

Obtenção e caracterização físico-química de concentrados proteicos das folhas de ora-pro-nóbis

Obtaining and physicochemical characterization of protein concentrates from ora-pro-nobis leaves

Obtención y caracterización físico-química de concentrados proteicos a partir de hojas de ora-pro-nobis

Recebido: 25/05/2023 | Revisado: 08/06/2023 | Aceitado: 09/06/2023 | Publicado: 14/06/2023

Raul Vinicius Pujol Arena

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2252-3238>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: raularena.aluno@unipampa.edu.br

Paula Ferreira de Araújo Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4939-9629>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: paularibeiro@unipampa.edu.br

Tiago André Kaminski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2252-3238>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: tiagokaminski@unipampa.edu.br

Resumo

A *Pereskia aculeata*, planta popularmente conhecida como ora-pro-nóbis, se enquadra no conceito de Planta Alimentícia Não Convencional (PANC). O trabalho teve como objetivo obter farinha e concentrados proteicos a partir das folhas de ora-pro-nóbis, avaliando algumas características físico-químicas com relevância tecnológica e nutricional. Foi elaborada uma farinha e testados quatro tratamentos para concentração proteica: concentração doméstica (CD), termo coagulação (TC), coagulação ácida (CA) e termo coagulação ácida (TCA). Os produtos foram avaliados quanto à cor, rendimento, conteúdo proteico, recuperação de proteína e capacidade antioxidante. A farinha apresentou tonalidade mais clara, verde e amarela em relação aos concentrados, os quais diferiram entre si na luminosidade e no atributo a^* . O rendimento do CD foi menor em relação aos demais concentrados, mas esse tratamento apresentou maior teor de proteínas (31,68%), mais que o dobro da farinha (15,14%) e superior aos tratamentos TC, CA e TCA, com valores médios de 26,25; 27,37 e 24,12%, respectivamente. Os tratamentos TC, CA e TCA tiveram maior recuperação proteica, com respectivas médias de 61,05; 62,85 e 54,61%, em relação ao CD (34,48%). A farinha demonstrou capacidade antioxidante superior aos concentrados, dentre os quais o TCA teve maior capacidade antioxidante, ou seja, as concentrações acarretaram em perdas de compostos bioativos da ora-pro-nóbis. Conclui-se que os tratamentos para concentrar a proteína foram exitosos, no entanto, o rendimento, teor proteico e a recuperação de proteínas não foram elevados, além de ficarem mais escuros, menos verdes e perderem capacidade antioxidante, o que representa uma desvantagem em relação à farinha de ora-pro-nóbis.

Palavras-chave: *Pereskia aculeata*; Farinha; Proteína; Coagulação; Capacidade antioxidante.

Abstract

Pereskia aculeata, a plant popularly known as ora-pro-nobis, fits the concept of Non-Conventional Food Plant (PANC). The objective of this work was to obtain flour and protein concentrates from ora-pro-nobis leaves, evaluating some physical-chemical characteristics with technological and nutritional relevance. A flour was elaborated and four treatments were tested for protein concentration: domestic concentration (CD), thermo coagulation (TC), acid coagulation (CA) and acid thermo coagulation (TCA). Products were evaluated for color, yield, protein content, protein recovery and antioxidant capacity. The flour had lighter, green and yellower hue than the concentrates, which differed from each other in luminosity and in the a^* attribute. The CD yield was lower in relation to the other concentrates, but this treatment had a higher protein content (31.68%), more than twice as much as the flour (15.14%) and higher than TC, CA and TCA treatments, with mean values of 26.25; 27.37 and 24.12%, respectively. The TC, CA and TCA treatments had the highest protein recovery, with respective averages of 61.05; 62.85 and 54.61%, in relation to the CD (34.48%). The flour showed a higher antioxidant capacity than the concentrates, among which TCA had a higher antioxidant capacity, that is, the concentrations resulted in losses of ora-pro-nobis bioactive compounds. It is concluded that the treatments to concentrate the protein were successful, however, the yield, protein content and protein recovery were not high, in addition to becoming darker, less green and losing antioxidant capacity, which represents a disadvantage in relation to the ora-pro-nobis flour.

Keywords: *Pereskia aculeata*; Flour; Protein; Coagulation; Antioxidant capacity.

