & do Nascimento Oliveira, K. G. (2021). Uso do recurso Stories para avaliação do conhecimento dos usuários do Instagram a respeito de PANCs, com destaque para a ora-pro-nóbis. *Research, Society and Development*, 10(8), e17910817226-e17910817226.

- De Moraes, T. V., Ferreira, J. P. G., & Moreira, R. F. A. (2020). Óleos essenciais do gênero *Pereskia*: uma revisão da literatura. *Research, Society and Development*, 9(5), e49953357-e49953357.

- De Moraes, T. V., Ferreira, J. P. G., de Souza, M. R. A., & Moreira, R. F. A. (2020). Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. *Research, Society and Development*, 9(5), e34953140-e34953140.

- De Moraes, T. V., Montenegro, J., Marques, T. S., Evangelista, L. M., Rocha, C. B., Teodoro, A. J., Kato, L. & Moreira, R. F. A. (2021). Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de *Pereskia aculeata* Miller. *Scientia Plena*, 17(5).

- De Souza, W.F.M. de, Mariano, X.M., Isnard, J.L., de Souza, G.S., de Souza Gomes, A.L., de Carvalho, R.J.T., Rocha, C.B., Junior, C.L.S., Moreira, R.F.A., 2019. (2019). Evaluation of the volatile composition, toxicological and antioxidant potentials of the essential oils and teas of commercial Chilean boldo samples. *Food Research International*, 124, 27-33.
- Dias, A. C. P., Pinto, N. A. V. D., Yamada, L. T. P., Mendes, K. L., & Fernandes, A. G. (2009). Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do Programa Saúde da Família (PSF) de Diamantina-MG. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 16(3), 279-284.
- Do Carmo Pimenta, P., Belo, T. C. A., Vanzele, P. A. R., Nasser, T. F., dos Santos, H. C. A. S., & de Castro Bani, G. M. A. (2020). Avaliação da capacidade antimicrobiana do óleo essencial de pereskia aculeata: interação com microrganismos encontrados em jalecos de profissionais de saúde. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 40046-40058.
- Dos Anjos Queiroz, C. R. A., dos Santos Moraes, C. M., de Andrade, R. R., & Pavani, L. C. (2015). Crescimento inicial e composição química de *Pereskia aculeata* Miller cultivada em diferentes luminosidades. *Revista Agrogeoambiental*, 7(4).
- Edderkaoui, M., Odinkova, I., Ohno, I., Gukovsky, I., Go, V. L. W., Pandol, S. J., & Gukovskaya, A. S. (2008). Ellagic acid induces apoptosis through inhibition of nuclear factor κ B in pancreatic cancer cells. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 14(23), 3672-3680.
- Edwards, E. J., Nyffeler, R., & Donoghue, M. J. (2005). Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *American Journal of Botany*, 92(7), 1177-1188.
- Egea, M. B., & Pierce, G. (2021). Bioactive Compounds of Barbados Gooseberry (*Pereskia aculeata* Mill.). *Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes*, 225-237.
- Exner, M., Hermann, M., Hofbauer, R., Kapiotis, S., Speiser, W., Held, I., Seelos, C. & Gmeiner, B. M. (2000). The salicylate metabolite gentisic acid, but not the parent drug, inhibits glucose autoxidation-mediated atherogenic modification of low density lipoprotein. *FEBS letters*, 470(1), 47-50.

- Fatima, T., Snyder, C. L., Schroeder, W. R., Cram, D., Datla, R., Wishart, D., Randall, J. W., Krishna, P. (2012). Fatty Acid Composition of Developing Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berry and the Transcriptome of the Mature Seed. *PLoS ONE* 7(4): e34099. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034099>.
- Fayos, J., Bellés, J. M., Lopez-Gresa, M. P., Primo, J., & Conejero, V. (2006). Induction of gentisic acid 5-O- β -D-xylopyranoside in tomato and cucumber plants infected by different pathogens. *Phytochemistry*, 67(2), 142-148.
- Girão, L. V. C., Silva-Filho, J. C., Pinto, J. E. B. P., & Bertolucci, S. K. (2003). Avaliação da composição bromatológica de ora-pronobis. *Hortic Bras*, 21(2), 411-403.
- Gonçalves, J., Seraglio, J., Silva, L., Fernandes, S., Costelli, M., & Savio, J. (2014). Quantificação de proteínas e análise de cinzas encontradas nas folhas e caule da ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller). In *XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis-SC*.
- Ischebeck, T., Zbierzak, A. M., Kanwischer, M., & Dörmann, P. (2006). A salvage pathway for phytol metabolism in *Arabidopsis*. *Journal of Biological Chemistry*, 281(5), 2470-2477.
- Joris, P. J., & Mensink, R. P. (2016). Role of cis-monounsaturated fatty acids in the prevention of coronary heart disease. *Current Atherosclerosis Reports*, 18(7), 38.
- Kakkar, S., & Bais, S. (2014). A review on protocatechuic acid and its pharmacological potential. *International Scholarly Research Notices*, 2014, 952943.
- Kinupp, V. F., & Lorenzi, H. (2014). *Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. (2ª ed.). Nova Odessa.
- Kumar, D. & Rajakumar, R. (2016). Gas chromatography-mass spectrometry analysis of bioactive components from the ethanol extract of *avicennia marina* leaves. *Innovare Journal of Sciences*, 4(4).
- Kumar, S., Prahalathan, P., & Raja, B. (2011). Antihypertensive and antioxidant potential of vanillic acid, a phenolic compound in L-NAME-induced hypertensive rats: a dose-dependence study. *Redox Report*, 16(5), 208-215.

- Landete, J. M. (2011). Ellagitannins, ellagic acid and their derived metabolites: a review about source, metabolism, functions and health. *Food research international*, 44(5), 1150-1160.
- Machová, M., Bajer, T., Šilha, D., Ventura, K., & Bajerová, P. (2021). Volatiles Composition and Antimicrobial Activities of Areca Nut Extracts Obtained by Simultaneous Distillation–Extraction and Headspace Solid-Phase Microextraction. *Molecules*, 26(24), 7422.
- Martin, W. R., & Sloan, J. W. (1970). Effects of infused tryptamine in man. *Psychopharmacologia*, 18(3), 231-237.
- McKenzie, T. (2010). Automated Multielement Analysis of Plant Material by Flame Atomic Absorption Spectroscopy. Application note. Agilent Technologies, USA. <https://www.agilent.com/cs/library/applications/aa024.pdf>
- Moreira, R. F. A., Trugo, L. C., Pietroluongo, M., & De Maria, C. A. B. (2002). Flavor composition of cashew (*Anacardium occidentale*) and marmeleiro (*Croton* species) honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(26), 7616-7621.
- Morgan, N. G., & Dhayal, S. (2010). Unsaturated fatty acids as cytoprotective agents in the pancreatic β -cell. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 82(4-6), 231-236.
- Panchal, S. K., Ward, L., & Brown, L. (2013). Ellagic acid attenuates high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome in rats. *European journal of nutrition*, 52(2), 559-568.
- Pinto, N. D. C. C., Vieira, P. C. Souza-Fagundes, E. M., Barcelos, L. S., Castanon, M. C. M. N., Scio, E. (2016). *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 194, p. 131-136, 2016.
- Pinto, N. D. C. C., Machado, D. C., da Silva, J. M., Conegundes, J. L. M., Gualberto, A. C. M., Gameiro, J., Chedier, L. M., Castañon, M. C. M. N. & Scio, E. (2015). *Pereskia aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. *Journal of ethnopharmacology*, 173, 330-337.
- Pinto, N. D. C. C., Santos, R., Machado, D. C., Florêncio, J. R., Fagundes, E. M. Z., Antinarelli, L. M. R., Coimbra, E. S., Riceiro, A. & Scio, E. (2012). Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. *Pharmacologyonline*, 3, 63-69.

- Pinto, Nicolás de Castro Campos *et al.* Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. **Pharmacologyonline**, v. 3, p. 63-69, 2012.
- Prince, P. S. M., Rajakumar, S., & Dhanasekar, K. (2011). Protective effects of vanillic acid on electrocardiogram, lipid peroxidation, antioxidants, proinflammatory markers and histopathology in isoproterenol induced cardiotoxic rats. *European journal of pharmacology*, 668(1-2), 233-240.
- Queiroz, C. R. A. D. A. (2012). Cultivo e composição química de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) sob déficit hídrico intermitente no solo. [Tese doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho]
- Raja, B., & Mol, S. D. (2010). The protective role of vanillic acid against acetaminophen induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Pharmacy Research*, 3(7), 1480-4.
- Robb, C. S. (2015). The analysis of abrin in food and beverages. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 67, 100-106.
- Rodrigues, S., Marinelli, P. S., Otoboni, A., Tanaka, A. Y., & Oliveira, A. S. (2015). Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). *Revista Científica Eletrônica de Ciência Aplicadas da FAEF*. São Paulo, Brasil.
- Royo, V.A., Moraes, F.R.C., Cestari, A., Lima, T.C., Silva, M.L.A., Martins, C.H.G., Furtado, N.A.J.C. (2005) Evaluation of the antimicrobial activity of the crude extract of branches of *Pereskia aculeata* Miller. XIX Anais do Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química. Ouro Preto - Minas Gerais.
- Rufino, M. D. S. M., ALVES, R. E., De Brito, E. S., De Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2006). Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). *Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Scazzocchio, B., Vari, R., Filesi, C., D'Archivio, M., Santangelo, C., Giovannini, C., Iacovelli, A., Silecchia, G., Li Volti, G., Galvano, F., Masella, R. (2011). Cyanidin-3-O- β -glucoside and protocatechuic acid exert insulin-like effects by upregulating PPAR γ activity in human omental adipocytes. *Diabetes*, 60(9), 2234-2244.
- Shuqi Wang, Yuan Chang, Bing Liu, Haitao Chen, Baoguo Sun and Ning Zhang (2021). Characterization of the Key Aroma-Active Compounds in Yongchuan Douchi

(Fermented Soybean) by Application of the Sensomics Approach. *Molecules*, 26, 3048 (1 – 14). <https://doi.org/10.3390/molecules26103048>

- Szudera-Konczal, K., Myszka, K., Kubiak, P., Majcher, M. A. (2021). Analysis of the Ability to Produce Pleasant Aromas on Sour Whey and Buttermilk By-Products by Mold *Galactomyces geotrichum*: Identification of Key Odorants. *Molecules* 26, 6239. <https://doi.org/10.3390/molecules26206239>

- Takeiti, C. Y., Antonio, G. C., Motta, E. M., Collares-Queiroz, F. P., & Park, K. J. (2009). Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup1), 148-160.

- Torres, T. M. S., Álvarez-Rivera, G., Mazzutti, S., Sánchez-Martínez, J. D., Cifuentes, A., Ibáñez, E., & Ferreira, S. R. S. (2022). Neuroprotective potential of extracts from leaves of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) recovered by clean compressed fluids. *The Journal of Supercritical Fluids*, 179, 105390.

- Van den Dool, H. & Kratz, P. D. (1963). A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—Liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A*, 11, 463–471.

- Vargas, A. G. D. (2017). Influência da sazonalidade na composição química e nas atividades antioxidante e antimicrobiana das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller). [Dissertação Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2281>

- WEIR, N. L., JOHNSON, L., GUAN, W., STEFFEN, B., DJOUSSE, L., MUKAMAL, K. J., TSAI, M. Y. (2018). Cis-Vaccenic Acid Is Associated with Lower HOMA-IR and Incident T2D in Participants from the MESA Cohort. *Diabetes*; 67(Supplement_1):1552-P. <https://doi.org/10.2337/db18-1552-P>

- Yamaguchi, K. K. L. (2011). Estudos biológicos dos extratos e composição química dos óleos essenciais de espécies da família Lauraceae. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal Do Amazonas, Manaus]. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3338>

- Zem, L. M. (2017). *Pereskia aculeata* Mill: propagação vegetativa, análise anatômica, bromatológica e biológica. [Tese Doutorado, Universidade Federal do Paraná].

