



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE
ALIMENTOS

Potencial tecnológico da folha da *Pereskia aculeata* Miller (ora-pro-nóbis): Uma Revisão

Larissa Wainstein Silva

Florianópolis

2019

LARISSA WAINSTEIN SILVA

Potencial tecnológico da folha da *Pereskia aculeata* Miller (ora-pro-nóbis): Uma Revisão

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina apresentado como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Florianópolis

2019

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Professora Renata Dias de Mello Castanho Amboni pela paciência e por me ajudar a dar o primeiro passo nessa jornada do Trabalho de conclusão do curso;

Aos meus colegas, Ana Carolina Meyer, Ana Luiza Kruger, André Coiroló, Arthur Gomes, Beatriz Buratto, Gabriel Dal Cortivo, Guilherme Jacques, Lorena Bendazolli e Sofia Grechi, pela ajuda e compreensão ao longo de toda a graduação.

A todos, meu muito obrigada.

RESUMO

A *Pereskia aculeata* Miller é uma planta não tóxica, de fácil reprodução e cultivo e resistente à déficit hídrico. Recentemente vem ganhando atenção no meio científico por suas características químicas e físico-químicas e pelo potencial de suas propriedades funcionais. As excelentes propriedades nutricionais e tecnológicas geraram aplicações inovadoras na indústria farmacêutica, nutracêutica e de alimentos, assim como no tratamento de água e na alimentação animal. A planta tem sido estudada principalmente a partir das suas folhas e o conteúdo mucilaginoso que é extraído destas. Se destacam principalmente o alto teor de proteína de alta qualidade e conteúdo de fibras e minerais. Além disso, a mucilagem extraída pode ser utilizada pela indústria como espessante, agente gelificante e emulsificante e para aumentar o teor de proteínas. O foco desse trabalho é fornecer um resumo de vários produtos e aplicações das folhas da ora-pro-nóbis e compilar os principais dados de pesquisas relacionadas à sua composição nutricional, além das características tecnológicas, comportamento reológico e etapas de obtenção da mucilagem. Uma revisão de literatura foi realizada em quatro bases de dados eletrônicas, *Pubmed*, *Science Direct*, Google Acadêmico e Periódicos Capes com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão das propriedades da folha e potencializar sua divulgação, evidenciando sua capacidade de se tornar um hidrocolóide alternativo e uma fonte de agentes farmacêuticos e terapêuticos. Além de estimular futuros estudos que possam qualificar e possibilitar a produção em escala comercial das hortaliças não-convencionais e justificar o seu resgate e aumento de valor agregado.

Palavras-chave: *Cactaceae*, mucilagem, hidrocolóide, hortaliça não-convencional, carne-de-pobre.

ABSTRACT

Pereskia aculeata Miller is a non-toxic plant of easy reproduction and cultivation and resistant to water deficit. Recently the attention given to this plant by the scientific world has increased, mostly because of its differentiated chemical and physicochemical characteristics besides potential functional properties. The outstanding nutritional and technological properties lead to innovative applications in the food, nutraceutical and pharmaceutical industries, as well as in water treatment and animal feed. Plants of the genus *Pereskia* (Cactaceae) have been studied mainly for their leaves and the mucilaginous content that is extracted from it. They stand out mostly because of the high content of high quality proteins and the concentration of fibers and minerals. In addition the extracted mucilage can be used by the industry in formulations as thickening, gelling and emulsifying agent and to increase the protein content in foods. The aim of this work is to give an overview of the various products and applications of the leaves of *ora-pro-nóbis* and compile main scientific data about the nutritional composition as well as technological features, rheological behavior and the stages of obtaining the mucilage. A review of the literature was conducted in four electronic databases, *Pubmed*, *Science Direct*, Google Academics and Periódico Capes with the purpose of providing a better understanding of the leaves features and the promotion of its applications, showing its ability to become an alternative hydrocolloid and a source of pharmaceutical and therapeutic agents. As well as to stimulate further studies that may qualify and enable commercial-scale production of non-conventional vegetables and justify their rescue and increase in added value.

Keywords: *Cactaceae*, mucilage, hydrocolloid, non-conventional vegetable, meat for the poor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folhas da <i>Pereskia aculeata</i> Miller.....	15
Figura 2 – Fluxograma de processos para obtenção de mucilagem das folhas de OPN.....	26

LISTA DE TABELAS (NÃO É OBRIGATÓRIO)

Tabela 1 – Composição Nutricional em $g\ 100\ g^{-1}$ (peso seco).....	19
Tabela 2 – Composição da Mucilagem da ora-pro-nóbis em $g\ 100\ g^{-1}$ (peso seco).....	23
Tabela 3 – Aplicações da folha da OPN em produtos.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

MOPN – Mucilagem da ora-pro-nóbis

OMS – Organização Mundial de Saúde

OPN – Ora-pro-nóbis

PAM – *Pereskia aculeata* Miller

PANC – Planta alimentícia não convencional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
2 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	14
3 POTENCIAL TECNOLÓGICO DA FOLHA DA <i>Pereskia aculeata</i> Miller (ORA-PRO-NÓBIS): UMA REVISÃO	15
3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FOLHA	15
3.1.1 Minerais.....	21
3.1.2 Vitaminas.....	22
3.1.3 Composição da mucilagem.....	22
3.2 OBTENÇÃO DA MUCILAGEM.....	24
3.3 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA MUCILAGEM.....	29
3.4 USOS E APLICAÇÕES DA DA FOLHA DA ORA-PRO-NÓBIS	33
3.4.1 Uso da mucilagem.....	33
3.4.2 Enriquecimento Proteico.....	34
3.4.3 Fármacos e Cosméticos	37
3.4.4 Alimentação Animal.....	37
5 CONCLUSÃO.....	42
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma vasta biodiversidade de plantas com propriedades importantes. Um exemplo é a *Pereskia aculeata* Miller (PAM), que é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC). PANCs são plantas com distribuição limitada, restrita à determinadas localidades ou regiões, não cultivadas e que fazem parte da culinária regional, não despertando o interesse comercial de empresas do ramo agrícola (KINUPP, 2009). As PANCs ganharam a atenção da comunidade científica e se tornaram uma alternativa para o aproveitamento da biodiversidade brasileira, sendo fontes nutricionais acessíveis pela população, devido ao baixo custo.

A *Pereskia aculeata* Miller, conhecida como ora-pro-nóbis (OPN) ou também como rosa-madeira, jumbeba, groselha de barbados, groselha das Américas, guaiapá (nome indígena que significa fruta com espinhos), trepadeira limão ou ainda popularmente como "carne de pobre", é uma planta perene da América tropical. A espécie pertence à família *Cactaceae* e a subfamília *Pereskioideae*. No Brasil seu cultivo ocorre em diversas regiões, desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (DAYRELL; VIEIRA, 1977; DUARTE; HAYASHI, 2008; ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA., 1974)

A ora-pro-nóbis apresenta simplicidade do cultivo, alta produtividade, fácil propagação e adaptação em diferentes solos e climas, baixa incidência de doenças e a baixa demanda de água e fertilização. O alto conteúdo proteico e ausência de toxicidade das folhas (ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA 1974; SILVA et al., 2017) permitem o uso da espécie em processos alimentícios e farmacológicos, além da utilização da sua mucilagem como nova fonte de hidrocolóides (AMARAL, 2016). É usada na culinária local e na medicina popular, onde as folhas são usadas para aliviar inflamações e queimaduras (SARTOR et al., 2010; SOUZA et al., 2009)..

Almeida Filho e Cambraia (1974) foram os primeiros pesquisadores a relatar o alto valor nutritivo das folhas de ora-pro-nóbis, observando teor de proteína (25,5 %) superior ao encontrado em outros vegetais. De acordo com Sierakowski et al. (1987) e Nascimento (2016), além do alto teor proteico, as proteínas desta PANC apresentam alta digestibilidade.

Apesar de existirem estudos datados de 1974, a ora-pro-nóbis só começou a ser estudada mais a fundo nos últimos cinco anos. As folhas são ricas em aminoácidos essenciais, minerais (cálcio, magnésio, manganês, zinco e ferro) e vitaminas (A, C e ácido fólico) e são fonte nutricional suplementar na dieta de muitos brasileiros. Além

disso, são altamente mucilaginosas e estudos têm demonstrado que a extração desta goma é viável (LIMA JUNIOR et al., 2013).

A mucilagem é um carboidrato complexo que contém alta capacidade de absorção de água, o que permite o uso como hidrocolóide (SÁENZ; SEPÚLVEDA; MATSUHIRO, 2004). Esses são polissacarídeos com estruturas flexíveis, longas, lineares e que aumentam a viscosidade mesmo em baixas concentrações (VARDHANABHUTIA; IKEDA, 2006). A mucilagem da ora-pro-nóbis apresenta propriedades de aplicação na indústria como espessante, gelificante e emulsificante e ainda pode aumentar o teor proteico (AMARAL et al., 2018). O pó das folhas pode ser utilizado como suplemento nutracêutico para enriquecer pães, bolos, biscoitos, tortas e massas em geral (DA SILVA et al., 2010).

A suplementação alimentar está sendo muito utilizada pelas pessoas devido a rotina corrida e falta de tempo de preparar os alimentos (QUEIROZ et al., 2015). Segundo da Silva et al. (2010), a crescente procura por alimentos nutritivos e saborosos, que beneficiem a saúde vem estimulando o estudo da incorporação de ingredientes funcionais que agreguem valores sem afetar as propriedades físicas e sensoriais do produto. Assim, o enriquecimento proteico de alimentos tem ganhado destaque na área de alimentos funcionais.

A aplicação de tecnologia para a conversão de ora-pro-nóbis em uma fonte proteica é um método alternativo para o aproveitamento de espécies sem valor comercial, que pode enriquecer e melhorar a composição dos alimentos através não somente das proteínas, que fornecem alta concentração de aminoácidos essenciais e não essenciais, mas também com vitaminas, minerais, fibras e hemicelulose (TAKEITI et al., 2009; ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA., 1974; DA SILVA et al., 2010).

A planta pode ser usada em suplementos para alimentação humana e para alimentação animal (SOBRINHO et al., 2015) e já são encontrados no comércio concentrados proteicos obtidos a partir de suas folhas. Além disso, podem ser usadas como ingrediente substituto da proteína animal, para suportar a produção de alimentos ricos em proteína, suprimindo a demanda do mercado vegetariano e vegano. Ademais, devido a presença de grande quantidade de goma e da presença do biopolímero arabinogalactana, despertou-se o interesse para o estudo de uma potencial nova fonte de extração de aditivos. Essa rica composição, aliada ao fato do biopolímero arabinogalactana estar ligado ao componente proteico, possibilita o estudo de sua

mucilagem como nova fonte de hidrocolóides (AMARAL et al., 2018; LIMA JUNIOR et al., 2013).