Resumen

Pereskia aculeata, planta conocida popularmente como ora-pro-nóbis, se encuadra dentro del concepto de Planta Alimenticia No Convencional (PANC). El objetivo de este trabajo fue obtener harina y concentrados proteicos a partir de hojas de ora-pro-nobis, evaluando algunas características físico-químicas con relevancia tecnológica y nutricional. Se elaboró una harina y se ensayaron cuatro tratamientos para concentración de proteína: concentración doméstica (CD), termocoagulación (TC), coagulación ácida (CA) y termocoagulación ácida (TCA). Los productos se evaluaron en cuanto a color, rendimiento, contenido de proteínas, recuperación de proteínas y capacidad antioxidante. La harina tenía un tono más claro, verde y amarillo en comparación con los concentrados, que se diferenciaban entre sí en la luminosidad y en el atributo a*. El rendimiento de CD fue menor en relación a los demás concentrados, pero este tratamiento tuvo mayor contenido de proteína (31,68%), más del doble que la harina (15,14%) y superior a los tratamientos TC, CA y TCA, con promedio valores de 26,25; 27,37 y 24,12%, respectivamente. Los tratamientos TC, CA y TCA tuvieron la mayor recuperación de proteína, con promedios respectivos de 61,05; 62,85 y 54,61%, en relación a la CD (34,48%). La harina mostró mayor capacidad antioxidante que los concentrados, entre los cuales el TCA presentó mayor capacidad antioxidante, es decir, las concentraciones resultaron en pérdidas de compuestos bioactivos de ora-pro-nobis. Se concluye que los tratamientos para concentrar la proteína fueron exitosos, sin embargo, el rendimiento, el contenido de proteína y la recuperación de proteína no fueron altos, además de volverse más oscuros, menos verdes y perder capacidad antioxidante, lo que representa una desventaja con relación a la harina de ora-pro-nobis.

Palabras clave: *Pereskia aculeata*; Harina; Proteína; Coagulación; Capacidad antioxidante.

1. Introdução

A *Pereskia aculeata* é uma planta pertencente à família *Cactaceae* e possui como sinônimo “ora-pro-nóbis” (Queiroz, 2012). A planta é largamente utilizada por populações urbanas ou rurais, conhecida como uma planta de quintal, com alto teor proteico, capaz de enriquecer a alimentação sem alto custo (Souza et al., 2009). A ora-pro-nóbis também é considerada de consumo alimentar não convencional de acordo com o guia de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) (Brasil, 2010).

A planta é mais cultivada na região Sudeste do Brasil, com foco na comercialização dos produtos que a utilizam como matéria-prima (Netto, 2014). O cultivo também é realizado em outras regiões do país, como a região Sul, pois a planta é de fácil adaptação aos solos e resistente a diferentes climas (Brasil, 2010; Souza et al., 2009). No entanto, a ora-pro-nóbis ainda não é cultivada em grande escala no campo empresarial, inclusive não existem projeções oficiais de sua produção e consumo, mas o atual interesse pela mesma, aliado aos diversos estudos que expõem suas propriedades nutricionais e possíveis benefícios à saúde, permite prever uma crescente exploração de todas as suas frações (folhas, caule, frutos) (Cunha et al., 2021).

Nas folhas da ora-pro-nóbis são relatados importantes nutrientes, como fibras, lisina, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, cobre e, principalmente, alto teor de proteínas (Tofanelli & Resende, 2011). Diante da importância da proteína no organismo humano e da necessidade de se identificar novas fontes vegetais desse nutriente, o gênero *Pereskia* tornou-se uma opção viável para a população (Almeida et al., 2014; Sousa et al., 2014). Martinevski et al. (2013) encontraram teores de proteína superiores a 20% na matéria seca das folhas de ora-pro-nóbis, destacaram a presença e proporções adequadas de aminoácidos essenciais, porém também a alta quantidade de fibras dietéticas, superior a 39%. Já Sommer et al. (2022) relataram valores de 13,75 a 16,14% de proteína em diferentes farinhas de folhas de ora-pro-nóbis desidratadas, enquanto que o conteúdo de fibra alimentar foi superior a 55% nas farinhas. Seu consumo também é associado a diversos benefícios à saúde pela expressiva capacidade antioxidante, inclusive superior à de outros vegetais, devido aos elevados teores de compostos fenólicos, o que também a caracteriza como um alimento funcional (Augusta & Nascimento, 2013; Mattila & Hellström, 2007).

Em um mundo com grandes diferenças socioeconômicas, restrição da população com baixo poder aquisitivo às proteínas de origem animal, além da elevação dos preços dos alimentos, se torna importante e necessário avaliar fontes alternativas de nutrientes. A privação de nutrientes, como nas dietas com carência proteica, compromete a saúde da população, em especial das crianças que se encontram em fase de desenvolvimento físico e mental. O uso de folhas verdes de vegetais de

elevado teor proteico, como de mandioca e ora-pro-nóbis, tem sido avaliado como fonte alternativa para o consumo de proteínas (Barreira et al., 2021; De Paula et al., 2016; Modesti et al., 2007; Silva et al., 2012; Soares et al., 2016).