- Zwiener V.P., de Lima R.A.F., Sánchez-Tapia A., Rocha D.S.B. & Marques M.C.M. (2021) Tree Diversity in the Brazilian Atlantic Forest: Biases and General Patterns Using Different Sources of Information. In: Marques M.C.M., Grelle C.E.V. (eds) *The Atlantic Forest*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_6

Capítulo 8

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E NUTRICIONAL E DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FARINHAS DE AMOSTRAS COMERCIAIS E *IN NATURA* DE FOLHAS DE *Pereskia aculeata* Miller

THIAGO VIEIRA DE MORAES^{1*}, MARIANA RANGEL ALVES DE SOUZA¹, JOÃO PAULO GONÇALVES FERREIRA¹, THAISA SANTOS MARQUES¹, ELIANE PRZYTYK JUNG^{1,2}, LUCILIA KATO³, MARCIA BARRETO DA SILVA FEIJÓ⁴, CRISTIANE BARBOSA ROCHA⁵, RICARDO FELIPE ALVES MOREIRA¹

¹*Laboratório de Avaliação da Composição e Aroma de Produtos Alimentícios, Departamento de Saúde Coletiva / Instituto Biomédico & Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*

²*Laboratório de Análise Orgânica Instrumental, Instituto Nacional de Tecnologia, Avenida Venezuela, 82, Rio de Janeiro, Brasil*

³*Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), 74690-900, Goiânia-Go, Brasil*

⁴*Departamento de Bromatologia, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, 24241-002, Niterói - RJ, Brasil*

⁵*Laboratório de Estudos de Ervas Medicinais, Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto Biomédico, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 20211-030, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*

** Corresponding author.*

E-mail address: thiagovieirademoraes@edu.unirio.br

Este capítulo será traduzido para a língua inglesa e posteriormente submetido como artigo original, em revista com alto fator de impacto a definir.

RESUMO: Dentre as plantas alimentícias não-convencionais (PANCS), a espécie *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida no Brasil, como ora-pro-nóbis (OPN) tem atraído visibilidade devido à riqueza de compostos e seu potencial comercial. O objetivo do presente estudo foi avaliar a composição química das frações volátil e não-volátil, o perfil nutricional e o potencial antioxidante das farinhas de folhas de OPN originárias de amostras *in natura* e comerciais disponíveis no Brasil. Para o desenvolvimento desse estudo, utilizou-se de técnicas cromatográficas para identificação de compostos presentes nas amostras. Posteriormente, as farinhas foram avaliadas por testes espectrofotométricos (fenólicos totais, flavonoides totais, Cl_{50} ABTS, Cl_{50} DPPH, FRAP e oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico). Por fim, também foram mensurados os teores centesimais e minerais. No total foram identificados trinta e nove compostos voláteis nas amostras analisadas. O ácido hexadecanóico, a β -ionona, o isofitol, fitol, α -calacoreno, farnesil acetona e acetato de fitol foram encontrados em todos os óleos essenciais (OE) analisados. O fitol foi o composto majoritário dos OE. A β -ionona, o benzenoacetaldéido e a β -damascenona contribuem para formação de odor ativo dos OE. O estudo qualitativo das frações não voláteis constatou 14 compostos, sendo oito ácidos fenólicos, dois flavonoides e quatro alcaloides. Nos extratos aquosos (EA) o potencial antioxidante está provavelmente associado à presença de ácidos fenólicos e flavonoides. Nos OE a capacidade antioxidante é associada a soma da variabilidade de compostos. Os valores médios de fenólicos foram de $(2,34 \pm 1,03)$ mg EAG g^{-1} para OE e $(26,25 \pm 5,59)$ mg EAG g^{-1} para o EA. Para o FRAP, os resultados médios obtidos foram de $(38,03 \pm 7,9)$ μ M Eq $FeSO_4$ g^{-1} para os óleos essenciais e $(137,78 \pm 7,25)$ μ M Eq $FeSO_4$ g^{-1} para os extratos aquosos. As análises centesimais e minerais mostraram-se dentro dos valores já descritos na literatura, destacando o valor proteico médio de $(14,49 \pm 4,21)$ g $100g^{-1}$ em base seca.

PALAVRAS-CHAVE: farinhas; óleo essencial; fração não volátil; ora-pro-nóbis.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a biodiversidade brasileira é uma das maiores riquezas nacionais e representa um vasto campo a ser explorado pela ciência para a geração de novos produtos com os mais variados fins, sendo particularmente interessante para a indústria farmacêutica e a de alimentos (Kinupp & Lorenzi, 2014). Contudo, apenas nas últimas décadas o uso de plantas alimentícias não convencionais (PANCs) vem ganhando força através do resgate e fortalecimento das culturas regionais por movimentos sociais (Kinupp & Lorenzi, 2014; De Moraes et al., 2021). Desta maneira, houve um aumento de demanda por evidências científicas capazes de auxiliar o uso empírico de diversas espécies vegetais com propósitos terapêuticos ou nutricionais (Moraes et al., 2018).

Dentre as PANCs de maior visibilidade no país, a *Pereskia aculeata* Miller, também conhecida como ora-pro-nóbis (OPN), merece destaque. A farinha de suas folhas é associada a um elevado teor proteico, variando de 15,50% a 28,4% em base seca (Takeiti et al., 2009; Gonçalves et al., 2014; Rodrigues et al., 2015; Zem et al., 2017). As folhas dessa planta são ricas em certos minerais como o ferro, o manganês e o zinco (Takeiti et al., 2009). Essa folhas podem ser utilizadas em diferentes preparos com fins alimentícios, entre eles sucos, saladas e ensopados (Kinupp & Lorenzi, 2014).

Na medicina popular, as folhas de OPN apresentam efeito anti-inflamatório e ação cicatrizante e são utilizadas no tratamento de queimaduras, anemia ferropriva, câncer, osteoporose, constipação e afecções dermatológicas (Almeida & Corrêa, 2012; Pinto et al., 2016; Sartor et al., 2010; Pinto et al., 2015).

Apesar do interesse crescente do meio científico sobre essa espécie de PANC, ainda há muitas lacunas de conhecimento a serem preenchidas, como por exemplo, relativas ao perfil de sua fração volátil e sobre o perfil químico das amostras comerciais disponíveis no Brasil. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivos avaliar a composição química das frações volátil e não-volátil, o perfil nutricional e o potencial antioxidante das farinhas de folhas de OPN originárias de amostras comerciais e *in natura* disponíveis no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta e preparo do material vegetal

As folhas frescas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) foram obtidas na Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Agrobiologia), localizada no município de Seropédica no estado do Rio de Janeiro na seguinte localização geográfica: latitude 22°48'00"S e longitude 43°41'00"O. Essas folhas foram coletadas em três momentos distintos (novembro de 2017, janeiro de 2018 e março de 2018). Uma parte do material da primeira coleta foi separada para que o taxonomista Diego Rafael Gonzaga (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) pudesse fazer a identificação botânica, depositando a exsicata no herbário dessa instituição (RB788542). O restante dos materiais foi encaminhado ao Laboratório de Técnica Dietética da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), onde foi realizada sua lavagem com água corrente e secagem com folhas de papel. Na sequência, as amostras foram submetidas ao processo de secagem em uma estufa ventilada (Marconi, MA035, Brasil) à temperatura de 60°C por 24 horas. As folhas secas foram moídas utilizando um moinho de facas/martelo (RI 2035, Philips Wallita, Brasil) para obtenção da farinha das folhas de ora-pro-nóbis originárias das amostras *in natura* (FIN). As amostras comerciais foram compradas em lojas físicas do Rio de Janeiro e *online*, sendo encaminhadas pelas empresas até o laboratório. As amostras comerciais (FC1, FC2 e FC3) já se apresentavam na forma de farinha. Foram adquiridos sempre três lotes distintos de cada marca comercial disponível no comércio. Todas as farinhas de folhas (FF) de OPN seguiram para as análises laboratoriais.

2.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA FRAÇÃO VOLÁTIL DA FF DE OPN

2.2.1 ISOLAMENTO DA FRAÇÃO VOLÁTIL

O isolamento da fração volátil (óleo essencial - OE) da FF de OPN foi realizado por hidrodestilação em aparelho de Clevenger (De Souza et al., 2019). Trinta gramas de FF suspensas em 600 mL de água destilada sofreram hidrodestilação por 4 horas a uma temperatura de 100°C. Ao final, depois da eliminação da água de extração, o óleo essencial foi retirado do sistema extrator 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. Foi realizado o cálculo do rendimento de cada

extração e, por fim, os OEs foram armazenados em *vials* individuais âmbar a -18°C até a realização das análises.

2.2.2. CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (CG/EM)

A identificação dos compostos voláteis presentes nos óleos essenciais das FF de OPN foi conduzida em um sistema de cromatografia gasosa acoplada à 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 não diluídos foram injetados no sistema em um volume correspondente a 1 µL em *split* de 1:20. O tempo de corte para o solvente (acetato de etila residual) foi 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 das amostras com padrões externos disponíveis no laboratório e pelo uso dos índices de Kovats (Van den Dool & Kratz, 1963). Esses índices foram estimados com o auxílio de uma mistura de alcanos saturados (C₉-C₂₆ – 1.000 µg de cada componente / mL de hexano).

2.2.3. CROMATOGRAFIA GASOSA COM DETECTOR DE IONIZAÇÃO EM CHAMA (CG/DIC).

Os compostos voláteis contidos nos OEs foram separados e quantificados com o auxílio de um sistema de cromatografia gasosa com 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. Entretanto, alguns compostos de potencial odorífero destacado tiveram também sua concentração absoluta determinada pela técnica de padronização externa. Posteriormente, foi determinado o valor de odor ativo (VOA) dos principais compostos com poder de contribuição para formação do aroma do OE da FF de OPN.

2.3. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL DA FF DE OPN

2.3.1. PREPARO DOS EXTRATOS AQUOSOS

Para avaliar a fração não volátil da FF de OPN foram produzidos extratos aquosos colocando 2,0 g de FF em contato com 50 mL de água destilada em ebulição; a extração ocorreu por 5 minutos com agitação manual. Depois dessa etapa, o 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, teor total de flavonoides e da atividade antioxidante da FF da *Pereskia aculeata* Miller. Para o estabelecimento do perfil de compostos fenólicos e alcaloides da FF, 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. CLAE/EMAR PARA IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ALCALOIDES

Para determinar o perfil de compostos fenólicos dos extratos de 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 desionizada (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 iguais 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 protocatéquico, 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).

Todas as amostras também foram analisadas com o sistema operando em modo positivo nas mesmas condições descritas anteriormente. A análise foi realizada com água desionizada 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. ANÁLISES ESPECTROFOTOMÉTRICAS PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR TOTAL DE FENÓLICOS, FLAVONOÍDES E DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DOS OEs E EXTRATOS AQUOSOS DAS FF DE OPN

2.4.1. TEOR TOTAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS

O teor total de compostos fenólicos dos óleos essenciais e extratos aquosos produzidos a partir das farinhas de flor de OPN foi avaliado através do método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (espectrofotômetro: EDUTEC EEQ-9023, Brasil), usando o ácido gálico como composto de referência (Hamaizu & Iijima, 1999). Os óleos essenciais foram analisados como soluções metanólicas ($2,5 \text{ mg mL}^{-1}$), enquanto os extratos aquosos foram analisados como as infusões originais (veja item 2.3.1), sendo diluídas com água destilada quando necessário. O teor total de fenólicos foi calculado a partir de uma curva de calibração de ácido gálico e os resultados foram expressos como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) g^{-1} de amostra. A absorvância das soluções foi monitorada a 760 nm. Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.4.2. TEOR TOTAL DE FLAVONOÍDES

O teor total de flavonoides dos extratos aquosos foi avaliado pelo método espectrofotométrico do cloreto de alumínio (espectrofotômetro: EDUTEC EEQ-9023, Brasil), usando rutina como composto de referência (Neves, de Alencar, & Carpes, 2009). Mais uma vez, os extratos aquosos foram avaliados como as infusões originais (veja item 2.3.1), sendo diluídas com água destilada quando necessário. O teor total de flavonoides foi calculado a partir de uma curva de calibração de rutina e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de rutina (ER) g^{-1} de amostra. A absorvância das soluções foi monitorada a 510 nm. Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.4.3. DPPH

A atividade antioxidante foi avaliada pelo ensaio com o 2,2,-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) (Miranda et al., 2016). Os OEs foram diluídos em metanol nas concentrações de 100, 400, 700, 1.000 e 1.300 $\mu\text{g mL}^{-1}$. No caso dos extratos aquosos, a infusão original foi diluída com água destilada para a obtenção de novas soluções nas concentrações de 100, 300, 600 e 900 $\mu\text{g mL}^{-1}$. As leituras espectrofotométricas foram realizadas em espectrofotômetro digital (EDUTECH EEQ-9023, Brasil) no comprimento de onda de 515 nm. Após a realização das leituras de absorvância, os valores médios de cada ponto foram usados para a montagem da curva de capacidade antioxidante. Após regressão linear, a equação obtida foi usada para o cálculo do IC_{50} em $\mu\text{g mL}^{-1}$ (concentração de um antioxidante capaz de reduzir o radical livre DPPH em 50%). Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.4.4. FRAP