Apenas algumas espécies vegetais são altamente cultivadas para obtenção de gomas para a indústria alimentícia. Poucas substâncias têm mecanismos emulsificantes comparáveis à goma arábica, que possui alto valor comercial. Por isso, pesquisas para encontrar substitutos mais acessíveis que a goma arábica na indústria de alimentos têm aumentado (LAGO et al., 2019; PORTO; CRISTIANINI, 2014). Isso se mostra cada vez mais importante quando avaliamos a projeção da “Hydrocolloids Market – Global Trend & Forecast to 2019” de que este mercado de hidrocolóides está estimado em US\$ 7911,1 milhões para 2019, mostrando que o aumento no consumo é uma tendência mundial, ou seja, existe uma grande procura por novas fontes de hidrocolóides que atenda a demanda e as funções necessárias (SALEHI; KASHANINEJAD, 2014).

A maioria dos hidrocolóides usados na indústria alimentícia brasileira são importados, representando um alto custo no produto final (LIMA JUNIOR et al., 2013). Por isso, o uso da mucilagem da ora-pro-nóbis passa a ser muito interessante e proveitoso para a indústria, pois pode suprir essas necessidades, diminuir o impacto da variação de preços por sazonalidade e substituir emulsificantes sintéticos por naturais. Sem contar que hidrocolóides vegetais são procurados para substituir os extraídos de animais por serem mais bem aceitos pelo consumidor. Para isso, pesquisas a respeito das características, aplicações e extração dessa goma são necessárias. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é fornecer uma visão global sobre a composição química, propriedades nutricionais e tecnológicas das folhas da planta e obtenção da mucilagem, além das aplicações da ora-pro-nóbis em diversos produtos nas mais diversas áreas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão de literatura sobre a composição química, propriedades nutricionais e tecnológicas das folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller), obtenção e comportamento reológico da mucilagem, além das aplicações da ora-pro-nóbis em diversas áreas e produtos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Apresentar as informações de forma organizada e proporcionar uma melhor compreensão das propriedades das folhas da ora-pro-nóbis, além do mecanismo das interações da mucilagem em diferentes sistemas.

Concluir sobre o potencial do uso da ora-pro-nóbis como enriquecedor proteico e evidenciar a possibilidade da mucilagem da OPN se tornar um hidrocolóide alternativo e atuar como emulsificante, estabilizante e espessante.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A revisão de literatura desempenha o papel de transferência da informação, exerce a função histórica e de atualização, trazendo o desenvolvimento da ciência. Isso permite que os trabalhos possam ser vistos em perspectiva e novos direcionamentos sejam possíveis.

Diante do exposto, foi adotado o método de análise de conteúdo, que se inicia com a formulação de hipóteses através da ampla leitura dos artigos, teses e livros que envolvem o tema, onde são escolhidos os critérios relevantes a serem avaliados para chegarmos no objetivo já definido. Para o desenvolvimento deste trabalho foram avaliados artigos com as seguintes palavras chave: ora-pro-nóbis, *Pereskia aculeata*, mucilagem, hortaliça não-convencional e carne-de-pobre, nas seguintes base de dados, *Science direct* via *Scopus*, *Pubmed*, Periódico da Capes e Google Acadêmico, sem restrição de data de publicação, nas línguas inglesas e portuguesa.

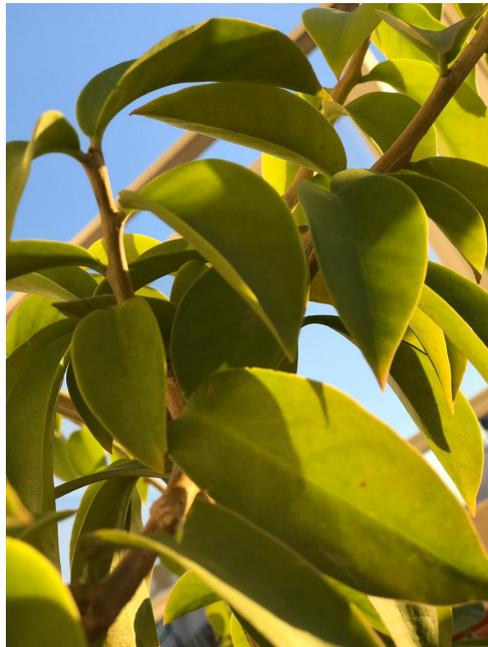
Neste trabalho buscou-se avaliar, através do olhar dos autores, a possibilidade e viabilidade do uso da ora-pro-nóbis em diversos produtos na área de alimentos e na saúde. Para essa avaliação foram considerados importantes os seguintes critérios: composição química, caracterização físico-química, obtenção da mucilagem e produtos principais já estudados.

3 POTENCIAL DE USO DA *Pereskia aculeata* Miller EM PRODUTOS: UMA REVISÃO

3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FOLHA

São muitos os estudos que avaliam a composição nutricional das folhas (Figura 1) da *Pereskia aculeata* Miller. A ora-pro-nóbis (OPN) apresenta destaque em relação aos teores de proteína, fibras dietéticas totais, minerais e vitaminas. Entre os estudos, existem algumas discrepâncias nos resultados de composição, provavelmente devido a diferentes regiões de cultivo, fatores ambientais e variações de solo (GONÇALVES et al., 2015; VARGAS; DA ROCHA; TEIXEIRA, 2017).

Figura 1 – Folhas da *Pereskia aculeata* Miller.



Fonte: A autora (2019).

Segundo Queiroz et al. (2015) a composição da ora-pro-nóbis também pode sofrer influência da luminosidade, onde uma maior quantidade de cinzas foi encontrada em folhas de plantas cultivadas em regiões com mais insolação e luminosidade. Além disso, a sazonalidade é outro fator que pode acarretar em alterações nos componentes dos vegetais. O ambiente quando passa por mudanças de temperatura, umidade e luz acaba influenciando nos teores de proteínas, lipídeos, fibras e açúcares, resultando em maiores concentrações destes no período do verão (VARGAS et al., 2016).

A folha da ora-pro-nóbis e seus derivados possuem importantes propriedades nutricionais para a alimentação humana. A Tabela 1 resume os resultados obtidos nos estudos da composição nutricional da ora-pro-nóbis. A concentração de proteínas nas folhas representa grande parte da composição, variando entre 14,38% e 27,79%.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) para uma dieta equilibrada é necessário que cerca de 15% da energia da alimentação seja proveniente das proteínas. Considerando que uma ingestão calórica média para um adulto saudável seja em torno de 2500 kcal, 375 destas deveriam ser sob a forma de proteína, o que equivale a aproximadamente 40 gramas. Observando a Tabela 1 é possível observar que a ora-pro-nóbis apresentou teores consideráveis de proteína e que a inserção de cerca de 200g de folha seca de OPN na dieta diária já poderia suprir grande parte da quantidade de proteína recomendada (ROCHA et al., 2008; SANTANA et al., 2018).

Ademais, comparando em matéria seca, 100g de OPN com 100g de feijão preto, que é uma fonte de proteína de origem vegetal popularmente consumida (TACO, 2006), podemos concluir que as folhas da cactácea possuem maiores teores proteicos (RODRIGUES et al., 2015). Porém, por mais que o conteúdo de proteína da OPN seja maior que o de muitos outros vegetais e hortaliças isso não significa, necessariamente, que a folha possua alta qualidade nutricional. A qualidade da proteína depende da digestibilidade e do perfil de aminoácidos (ALVES et al., 2008; HENRIQUES et al., 2008; ZEM et al., 2017).

Takeiti et al. (2009) avaliaram a digestibilidade da proteína *in vitro* de folhas de OPN hidrolisadas e obtiveram o resultado de 75,9%, que apesar de ser baixo comparado com o resultado de 85% de digestibilidade obtido por Cambraia (1980), ainda é considerado um valor alto. Além disso, segundo Takeiti et al. (2009) entre os aminoácidos essenciais o mais abundante foi o triptofano (5,52 g/100 g de matéria seca), contribuindo com 20,46% em relação ao conteúdo total de aminoácidos. Para os demais aminoácidos essenciais os resultados obtidos para 100g de matéria seca foram: 1,44% para a arginina, 0,59% para a histidina, 1,07% para a isoleucina, 2,00% para a leucina, 1,43% para a lisina, 1,27% para a fenilalanina, 1,00% para a treonina e 1,228% para a valina. Quando comparados, os valores obtidos foram muito semelhantes aos resultados de Almeida-Filho e Cambraia (1974), Albuquerque et al. (1991) e Morton (1987). Comparando os valores de aminoácidos essenciais com os padrões propostos pela FAO/WHO (1990), apenas a lisina e a metionina apresentaram valores abaixo do

recomendado. Desta forma, pode se concluir que a proteína da OPN é de alta qualidade e a aplicação das folhas como enriquecedor proteico pode ser considerada.

A ora-pro-nóbis pode contribuir também no aumento da ingestão de fibras dietéticas. A importância das fibras na dieta é evidenciada uma vez que uma alimentação rica em fibras pode prevenir desde varizes (RICHARDSON; DIXON, 1977) e diabetes (PATEL, 2015) a câncer de ovário (XU et al., 2018), hemorróidas e tumores intestinais (ISHIDA et al. 2000; SANDLER; PEERY, 2019). Além disso, a falta de fibras prejudica o peristaltismo intestinal (GIRÃO et al., 2003; TAKEITI et al., 2009).

As folhas da ora-pro-nóbis apresentam alto conteúdo de fibras (Tabela 1). Um alimento pode ser considerado rico em fibras quando tiver um mínimo de 6 g fibras/100 g do produto (BRASIL, 1998). Comparando este valor com os resultados obtidos pelos estudos, onde o teor mínimo de fibras obtido foi de 11,13 por Sobrinho et al. (2015) e o máximo foi de 29,62% por Girão et al. (2003), podemos observar que as folhas de OPN possuem valores elevados, sendo consideradas ricas em fibras dietéticas. Ainda é importante considerar que a OMS recomenda que a ingestão de fibras seja entre 25 a 30 gramas/dia (BRASIL, 1998), portanto o consumo de apenas 100 gramas das folhas de OPN já pode fornecer em torno de 50% do total de fibras recomendado (SATO et al., 2018).