Geralmente, a ora-pro-nóbis é comercializada e incorporada à dieta na forma de folhas frescas e desidratadas, farinhas, encapsulados e suspensões. Pode atender públicos adeptos de dietas diferenciadas, como vegetarianas, além de estar relacionada às questões sociais, ambientais e de sustentabilidade. Ainda não estão relatados trabalhos sobre concentrados proteicos da planta na literatura, mas a produção de concentrado proteico das folhas de ora-pro-nóbis com menor teor de fibras pode ser uma forma de incorporação em diversos alimentos como ingrediente funcional.

Os concentrados proteicos de origem vegetal são “alimentos obtidos a partir de partes proteicas de espécie(s) vegetal(is), podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido, ou outras formas com exceção daquelas não convencionais para alimentos” (Brasil, 2005). No entanto, o concentrado de soja é o único que, dentre os requisitos específicos, tem estabelecido um teor mínimo de proteína, de 68%; enquanto que para outros produtos proteicos o teor mínimo de proteína é de 40% (Brasil, 2005).

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo obter farinha e concentrados proteicos a partir das folhas de ora-pro-nóbis, avaliando algumas características físico-químicas com relevância tecnológica e nutricional.

2. Metodologia

O trabalho se trata de uma pesquisa laboratorial de natureza quantitativa.

2.1 Amostras

2.1.1 Obtenção das folhas da planta

De uma planta nativa adulta, cultivada na área urbana do município de Itaqui/RS, Brasil (latitude 29° 9' 9'' Sul, longitude 56° 33' 3'' Oeste), com auxílio de uma tesoura de poda, foram cortadas partes de galhos contendo folhas, colocadas em embalagens de polietileno e imediatamente encaminhadas ao laboratório de Química da Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

2.1.2 Secagem e elaboração da farinha

No laboratório, as folhas foram manualmente separadas dos galhos, aquecidas em micro-ondas (ME28S, Electrolux) na potência alta por dois minutos, acondicionadas em pratos de alumínio e secas em estufa com circulação de ar forçado (SL 102/480, Solab) a 60 °C até apresentarem aspecto seco e quebradiço (cerca de 16 horas). Posteriormente, as folhas desidratadas foram moídas em micromoinho (A11, IKA) para resultar na farinha de ora-pro-nóbis, a qual foi acondicionada em embalagem plástica de polietileno tereftalato (PET) e conservada a -18 °C até o momento das análises.

2.1.3 Concentração proteica

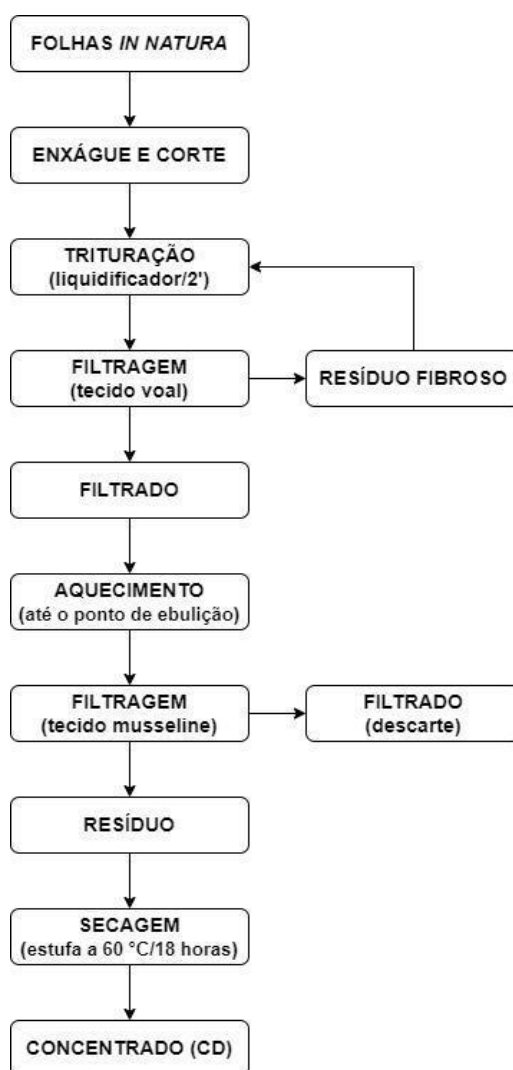
Com base em um procedimento de elaboração de concentrado de folhas em escala doméstica (Leaf For Life, 2022), em trabalhos de obtenção de concentrados proteicos a partir de folhas de mandioca (Modesti et al., 2007; Silva et al., 2012; Teo et al., 2010) e um trabalho sobre as condições capazes de promover a precipitação da proteína de ora-pro-nóbis (Morais et al., 2019), foram realizados quatro tratamentos para obtenção de concentrados proteicos a partir das folhas de ora-pro-nóbis. Previamente, em todos os tratamentos de concentração proteica, as folhas foram enxaguadas em água corrente e cortadas de forma transversal em pedaços com espessura de aproximadamente 2 cm.