A atividade antioxidante também foi determinada pelo método de FRAP (*Ferric Reduction Antioxidant Power*) (Rufino et al., 2006). Os OEs foram diluídos em metanol nas concentrações de 1.000, 3.000, 6.000, e 9.000 mg L^{-1} . No caso dos extratos aquosos, a infusão original foi diluída com água destilada para a obtenção de novas soluções também nas concentrações de 1.000, 3.000, 6.000, e 9.000 mg L^{-1} . As leituras de absorvância foram efetuadas a 595 nm em um espectrofotômetro digital (EDUTECH EEQ-9023, Brasil). Para fins de cálculo, a curva padrão foi feita com soluções de sulfato ferroso em diferentes concentrações e os resultados foram expressos em μM de equivalentes de sulfato ferroso por grama de amostra ($\mu\text{M E FeSo}_4 \text{ g}^{-1}$ de amostra). Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.4.5. ABTS

A atividade antioxidante foi avaliada também pelo ensaio de captura do radical ABTS [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolína-6-sulfonato)] com base no protocolo estabelecido por Rufino et al., 2007. Os OEs foram diluídos em metanol nas concentrações de 100, 300, 600 e 1.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. No caso dos extratos aquosos, a

infusão original foi diluída com água destilada para a obtenção de novas soluções também nas concentrações de 100, 300, 600 e 1.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. As leituras espectrofotométricas foram realizadas em espectrofotômetro digital (EDUTECH EEQ-9023, Brasil) no comprimento de onda de 734 nm. Após a realização das leituras de absorvância, os valores médios de cada ponto foram usados para a montagem da curva de capacidade antioxidante. Após regressão linear, a equação obtida foi usada para o cálculo do IC_{50} em $\mu\text{g mL}^{-1}$ (concentração de um antioxidante capaz de reduzir o radical ABTS em 50%). Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.4.6. SISTEMA BETA-CAROTENO/ÁCIDO LINOLÉICO

A atividade antioxidante também foi avaliada pelo ensaio com o sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico exclusivamente para os extratos aquosos (Rufino *et al.*, 2006^a). Os extratos aquosos foram avaliados como as infusões originais (veja item 2.3.1), sendo diluídas com água destilada quando necessário. As leituras espectrofotométricas foram realizadas em espectrofotômetro digital (EDUTECH EEQ-9023, Brasil) no comprimento de onda de 470 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição da oxidação (proteção %). Todos os testes foram realizados em triplicata.

2.5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DA FF DE OPN

2.5.1. TEOR DE UMIDADE, CINZAS, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS E CARBOIDRATOS TOTAIS

Os teores de umidade e cinzas das farinhas de folhas de OPN foram determinados gravimetricamente. Para a determinação da umidade trabalhou-se com estufa de secagem à 105°C até a obtenção de massa constante. Para análise das cinzas foi realizada a calcinação da amostra em mufla em temperatura de 550°C, também até a obtenção de massa constante. O teor de lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente extrator. Para avaliar o teor total de proteínas presente na FF de OPN foi utilizado o método de Kjeldahl, com um fator de 6,25 para a conversão de nitrogênio total em proteína. O conteúdo total de fibras dietéticas foi determinado por digestão alcalina e ácida (90°C por 1 hora) usando

um digestor de fibras (Marconi, MA-444, Brazil). O teor total de carboidratos das amostras foi estimado pela diferença entre 100% e a soma dos teores percentuais de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras dietéticas totais (AOAC, 2000). Os resultados foram expressos em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra, tanto em base seca quanto em base úmida.

2.5.2. CONTEÚDO MINERAL

O conteúdo de alguns minerais presentes nas amostras foi mensurado por espectrometria de absorção atômica (Varian, modelo AA280FS, EUA) de acordo com protocolo descrito por McKenzie (2010). Os teores de cobre, ferro, manganês, zinco, sódio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo foram expressos em $\text{mg } 1000 \text{ g}^{-1}$ de amostra (base seca).

2.6. 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 Tukey. O teste do coeficiente de correlação de Pearson também foi empregado para que se avaliasse a correlação entre alguns parâmetros monitorados. Em todas essas análises, valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. FRAÇÃO VOLÁTIL

Na Tabela 1 é possível observar os rendimentos da extração dos óleos essenciais das farinhas de folhas de OPN. Considerando todas as amostras analisadas, o rendimento médio geral foi de $(0,032 \pm 0,010)\%$. Esse baixo rendimento é corroborado por estudos prévios (Souza et al., 2014; Souza et al., 2016) que indicaram rendimentos de 0,02% e 0,03% para a extração do óleo essencial das folhas secas e moídas da *Pereskia aculeata* Miller. Esse baixo rendimento têm sido um limitante para o desenvolvimento de estudos voltados para a caracterização química e funcional do óleo essencial dessa espécie de planta.

Tabela 1. Rendimento da extração dos óleos essenciais das FF de OPN.

Amostra	Rendimento (g de óleo essencial / 100 g de FF de OPN) (Média ± Desvio padrão)
FIN	0,018 ± 0,003
FC1	0,033 ± 0,012
FC2	0,040 ± 0,017
FC3	0,037 ± 0,012

FF – farinha de folha; OPN – ora-pró-nobis; FIN – farinha produzida a partir das amostras *in natura*; FC1 – farinha da amostra comercial da marca 1; FC2 – farinha da amostra comercial da marca 2; FC3 – farinha da amostra comercial da marca 3.

Os compostos voláteis identificados nos óleos essenciais das farinhas das folhas de OPN estão listados na Tabela 2. Ao todo foram identificados 39 compostos voláteis nesses óleos essenciais. Esses compostos foram divididos em dois grandes grupos: compostos não-terpênicos (16 componentes) e compostos terpênicos (23 componentes). O grupo dos compostos não-terpênicos foi subdividido em outros oito grupos: ácidos graxos (3 componentes), aldeídos (3), cetona (1), álcool (1), fenilpropanoide (1), derivados de carotenoides (3), ésteres (3) e hidrocarbonetos (1). Já o grupo dos compostos terpênicos foi subdividido em outros cinco grupos: diterpenos oxigenados (3), monoterpenos oxigenados (3), sesquiterpenos (6), sesquiterpenos oxigenados (5) e outros compostos associados aos terpenos/terpenoides (6).

No grupo dos compostos não-terpênicos, o ácido hexadecanóico e a β -ionona foram encontrados em todos os óleos essenciais analisados (farinhas provenientes das amostras *in natura* e comerciais). Esse ácido graxo também foi anotado como componente do OE da farinha de flor de OPN (De Moraes et al., 2021^a) e dos óleos essenciais de farinhas de folhas de diferentes variedades de batata doce cultivadas no Brasil (Marques et al., 2022). Apesar da baixa concentração em todas as amostras, a β -ionona merece destaque devido ao seu baixíssimo valor de limiar de odor em água (0,007 $\mu\text{g L}^{-1}$) (Brito et al., 2021). O limiar de odor é definido como a concentração mínima de um composto volátil que permite que ele seja percebido pelo olfato humano. Quanto menor o limiar de odor de uma substância, maior será seu potencial odorífero (Mariano et al., 2019). Dessa forma, esse composto de aroma frutal e tipo baga,

também associado a notas ensaboadas, florais e de perfume (Brito et al., 2021), tem potencial para contribuir com o aroma de todos esses óleos essenciais. A concentração absoluta da β -ionona nos óleos essenciais também foi determinada pelo método de padronização externa, rendendo os seguintes valores: $C_{FIN} = 25,89 \text{ mg mL}^{-1}$; $C_{FC1} = 2,02 \text{ mg mL}^{-1}$; $C_{FC2} = 0,89 \text{ mg mL}^{-1}$; $C_{FC3} = 1,73 \text{ mg L}^{-1}$). Com base nessas concentrações e em seu valor de limiar de odor, o valor de odor ativo (VOA) da β -ionona foi calculado e mostrou-se muito superior a um ($VOA_{FIN} = 3,7 \times 10^9$; $VOA_{FC1} = 2,9 \times 10^8$; $VOA_{FC2} = 1,3 \times 10^8$; $VOA_{FC3} = 2,5 \times 10^8$), o que reforça a importância desse composto para o aroma global de todos esses óleos essenciais. O VOA é calculado como a razão entre a concentração do composto na amostra e seu valor de limiar de odor. Os compostos que apresentam VOA superior a 1 devem ser classificados como compostos de odor ativo, sendo capazes de efetivamente influenciar o aroma global das matrizes nas quais estão presentes (De Souza et al., 2019).

Já no grupo dos compostos terpênicos, o isofitol, fitol, α -calacoreno, farnesil acetona e acetato de fitol estavam presentes em todas as amostras. O fitol foi o composto majoritário de todos esses óleos essenciais, com sua concentração variando de 46,95% (FC3) a 84,36% (FIN). O geranil linalol, α -terpineol, óxido de cariofileno, ar-turmerona e a 4,8,12,16-tetrametil-heptadecano-4-olida foram identificados como componentes dos óleos essenciais de todas as amostras comerciais, não sendo detectados nos óleos essenciais das farinhas produzidas a partir das amostras *in natura*.

Essas diferenças entre a composição dos óleos essenciais das farinhas comerciais de OPN e das farinhas produzidas a partir das amostras *in natura* podem ser explicadas, por exemplo, pelas prováveis diferenças entre as condições ambientais às quais as plantas foram submetidas durante seu desenvolvimento (disponibilidade hídrica, salinidade, condições climáticas, período de colheita), visto que esses compostos são provenientes do metabolismo secundário vegetal. As variações na composição dos óleos essenciais não são inesperadas, pelo contrário, Lopes e colaboradores (1997) descreveram um ensaio com as folhas de *Virola Surinamensis* que indicou a ocorrência de grandes variações no perfil desses óleos essenciais de acordo com a época do ano na qual a colheita era realizada. Esses autores

demonstraram também que ocorrem variações na composição dos óleos essenciais até mesmo em função dos diferentes horários de coleta em um mesmo dia, devido ao ciclo circadiano das plantas. Estes resultados ajudam a explicar a variabilidade da composição dos óleos essenciais das amostras analisadas. Além disso, o modo de processamento do material vegetal também pode ser uma fonte importante de variações qualitativas e quantitativas na composição desses óleos essenciais (Hoscher, 2019). No caso das amostras comerciais, devemos considerar ainda as possíveis contaminações das farinhas das folhas, por exemplo, com o próprio caule da OPN ou pela presença de outras espécies vegetais distintas (SANTOS, 2017; MARIANO *et al.*, 2019).

Alguns compostos encontrados nos óleos essenciais das farinhas analisadas também foram relatados nos dois únicos artigos da literatura que descrevem o óleo essencial das espécies denominadas como OPN (Souza *et al.*, 2014, Souza *et al.*, 2016). O fitol foi um destes compostos; em um desses trabalhos ele também foi o composto majoritário das amostras de *P. aculeata* (29,4 %) e de *P. grandifolia* (25,1 %). Vale ressaltar que, além da β -ionona, este composto (fitol) foi o único comum as nossas amostras e à espécie *P. grandifolia* (Souza *et al.*, 2014). No outro trabalho dos mesmos autores, a *P. aculeata* apresentou um conteúdo de fitol bem mais baixo (5,11 %) e o composto identificado como majoritário foi a acorona (30 %) (Souza *et al.*, 2016). Além do fitol, estes estudos encontraram na *P. aculeata* outros compostos em congruência com o presente trabalho. O grupo de pesquisa de Souza descreveu o óxido de cariofileno (0,3 e 0,51 %), a ar-tumerona (representando 1,1 %); a farnesil acetona (5,7 %); o éster metílico do ácido palmítico (2,6 a 4,92 %), o ácido hexadecanóico (17,4 %) e a β -ionona (0,1 a 0,75 %) como constituintes desse tipo de óleo essencial (Souza *et al.*, 2014, Souza *et al.*, 2016).

Considerando apenas as FF de OPN originárias das amostras *in natura* como referência, onze compostos químicos foram identificados pela primeira vez como componentes do óleo essencial de OPN: ácido linolênico, benzaldeído, benzenoacetaldéido, acetofenona, β -damascenona, isofitol, β -ciclocitral, α -calacoreno, geranil acetona, hexaidrofarnesil acetona e acetato de fitol.