Outro aspecto positivo da folha são os baixos níveis de lipídeos (Tabela 1). Com exceção do valor encontrado por Santana et al. (2018), que foi de 10,23%, os teores de lipídeos encontrados nos estudos não tiveram grandes variações e não ultrapassaram 5,23%. Segundo Vargas, da Rocha e Teixeira (2017), a ausência de grandes variações nos resultados da fração lipídica se deve por não sofrer influência da sazonalidade. Estes baixos valores permitem que as folhas da OPN possam ser utilizadas em dietas hipocalóricas ou com restrição de gordura (ROCHA et al., 2008; RODRIGUES et al., 2015).

Para o teor de carboidratos, estudos demonstraram grandes discrepâncias nos valores (Tabela 1). Em todos os estudos a fração de carboidratos encontrada se apresentou como o composto majoritário. Vargas, da Rocha e Teixeira (2017) determinaram por diferença o teor de 46,03% de carboidrato no inverno e 48,47% no verão. Outros três autores também determinaram carboidratos por diferença de folhas desidratadas, encontrando diferentes valores, 58,99% (SOUZA, 2014), 36,18% (ROCHA et al., 2008), e 48,39% (BARBALHO et al., 2016). Já Santana et al. (2018) utilizaram o método de Lane-Eynon para determinação do teor de carboidratos e

encontraram o valor de 43,23%. Além disso Martinevski et al. (2013) e Almeida Filho e Cambraia (1974) apesar de terem determinado por diferença, mesmo método utilizado pela maior parte dos estudos, obtiveram valores mais baixos de 24,80 e 29,53% respectivamente. Tais divergências podem estar relacionadas principalmente à fatores ambientais e sazonais já mencionados, além dos diferentes métodos de determinação. Mesmo com as variações, o valor de carboidratos totais das folhas OPN é significativo e pode auxiliar no sabor das folhas quando utilizadas como suplemento alimentar (SANTANA et al., 2018).

Tabela 1 – Composição Nutricional em $g\ 100\ g^{-1}$ (peso seco)

	Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Carboidratos	Fibras
Goncalves et al. (2015)	27,79	n.i.	20,12	n.i.	n.i.
Creiasco et al. (2016)	17,63	n.i.	n.i.	n.i.	11,94
Vargas, da Rocha e Teixeira, (2017)	11,55 inverno 17,91 verão	3,25 inverno 3,48 verão	25,69 inverno 22,67 verão	46,03 inverno 48,47 verão	11,55 inverno 17,91 verão
Girão et al. (2003)	19,67	n.i.	n.i.	n.i.	29,62
Martinevski et al. (2013)	20,10	2,07	13,66	24,80	n.i.
Takeiti et al. (2009)	28,4	4,1	16,1	n.i.	n.i.
Souza (2014)	14,38	2,54	15,97	58,99	n.i.
Rocha et al. (2008)	22,93	3,64	18,7	36,18	12,64
Rodrigues et al. (2015)	18,95	4,01	17,47	n.i.	n.i.
Almeida Filho e Cambraia (1974)	17,4 - 25,4	5,07	14,81	29,53	21,60
Silva et al. (2005)	24,73	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Zem et al. (2017)	21,00	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

Barbalho et al. (2016)	24,17	3,71	17,83	48,39	n.i.
Santana et al. (2018)	27,6	10,23	15,23	43,23	28,70
Sobrinho et al. (2015)	40,68	5,23	15,46	n.i.	11,13

n.i.: valor não informado

3.1.1 Minerais

Alguns estudos identificaram e quantificaram os minerais presentes nas folhas da ora-pro-nóbis. Takeiti et al. (2009) verificaram altas concentrações de cálcio (3.420 mg/100 g), seguido de magnésio (1.900 mg/100 g), valores similares aos de Almeida-Filho e Cambraia (1974), que reportaram para o cálcio de 3.400 mg/100 g e 1.500 mg/100 g para o magnésio. Cremasco et al. (2016) também relataram valores semelhantes para magnésio e cálcio, 1.050mg/100g e 2.880mg/100g, respectivamente. Sato et al. (2018) relataram valores um pouco mais altos, de 3.600mg/100g para o cálcio e 2.560 mg/100g para o magnésio. Entretanto, outros estudos apresentaram valores bem mais baixos destes minerais, como por exemplo, Oliveira et al. (2013) que encontraram 680 mg/100g para o magnésio e 2.160mg/100g para o cálcio e Rodrigues et al. (2015) que observaram valores para o teor de cálcio ainda mais baixos de apenas 105,00 mg/100 g.

Considerando os microelementos, vale salientar os teores de zinco e ferro das folhas. Segundo Takeiti et al. (2009) as folhas da ora-pro-nóbis são ricas fontes de zinco (26,71 mg/100 g) e ferro (14,18 mg/100 g). Oliveira et al. (2013) reportaram valores mais baixos de 5,9 mg/100g para o zinco e 9,4 mg/100g para o ferro. Cremasco et al. (2016) obtiveram valores semelhantes, de 4 mg/100g e 10,6 mg/100g para zinco e ferro, respectivamente. Mesmo com todas as diferenças, o teor de ferro é considerado alto quando comparado com o teor encontrado em outros vegetais. O espinafre, por exemplo, que é considerado um vegetal com alto teor de ferro, possui em média 3,1 mg/100 g de ferro, valor inferior ao encontrado nas folhas de OPN (ISHIDA et al., 2000).

Para o manganês, estudos demonstraram uma grande disparidade de valores. Takeiti et al. (2009) encontraram o valor de 46,4 mg/ 100 g, enquanto Cremasco et al. (2016) e Oliveira et al. (2013) obtiveram valores de 24,6 mg/100g e 2,8 mg/100g, respectivamente.

Comparando os valores obtidos nos estudos com os dados das quantidades recomendadas de minerais para um adulto fornecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que são de aproximadamente 1000 mg/dia de cálcio, 7 mg/dia de zinco, 260 mg/dia de magnésio, 2,3 mg/dia de manganês e 14 mg/dia de ferro (BRASIL, 2005) concluímos que folhas de OPN fornecem quantidades

significativas de minerais e são capazes de contribuir com as necessidades da dieta diária.

3.1.2 Vitaminas

De acordo com Takeiti et al. (2009) os níveis de vitamina A, vitamina C e ácido fólico das folhas da OPN são relevantes. Os teores encontrados de vitamina C podem variar de acordo com a idade da planta, condições do solo, cultivo, colheita, armazenamento e transporte. Ainda assim os valores de vitamina C encontrados em diferentes estudos foram semelhantes. Oliveira et al. (2013); Santana et al. (2018); Takiti et al. (2009) reportaram para 100 g de folha fresca, respectivamente 192,21 mg, 169,0 mg e 185,8 mg de vitamina C.

Já os valores de vitamina A e β -caroteno só foram estudados por Takeiti et al. (2009), que relataram para 100g de folha fresca 2333 UI para vitamina A e 4,2 mg para o β -caroteno. O conteúdo de ácido fólico encontrado por Takeiti et al. (2009) foi de 4,9 mg/100g de matéria seca, entretanto, Santana et al. (2018) obtiveram um valor consideravelmente maior, 9,88 mg/100g de matéria seca. A variação pode ser resultado do uso de diferentes métodos de determinação, diferenças de localidade de cultivo e manejo da planta.

3.1.3 Composição da mucilagem

As mucilagens, ainda que não bem definidas quimicamente, são estruturas poliméricas altamente ramificadas, construídas a partir de diferentes unidades de açúcar e ácido urônico (BONE; MILLS, 2013).

Os resultados obtidos para a composição da mucilagem da OPN estão apresentados na Tabela 2. Sierakowski et al. (1987) foram os primeiros a estudar a composição da mucilagem da OPN, obtendo valores de 12% de ácido urônico, através do método de Bitter e Muir (1962), 15% de proteína, determinada pelo método de Kjeldahl (Kabat e Mayer, 1964) e 41% de carboidrato, determinado pelo método de Dubois et al. (1956).

Estudos realizados por Lima et al. (2013) utilizando os mesmos métodos de Sierakowski et al. (1987) relataram a concentração de 10,47% de proteínas e 46,88% de carboidratos. Junqueira et al. (2019) obtiveram os mesmos resultados que Lima et al. (2013) para os teores de proteínas e carboidratos.

Martin et al. (2017) também apresentaram resultados semelhantes para proteína e carboidratos (Tabela 2), com variação para o teor de ácido urônico (26%), determinado pelo método de Filisetti-Cozzi e Carpita. (1991). Grandes diferenças foram observadas nos resultados de ácido urônico (Tabela 2). Conceição et al. (2014) através do método de Blumenkrantz e Asboe-Hansen. (1973) obtiveram apenas 0,44% de ácido urônico, bem abaixo dos 26% de Martin et al. (2017) e dos 12% de Sierakowski et al. (1987). Esta diferença na composição pode ser justificada pelos diferentes métodos de obtenção da mucilagem, já que o processo de extração com água quente pode resultar em auto-hidrólise, podendo reduzir significativamente a concentração de ácidos e carboidratos neutros. Portanto, é importante preservar esses componentes na estrutura da mucilagem quando se deseja descrever a composição presente na planta (MARTIN et al., 2017).

Os resultados obtidos pelos estudos para o teor de carboidratos foram similares, com exceção de Oliveira et al. (2019), que calcularam o teor de carboidratos por diferença e obtiveram 78,93%, um valor bem mais elevado que os demais.

Tabela 2 – Composição da Mucilagem da ora-pro-nóbis em $g\ 100\ g^{-1}$ (peso seco)

	Ácido Urônico	Proteína	Carboidratos
Oliveira et al. (2019)	n.i.	8,89	78,93
Lima Junior et al. (2013)	n.i.	10,47	46,88
Martin et al. (2017)	26,00	19,00	48,00
Sierakowski et al. (1987)	12,00	15,00	41,00
Junqueira et al. (2019)	n.i.	10,47	46,88
Conceição et al. (2014)	0,44	n.i.	n.i.

n.i.: valor não informado

Em relação ao teor de minerais da mucilagem da ora-pro-nóbis, Conceição et al. (2014); Junqueira et al. (2019) e Lima Junior et al. (2013) apresentaram resultados similares para cálcio ($3,35 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), potássio ($2,42 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), fósforo ($1,13 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), magnésio ($0,45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e enxofre ($0,98 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Martin et al. (2017) reportaram para a mucilagem da OPN um resultado para o magnésio semelhante ao que Takeiti et al. (2009) reportaram para a folha da planta, de $1,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Para os demais minerais os resultados obtidos por Martin et al. (2017) foram bem abaixo dos encontrados na literatura, ($0,15 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) para o cálcio, ($0,3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) para o potássio e ($0,094 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) para o fósforo. Estes valores mais baixos podem ser explicados pelo fato de neste estudo, diferente dos outros citados, não ter sido usado microscopia eletrônica para a determinação do conteúdo mineral. Na microscopia eletrônica não é necessário o tratamento químico do material, o que permite um resultado mais preciso. Ademais, diferenças de solo, cultivo, clima e principalmente processos de extração não podem ser descartadas como possíveis motivos de discrepância entre os valores.