1) Concentrado doméstico (CD): as folhas cortadas foram trituradas com água em liquidificador (MAGD, Arno), na proporção 1:4 (p/v), durante 2 minutos; a mistura foi filtrada em coador forrado com tecido voal, apertando

manualmente para separar o suco verde das fibras das folhas; o resíduo fibroso foi novamente triturado com a mesma proporção de água e filtrado em tecido voal; os filtrados das duas operações foram unificados em recipiente de inox e aquecidos em cooktop de indução (BDJ62, Brastemp), sob suave agitação, até o ponto de ebulição e filtrado em coador forrado com tecido musseline, espremendo para drenar o líquido; o material retido no tecido foi retirado com auxílio de espátula de silicone e colher, transferido para placa de vidro e levado para secar em estufa com circulação de ar forçado (SL 102/480, Solab) a 60 °C por 18 horas (Figura 1).

Nos demais tratamentos, as folhas cortadas foram trituradas com solução de metabissulfito de sódio (5 mg%) em liquidificador (MAGD, Arno), na proporção 1:4 (p/v), durante 2 minutos; a mistura foi filtrada em coador forrado com tecido voal, apertando manualmente para separar o suco verde das fibras das folhas; o resíduo fibroso foi novamente triturado com a mesma proporção de água e filtrado em tecido voal; os filtrados das duas operações foram unificados em béqueres para realização das diferentes técnicas de coagulação proteica.

Figura 1 - Fluxograma de obtenção do concentrado doméstico (CD) das folhas de ora-pro-nóbis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

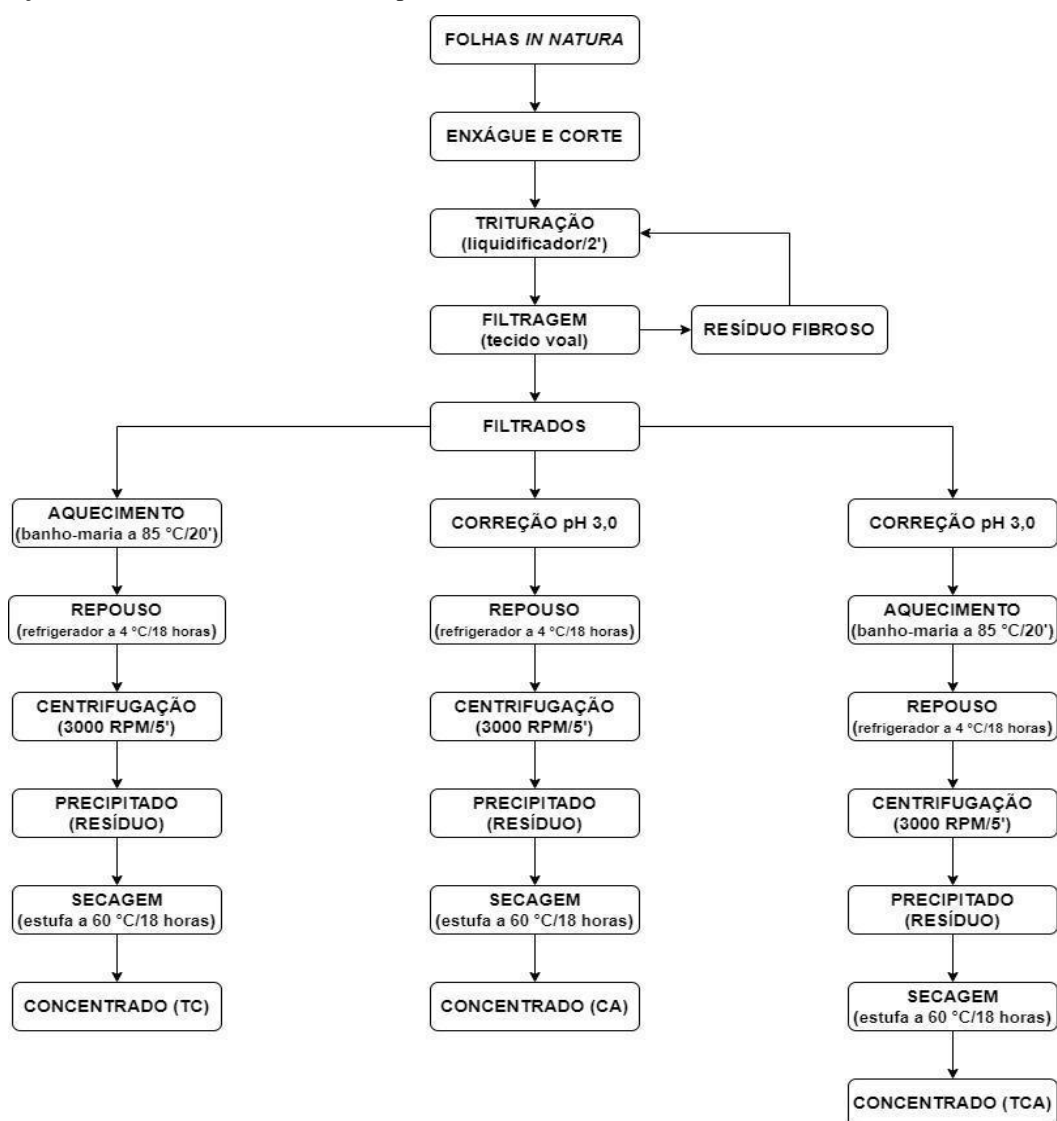
2) Termo coagulação (TC): os béqueres foram incubados em banho-maria com agitação a 85 °C por 20 minutos, seguido de resfriamento em banho de gelo por 10 minutos.