Dos compostos relacionados acima, o benzenoacetaldeído e a β -damascenona se destacam pela possível influência sobre o aroma do óleo essencial dessas amostras específicas (FIN). A concentração do benzenoacetaldeído foi estimada (padronização externa) em $3,48 \text{ mg mL}^{-1}$. O limiar de odor em água desse composto é de 4 ppb (Qin et al., 2011). Dessa forma, o VOA do benzenoacetaldeído nesses óleos essenciais é de $8,7 \times 10^5$ (VOA >1), o que permite classificá-lo como um composto de odor ativo. Esse aldeído aromático também é conhecido como fenilacetaldeído e possui um aroma floral e de mel (Szudera-Konczal et al., 2021; Wang et al., 2021). A β -damascenona possui um baixo limiar de odor em água de 0,002 a 0,009 ppb (Plotto *et al.* , 2006) e sua concentração no óleo essencial das amostras FIN foi estimada em $4,0 \text{ mg mL}^{-1}$. Essa cetona terpênica possui aroma de maçã cozida, frutal e tipo mel e é considerada um composto altamente odorífero, de grande importância para a criação das fragrâncias modernas (Li et al., 2019). Sua importância para o óleo essencial de FIN é corroborada por um VOA na faixa de $4,4 \times 10^8$ a $2,0 \times 10^9$ (VOA > 1).

Tabela 2 – Compostos voláteis identificados nos óleos essenciais das FF de OPN.

Composto	IKC	IKL	Concentração dos compostos nos óleos essenciais (%)			
			FIN	FC1	FC2	FC3
COMPOSTOS NÃO-TERPÊNICOS						
Ácidos graxos						
Ácido tetradecanóico	1741	1720 ^b	-	-	-	0,80
Ácido hexadecanóico	1975	1976 ^a	2,42	1,47	2,95	29,81
Ácido linolênico	2137	2122 ^c	0,03	-	-	-
Aldeídos						
Furfural	794	800 ^a	-	0,10	-	0,03
Benzaldeído	920	925 ^a	0,09	0,16	-	-
Benzenoacetaldeído	998	1017 ^a	0,40	-	-	-
Cetona						
Acetofenona	1027	1026 ^a	0,01	0,12	-	-
Álcool						
6-Isopropenil-4,8a-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahidronaftalen-2-	1684	1690 ^a	-	1,28	0,81	-

ol						
Fenilpropanoide						
Metileugenol	1388	1393 a	-	10,55	1,11	-
Derivados de Carotenóides						
β -Damascenona	1349	1351 c	0,46	-	-	-
α,β -Diidro- β -ionona	1401	1400 b	-	0,05	0,25	-
β -Ionona	1450	1461 b	2,99	2,11	0,26	0,81
Ésteres						
Éster metílico do ácido palmítico	1906	1937 a	-	-	0,34	2,23
Éster metílico do ácido linolênico	2072	2077 a	-	-	-	8,60
Éster etílico do ácido linolênico	2167	2166 c	-	-	-	0,02
Hidrocarbonetos						
Tetradecilciclooctano	2290	2313 d	-	0,19	0,21	-
COMPOSTOS TERPÊNICOS						

Diterpenos oxigenados						
Geranil linalol	2002	2010	-	0,31	0,42	0,16
		a				
Isofitol	1935	1944	1,67	1,29	2,18	0,60
		a				
Fitol	2101	2104	84,36	60,71	65,47	46,95
		a				
Monoterpenos oxigenados						
Myrcenol	1049	1093	-	-	0,04	0,05
		b				
α -Terpineol	1172	1172	-	0,70	0,14	0,12
		a				
β -Ciclocitral	1194	1194	0,03	0,22	-	-
		b				
Sesquiterpenos						
α -Cubebeno	1357	1357	-	0,22	0,22	-
		a				
γ -Muuroleno	1477	1471	-	0,68	0,89	-
		a				
α -Bulneseno	1481	1493	-	0,85	0,37	-
		b				
α -Curcumeno	1485	1483	-	1,37	-	-

		b				
δ-Cadineno	1498	1524	-	1,51	0,76	-
		b				
α-Calacoreno	1508	1517	0,13	0,26	0,12	0,01
		b				
Sesquiterpenos oxigenados						
Espatuleno	1541	1574	-	5,84	0,56	-
		a				
Óxido de cariofileno	1544	1558	-	0,31	4,07	0,15
		a				
Viridiflorol	1567	1568	-	0,60	0,37	-
		a				
Ar-tumerona	1625	1628	-	7,52	2,64	0,04
		a				
Curona ou β-turmerona	1698	1681	-	0,46	0,24	-
		a				
Compostos associados aos terpenos/terpenóides						
Geranil acetona	1422	1422	0,70	-	0,50	-
		c				
Geranil acetol	1429	1445	-	-	-	1,61
		d				
Hexaidrofarnesil acetona	1830	1836	3,94	-	8,65	3,00

	a					
Farnesil acetona	1888	1892	1,57	0,26	4,81	4,53
	a					
Acetato de fitol	2210	2219	1,21	0,23	0,55	0,39
	c					
4,8,12,16-Tetrametil-heptadecano-4-olida	2390	2364	-	0,62	1,07	0,08
	c					

FF – farinha de folha; OPN – ora-pró-nobis; FIN – farinha produzida a partir das amostras *in natura*; FC1 – farinha da amostra comercial da marca 1; FC2 – farinha da amostra comercial da marca 2; FC3 – farinha da amostra comercial da marca 3; IKC – Índice de Kovats calculado usando mistura de alcanos (C₇-C₂₆) (Van den Dool & Kratz, 1963); IKL – Índice de Kovats obtido de bancos de dados: ^aNIST; ^bPherobase; ^cPubchem; ^dChemspider.

3.2. FRAÇÃO NÃO VOLÁTIL

Os compostos não voláteis pertencentes às classes dos ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides foram identificados nos extratos aquosos das farinhas de folhas de *Pereskia aculeata* Miller (Tabela 3) com o auxílio da CLAE/EMAR, conforme descrito anteriormente.

Tabela 3. Compostos identificados nos extratos aquosos das FF de OPN por CLAE-EMAR.

Nome	Fórmula Molecular	Tempo de Retenção (minutos)	[M + H] ⁺ (m/z)	FIN	FC1	FC2	FC3
Mescalina (A) ^{MP}	C ₁₁ H ₁₇ NO ₃	0,94	212,12*	x	x	x	x
Triptamina (A) ^{MP}	C ₁₀ H ₁₂ N ₂	6,04	161,10*	x	x	x	x
Hordenina (A) ^{MP}	C ₁₀ H ₁₅ NO	8,26	166,12*	x	x	x	x
Abrina (A) ^{MP}	C ₁₂ H ₁₄ N ₂ O ₂	9,37	219,11*	x	x	x	x
Ácido gálico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₅	11,66	169,01	x	x	---	x
Ácido protocatéquico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₄	16,35	153,01	x	x	x	x
Ácido gentísico (AF) ^{MN}	C ₇ H ₆ O ₄	19,90	153,01	x	x	x	x
Ácido cafeico (AF) ^{MN}	C ₉ H ₈ O ₄	20,67	179,03	---	x	x	x
Ácido vanílico (AF) ^{MN}	C ₈ H ₈ O ₄	20,68	167,03	x	x	x	x
Ácido p-cumárico (AF) ^{MN}	C ₉ H ₈ O ₃	22,75	163,03	x	x	x	x
Ácido ferúlico (AF) ^{MN}	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	22,94	193,05	x	---	---	x
Ácido elágico (AF) ^{MN}	C ₁₄ H ₆ O ₈	24,54	300,99	x	---	---	---
Naringenina (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	26,05	271,06	x	---	---	---
Kaempferol (F) ^{MN}	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	26,85	285,04	x	---	---	---

^{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; FIN – farinha produzida a partir das amostras *in natura*; FC1 – farinha da amostra comercial da marca 1; FC2 – farinha da amostra comercial da marca 2; FC3 – farinha da amostra comercial da marca 3.

Foram descritos (14) compostos, sendo (8) ácidos fenólicos, (2) flavonoides e (4) alcaloides. O extrato aquoso da FIN apresentou maior diversidade de compostos (13), seguido da FC3 com 11, FC1 com 10 e FC2 com 9 compostos. Os ácidos protocatéquico, gentísico, vanílico e p-cumárico foram anotados em todas as amostras

analisadas. Por outro lado, o ácido elágico só foi identificado apenas na farinha proveniente da amostra *in natura*, enquanto o ácido cafeico só foi detectado nas farinhas comerciais de OPN. A presença dos ácidos cafeico, p-cumárico e ferúlico em folhas de OPN já havia sido relatada anteriormente na literatura (Souza, 2014). Nesse estudo de Souza (2014), esses ácidos fenólicos foram identificados em todas as amostras de folhas de OPN analisadas após extração aquosa ácida em um sistema de refluxo a 80°C por 90 minutos. Os mesmos 8 ácidos fenólicos descritos no presente estudo foram encontrados nos extratos aquosos de frutos verdes de *Pereskia aculeata* Miller. Com exceção do ácido elágico, todos os demais ácidos fenólicos do presente trabalho também foram identificados nos extratos aquosos da farinha de flor de OPN (De Moraes et al., 2021^a).

Os flavonoides naringenina e kaempferol só foram encontrados nos extratos aquosos das amostras FIN. A presença do kaempferol em folhas de *Pereskia aculeata* Miller já havia sido relatada em trabalhos prévios (Souza, 2014; Garcia et al., 2019). Ambos os flavonoides (naringenina e kaempferol) foram anotados nos extratos aquosos de frutos verdes de OPN (De Moraes et al., 2021^a). Xiao et al. (2022) demonstram que o kaempferol pode atuar como agente antimicrobiano e antioxidante, além de ser capaz de auxiliar no tratamento de doenças hepáticas, por meio da desinflamação e da promoção da regeneração celular dos hepatócitos.

No presente estudo foram anotados ainda 4 alcaloides (abrina, triptamina, hordenina e mescalina) em todas as amostras analisadas. Todos esses quatro alcaloides já haviam sido descritos anteriormente por Pinto et al. (2015) como componentes das frações hidrometanólicas foliares da *P. aculeata* Miller. Esses alcaloides também foram encontrados nos extratos aquosos de frutos verdes e da flor de OPN (De Moraes et al., 2021^a).

3.3. ANÁLISES ESPECTROFOTOMÉTRICAS

Tabela 4. Conteúdo total de fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante (DPPH, ABTS, FRAP e sistema β -caroteno/ácido linoleico) de frações obtidas a partir de FF de OPN.

Análises	Óleo essencial (M \pm DP)				Extrato aquoso (M \pm DP)			
	FIN	FC1	FC2	FC3	FIN	FC1	FC2	FC3
TTCF (mg EAG g ⁻¹)	3,74 \pm 1,91 ^{a,b}	1,48 \pm 0,37 ^a	1,23 \pm 0,52 ^a	2,92 \pm 0,01 ^{a,b}	17,89 \pm 2,29 ^{b,c}	32,72 \pm 5,84 ^c	29,63 \pm 8,53 ^c	24,76 \pm 12,01 ^c
TTF (mg ER g ⁻¹)	---	---	---	---	62,09 \pm 31,23 ^a	72,14 \pm 1,94 ^a	90,39 \pm 10,54 ^a	85,59 \pm 7,68 ^a
CA - Cl ₅₀ DPPH (μ g mL ⁻¹)	899,45 \pm 105,46 ^a	598,09 \pm 316,79 ^a	813,71 \pm 268,38 ^a	667,76 \pm 107,33 ^a	663,57 \pm 220,05 ^a	502,16 \pm 24,77 ^a	509,92 \pm 21,34 ^a	514,06 \pm 3,71 ^a
CA - Cl ₅₀ ABTS (μ g mL ⁻¹)	552,24 \pm 36,35 ^{a,b}	450,61 \pm 263,64 ^{a,b}	350,12 \pm 193,93 ^{a,b}	249,43 \pm 130,09 ^{a,c}	666,70 \pm 72,52 ^b	345,33 \pm 55,43 ^{b,c}	350,08 \pm 43,91 ^{b,c}	441,52 \pm 77,31 ^{b,c}
CA - FRAP (μ M Eq FeSO ₄ g ⁻¹)	36,25 \pm 30,77 ^a	36,25 \pm 10,25 ^a	50,75 \pm 30,77 ^a	29,00 \pm 0,00 ^a	145,03 \pm 16,75 ^b	130,53 \pm 8,37 ^b	145,03 \pm 0,00 ^b	130,53 \pm 14,50 ^b
CA – β -caroteno/ácido linoleico (proteção%)	---	---	---	---	58,18 \pm 1,10 ^a	63,35 \pm 7,89 ^a	59,72 \pm 5,73 ^a	56,25 \pm 5,01 ^a

FF – farinha de folha; OPN – ora-pró-nobis; TTCF – teor total de compostos fenólicos; EAG – equivalentes de ácido gálico; TTF – teor total de flavonoides; ER – equivalentes de rutina; CA – capacidade antioxidante; Cl₅₀ – concentração de um antioxidante que neutraliza o radical DPPH ou ABTS em 50%; em M – média; DP – desvio padrão; FIN – farinha produzida a partir das amostras *in natura*; FC1 – farinha da amostra comercial da marca 1; FC2 – farinha da amostra comercial da marca 2; FC3 – farinha da amostra comercial da marca 3; Letras diferentes em uma mesma linha desta tabela representam diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$).