3.2 OBTENÇÃO DA MUCILAGEM

O processo de obtenção da mucilagem da OPN possui as seguintes etapas: extração, filtração e secagem. O uso de um método de extração adequado é essencial para maximizar o rendimento e a qualidade do produto. Fatores como temperatura, pressão e proporção de solvente, por exemplo, podem afetar o processo (CONCEIÇÃO et al., 2014; JUNQUEIRA et al., 2018; LIMA JUNIOR et al., 2013; SILVA et al., 2017).

A preparação de hidrocolóides de fonte vegetal começa com a extração usando água, soluções ácidas ou alcalinas. As condições da extração mudam significativamente as características físico-químicas do produto final, que podem afetar a reologia e a função gelificante, espessante e emulsificante da mucilagem, comprometendo a estabilidade do produto (CONCEIÇÃO et al., 2014; MERCÊ et al., 2000).

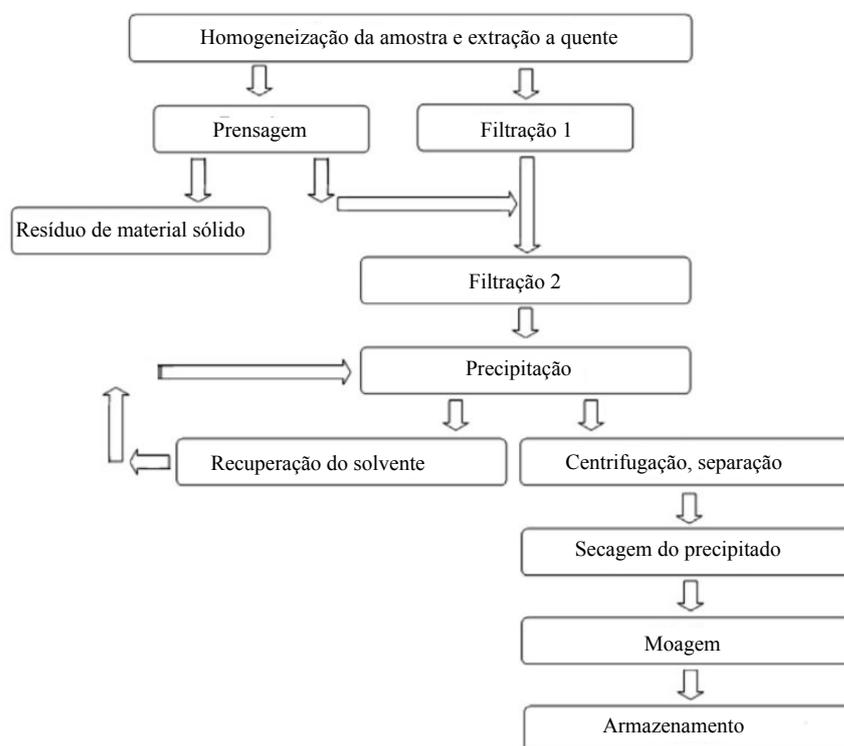
A extração de polissacarídeos de plantas pode ser feita através de métodos clássicos, onde a maioria é baseada na capacidade de extração de diferentes solventes com aplicação de processos térmicos e homogeneização. Um exemplo destes métodos é a extração Soxhlet, que foi utilizada por Sierakowski et al. (1987), primeiros

pesquisadores a reportarem a extração da mucilagem da ora-pro-nóbis. O polissacarídeo mucilaginoso obtido apresentou apenas 3,5% de proteína, contendo arabinose, galactose, ramnose, ácido galacturônico.

A obtenção da mucilagem da ora-pro-nóbis tem sido estudada por diversos pesquisadores nos últimos anos. Mercê et al. (2000) realizaram uma extração aquosa a 50°C das folhas de OPN em pó seguindo o processo descrito por Sierakowski et al. (1987) e encontraram os polissacarídeos como arabinogalactana e galactomananos que podem se complexar com Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , e Ni^{2+} mostrando viabilidade e perfis de adesão celular, características que podem ser úteis dependendo das aplicações biotecnológicas desejadas.

Lima Junior et al. (2013) investigaram o processo de extração da mucilagem da OPN e otimizaram os parâmetros envolvidos nos processos, utilizando a metodologia de superfície de resposta. Estes pesquisadores provaram que o processo industrial de obtenção da mucilagem é viável. O processo (Figura 1), que utiliza apenas etanol como agente químico, consiste em uma homogeneização e uma extração da matéria prima, onde o material triturado é colocado em banho termostático com temperaturas controladas que variaram de 40 a 80 °C, com agitação constante. A segunda etapa consiste da prensagem do extrato obtido na etapa anterior. A mistura resultante da primeira etapa foi filtrada a vácuo e o produto obtido foi chamado de Filtrado 1, que a seguir foi colocado em uma coluna de leito fixo com carvão ativado para remover pigmentos e sólidos insolúveis. Esse segundo filtrado foi submetido a precipitação com etanol e separado por centrifugação. A secagem do precipitado foi realizada sob vácuo em estufa. O produto seco foi moído, embalado e armazenado em recipiente fechados e protegido da luz e umidade. A partir destes processos as condições ideais de temperatura de extração e proporção de água/matéria prima foram encontradas, objetivando obter o rendimento máximo do precipitado, uma mucilagem com cor mais clara e uma maior viscosidade. Nas condições já otimizadas os resultados para os parâmetros foram: uma faixa de 54,6 a 80 °C para a temperatura de extração e 2,46 a 3,70 litros de água para 1 quilo de matéria prima, para a proporção ideal. Nestas condições, a mucilagem apresentou alto conteúdo de proteína ($10,47 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), cor clara, comportamento pseudoplástico e alta capacidade de formação de emulsão, provando que possui as propriedades necessárias para uso industrial como fonte alternativa de hidrocolóides.

Figura 1- Fluxograma do processo para obtenção de mucilagem das folhas de OPN.



Fonte: Adaptado de Lima Junior et al. (2013).

A partir do processo otimizado de Lima Junior et al. (2013), apenas pequenas mudanças e adaptações foram surgindo. A temperatura de extração escolhida pela maioria dos estudos foi de 75°C. Porém, como exceção, temos Carvalho et al. (2014) e Martin et al. (2017), que utilizaram métodos diferentes de Lima Júnior et al. (2013). O primeiro reporta uma turbo extração de folhas frescas de OPN com etanol, onde em seguida foi feita uma filtração e o filtrado foi seco sob leve aquecimento e pressão reduzida. O rendimento percentual do extrato de folhas frescas obtido variou entre 8,9% a 11%, dependendo do substrato e tratamento utilizado no solo.

Já Martin et al. (2017), trouxeram uma extração com um método menos agressivo, evitando o benzeno. As folhas de OPN foram imergidas em etanol por 72 h para remover lipídeos e pigmentos. O resíduo foi então seco em temperatura ambiente a 25 °C, e submetido a extração quente Soxhlet com etanol e seco novamente. O material foi submetido à extração aquosa, seguido de centrifugação para remover a fração insolúvel. O polissacarídeo foi precipitado com etanol 99% e seco a 25 °C. A

mucilagem obtida apresentou resultados de 19% de proteína e 26% de ácido urônico, valores superiores aos apresentados por Sierakowski et al. (1987) e Lima Junior et al. (2013).

Quando gomas são usadas como aditivos alimentares, algumas características têm de ser atendidas. Para um hidrocolóide ser usado comercialmente ele não pode alterar a cor e o sabor dos produtos, precisa se dispersar com facilidade, ser termoestável e livre de patógenos. O processo de extração convencional confere ao hidrocolóide uma cor escura, e por isso, a etapa de filtração é essencial. Para isso, uma coluna de leito fixo com carvão ativado pode ser utilizada. O carvão ativado tem o papel importante na adsorção de sabor, cores e odores indesejáveis, e é amplamente utilizado para purificação e separação de materiais. Porém, no processo de filtração durante a passagem pelo carvão ativado, o conteúdo de proteína é reduzido. Esta redução no teor de proteína está diretamente relacionada ao tempo de residência na coluna de filtração e por isso, deve ser controlado (LIMA JUNIOR et al., 2013). Além disso, é importante que este processo seja conduzido em atmosfera inerte, pois o processo demanda um período grande de tempo, podendo ocorrer o desenvolvimento de microrganismos. O gás nitrogênio comprimido a uma pressão de 1,2 atm é muito utilizado para este fim.

O estudo de Silva et al. (2017) monitorou a cor obtida e o conteúdo de proteína adsorvido após a filtração e determinou os tempos de residência necessários para cada temperatura analisada. Os resultados para os tempos necessários para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C foram respectivamente 15,15 horas, 19,70 horas e 26,06 horas. Os experimentos foram realizados com o conteúdo inicial de proteína de $29,93 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e nas temperaturas e tempos de residência obtidos as quantidades de proteína absorvidas foram 223,03 mg/g, 232,02 mg/g e 332,02 mg/g respectivamente. Todas as temperaturas apresentaram resultados satisfatórios para a análise de cor, onde após a filtração a cor escura diminuiu ficando mais próxima de cores neutras. Porém, em temperaturas mais altas, o carvão ativado apresentou maior afinidade pela adsorção de proteínas e em tempos de residência mais longos a remoção deste componente foi mais efetiva. Portanto, considerando que a proteína é um componente essencial da mucilagem da OPN, é mais vantajoso trabalhar a 30°C por 15,15 horas, onde os níveis de perda foram menores.

Além dos processos de extração e filtração, o processo de secagem é fundamental para podermos conservar a composição original, rica em polímeros e

proteínas, do hidrocolóide da OPN. Tanto Amaral et al. (2018, 2019) como Conceição et al. (2014), Lago et al. (2019), Oliveira et al. (2019) e Junqueira et al. (2018) utilizaram o método de extração otimizado por Lima Júnior et al. (2013) com pequena alteração, apenas na etapa de secagem onde o precipitado foi submetido à liofilização. Conceição et al. (2014) compararam o pó obtido através de secagem a vácuo em estufa (mesma forma que Lima Junior et al. (2013)) com o gel liofilizado a -40°C por 18 horas. Não foi identificado diferença significativa no teor de minerais, porém, as partículas obtidas através da liofilização se mostraram maiores, mais uniformes e menos aderentes umas das outras. A estrutura do gel liofilizado apresentou porosidade reduzida e pouca aglomeração, o que indica boa organização estrutural durante o processo de gelatinização.