Como era esperado, os teores totais de compostos fenólicos (TTCF) dos extratos aquosos mostraram-se, em geral, superiores ($p < 0,05$) aos teores observados nos óleos essenciais. Entretanto, não foi observada diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre o TTCF do óleo essencial e do extrato aquoso das amostras de FIN e entre o TTCF do óleo essencial das amostras de FC3 e do extrato aquoso das amostras de FIN. O valor médio para o TTCF dos extratos aquosos de todas as amostras analisadas foi de $(26,25 \pm 6,47)$ mg EAG g^{-1} de amostra, inferior ao TTCF dos extratos aquosos produzidos a partir da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller $[(89,81 \pm 13,96)$ mg EAG g^{-1} de amostra] (Moraes et al., 2020). Por outro lado, o valor médio do TTCF dos extratos aquosos das FF de OPN do presente trabalho foi superior aos conteúdos totais de fenólicos observados nos extratos aquosos dos frutos verdes, frutos maduros e da farinha de flor de OPN ($1,57 \pm 0,07$, $1,87 \pm 0,10$ e $9,81 \pm 0,02$ mg EAG g^{-1} de amostra, respectivamente) (Moraes et al., 2021). Esses últimos valores se mostraram mais próximos dos valores determinados para o TTCF [valor médio de $(2,34 \pm 1,19)$ mg EAG g^{-1} de amostra] dos óleos essenciais das amostras de FF de OPN analisadas.

O valor médio para o teor total de flavonoides (TTF) dos extratos aquosos das FF de OPN foi de $(77,55 \pm 12,88)$ mg ER g^{-1} de amostra. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as amostras no que diz respeito a esse parâmetro (TTF). O TTF dos extratos aquosos das farinhas de caule de OPN foi estimado em $(14,80 \pm 3,28)$ mg ER g^{-1} de amostra (Moraes et al., 2020). Dessa forma, podemos inferir que o TTF das folhas é superior ao dos caules de OPN.

Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre a capacidade antioxidante das amostras analisadas (óleos essenciais e extratos aquosos), determinada pelo método do DDPH. A capacidade antioxidante dos extratos aquosos está provavelmente associada à presença dos ácidos fenólicos e flavonoides descritos na Tabela 3, enquanto que no caso dos óleos essenciais podemos destacar a presença de compostos como o metil eugenol, de reconhecida atividade antioxidante (De Oliveira, 2018). Comparando a concentração de metil eugenol nos óleos essenciais analisados com a capacidade antioxidante (IC_{50DPH}) desses mesmos óleos, foi possível observar uma tendência estatística com correlação negativa de $r = - 0,7005$.

Dessa forma, a capacidade antioxidante desses óleos essenciais não deve estar associada exclusivamente ao metil eugenol, mas sim a vários compostos e aos efeitos sinérgicos que eles produzem sobre a capacidade antioxidante dessas matrizes. O valor de CI_{50DPPH} médio dos óleos essenciais foi de $(742,25 \pm 133,05) \mu\text{g mL}^{-1}$, enquanto que para os extratos aquosos o valor médio de CI_{50DPPH} de $(547,43 \pm 77,59) \mu\text{g mL}^{-1}$. Esses valores foram bem superiores aos valores relatados por Souza et al. (2016) ($CI_{50} = 7,09 \mu\text{g mL}^{-1}$) para extratos metanólicos produzidos a partir de folhas de *Pereskia aculeata* Miller. Considerando que a CI_{50} é inversamente proporcional ao potencial antioxidante, pode-se inferir que os óleos essenciais e extratos aquosos do presente trabalho apresentam uma capacidade antioxidante inferior a descrita por Souza et al. (2016) para esses extratos metanólicos. As capacidades antioxidantes dos óleos essenciais e extratos aquosos das FF de OPN determinadas no presente estudo mostraram-se próximas da que foi determinada para as infusões das farinhas de caule de OPN [$CI_{50DPPH} = 503,34 \pm 31,55) \mu\text{g mL}^{-1}$] (Moraes et al., 2020) e das farinhas de flor de OPN [$CI_{50DPPH} = (950 \pm 170) \mu\text{g mL}^{-1}$] (De Moraes et al., 2021). Por outro lado, esses óleos essenciais e extratos aquosos das FF de OPN possuem maior poder antioxidante do que o observado para os extratos aquosos dos frutos maduros e frutos verdes de OPN [$CI_{50DPPH} = (84.360 \pm 7.980) \mu\text{g mL}^{-1}$ e $(48.320 \pm 1.730) \mu\text{g mL}^{-1}$] (De Moraes et al., 2021).

O valor de CI_{50ABTS} médio dos óleos essenciais foi de $(400,60 \pm 130,25) \mu\text{g mL}^{-1}$, enquanto o valor de CI_{50ABTS} médio dos extratos aquosos foi de $(450,91 \pm 150,52) \mu\text{g mL}^{-1}$. Esses valores são inferiores ao valor médio de CI_{50ABTS} [$(2.530 \pm 270) \mu\text{g mL}^{-1}$] determinado para os óleos essenciais das farinhas das folhas de diferentes variedades de batata doce (Marques et al., 2022). Sendo assim, os óleos essenciais e extratos aquosos das FF de OPN têm maior potencial antioxidante do que os óleos essenciais das folhas dessas variedades de batata doce.

Pelo emprego do método de FRAP foi possível perceber que os extratos aquosos das FF de OPN possuem um potencial antioxidante [valor médio de $(137,78 \pm 8,37) \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-1}$ de amostra] maior do que o observado para os óleos essenciais [valor médio de $(38,06 \pm 9,12) \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-1}$ de amostra]. De acordo com esse mesmo método, a atividade antioxidante dos extratos aquosos de farinhas de caule de

OPN foi estimada em $(67,67 \pm 8,37) \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-1}$ de amostra (dados não publicados), o que indica um maior potencial antioxidante para as farinhas das folhas dessa espécie de planta. A capacidade dos extratos aquosos das FF de OPN em reduzir os íons férrico a ferroso foi menor do que a indicada por Vargas (2017) para os extratos em etanol $[(540,45 \text{ a } 2.461,52) \mu\text{M Eq FeSO}_4/\text{g de amostra}]$ e diclorometano $[(311,41 \text{ a } 828,59) \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-2} \text{ de amostra}]$, produzidos a partir das folhas de *P. aculeata* Miller. Por outro lado, os extratos em éter de petróleo $[(114,15 \text{ a } 128,00) \mu\text{M Eq FeSO}_4 \text{ g}^{-1} \text{ de amostra}]$ apresentaram um potencial antioxidante próximo ao observado para os extratos aquosos de FF de OPN. Todos esses cenários podem ser explicados pela seletividade de cada solvente empregado e, também, por uma distribuição qualitativa e/ou quantitativa heterogênea dos compostos antioxidantes pela planta (p. ex.: caule e folhas).

Os extratos aquosos das FF de OPN apresentaram capacidade protetora no ensaio de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico, impedindo a formação de radicais lipídicos via oxidação do ácido linoleico, mantendo ou reduzindo a perda do cromóforo laranja original do β -caroteno. O valor médio de proteção desse sistema (β -caroteno/ácido linoleico) pelos extratos aquosos das FF de OPN foi estimado em $(59,38 \pm 3,01)\%$. Esse valor se mostrou inferior ao estimado por Sousa et al. (2014) $[(75,6 \pm 0,8)\%]$ ao avaliar a atividade antioxidante de extratos aquosos da *Pereskia aculeata* Miller por meio dessa mesma técnica. Por outro lado, Rodrigues et al. (2018) encontram valores de proteção inferiores (43,02%) em extratos foliares de murici (*Byrsonia intermedia*).

3.4. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL

Na Tabela 4 podemos observar as análises da composição centesimal e mineral da OPN. O parâmetro umidade refere-se ao percentual de água livre encontrado nas amostras. Considerando todas as amostras analisadas, o valor médio de umidade foi de $(8,82 \pm 0,67) \%$, com a FIN apresentando um valor de umidade inferior ($p < 0,05$) ao observado para as farinhas comerciais (FC1, FC2 e FC3). Todas as FF de OPN avaliadas apresentaram teores de umidade dentro da faixa considerada segura pela

legislação brasileira, que estabelece limite máximo de 15 g/100 g de umidade para farinhas, amidos e farelos (Brasil, 2005).

Tabela 4. Composição centesimal (g 100 g⁻¹) e conteúdo mineral (mg 1000 g⁻¹) das FF de *Pereskia aculeata* Miller.

	FIN	FC1	FC2	FC3
Composição Centesimal (g 100 g⁻¹)				
Umidade	7,89±0,10 ^a	9,48±0,06 ^b	9,05±0,17 ^c	8,87±0,07 ^{cd}
Cinzas (base úmida)	18,89±0,10 ^a	16,03±0,12 ^b	16,06±0,22 ^{bc}	16,19±0,19 ^{bd}
Cinzas (base seca)	20,51±0,11 ^a	17,71±0,14 ^b	17,66±0,25 ^{bc}	17,77±0,21 ^{bd}
Lipídeos (base úmida)	2,88±0,40 ^a	1,73±0,48 ^a	1,81±0,44 ^a	2,29±0,41 ^a
Lipídeos (base seca)	3,12±0,43 ^a	1,92±0,54 ^a	1,99±0,49 ^a	2,51±0,45 ^a
Proteínas (base úmida)	21,61±0,78 ^a	12,92±0,08 ^b	12,87±0,49 ^{bc}	10,56±0,56 ^d
Proteínas (base seca)	23,45±0,84 ^a	14,28±0,09 ^b	14,15±0,53 ^{bc}	11,58±0,62 ^d
Fibras totais (base úmida)	30,06±6,16 ^a	21,73±0,51 ^a	24,72±4,36 ^a	28,40±6,69 ^a
Fibras totais (base seca)	32,63±5,46 ^a	24,01±0,45 ^a	27,18±3,91 ^a	31,16±6,00 ^a
Carboidratos (base úmida)	18,67±6,28 ^a	38,10±0,67 ^b	35,49±4,89 ^{bc}	33,93±6,07 ^{bd}
Carboidratos (base seca)	12,39±6,83 ^a	32,60±0,75 ^b	29,98±5,36 ^{bc}	28,11±6,43 ^{bd}
Composição Mineral (mg 1000 g⁻¹) (base seca)				
	FIN	FC1	FC2	FC3
Cobre	9,10±0,87 ^a	16,40±1,77 ^b	9,20±1,36 ^a	13,60±1,74 ^{ab}
Ferro	273,20±19,02 ^a	674,80±10,30 ^b	518,80±80,10 ^c	582,00±28,36 ^{bcd}
Manganês	36,60±1,37 ^a	85,80±4,28 ^b	318,00±17,87 ^c	206,90±11,64 ^d
Zinco	45,00±4,74 ^a	14,00±1,85 ^b	23,40±1,60 ^{bc}	28,30±8,37 ^{bd}
Sódio	158,70±24,95 ^a	435,80±22,01 ^b	48,90±7,80 ^c	74,30±12,43 ^{cd}
Potássio	156,10±27,13 ^a	35.474,15±1.320,48 ^b	25.434,73±6.373,93 ^{bc}	41.393,60±8.326,03 ^{bd}
Cálcio	29.375,73±3.621,54 ^a	23.465,50±436,79 ^{ac}	28.326,10±2.677,87 ^{ac}	20.517,72±2.143,85 ^{bc}
Magnésio	11.627,29±428,62 ^a	17.583,22±224,52 ^b	17.327,48±1.700,43 ^{bc}	10.529,34±2.751,21 ^a
Fósforo	2.461,22±147,91 ^a	996,96±87,66 ^a	1.489,92±46,33 ^a	2.592,78±1.154,32 ^a

FIN – farinha produzida a partir das amostras *in natura*; FC1 – farinha da amostra comercial da marca 1; FC2 – farinha da amostra comercial da marca 2; FC3 – farinha da amostra comercial da marca 3; Letras diferentes em uma mesma linha desta tabela representam diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$).

O teor de cinzas médio das FF de OPN estudadas foi de $(16,79 \pm 1,40)$ % em base úmida e de $(18,41 \pm 1,40)$ % em base seca, com o conteúdo mineral total da FIN mostrando-se superior ao das amostras comerciais. Os teores de cinzas das FF de OPN do presente trabalho estão próximos dos valores relatados na literatura: 17,47% em base seca (Rodrigues *et al.*, 2015); 21,51% em base seca e 20,13% em base úmida (Zem *et al.*, 2017). Comparando os teores de cinzas das FF de OPN avaliadas com os teores de cinzas descritos na literatura para as farinhas de caule de OPN [5,95% em base úmida (Zem *et al.*, 2017); 7,86% em base seca (Rodrigues *et al.*, 2015)], percebe-se que as farinhas de folhas apresentam um conteúdo mineral bem superior às farinhas de caule dessa espécie de planta.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recomenda por meio da Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005) que o termo farinha, deva ser utilizado em produtos obtidos por meio de partes comestíveis de um vegetal incluindo o valor máximo de (15%) para o parâmetro umidade. Neste estudo, todas amostras avaliadas se enquadram conforme o estabelecido pela legislação.

Trabalhando com os valores médios dos minerais nas farinhas comerciais (FC1, FC2 e FC3), a ingestão de 50 g desse tipo desse produto auxiliaria no enriquecimento diário de certos minerais. Neste estudo, o teor médio de sódio ($179,43 \text{ mg } 1000 \text{ g}^{-1}$ de amostra) mostrou-se inferior ao estimado para esse tipo de farinha ($310 \text{ mg } 1000 \text{ g}^{-1}$ de amostra) no estudo de Zem *et al.*, 2017. O teor médio de potássio ($25.614,65 \text{ mg } 1000\text{g}^{-1}$ de amostra) também foi inferior ao indicado pelo mesmo grupo de pesquisadores que estimou um teor de $35.330 \text{ mg } 1000 \text{ g}^{-1}$ de amostra para esse mineral.

As FF de OPN apresentaram teor total médio de proteínas de $(15,87 \pm 5,21)$ % em base seca. O fator de conversão de nitrogênio em proteínas utilizado no presente estudo foi de 6,25. O teor proteico médio das FF de OPN analisadas no presente estudo foi similar ou inferior aos teores de proteínas descritos para esse tipo de matriz em alguns estudos prévios: 15,50% em base seca (Zem *et al.*, 2017); 18,95% em base seca (Rodrigues *et al.*, 2015); 27,79% em base seca (Gonçalves *et al.*, 2014), 28,40% em base seca (Takeiti *et al.*, 2009). Por outro lado, o valor encontrado neste estudo é superior aos valores anotados para as farinhas de caule de OPN: 4,30% em base seca

(Zem et al., 2017); 9,53% em base seca (Rodrigues et al., 2015), 9,56% em base seca (Girão et al., 2003) e 13,04% em base seca (Gonçalves et al., 2014).

Para o teor total de lipídeos (valor médio de 2,39 % em base seca), o valor determinado no presente estudo foi inferior ao teor de lipídios (4,10% em base seca) da farinha das folhas de OPN produzida após a liofilização de folhas frescas (Takeiti et al., 2009). Por outro lado, esse valor foi superior ao relatado por Zem et al., (2017) para a farinha do caule de OPN (0,88% em base seca).

O teor médio de fibras totais das FF de OPN analisadas no presente estudo foi de $(28,75 \pm 3,91)\%$ em base seca. Esse valor foi bem similar ao indicado por Rodrigues et al. (2015) para o teor de fibras de farinhas desse mesmo tipo (31,40% em base seca) e inferior ao estimado por Zem et al.,(2017) (60,74%).

Como já mencionado, o teor total de carboidratos das amostras foi estimado pela diferença entre 100% e a soma dos teores percentuais de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras. O teor médio de carboidratos totais das FF de OPN analisadas no presente estudo foi de $(25,77 \pm 9,11)\%$ em base seca. Esse valor se mostrou superior aos teores de carboidratos das farinhas de folhas de OPN avaliadas por Rodrigues et al. (2015) e por Zem et al., (2017): 15,28% e 7,17%, ambos em base seca.

4. CONCLUSÃO

Até onde sabemos, este é apenas o quarto estudo sobre o perfil volátil das farinhas de folhas da espécie *Pereskia aculeata* Miller. No total foram identificados trinta e nove compostos voláteis nas amostras analisadas, sendo dezesseis compostos não terpênicos e vinte e três compostos terpênicos. O ácido hexadecanóico, a β -ionona, o isofitol, fitol, α -calacoreno, farnesil acetona e acetato de fitol foram encontrados em todos os óleos essenciais analisados. O fitol foi o composto majoritário de todos esses óleos essenciais, com sua concentração variando de 46,95% a 84,36%. A β -ionona, o benzenoacetaldéido e a β -damascenona foram classificados como compostos de odor ativo, sendo capazes de influenciar o aroma global dos óleos essenciais nos quais estavam presentes.

O estudo qualitativo das frações não voláteis dos extratos aquosos das FF de OPN mostrou a presença de 14 compostos, sendo oito ácidos fenólicos, dois

flavonoides e quatro alcaloides. Sugere-se análises quantitativas para o estabelecimento das concentrações destes compostos secundários nesse tipo de farinha. Os óleos essenciais e extratos aquosos das FF de OPN apresentaram potenciais antioxidantes mensuráveis por diferentes métodos (DPPH, ABTS, FRAP e sistema β -caroteno/ácido linoleico). Nos extratos aquosos esses potenciais antioxidantes estão provavelmente associados à presença dos ácidos fenólicos e flavonoides detectados pela CLAE/EMAR. Nos óleos essenciais a capacidade antioxidante não está associada exclusivamente ao metil eugenol, mas sim aos compostos e os efeitos sinérgicos que a totalidade dos compostos voláteis produzem.

Os resultados obtidos nas análises centesimais (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras e carboidratos totais) mostraram-se dentro dos valores mínimo e máximo já descritos na literatura para as farinhas de folhas de OPN. É preciso avançar no estudo do valor nutricional e da biodisponibilidade de certos constituintes das farinhas de folhas de OPN. O enriquecimento de alimentos com esse tipo de farinha pode ser uma estratégia interessante, por exemplo, para atingir a ingestão diária recomendada de minerais como o ferro, o cálcio e o magnésio.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERJ, CNPq e UNIRIO.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. F. de; CORRÊA, A. D. (2012). Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 751-56, abr.

AOAC (2000). Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC International. 17th ed. Gaithersburg.

BRASIL, Agência Nacional da Vigilância Sanitária. **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005.**

BRITO, T. B. N. et al. Antimicrobial, antioxidant, volatile and phenolic profiles of cabbage-stalk and pineapple-crown flour revealed by GC-MS and UPLC-MSE. **Food Chemistry**, v. 339, p. 127882, 2021.

DE MORAES, Thiago Vieira et al. Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de *Pereskia aculeata* Miller. **Scientia Plena**, v. 17, n. 5, 2021.a.

DE MORAES, Thiago Vieira; FERREIRA, João Paulo Gonçalves; DO NASCIMENTO OLIVEIRA, Kelly Gloria. Uso do recurso Stories para avaliação do conhecimento dos usuários do Instagram a respeito de PANCs, com destaque para a ora-pro-nóbis. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e17910817226-e17910817226, 2021.

DE OLIVEIRA, MOZANIEL SANTANA; **Estudo da composição química e atividades biológicas de óleos essenciais de *Piper divaricatum*, *Syzygium aromaticum* e *Siparuna guianensis***. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ INSTITUTO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2018.

DE SOUZA, Wanderson Fernando Mello 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**, v. 124, p. 27-33, 2019.

GARCIA, Jéssica AA 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**, v. 294, p. 302-308, 2019.

GIRÃO, L. V. C.; SILVA FILHO, J. C. da; PINTO, E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. (2003). Avaliação da composição bromatológica de ora-pro-nóbis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul.

GONÇALVES, J. P. Z. et al. Quantificação de proteínas e análise de cinzas encontradas nas folhas e caule da ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA**. 2014.

Hamauzu, Y., & Iijima, E. (1999). Polyphenolic composition and antioxidative activity of apple flesh extracts. **Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi**, 46(10), 645-651.

HOSCHER, R. H. **Cinética de secagem e composição química do óleo essencial de folhas de *Pereskia aculeata* Miller**. 2019.

KINUPP, Valdely Ferreira; LORENZI, Harri J. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 2014.

LI, Zhihua et al. Characterization and evaluation of aroma quality in doubanjiang, a Chinese traditional fermented red pepper paste, using aroma extract dilution analysis and a sensory profile. **Molecules**, v. 24, n. 17, p. 3107, 2019.

LOPES, Norberto Peoporine et al. Circadian and seasonal variation in the essential oil from *Viola surinamensis* leaves. **Phytochemistry**, v. 46, n. 4, p. 689-693, 1997.

MARIANO, Xavier Maia et al. Bioactive volatile fraction of Chilean boldo (*Peumus boldus* Molina)—an overview. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 6, p. 474-486, 2019.

MARQUES, Thaisa Santos; MOREIRA, Ricardo Felipe Alves; AYRES, Ellen Mayra Menezes. Characterization of the essential oils from leaves of different sweet potato cultivars grown in Brazil. **South African Journal of Botany**, v. 144, p. 18-22, 2022.

McKenzie, T. (2010). Automated Multielement Analysis of Plant Material by Flame Atomic Absorption Spectroscopy. **Application note**. Agilent Technologies, USA. <https://www.agilent.com/cs/library/applications/aa024.pdf>

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDO, A. C. da S. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies; propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento de espécies patogênicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 213-220, 2016.

MORAES, Thiago Vieira et al. Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e34953140-e34953140, 2020.

MORAES, TV de et al. Composição química da espécie *Pereskia aculeata* Miller: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 22, n. 3, p. 19-23, 2018.

Neves, L. C., Alencar, S. D., & Carpes, S. T. (2009). Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, 7, 107-110.

PINTO, Nicolas de Castro Campos et al. *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. **Journal of ethnopharmacology**, v. 194, p. 131-136, 2016.

PINTO, Nicolas de Castro Campos et al. *Pereskia aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. **Journal of ethnopharmacology**, v. 173, p. 330-337, 2015.

PLOTTO, Anne; BARNES, K. W.; GOODNER, K. L. Specific anosmia observed for β -ionone, but not for α -ionone: significance for flavor research. **Journal of food science**, v. 71, n. 5, p. S401-S406, 2006.

RODRIGUES, S.; MARINELLI, P. S.; OTOBONI, A. M. M. B.; TANAKA, A. Y.; OLIVEIRA, A. S. Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Revista FAEF**, 2015.

RODRIGUES, Lamonier Antônio Nery et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante de extratos de casca, folhas e frutos do Miricizeiro. **Tecnologia & Ciência e Agropecuária**, v. 12, n. 5, p. 55-60, 2018.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema beta-caroteno/ácido linoléico. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.a.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SANTOS, Renata Oliveira et al. Efeito da adição de farinha de araruta (*Maranta arundinacea* L.), nas propriedades físico-químicas, reológicas e funcionais de sobremesa láctea sabor baunilha. **Anais do XI Fórum da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. 2017.

SARTOR, Claudenice Francisca Providelo et al. < b> Estudo da Ação Cicatrizante das Folhas de *Pereskia aculeata*. **Saúde e Pesquisa**, v. 3, n. 2, 2010.

Souza, L. F., de Barros, I. B. I., Mancini, E., Martino, L. D., Scandolera, E., & Feo, V. D. (2014). Chemical composition and biological activities of the essential oils from

two *Pereskia* species grown in Brazil. **Natural product communications**, 9(12), 1934578X1400901237.

SOUZA, Lucèia Fàtima et al. *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) Leaves: chemical composition and biological activities. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 9, p. 1478, 2016.