Junqueira et al. (2018) estudaram dois diferentes métodos de secagem: secagem sob vácuo em estufa a $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas e secagem através de liofilização. Foi determinado o comportamento reológico da emulsão preparada com o hidrocolóide em pó obtido pelos dois processos de secagem e também foram avaliados o efeito da concentração de pó na capacidade e estabilidade da emulsão. As emulsões preparadas com hidrocolóides secos a vácuo apresentaram menor viscosidade que os preparados por liofilização. A exposição à temperaturas mais altas na secagem a vácuo pode ter desintegrado os polímeros e desnaturado as proteínas, o que resultou em emulsões com maior facilidade de escoamento. Os hidrocolóides liofilizados produziram emulsões com comportamento tixotrópico mais evidente em relação à emulsão obtida usando secagem a vácuo. Emulsões passaram a demonstrar maior valor médio de tixotropia na concentração de 1,5g de hidrocolóide para 100g de fase aquosa, quando preparadas por liofilização e 2,0 g de hidrocolóide para 100 g de fase aquosa para hidrocolóides secos sob vácuo. Para os dois métodos de secagem, quanto mais concentrada a emulsão maior foi a tixotropia e o grau de estruturação. Emulsões preparadas com hidrocolóides secos por liofilização apresentaram maior índice de consistência e menores índices de fluxo, o que indica um fluido pseudoplástico com comportamento predominantemente elástico. O método de secagem e a concentração de OPN não interferiram na capacidade de emulsão. A estabilidade também não variou com o método de secagem utilizado, porém, maiores concentrações de hidrocolóides resultaram em maior estabilidade na emulsão e em maior taxa de cisalhamento, que conseqüentemente aumentou a viscosidade. O aumento na concentração de hidrocolóide, obtido através da liofilização,

proporcionou à solução um maior número de partículas e maior uniformidade no tamanho delas. A emulsão que apresentou a mais estável estrutura morfológica foi na concentração de 2,5 g de OPN liofilizada para 100 g de fase aquosa (JUNQUEIRA et al., 2018).

Após a mucilagem ser finalmente extraída, ainda pode-se aplicar mais um processo para a obtenção de uma nanoemulsão. O interesse pelo uso da nanoemulsão em alimentos e bebidas vem aumentando muito, pois a aplicação dessa tecnologia tem potencial de proporcionar melhores vantagens ao produto final do que emulsões convencionais. O estudo de Lago et al. (2019) mostrou que é possível obter nanoemulsões através da mucilagem da OPN com a técnica do ultrassom. A nanoemulsão que obteve melhores resultados (manteve valores baixos de diâmetro das partículas durante 30 dias de armazenamento) foi a formulação contendo 1,5% de mucilagem de OPN e 1,0% de óleo de soja. A técnica de ultrassom pode ser utilizada para obtermos maior estabilidade na agregação, floculação, e coalescência das partículas, com alta área de superfície, aparência translúcida, alta eficiência de encapsulação e acima de tudo, a sua preparação necessita de baixa quantidade de emulsificante (LAGO et al., 2019).

3.3 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA MUCILAGEM

Os complexos de polissacarídeo da mucilagem da ora-pro-nóbis (MOPN) são altamente ramificados e de cadeias longas (LAGO et al., 2019; SIERAKOWSKI et al., 1990). Nestes polissacarídeos foi identificado a presença do biopolímero arabinogalactana (MERCÊ *et al.* 2001) e dos monossacarídeos arabinose (arabinofuranose e arabinopiranosose), galactose (galactopiranosose e galactopiranosil), ácido urônico e raminose (SIERAKOWSKI *et al.* 1990). Além disso, a mucilagem é extremamente rica em proteína e contém grande concentração de nitrogênio ($1.39 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), valor mais elevado que o da goma acácia (RANDALL et al., 1988).

Segundo Dickinson et al. (1988) o conteúdo de nitrogênio pode ser considerado uma medida da quantidade de proteína que se encontra ligada. Isto é importante, porque o aumento da quantidade de proteína na interface das partículas reduz a tensão interfacial e aumenta a viscosidade da emulsão (JUNQUEIRA et al., 2018; RANDALL et al., 1988). Ademais, a MOPN possui estruturas globulares

similares às observadas por Cowman et al. (2006) para fração de arabinogalactana-proteína da goma arábica e acácia (AMARAL et al., 2019).

Devido à esta estrutura macromolecular, com a presença de componentes proteicos com fração de arabinogalactana-proteína a mucilagem da OPN possui propriedade emulsificante e pode exercer a função de espessante e formador de gel de forma significativa (CONCEIÇÃO et al., 2014; LIMA JUNIOR et al., 2013; RANDALL, PHILLIPS, WILLIAM, 1988).

Como muitos hidrocolóides comerciais, a MOPN, a partir de concentrações de 2,5%, apresenta comportamento de fluidos não-Newtonianos pseudoplásticos, com características de polieletrólito e com um bom ajuste ao modelo de lei da potência. Ou seja, sua viscosidade aparente diminui em função da taxa de cisalhamento (AMARAL et al., 2018, 2019; JUNQUEIRA et al., 2018; LIMA JUNIOR et al., 2013; LAGO et al., 2019; MARTIN et al., 2017).

Na preparação de emulsões com MOPN foi observado que com o aumento da concentração do emulsificante na fase contínua a viscosidade aparente aumenta, ocorrendo a formação de géis mais fortes com comportamento pseudoplástico cada vez mais evidente, devido ao aumento de proteína e polissacarídeos no meio, que proporcionam mais interações intermoleculares e mudanças no entrelaçamento (JUNQUEIRA et al., 2018; LAGO et al., 2019). Além disso, testes realizados por Lima Junior et al. (2013) para verificar a capacidade de formação de emulsão da MOPN identificaram que a capacidade de emulsão no produto melhorou com o aumento da concentração de MOPN. A MOPN constituída de 1 g/100 mL apresentou uma capacidade de formação de emulsão de 83%, resultado alto quando comparado com os obtidos por Wu et al. (2009), que compararam a capacidade e a estabilidade de diferentes gomas comerciais, como goma guar e goma locust que obtiveram resultados entre 40 a 80%, com a goma guar apresentando a máxima capacidade.

Diferente das emulsões, as nanoemulsões produzidas através da MOPN são caracterizadas como fluidos pouco viscosos, que exibem comportamento reológico Newtoniano (JIN et al., 2016; LAGO et al., 2019; SIVAKUMAR et al., 2014).

A concentração de MOPN é o fator que mais influencia a viscosidade aparente do sistema, já que as propriedades de retenção de água e de interações entre as fases da emulsão aumentam quando a concentração de mucilagem aumenta. Assim, mais interações via ligações de hidrogênio são formadas (JUNQUEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

Além da concentração, outros parâmetros que podem influenciar o comportamento viscosimétrico e reológico do sistema são: adição de sal ou açúcar, a faixa de pH e a temperatura. A compreensão dos efeitos dos componentes de uma formulação na estrutura da OPN contribui para esclarecer a ação dos mecanismos moleculares nos sistemas, permite o melhoramento e o controle das propriedades funcionais de produtos e facilita o desenvolvimento de novos.

A presença de sais ou açúcares não interfere no comportamento pseudoplástico da mucilagem da OPN, mas esses aditivos podem impactar na viscosidade aparente dos sistemas. A adição de sais à um hidrocolóide com polieletrólito carregado negativamente, como são os sistemas com MOPN, resulta na redução da viscosidade de soluções. Isso ocorre porque os íons positivos diminuem as forças eletrostáticas de repulsão, o que causa expansão das moléculas. Além disso, a adição de NaCl influencia negativamente a estabilidade da emulsão. A diminuição das forças eletrostáticas faz com que as partículas se atraiam umas pelas outras favorecendo o processo de *creaming*. Por isso, é recomendado que em sistemas que contenham sais sejam adicionados agentes estabilizantes (AMARAL et al., 2019; JUNQUEIRA et al., 2019).

Já a presença de sacarose na fase aquosa de sistemas que contenham MOPN pode mudar as propriedades reológicas e aumentar a viscosidade aparente. As mudanças na solução são devido à segregação intermolecular causada pela competição entre sacarose e macromoléculas, pela água. O aumento na viscosidade pode resultar na diminuição da mobilidade das partículas de óleo e com o tempo causar *creaming* (AMARAL et al., 2019; JUNQUEIRA et al., 2019).

Outro parâmetro significativo que devemos levar em conta é o pH. Segundo Junqueira et al. (2019), a viscosidade aumentou progressivamente com o aumento do pH de 4,0 para 7,0, exibindo a maior viscosidade no pH 7,0. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de que em pH 7,0 a estrutura espacial se encontra mais desordenada, o que leva à maior agregação das partículas e conseqüentemente, maior viscosidade e menor estabilidade. Porém, quando adicionado sacarose ao sistema em pH 7,0 o sistema tendeu a ficar mais estável e o processo de *creaming*, após 7 dias de armazenamento, não foi observado.

Já em pH 4,0 a presença de sacarose não foi suficiente para estabilizar o sistema e evitar o processo de *creaming*. Isso ocorreu, pois emulsões tendem a desestabilizar em pHs próximos ao ponto isoelétrico das proteínas presentes no

hidrocolóide. Quando substituímos a sacarose por sais, a desestabilização do sistema já é visível nas primeiras 24 horas (JUNQUEIRA et al., 2019).

O pH ainda pode influenciar o diâmetro das partículas. Em pH 4,0 as partículas da emulsão se encontram menores, variando de 4,57 μm a 5,10 μm , já para pH neutro as partículas se tornaram maiores e com maior variação de diâmetro (5,00 μm a 6,32 μm) (JUNQUEIRA et al., 2018, 2019).

O diâmetro das partículas ainda pode ser influenciado pela concentração de hidrocolóide na emulsão. O aumento na concentração de MOPN gera uma diminuição no desvio padrão do diâmetro médio das partículas, ou seja, proporciona uma distribuição menos heterogênea de diâmetros. Essas características das partículas são muito importantes, pois podem determinar aspectos macroscópicos da emulsão, como cor, opacidade, estabilidade e coalescência (JUNQUEIRA et al., 2018).