SOUZA, Thaís Cristina Lima de et al. **Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)**. Universidade Estadual de Campinas. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. 2014.

SZUDERA-KOŃCZAL, Kamila et al. Analysis of the Ability to Produce Pleasant Aromas on Sour Whey and Buttermilk By-Products by Mold *Galactomyces geotrichum*: Identification of Key Odorants. **Molecules**, v. 26, n. 20, p. 6239, 2021.

TAKEITI, Cristina Y. et al. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. sup1, p. 148-160, 2009.

VAN DEN DOOL, H[†] ; KRATZ, P. Dec. **A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography**. 1963.

VARGAS, Aline Garcias de et al. **Influência da sazonalidade na composição química e nas atividades antioxidante e antimicrobiana das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller)**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

WANG, Fang et al. Analysis of volatile compounds and flavor fingerprint in Jingyuan lamb of different ages using gas chromatography–ion mobility spectrometry (GC–IMS). **Meat Science**, v. 175, p. 108449, 2021.

XIAO, Xiaolin et al. Old wine in new bottles: Kaempferol is a promising agent for treating the trilogy of liver diseases. **Pharmacological research**, v. 175, p. 106005, 2022.

ZEM; L. M. et al. Centesimal and mineral analysis of cupcakes base meal of leaves and stems of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*). **Rev. Elet. Cient. UERGS**, v. 3, n. 2, p. 428-446, 2017. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.32.428-446>.

CONCLUSÃO GERAL

No presente estudo foram avaliadas diferentes partes da espécie *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis. Os frutos, flores, folhas e caules foram caracterizados botanicamente antes da realização dos procedimentos analíticos, permitindo uma maior segurança em relação aos resultados. Inicialmente, no que se refere aos estudos de revisão da literatura, foi possível perceber que os assuntos relacionados à composição química dessa PANC e a sua atividade antioxidante são os principais interesses dos pesquisadores.

Os teores totais de compostos fenólicos e flavonoides e a atividade antioxidante da infusão da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller foram estudados. Foi relatado que o congelamento entre 7 e 21 dias não altera esses parâmetros em relação à infusão fresca. Isso torna o armazenamento refrigerado uma boa opção para o consumo tardio de bebidas dessa espécie. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo sobre o perfil volátil da farinha do caule da espécie *Pereskia aculeata* Miller. No total foram identificados trinta e quatro compostos voláteis nas amostras analisadas, sendo vinte e oito compostos não terpênicos e seis compostos terpênicos. Os ácidos hexadecanóico, octadecanóico, tetradecanóico e o fitol foram os únicos compostos detectados em todas as frações voláteis avaliadas. O fitol destaca-se como composto majoritário dos óleos essenciais, seguido do ácido hexadecanóico, o qual apresenta elevada concentração em todas as frações voláteis analisadas. O enriquecimento de alimentos com a farinha do caule de *P. aculeata* Miller pode ser uma estratégia interessante, para atingir a ingestão diária recomendada de certos minerais como o ferro, o cálcio e o potássio.

Os frutos e flores da *P. aculeata* Miller também foram avaliados e apresentaram dados inéditos sobre a composição da fração volátil da planta. No total foram identificados vinte e oito compostos voláteis nas amostras analisadas, o ácido hexadecanóico e o escaleno foram detectados em todas as frações voláteis. O ácido linoleico, oleico e o fitol se destacam quantitativamente nos referidos óleos essenciais.

As folhas da ora-pro-nóbis ainda continuam sendo o objeto de maior interesse dos pesquisadores. À medida que informações confiáveis sobre esse produto natural chegam aos consumidores, a curiosidade e o interesse de consumo da população em

geral aumenta. Este estudo contribui para a literatura da área, permitindo uma atualização e ampliação dos dados sobre atividade antioxidante, composição das frações volátil e não volátil, composição centesimal e mineral das farinhas de folhas da *P. aculeata* Miller. No total foram identificados trinta e nove compostos nas amostras de óleo essencial de FF de OPN, sendo a maioria (23) pertencente à classe terpênica. A β -ionona, o benzenoacetaldéido e a β -damascenona parecem ter grande influência sobre o aroma dos óleos essenciais das FF de OPN nos quais estão presentes. O ácido hexadecanoíco, isofitol, fitol, farnesil acetona, α -calacoreno e acetato de fitol merecem destaque na fração volátil das folhas por estarem presentes em todas as amostras. A análise de compostos não voláteis, identificou (14) compostos, sendo (8) ácidos fenólicos, (2) flavonoides e (4) alcaloides. Os óleos essenciais e extratos aquosos das FF de OPN apresentaram potencial antioxidante mensurável. O enriquecimento de alimentos com a farinha da folha de *P. aculeata* Miller pode ser uma estratégia interessante, para atingir a ingestão diária recomendada de proteínas, fibras e certos minerais como o ferro, o cálcio e o manésio.

APÊNDICE

PERFIL DA PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO NO BRASIL

POST-GRADUATION PROFILE IN NUTRITION IN BRAZIL

THIAGO VIEIRA DE MORAES¹, JÉSSYCA SANTOS SILVA², MARIANA RANGEL ALVES DE SOUZA³, CRISTIANE BARBOSA ROCHA⁴, RICARDO FELIPE ALVES MOREIRA⁴

1. Doutorando em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 2. Doutoranda em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras; 3. Graduanda em Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 4. Professor (a) Doutor (a), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

* Rua Mitre Teixeira, 290, Vila Ester, Lavras, Minas Gerais, Brasil. CEP: 37200-000. jessycarv89@hotmail.com

Recebido em 04/06/2019. Aceito para publicação em 12/07/2019

RESUMO

Com o surgimento de novas escolas de nutrição pelo país, o profissional nutricionista buscou aperfeiçoamento em diversas áreas. É sabido que por meio de suas habilidades, estes profissionais atingiram a sociedade em diferentes esferas, proporcionando aos especialistas da área, participação efetiva na orientação/reeducação alimentar da população, como também na discussão de políticas públicas governamentais voltadas à segurança alimentar e nutricional no país. Esse trabalho visa estabelecer o perfil da pós-graduação em Nutrição "stricto sensu" no Brasil, fornecendo informações como, por exemplo, distribuição geográfica dos cursos, quadros de docentes etc. Foram monitorados os programas de pós-graduação "stricto sensu" classificados na área de conhecimento de Nutrição, alocados no campo de Nutrição de acordo com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Para tanto, foi realizada uma pesquisa nas plataformas Sucupira e GeoCAPES (Sistema de Informações Georreferenciadas) que possibilitou o acesso rápido e gratuito aos dados de 2017 sobre os diferentes PPGN.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição, saúde, pós-graduação, stricto sensu.

ABSTRACT

With the emergence of new schools of nutrition throughout the country, the nutritionist sought improvement in several areas. It is known that through their abilities, these professionals reached society in different spheres, providing specialists in the field, effective participation in the food orientation / reeducation of the population, as well as in the discussion of governmental public policies focused on food and nutritional security in the country. This work aims to establish the profile of post-graduation in Nutrition "stricto sensu" in Brazil, providing information such as geographical distribution of courses, staff of teachers, etc. The "stricto sensu" graduate programs, classified in the Nutrition knowledge area, were registered in the field of Nutrition according to CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel). For that, a research was carried out on the Sucupira and GeoCAPES platforms (Georeferenced Information System), which enabled free and fast access to the 2017 data on the different PPGNs.

KEYWORDS: Nutrition, health, post-graduation, stricto sensu.

1. INTRODUÇÃO

Desde a Grécia Antiga a humanidade se preocupava com a ingestão diária de alimentos. Grandes filósofos como Hipócrates e Platão já colaboravam com essa discussão, relacionando saúde e alimentação. Entretanto, no Brasil, a ciência nutricional teve início em meados de 1940, onde a fusão entre as áreas da saúde coletiva e nutrição clínica, em algumas faculdades de medicina da região sudeste, possibilitaram a criação de um profissional que fosse habilitado para atuar de modo específico e científico no mercado de trabalho¹. Dessa forma, a partir da década de 60 o profissional nutricionista foi reconhecido, tendo seu exercício regulamentado pela Lei nº 5.276 de 24 de abril de 1967, posteriormente revogada e substituída pela Lei nº 8.234 de 17 de setembro de 1991².

Com o surgimento de novas escolas de nutrição pelo país, o profissional nutricionista buscou aperfeiçoamento em diversas áreas, tal como: 1. Alimentação Coletiva/Institucional; 2. Nutrição Clínica/Dietoterapia; 3. Nutrição Coletiva/Social; 4. Docência; 5. Nutrição Industrial; 6. Nutrição Esportiva; 7. Nutrição e Marketing³. É sabido que por meio de suas habilidades, estes profissionais atingiram a sociedade em diferentes esferas, proporcionando aos especialistas da área, participação efetiva na orientação/reeducação alimentar da população, como também na discussão de políticas públicas governamentais voltadas à segurança alimentar e nutricional no país^{4,5}.

Entretanto, sabe-se que a globalização trouxe novos cenários para o mercado de trabalho, pressionando a classe trabalhista a atender novas exigências para o êxito profissional. Sendo assim, neste ambiente cada vez mais competitivo, a busca por diferentes modelos de formação continuada torna-se um instrumento para a construção deste novo modelo de excelência. Perante essas transformações, os nutricionistas buscam na pós-graduação, consolidar o conhecimento científico, como também aprimorar o exercício de suas atividades⁶. No Brasil, no que diz respeito aos programas de pós-graduação em Nutrição (PPGN), nota-se um interesse

crescente pela área⁷. Tal progresso pode ser resultado da solidificação e colaboração entre os grupos de pesquisadores da área, que de certo modo auxiliam no fortalecimento acadêmico-científico, contribuindo para o avanço dessa temática no cenário nacional.

Desta maneira, esse trabalho visa estabelecer o perfil da pós-graduação em Nutrição “stricto sensu” no Brasil, fornecendo informações como, por exemplo, distribuição geográfica dos cursos, quadros de docentes etc.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram monitorados os programas de pós-graduação “stricto sensu” classificados na área de conhecimento de Nutrição, alocados no campo de Nutrição de acordo com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Para tanto, foi realizada uma pesquisa nas plataformas Sucupira e GeoCAPES (Sistema de Informações Georreferenciadas) que possibilitou o acesso rápido e gratuito aos dados de 2017 sobre os diferentes PPGN. Identificando os programas de pós-graduação e suas respectivas instituições de ensino, foi possível realizar uma busca em seus endereços eletrônicos, para obtenção de dados complementares que pudessem enriquecer a discussão. Ao final da pesquisa, foi realizada uma análise descritivo-comparativa de diferentes indicadores de

qualidade desses programas.

3. DISCUSSÃO

Ao considerar os dados dispostos na plataforma Sucupira, foi possível verificar que a maioria das instituições de ensino superior (IES), que ofertam os PPGN no Brasil (Tabela 1), segue o regime semestral para novas candidaturas (79%); o que permite ao postulante maiores possibilidades de ingresso durante o ano. Ainda na tabela 1, nota-se que 93% das IES são públicas; o restante (7%) refere-se às instituições privadas, cuja mensalidade média recolhida chega próximo ao valor de R\$1.834,00 (um mil, oitocentos e trinta e quatro reais), ou seja, aproximadamente dois salários mínimos, considerando o valor de R\$ 937,00 para o salário mínimo no ano de 2017. Diferentes termos são empregados na construção dos nomes dos programas de pós-graduação em nutrição no país, sendo os mais frequentes “nutrição”, “saúde”, “alimentos” e “ciências”. A construção destas terminologias é de suma importância para as escolas, pois possibilita aos grupos de pesquisa, extrapolar o campo de conhecimento e, também, atender aos quesitos relacionados ao eixo epistêmico estabelecido pela CAPES.

Tabela 1. Programas de pós-graduação em nutrição em funcionamento no Brasil de acordo com os dados da Plataforma Sucupira⁸.

IES	NOME DO PROGRAMA	INÍCIO	INGRESSO
CUSC	Nutrição do nascimento à adolescência	2013	A
UFCSPA	Ciências da Nutrição	2017	A
UFSE	Ciências da Nutrição	2016	S
UNB	Nutrição Humana	2000	S
USP	Nutrição e Metabolismo	2016	A
UERJ	Alimentação, Nutrição e Saúde	2008	S
UNISINOS	Nutrição e Alimentos	2012	S
UNICAMP	Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo	2013	S
UECE	Nutrição e Saúde	2011	S
UFBA	Alimentação, Nutrição e Saúde	2005	S
UFPB	Ciências da Nutrição	2012	S
UFAL	Nutrição	2005	S
UFG	Nutrição e Saúde	2009	S
UFLA	Nutrição	2017	S
UFMT	Nutrição, Alimentos e Metabolismo	2008	S
UFMG	Nutrição e Saúde	2013	S
UFOP	Saúde e Nutrição	2008	S
UFPEL	Nutrição e Alimentos	2013	S

UFPE	Nutrição	2012	S
	Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica	2014	S
UFSC	Nutrição	2013	S
UNIFESP	Alimentos, Nutrição e Saúde	2014	S
	Nutrição	2012	A
UFV	Ciências da Nutrição	2012	S
UFES	Nutrição e Saúde	2015	S
UFPR	Alimentação e Nutrição	2012	S
UFRJ	Nutrição	2012	S
	Nutrição Clínica	2013	S
UFRN	Nutrição	2014	S
UFRGS	Alimentação, Nutrição e Saúde	2016	A
UFF	Ciências da Nutrição	2017	A

A: anual; S: semestral CUSC: Centro Universitário São Camilo; UFCSPA: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre; UFSE: Universidade Federal de Sergipe; UNB: Universidade de Brasília; USP: Universidade de São Paulo; UERJ: Universidade Estadual do Rio de Janeiro; UNISINOS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos; UNICAMP: Universidade de Campinas; UECE: Universidade Estadual do Ceará; UFBA: Universidade Federal da Bahia; UFPA: Universidade Federal do Pará; UFPE: Universidade Federal de Pernambuco; UFPI: Universidade Federal do Piauí; UFG: Universidade Federal de Goiás; UFLA: Universidade Federal de Lavras; UFMT: Universidade Federal do Mato Grosso; UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais; UFOP: Universidade Federal de Ouro Preto; UFPEL: Universidade Federal de Pelotas; UFPE: Universidade Federal do Pernambuco; UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina; UNIFESP: Universidade Federal de São Paulo; UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFRS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; UFF: Universidade Federal Fluminense Fonte: Plataforma Sucupira – Coleta CAPES⁵

Por vez, admite-se que a maioria dos PPGN esta concentrada na região Sudeste do Brasil (Tabela 2), visto que os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro acumulam quase a metade da fatia dos programas oferecidos em nosso país. Até o momento não há registros de PPGN na região norte do Brasil de acordo com os relatórios propostos pela CAPES. Isso pode ser explicado pela baixa quantidade de profissionais da área de nutrição nessa região, segundo

o Conselho Federal de Nutrição (CNF) em seu IV relatório de 2017, a Regional Norte (CRN-7) totaliza apenas 5.552 inscrições. Relacionando a quantidade de habitantes/km² de cada região com a quantidade de PPGN observada nas mesmas (IR), percebe-se que a região sul é a que apresenta maior oportunidade de estudo superior continuado aos profissionais da área (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição dos PPGN de acordo com a região geográfica no Brasil.

REGIÃO	Nº HAB*	M	MP	D	%(**)	IR
Centro-Oeste	8,75	3	0	1	10%	2,91
Nordeste	34,15	8	0	3	26%	4,26
Sudeste	86,92	12	2	6	45%	6,21
Sul	48,58	5	1	1	19%	8,09

(*) Número de habitantes/km², segundo BRASIL⁹; (**) Percentual de distribuição do PPGN de acordo com a região geográfica no Brasil. índice de representatividade (IR) = (nº de habitantes/km²)/quantidade de PPGAN); M: Mestrado; MP: Mestrado Profissional; D: Doutorado. Fonte: os Autores.

A criação de novas IES e novos PPGN nas últimas décadas, associada ao desenvolvimento de políticas que têm facilitado o acesso de diferentes grupos populacionais à educação superior, exige atenção das autoridades competentes para que a qualidade do ensino ofertado continue sendo garantida. Sendo assim, diferentes processos de avaliação são

frequentemente utilizados na mensuração da qualidade educacional. Neste sentido, o ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) para cursos de graduação e as avaliações periódicas realizadas pela CAPES para os cursos de pós-graduação, são empregados com o objetivo de monitorar a qualidade do ensino superior, permitindo que ajustes periódicos

sejam realizados. Pela análise da tabela 3, percebe-se que os maiores conceitos do ENADE pertencem as IES originárias das regiões Sudeste e Sul do Brasil, onde a nota máxima foi conferida à Universidade Federal de Lavras (UFLA) (3,98) e mínima à Universidade do Vale do Rio Sinos (UNISINOS) (1,93). No caso da avaliação dos PPGN realizada pela CAPES, as melhores avaliações foram atribuídas à Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Universidade Federal do

Rio de Janeiro (UFRJ) (6 pontos), seguidas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (5 pontos). A interpretação desses dados, no contexto educacional, permite que as IES proponham ajustes no quadro de docentes, desenvolvam estratégias para a distribuição de verbas e discutam a aplicação de novas metodologias relacionadas ao desenvolvimento acadêmico-científico nas escolas e programas de pós-graduação de Nutrição.

Tabela 3. Dados de avaliação dos IES pelo ENADE e dos PPGN pela CAPES.

IES	CAPES*		ENADE**	
	M	D	NOTA	POSIÇÃO
Centro Universitário São Camilo (CUSC)	3	-	3,15	55º
Universidade Fed. de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)	3	-	3,89	8º
Fundação Universidade Federal De Sergipe (FUFSE)	3	-	3,81	13º
Universidade de Brasília (UNB)	4	4	3,88	9º
Universidade de São Paulo (USP)	4	4	-	-
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	3	-	1,93	133º
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	4	4	3,63	25º
Universidade Estadual do Ceará (UECE)	3	-	1,94	113º
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	4	4	3,61	26º
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	4	4	3,31	45º
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	3	-	3,83	12º
Universidade Federal de Goiás (UFG)	4	-	3,73	18º
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	3	-	3,98	2º
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	3	-	3,6	27º
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	3	-	3,64	24º
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	4	-	3,71	20º
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	4	-	3,25	49º
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	5 3	5 -	3,69	21º
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	4	4	3,78	15º
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	3 6	- 6	2,95	68º
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	6	6	3,94	5º
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	3	-	3,8	14º
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	3	-	3,40	39º
Universidade Federal do Rio De Janeiro (UFRJ)	6 3	6 -	3,45	36º
Universidade Fed. do Rio Grande Do Norte (UFRN)	3	-	3,66	23º
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	3	-	3,91	7º
Universidade Federal Fluminense (UFF)	3	-	2,12	121º

(*) Dados CAPES – Plataforma Sucupira⁸; (**) Exame Nacional de Desempenho de Estudantes, consultado em RUF¹⁰.

No que concerne aos docentes (Tabela 4), observa-se que a distribuição destes profissionais entre as instituições é variável. Nota-se que 65% das

instituições presentes neste estudo apresentam valores inferiores à média nacional (19 profissionais/PPGN). Cabe observar ainda que a produtividade (publicações

bibliográficas, técnicas e artísticas) cadastradas na Plataforma Sucupira durante o Coleta CAPES de 2017, mostrou-se diretamente proporcional ao número total de educadores associados aos PPGN. Nesse sentido, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual do Ceará (UECE) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA) são as IES que apresentaram os maiores valores para a razão produtividade/docente (15,9; 13,46; 13,43, respectivamente). Os piores resultados para esse parâmetro foram observados na Universidade Federal

Fluminense (UFF) e na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com índices de 2,0 e 3,1, respectivamente. No caso da UFF, esse baixo índice de produtividade por docente pode ser explicado pelo fato de seu PPGN (Ciências da Nutrição) ter iniciado suas atividades no de 2017. Esses resultados corroboram com os dados de Rodrigues, Sobrinho & Ferreira¹¹, onde é possível notar uma desigualdade do progresso científico e tecnológico entre as unidades federativas do Brasil.

Tabela 4. Relação do número de membros efetivos, linhas de pesquisa e produtividade dos PPGN.

IES	DP	LP	R**	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES***
CUSC	12	2	6	122
UFCSPA	13	3	4,3	138
FUFSE	13	2	6,5	88
UNB	17	2	8,5	85
USP	16	2	8	158
UNISINOS	21	3	7	103
UNICAMP	24	2	12	148
UECE	15	3	5	202
UFBA	22	4	5,5	174
UFPB	16	2	8	100
UFAL	27	2	13,5	54
UFG	16	3	5,3	136
UFLA	16	2	8	215
UFMT	15	3	5	160
UFMG	18	3	6	222
UFOP	28	2	14	206
UFPEL	33	3	11	167
UFPE	24	3	8	130
UFSC	14	2	7	83
UFSC	27	3	9	148
UNIFESP	19	3	6,3	116
UFV	16	2	8	143
UFES	17	4	4,25	145
UFPR	17	2	8,5	129
UFRJ	18	4	4,5	287
UFRJ	10	2	5	92
UFRN	14	2	7	151
UFRGS	14	2	7	121
UFF	36	2	18	113

(*) DP: quantidade de docentes permanentes do PPGN; LP: linhas de pesquisa; (**) Relação do total de docentes/linhas de pesquisa; (***) Publicações bibliográficas, técnica e artísticas cadastradas na Plataforma Sucupira – Coleta CAPES⁶.

4. CONCLUSÃO

A grande diversidade de áreas de atuação do

profissional nutricionista mostra a quão complexa e importante é a profissão para a área de saúde. Para garantir a atualização e a qualificação desses profissionais é necessário incentivar cada vez mais o

desenvolvimento de PPGN de alto nível, visto que atualmente essa parece ser a forma mais frequente e eficiente de aprimoramento de seus conhecimentos práticos e teóricos. É necessário ampliar a oferta de PPGN, tornando sua distribuição mais uniforme no país. Nesse aspecto, uma atenção especial deve ser dada à região norte do Brasil. Para tanto, é necessário incentivar o deslocamento e a fixação de profissionais de reconhecido saber na área para as regiões mais carentes. Além disso, a disponibilização de recursos financeiros para garantir o desenvolvimento de projetos de pesquisa de alta qualidade científica é essencial. Essas mudanças podem contribuir para a ampliação dos interesses e habilidades desta categoria profissional, ampliando a produtividade dentro dos PPGN e facilitando a transferência e a disseminação do conhecimento nutricional para toda a comunidade.

Esocite.br/tecroc 2017; 2(gt29):1-24. Brasília, DF.

REFERÊNCIAS

- [1] Vasconcelos FAG, Calado CLA. Profissão nutricionista: 70 anos de história no Brasil. *Rev Nutr* 2011. 24(4): 605-617.
- [2] Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Regulamenta a profissão do nutricionista. Decreto Lei no 8.234, de 17 de setembro de 1991. Brasília, 1991.
- [3] Brasil. Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução n. 380, de 09 de dezembro de 2005. Brasília, DF. [acesso 8 mai. 2018] Disponível em: <http://www.cfn.org.br/novosite/pdf/res/2005/res380.pdf>
- [4] Brasil. Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN Nº 358/2005. Dispõe sobre as atribuições do Nutricionista no âmbito do Programa de Alimentação Escolar (PAE) e dá outras providências. [acesso 22 ago. 2009]. Disponível em: <http://www.cfn.org.br/novosite/pdf/res/2005/res358.pdf>
- [5] Kac G, Proença RPC, Prado SD. A criação da área "nutrição" na Capes. *Rev Nutr* 2011. 24(6): 905-916.
- [6] Vieira VBR, Teo CRPA, Ferretti F. Potencialidades e desafios no processo de formação de nutricionistas. *Rev Perspectiva* 2018. 36(1): 308-329.
- [7] Kac G, Fialho E, Santos SMC, Assis AMO. Reflexões do I fórum de coordenadores de programas de pós-graduação em nutrição no Brasil. *Rev Nutr* 2006. 19(6): 771-84.
- [8] Brasil. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. [Internet] Brasília: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; 2017 [acesso 20 mar. 2018]. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/plataforma-sucupira>.
- [9] Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico de 2010. [Acesso 20 Fev. 2018]. Disponível em: www.ibge.org.br
- [10] RUF (Ranking Universitário Folha). 2017. [Acesso 20 mar. 2018]. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2017/ranking-de-cursos/nutricao/>
- [11] Rodrigues DC, Sobrinho MV, Ferreira LR. Desigualdades Interestaduais em Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Um estudo exploratório. In: VII Esocite/Tecroc Simpósio Nacional De Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2017; Anais VII