As mudanças de viscosidade também podem ocorrer com os efeitos da temperatura na mucilagem. O aumento da temperatura causa uma melhor dispersão das moléculas no solvente, resultando em uma melhor interação entre as fases e conseqüentemente, em uma diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura. Por isso, a temperatura pode ser responsável por diminuir as propriedades de espessamento da mucilagem. Porém, após resfriamento a viscosidade pode voltar a aumentar. Isto pode ser explicado pelo fato de as cadeias de polissacarídeo poderem se organizar melhor depois de resfriadas. O uso de tratamentos térmicos em produtos e soluções deve sempre ser controlado, pois em altas temperaturas as proteínas presentes podem se desdobrar, fazendo aumentar as forças de atração e deixando a emulsão suscetível à floculação e coalescência das partículas (JUNQUEIRA et al., 2019; MARTIN et al., 2017).

Em casos em que as características reológicas desejadas não podem ser alcançadas com o uso de apenas um hidrocolóide é possível o uso de misturas. Amaral et al. (2018) relataram boa sinergia entre a mucilagem da OPN e goma guar, com a proporção de 70 e 30% respectivamente. Essa mistura não somente possibilitou a melhora de propriedades, como também pode ser utilizada com o intuito de reduzir o custo do produto final (AMARAL, 2016).

3.4 USOS E APLICAÇÕES EM PRODUTOS

As folhas da OPN têm uma variedade muito grande de usos. Por possuir quantidades significativas de proteínas e minerais, pode ser uma ótima alternativa para a suplementação e enriquecimento nutricional da dieta. Além disso, as folhas são suculentas e contêm mucilagem, o que permite que possam ser usadas como aditivo alimentar.

Ademais, possui aplicações na indústria farmacêutica, tanto para correção de sabor de fármacos, quanto para formulação de cremes e pomadas (DA SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2017). As folhas ainda podem ser utilizadas caseiramente e na indústria no preparo de farinhas, saladas, refogados, tortas, massas, doces e geleias. A ampla utilização da ora-pro-nóbis na elaboração de diferentes produtos pode contribuir para o aumento do seu cultivo, bem como para melhorar a dieta da população (ROCHA et al., 2008).

3.4.1 Uso da mucilagem

3.4.1.1 Filmes e embalagens

Filmes geralmente são incorporados de aditivos, que melhoram a flexibilidade do polímero. A mucilagem da OPN ainda não é amplamente relatada como componente principal na produção de filmes, mas alguns artigos já trazem alternativas promissoras para o seu uso em filmes e embalagens (Tabela 3). Oliveira et al. (2019) relataram que a mucilagem da ora-pro-nóbis (MOPN) é um biopolímero vantajoso na produção de embalagens biodegradáveis. O uso da mucilagem possibilitou a formação de um filme coeso e flexível, com superfície regular sem rachaduras. Além disso, a mucilagem proporcionou ao filme um aumento da estabilidade térmica (SILVA et al., 2015; NASCIMENTO, 2016; SILVA et al., 2017) e cor escura, permitindo que a embalagem possa ser utilizada em produtos sensíveis a luz (OLIVEIRA et al., 2019).

A arabinogalactana das folhas da OPN também foi usada na produção de filmes para curativo, reconstituídos de celulose bacteriana, no artigo de Lucyszyn et al. (2016). A inclusão de arabinogalactana em todas as concentrações nos filmes ocasionou numa melhor dispersão dos polissacarídeos, maior homogeneidade, diminuição nos poros e aumento das propriedades mecânicas comparado aos filmes de celulose bacteriana sem a presença da OPN. As membranas constituídas que continham arabinogalactana mostraram perfil de adesão celular similar aos filmes de

celulose bacteriana comercializados, indicando seu potencial de uso para aplicações na biomedicina (LUCYSZYN et al., 2016).

3.4.1.2 Laticínios

Hidrocolóides são usualmente utilizados como estabilizantes em produtos fermentados, para impedir a separação de fases e para o controle de textura. A formação de gel é a mais importante propriedade funcional dos hidrocolóides em leites fermentados, garantindo a qualidade durante o tempo de prateleira, além de poder ser usada para substituir a gordura. O uso da mucilagem da OPN foi testado em leites fermentados em um estudo realizado por Amaral et al. (2018) (Tabela 3). Foi provado que a adição de mucilagem da OPN na mistura de hidrocolóides adicionada a leites fermentados é viável. A aplicação do hidrocolóides aumentou a viscosidade aparente, o pH, o conteúdo de proteína, a firmeza, a capacidade aderente e diminuiu a sinerese. Valores mais altos de viscosidade aparente foram atingidos na formulação composta de 70% mucilagem da OPN, 0% de goma arábica, e 30% de goma guar (AMARAL et al., 2018).

3.4.1.3 Tratamento de água

Plantas mucilaginosas vem sendo utilizadas no processo de floculação e coagulação em tratamentos de água, com o intuito de reduzir a utilização do sulfato de alumínio, que é atualmente o mais usado para tratamentos de água. A mucilagem da OPN apresenta característica esponjosa de material higroscópico, que pode ser usada como coagulante. Lucca (2017) avaliou o rendimento da mucilagem em processos de extração de impurezas e a diminuição da turbidez da água após o tratamento. Foi confirmado que o uso da *P. aculeata* como auxiliar no processo de coagulação e floculação é possível, porém, foi mais eficaz quando usada em conjunto com o sulfato de alumínio.

3.4.2 Enriquecimento Proteico

3.4.2.1 Suplementos

O teor de açúcares totais, proteína e fibras na OPN permite transformá-la em suplemento alimentar. Santos e Moura (2018) desenvolveram um suplemento das folhas de ora-pro-nóbis com alto valor biológico em proteínas e ácido fólico. O estudo provou o poder do suplemento de nutrir o indivíduo por mais tempo durante suas

atividades diárias. O produto apresentou também alto conteúdo de vitamina C e compostos fenólicos com grande potencial antioxidante.

3.4.2.2 Massas

A ora-pro-nóbis foi incorporada a diferentes tipos de massas (Tabela 3). Sato et al. (2018) e Rocha et al. (2008) obtiveram altos níveis de aceitabilidade em massas adicionadas de ora-pro-nóbis. O uso de 10% de folhas secas de *Pereskia aculeata* Miller para enriquecer massa caseira foi responsável por melhorar o teor de proteínas, fibras dietéticas e conferiu ao produto uma aparência fibrosa e com menos firmeza. O produto resultante tem potencial para ser usado para prevenir constipação, obesidade (por aumentar a saciedade) e ainda pode ser uma fonte alternativa de ferro e cálcio (SATO et al., 2018).

Talharim também foi formulado com o acréscimo de folhas de OPN desidratada e os mesmos parâmetros de secagem usados em massas convencionais foram utilizados. Formulações com concentrações variando de 1,0 a 2,0% de OPN se mostraram similares ao produto convencional. Os resultados para a massa com 2,0% de ora-pro-nóbis demonstraram que a OPN elevou os teores de proteínas, fibras, cinzas e umidade, além disso, a aparência do talharim não ficou quebradiça, apresentando ótima elasticidade (ROCHA et al., 2008). Ademais, também foi reportado com sucesso o uso da OPN na reelaboração de nhoque juntamente com a mandioca (LIMA; SIMONCINI, 2018).

3.4.2.3 Bebidas

A elaboração de bebidas mistas é uma boa oportunidade para associar os componentes nutricionais de diferentes ingredientes. A adição de 5% de folhas de OPN no suco de laranja conferiu ao suco maior teor de proteínas e resultados satisfatórios para os minerais fósforo, sódio, potássio, magnésio, cálcio, cobre, ferro e manganês (ZEM et al., 2018).

3.4.2.4 Panificação

A panificação está entre os seis maiores segmentos industriais do Brasil, onde o pão ocupa a terceira posição nos itens comprados no país (SEBRAE, 2017; DA SILVA et al., 2010). O uso da ora-pro-nóbis na panificação é principalmente associado ao enriquecimento nutricional do produto final, especialmente pelo pão ser

um alimento deficiente em proteínas. A substituição de ingredientes menos nutritivos pela OPN em diferentes percentuais, tanto na forma *in natura* como previamente seca, permite a modificação da composição do produto para atender a dietas específicas (RAMOS; QUEIROZ, 2017).

Vários estudos (Tabela 3) confirmaram a boa aceitabilidade de pães enriquecidos com a *Pereskia aculeata* (DA SILVA et al., 2010; GOMES et al., 2015; RAMOS; QUEIROZ, 2017; ROVER et al., 2013; MARTINEVSKI, 2011).

Ramos e Queiroz (2017) relataram que a adição da OPN causou redução no volume específico e aumento na densidade do pão. Porém, isso não prejudicou a aceitabilidade do produto final. Os pães com 2,5% e 5% de OPN apresentaram menor volume específico do que o pão sem OPN e quanto maior foi a inclusão da OPN maior foi a densidade do pão. O oposto foi relatado por Gomes et al. (2015), que obtiveram maior volume específico (3,7 cm³/g) e menor densidade (0,27 g/cm³) nos pães com 1% de folhas secas de ora-pro-nóbis. O acréscimo de 1% de OPN não foi suficiente para melhorar a qualidade nutricional, mas apenas a qualidade física dos mesmos. Já Rover et al. (2013) confirmaram maiores teores de proteínas e matéria mineral em pães de leite e pães de água comparado ao pão sem a OPN.

A OPN também foi utilizada com sucesso na elaboração de pães com propriedades nutracêuticas, levando em conta as propriedades emolientes, anti-inflamatórias, laxativas, antidiarreicas, apoptóticas, antitumorais, antiparasitárias, antidiabéticas, dermatoprotetoras e antianêmicas da OPN (DA SILVA et al., 2010; ROSA; SOUZA, 2003; DUARTE; HAYASHI, 2005).

3.4.2.5 Carnes

A farinha das folhas da OPN por possuir alto conteúdo de fibras e proteína pode ser usada para aumentar a qualidade nutricional de salsichas e embutidos. Sobrinho et al. (2015) utilizaram a concentração de 2% de farinha de OPN para obter salsichas enriquecidas em proteína. Apesar da adição de OPN ter causado mudanças consideráveis na cor e na textura, deixando o produto final mais esverdeado, a aceitação sensorial foi mantida. Além disso, ocorreu diminuição nos parâmetros de mastigabilidade, dureza e elasticidade. O produto apresentou maior retenção de água, devido ao maior teor de fibras da farinha de OPN. As fibras interagem com a proteína da carne e formam uma rede, que reduz a saída de água do produto (SOBRINHO et al., 2015), aumentando a retenção de água pelo produto.

3.4.3 Fármacos e Cosméticos

A *Pereskia aculeata* vem se mostrando promissora também no campo fitoterápico. Os produtos (Tabela 3) vem surgindo principalmente pela OPN apresentar ação cicatrizante, anti-inflamatória e antioxidante, se provando útil como ferramenta medicinal (ALMEIDA et al., 2016).

Almeida et al. (2016) realizaram estudos clínicos para elaborar formulações de cremes, géis e sabonetes contendo extrato bruto das folhas de *Pereskia aculeata*, com o intuito de tratar a acne. O creme apresentou ação anti-inflamatória e de cicatrização das pústulas, pápulas, comedões abertos e fechados, capacidade de clareamento e de diminuição na oleosidade facial.

Fontes, Pinto, da Silva (2019) utilizaram extrato metanólico das folhas de OPN para a formulação de um creme anti-inflamatório, indicado para o tratamento tópico de inflamações cutâneas induzidas, principalmente dermatites de contato.

Ademais, Souza, Sartor e Felipe (2013) compararam a ação antioxidante do extrato da folha da PAM com outros cremes anti-idades presentes no mercado. O creme da ora-pro-nóbis apresentou atividade antioxidante alta, na mesma faixa das amostras comerciais, provando que o creme do extrato da OPN pode ser utilizado formulações cosméticas de prevenção do envelhecimento da pele.

3.4.4 Alimentação Animal

Na criação de animais, o maior impacto financeiro vem da nutrição animal. Isso faz com que surjam cada vez mais estudos a procura de alimentos alternativos para a alimentação animal (BORILLE et al., 2018; SCHMIDT; DIAS; SILVA, 2018). Segundo Borille et al. (2018) e Schmidt, Dias, Silva (2018), a farinha das folhas da *Pereskia aculeata* Miller pode ser utilizada como ingrediente alternativo na alimentação de codornas, com o objetivo de melhorar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos.

Outra utilização possível é a da parte aérea da OPN na dieta de matrizes suínas em gestação até o primeiro dia de vida do leitão, com o intuito de melhorar a saúde dos leitões (JÚNIOR; MEDEIROS, 2016).

Tabela 3 - Aplicações da folha da OPN em produtos.

Autor	Categoria	Produto ou aplicação	Componente utilizado e quantidade	Função Principal	Impacto
Oliveira et al. (2019)	Filmes e embalagens	Embalagem biodegradável	1,5% MOPN	Estabilizante e flexibilidade do polímero	Filme coeso e flexível com superfície regular sem rachaduras, cor escura melhor estabilidade térmica.
Lucyszyn et al. (2016)	Filmes e embalagens	Filmes para curativos	10% MOPN	Estabilizante	Melhor dispersão, maior homogeneidade, diminuição nos poros e aumento das propriedades mecânicas.
Amaral et al. (2018).	Laticínios	Leites fermentados	Goma com 70% MOPN e 30% de goma guar	Estabilizante	Maior viscosidade aparente, conteúdo de proteína, firmeza, a capacidade aderente e diminuiu a sinerese.
Lucca, (2017)	Tratamento de água	Tratador de efluente	n.i.	Coagulação e floculação	Extração de impurezas e diminuição da turbidez da água.
Santos e Moura, (2018)	Suplementos	Suplementos	n.i.	Enriquecimento proteico e de ácido fólico	Suplemento capaz de nutrir o indivíduo por mais tempo durante suas atividades diárias

Rocha et al. (2008)	Massas	Massa tipo talharim	1,0 a 2,0% de folhas secas de OPN	Enriquecimento proteico	Maior teor de proteína e fibras, se mostrou não quebradiça, com boa aderência à OPN e ótima elasticidade.
Lima e Simoncini, (2018)	Massas	Nhoque com mandioca	n.i.	Enriquecimento proteico	Maior conteúdo de proteínas.
Sato et al. (2018)	Massas	Massa caseira	10% de folhas secas de OPN	Enriquecimento proteico	Maior teor de proteína e fibras dietéticas, produto com aparência fibrosa e com menos firmeza.
Zem et al. (2018)	Bebidas	Bebidas	5% de folhas de OPN	Enriquecimento proteico	Maior teor de proteína e minerais.
Gomes et al. (2015)	Panificação	Pães de cebola	1% de folhas secas de OPN	Enriquecimento proteico	Não houve mudanças nutricionais.
Rover et al. (2013)	Panificação	Pães de leite e pães de água	Aproximadamente 10% de folhas secas de OPN	Enriquecimento proteico	Maiores teores de proteína e matéria mineral.
Ramos e Queiroz (2017)	Panificação	Pães de cebola	2,5 e 5% de folhas de OPN	Enriquecimento proteico	Maiores teores de proteína e fibras e maior densidade

da Silva et al. (2010)	Panificação	Pães de forma	2,5% de folhas secas de OPN	Fornecer propriedades nutracêuticas	Adição de propriedades nutracêuticas.
Martinevski; Venzke; Flores, (2011)	Panificação	Pães	n.i.	Enriquecimento proteico	Maiores teores de proteína e fibras.
Sobrinho et al. (2015)	Carnes	Salsichas	2% de farinha de OPN	Enriquecimento nutricional	Produto final mais esverdeado e macio, com maior retenção de água e maior conteúdo de proteína.
Almeida et al. (2016)	Fármacos e Cosméticos	Creme para tratamento de acne	n.i.	Ação anti-inflamatoria	Produto final com capacidade de cicatrização, clareamento e diminuição da oleosidade.
Fontes, Pinto, da Silva (2019)	Fármacos e Cosméticos	Creme para dermatites de contato	n.i.	Ação anti-inflamatoria	Produto final com propriedades anti-inflamatórias.
Souza, Sartor e Felip (2013)	Fármacos e Cosméticos	Crems anti-idades	10% de extrato da folha	Ação antioxidante	Produto final com capacidade antioxidante.

Borille et al. (2018) e Schmidt, Dias, Silva (2018)	Alimentação Animal	Ingrediente alternativo na alimentação de codornas	n.i.	Enriquecimento nutricional	Produto capaz de melhorar a qualidade dos ovos e o desempenho produtivo das codornas.
Júnior; Medeiros, 2016).	Alimentação Animal	Dieta de matrizes suínas	n.i.	Enriquecimento nutricional	Produto capaz de melhorar a saúde de leitões.

n.i.: valor não informado. /OPN: Ora-pro-nóbis. /MOPN: Mucilagem da ora-pro-nóbis.

5 CONCLUSÃO

Para julgar o potencial de aplicabilidade das folhas da *Pereskia aculeata* Miller foi realizado um levantamento na literatura científica para avaliar as principais características nutricionais e funcionais da planta.

Foi possível observar que boa parte dos atrativos e diferenciais da *P. aculeata* estão presentes principalmente em suas folhas e no conteúdo mucilaginoso. Podemos concluir que *P. aculeata* é uma hortaliça não-convencional que possui benefícios nutricionais pelo alto teor de proteínas, fibras alimentares, minerais (cálcio, magnésio, zinco e ferro) e vitaminas (vitamina A, vitamina C e ácido fólico). Além disso, as proteínas possuem boa digestibilidade, com abundância em aminoácidos essenciais, onde o triptofano é o que apresenta maior concentração e a lisina e metionina são os limitantes. Apenas por essas características as folhas de OPN já poderiam ser exploradas e usadas como ingrediente funcional. Porém, além da excelente composição química a *P. aculeata* Miller também se provou ser uma fonte de hidrocolóide alternativa.

A mucilagem da OPN apresentou um perfil macromolecular heterogêneo, com comportamento de polieletrólito e com as características de polissacarídeos com a presença de componentes proteicos. Estes fatores são os responsáveis pela estabilidade e pelas propriedades de superfície e emulsificação.

Um capítulo sobre a obtenção da mucilagem foi adicionado com o objetivo de ampliar a compreensão dos métodos possíveis, e dos fatores que podem afetar os processos de extração. A escolha dos processos e parâmetros (temperatura, pressão e proporção de solvente) corretos maximiza o rendimento e a qualidade do produto, além de afetar o potencial de uso e as propriedades tecnológicas da goma. O método mais recomendado e utilizado nos estudos é o método otimizado por Lima Júnior et al, (2013). Os estudos ainda provaram que essa mucilagem, quando extraída da folha corretamente, pode ser utilizada pela indústria para obter emulsões com as características desejadas e também como espessante e agente gelificante, devido às propriedades de adsorção interfacial.

Ademais, soluções com a presença da mucilagem apresentaram comportamento pseudoplástico e boa estabilidade, sendo que esta aumenta de acordo com o aumento da concentração de MOPN.

Este trabalho ainda possui importantes informações para aplicações da MOPN como emulsificante e estabilizante de emulsões que contenham sais ou sacarose na sua composição. De acordo com essa revisão de literatura foi possível compreender os efeitos destes componentes em uma formulação com presença da MOPN, onde a adição de sais resulta na redução da viscosidade aparente do sistema e a de sacarose pode aumentar esta viscosidade.

Diversos autores concluíram que as folhas da OPN podem ser um ingrediente valioso para o desenvolvimento de alimentos funcionais. A aplicação da OPN é benéfica não somente para melhorar o valor nutricional, mas também como hidrocolóide alternativo para conferir novas características de aparência e consistência. Assim, é possível seu uso em embutidos, laticínios, pães, massas, suplementos, fármacos, cosméticos, ração animal ou em tratamento de efluentes.

A divulgação das aplicações da ora-pro-nóbis pode trazer a possibilidade da introdução de vários produtos não-convencionais para a alimentação e saúde, além de abrir portas para futuros investimentos industriais. Portanto, estudos que visem disseminar o conhecimento das suas características biológicas, toxicológicas, nutricionais, bem como propriedades tecnológicas, dietéticas e funcionais podem auxiliar na valorização e no conhecimento da planta estimulando o resgate e o cultivo evitando o processo de extinção da espécie e diversificando a dieta da população através do conhecimento científico.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização deste trabalho foi identificado que muitos estudos apontam a relação do consumo da OPN com a prevenção de doenças crônicas ou outros benefícios a saúde, porém, grande parte dos estudos não são completos. Por isso é recomendado que sejam realizados estudos mais aprofundados dos efeitos da OPN no organismo humano e comprovações através de testes clínicos.

Além disso, foi possível perceber que já existem números consideráveis de estudos que relatam o uso da *Pereskia aculeata* Miller como enriquecedor proteico, porém, o uso da mucilagem ainda não foi muito estudado. Utilizar a mucilagem da OPN como agente espessante em produtos que apresentem elevado consumo pela população, como por exemplo a salsicha, é algo que ainda pode ser muito explorado.

Algo que também ainda é pouco mencionado na literatura é a combinação e as interações da mucilagem da OPN com gomas comerciais e com outros agentes espessantes e emulsificantes. As combinações podem ajudar a introduzir a MOPN no mercado, a conferir características reológicas desejadas e a reduzir os preços do aditivo utilizado e conseqüentemente do produto final. Esse fato, aliado ao cenário mundial de consumo de hidrocolóides, deve impulsionar pesquisas na busca por novas combinações.

Por fim, para garantir a absorção, principalmente de proteínas e minerais da OPN, foi observada a necessidade de mais estudos que avaliem a melhor maneira de processamento, preparo e consumo das folhas da OPN, já que esses fatores afetam a disponibilidade de nutrientes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE M.G.P.T. SABAAR-SUR, A.U.O. FREIMAN L.O. 1991. 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). **Boletim SBCTA** 25:712.

ALMEIDA-FILHO, J., CAMBRAIA, J. (1974). Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nobis” (Pereskia aculeata Mill.). **Ceres**, 21,105e111.

AMARAL, T. N. **Comportamento reológico e propriedades térmicas da goma da Pereskia aculeata Miller adicionada de solutos e hidrocoloides comerciais e uma aplicação em bebida láctea fermentada.** [s.l: s.n.].

AMARAL, T. N. et al. Blends of Pereskia aculeata Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. **Food Hydrocolloids**, v. 79, p. 331–342, 2018.

AMARAL, T. N. et al. Effects of salts and sucrose on the rheological behavior, thermal stability, and molecular structure of the Pereskia aculeata Miller mucilage. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 218–229, 2019.

BARBALHO, S. M. et al. Pereskia aculeata Miller Flour: Metabolic Effects and Composition . **Journal of Medicinal Food**, v. 19, n. 9, p. 890–894, 2016.

BRASIL **ANVISA**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 269, 22/09/2005

CAMBRAIA, J. Valor nutricional do ora-pro-nóbis. Viçosa, MG: UFV, 1980.3 p. (Informe Técnico).

CARVALHO, E. G. et al. Wound healing properties and mucilage content of Pereskia aculeata from different substrates. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 24, n. 6, p. 677–682, 2014.

CONCEIÇÃO, M. C. et al. Thermal and microstructural stability of a powdered gum derived from Pereskia aculeata Miller leaves. **Food Hydrocolloids**, v. 40, p. 104–114, 2014.

COWMAN, M. K. et al Use of atomic force microscopy to investigate the structures of arabinogalactan proteins, **FFI Journal** 211 (2006) 207–212.

CREMASCO, C. P. et al. BROMATOLOGICAL AND SENSORIAL EVALUATION OF PERESKIA ACULEATA USE IN PASTA DOUGH† C. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 3, p. 234–240, 2016.

DA SILVA, A. A. DA S. et al. Pão de ora-pro-nóbis – Pão de ora-pro-nóbis – um novo conceito um novo conceito de alimentação funcional de alimentação funcional. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, n. 1, p. 35–38, 2010.

DAYRELL, M. S.; VIEIRA, E. . Leaf protein concentrate of the cactacea *Pereskia aculeata* Mill. I. Extraction and composition. **Nutrition Reports International**, v. 15, n. 5, p. 529–537, 1977.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 103–109, 2008.

FAO/WHO. 1990. Protein quality evaluation. In: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p 23.

GIRÃO, L. V. C. et al. **Avaliação Da Composição Bromatológica De Ora-Pro-Nóbis**. [s.l: s.n.].

GONÇALVES, J. P. Z. et al. Quantificação De Proteínas E Análise De Cinzas Encontradas Nas Folhas E Caule Da Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller). p. 3127–3132, 2015.

ISHIDA, Hiroshi et al. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* poir). **Food Chemistry**, v. 68, n. 3, p. 359-367, 2000.

JIN, W. et al Nanoemulsions for food: properties, production, characterization, and applications, in: A.M. Grumezescu (Ed.), **Emuls. Nanotechnol. Agri-Food Ind.** 1st ed., Academic Press, Cambridge, 2016, pp. 33–69, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804306-6.00001-5>.

JUNQUEIRA, L. A. et al. Rheological behavior and stability of emulsions obtained from *Pereskia aculeata* Miller via different drying methods . **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 21–35, 2018.

JUNQUEIRA, L. A. et al. Effects of Change in PH and Addition of Sucrose and NaCl on the Emulsifying Properties of Mucilage Obtained from *Pereskia aculeata* Miller. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, n. 3, p. 486–498, 2019.

KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): uma Riqueza Negligenciada. **Anais da 61a Reunião Anual da SBPC**, p. 2009, 2009.

LAGO, A. M. T. et al. Ultrasound-assisted oil-in-water nanoemulsion produced from *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **Ultrasonics - Sonochemistry**, v. 50, n. September 2018, p. 339–353, 2019.

LIMA JUNIOR, F. A. et al. Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller. **Food Hydrocolloids**, v. 33, n. 1, p. 38–47, 2013.

LUCCA, A. **Extração, caracterização e aplicação do biopolímero da planta *Pereskia aculeata* Miller como auxiliar coagulante/floculante no processo de tratamento de água.** [s.l: s.n.].

LUCYSZYN, N. et al. Physicochemical and in vitro biocompatibility of films combining reconstituted bacterial cellulose with arabinogalactan and xyloglucan. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 889–898, 2016.

MARTIN, A. A. et al. Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. **Food Hydrocolloids**, v. 70, p. 20–28, 2017.

MARTINEVSKI, C. S.; VENZKE, J. G.; FLORES, S. H. **Caracterização de bortalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) e ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) e sua utilização no preparo de pães de forma.** [s.l: s.n.].

MERCÊ, A. L. R. et al. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . **Bioresource Technology**, v. 76, n. 1, p. 29–37, 2000.

OLIVEIRA, D. DE C. DA S. et al. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 472–475, 2013.

OLIVEIRA, N. L. et al. Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **Industrial Crops & Products**, v. 130, n. August 2018, p. 499–510, 2019.

PATEL, Seema. Anti-Obesity and Anti-Diabetes Foods: High Fibre Diets. 2015.

PORTO, B. C.; CRISTIANINI, M. Evaluation of cashew tree gum (*Anacardium occidentale* L.) emulsifying properties. **Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1325–1331, 2014.

QUEIROZ, C. R. A. DOS A. et al. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01, 2015.

RANDALL, R. C., Phillips, G. O., & Williams, P. A. (1988). The role of the proteinaceous component on the emulsifying properties of gum arabic. **Food Hydrocolloids**, 2, 131e140.

RANDALL, R. C., Phillips, G. O., & Williams, P. A. (1989). Fractionation and character- ization of gum from *Acacia Senegal*. **Food Hydrocolloids**, 3, 65e75.

ROCHA, D. R. DA C. et al. Macarrão Adicionado De Ora-Pro-Nóbis. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 459–465, 2008.

RICHARDSON, J. B.; DIXON, M. Varicene veins in tropical África. *The Lancet*, 9 (4):791- 792, 1977.

RODRIGUES, S. et al. Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). p. 1–14, 2015.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp. mucilage's: A functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275–290, 2004.

SALEHI, F.; KASHANINEJAD, M. Kinetics and thermodynamics of gum extraction from wild sage seed. **International Journal of Food Engineering**, v. 10, n. 4, p. 625–632, 2014.

SANDLER, Robert S.; PEERY, Anne F. Rethinking what we know about hemorrhoids. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 17, n. 1, p. 8-15, 2019.

SANTANA, C. S. et al. Desenvolvimento de Suplemento Alimentar Utilizando Ora-pro-nóbis. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1–10, 2018.

SARTOR, C. F. P. et al. ESTUDO DA AÇÃO CICATRIZANTE DAS FOLHAS DE *Pereskia aculeata*. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 3, n. 2, p. 149–154, 2010.

SATO, R. et al. Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable. **Food Science and Technology**, v. 2016, p. 1–7, 2018.

SIERAKOWSKI, M. R. et al. Some structural features of a heteropolysaccharide from the leaves of the cactus *Pereskia aculeata*. **Phytochemistry**, v. 26, n. 6, p. 1709–1713, 1987.

SILVA, D. O. et al. Acute Toxicity and Cytotoxicity of *Pereskia aculeata*, a Highly Nutritious Cactaceae Plant. **Journal of Medicinal Food**, v. 20, n. 4, p. 403–409, 2017.

SILVA, K. C. G. et al. Adsorption of protein on activated carbon used in the filtration of mucilage derived from *Pereskia aculeata* Miller. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 23, p. 42–49, 2017.

SIVAKUMAR, M. TANG, S.Y. TAN, K.W. Cavitation technology –a greener processing technique for the generation of pharmaceutical nanoemulsions, **Ultrason. Sonochem.** 21 (2014) 2069–2083, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.03.025>.

SOBRINHO, S. S. et al. Emulsified cooked sausages enriched with flour from ora-pro-nobis leaves (*Pereskia aculeata* Miller). **International Food Research Journal**, v. 22, n. 1, p. 318–323, 2015.

SOUZA, M. C. DE; SARTOR, C. F.; FELIPE, D. F. Comparação da ação

antioxidante de uma formulação contendo extrato de *Pereskia aculeata* com cosméticos anti-idade presentes no mercado. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 6, n. 3, p. 461–477, 2013.

SOUZA, M. R. DE M. et al. O Potencial do Ora-pro-nobis na Diversificação da Produção Agrícola Familiar. **Revista Brasileira De Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3550–3554, 2009.

TAKEITI, C. Y. et al. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. SUPPL. 1, p. 148–160, 2009.

VARDHANABHUTIA, B.; IKEDAB, S. Isolation and characterization of hydrocolloids from monoi (*Cissampelos pareira*) leaves. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 6, p. 885–891, 2006.

VARGAS, A. G. et al. Teor de umidade e cinética de secagem das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) coletadas sazonalmente. **SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO DA UTFPR**, p. 1–10, 2016.

VARGAS, A. G. DE; DA ROCHA, R. D. C.; TEIXEIRA, S. D. Influência da sazonalidade na composição centesimal da *Pereskia aculeata* Miller. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2017.

XU, Hui et al. Dietary fiber intake is associated with a reduced risk of ovarian cancer: a dose-response meta-analysis. **Nutrition research**, v. 57, p. 1-11, 2018.

ZEM, L. M. et al. *Pereskia aculeata*: biological analysis on wistar rats. **Food Science and Technology**, v. 37, n. suppl 1, p. 42–47, 2017.