3) Coagulação ácida (CA): o pH dos filtrados foi corrigido para 3 com solução de HCl 0,325N e os béqueres permaneceram em repouso a temperatura ambiente por 30 minutos.

4) Termo coagulação ácida (TCA): o pH dos filtrados foi corrigido para 3 com solução de HCl 0,325N e os béqueres incubados em banho-maria com agitação a 85 °C por 20 minutos, seguido de resfriamento em banho de gelo por 10 minutos.

Após os procedimentos TC, CA e TCA, o conteúdo dos béqueres foi transferido para tubos de ensaio, os quais foram colocados em refrigerador a 4 °C para descanso (decantação) por 18 horas; depois, os tubos foram centrifugados a 3000 rpm por 5 minutos, o sobrenadante foi descartado, o resíduo (precipitado) foi transferido para placas de vidro, as quais foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar forçado (SL 102/480, Solab) a 60 °C por 18 horas. Os concentrados desidratados foram moídos em micromoinho (A11, IKA), acondicionados em embalagens plásticas de polietileno (PE) e conservados a -18 °C até o momento das análises (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma de obtenção dos concentrados a partir dos processos de termo coagulação (TC), coagulação ácida (CA) e termo coagulação ácida (TCA) das folhas de ora-pro-nóbis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Análises físico-químicas

A cor foi avaliada em colorímetro (CR-400, Minolta), pela verificação das coordenadas de cromaticidade a*, b* e L* na superfície da farinha e dos concentrados proteicos dispostos em vidros de relógio sobre fundo branco.

O rendimento da farinha e dos concentrados foi determinado pelo cálculo da quantidade de produto obtido em relação à de folhas *in natura* utilizadas e expresso em porcentagem. O conteúdo de nitrogênio foi determinado na farinha e nos concentrados obtidos a partir do método de Kjeldahl (Association of Official Analytical Chemists, 2000) e convertido em proteína através da multiplicação pelo fator de conversão para “outras proteínas vegetais”, de 5,75 (Brasil, 2020). A recuperação de proteína foi obtida pelo cálculo da relação entre proteína no concentrado e proteína nas folhas e expressa em porcentagem.

A determinação da capacidade antioxidante foi precedida pela extração dos compostos fenólicos através de uma solução contendo etanol P.A., acetona P.A. e ácido clorídrico 0,01M na proporção de 22,5:25:52,5% (Turani & Brites, 2018). As amostras com as soluções extratoras foram mantidas no banho de ultrassom por 30 minutos em temperatura ambiente, seguido de centrifugação a 3000 rpm por 5 minutos (Silva et al., 2016). A capacidade antioxidante total foi avaliada pelo método ABTS (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-sulfonado), via ensaio TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox), segundo Re et al. (1999). O tempo de reação foi de seis minutos, com leitura da absorbância em espectrofotômetro a 700 nm e os resultados calculados com base em curva padrão de Trolox (0 a 150 μ mol) e expressos em μ mol de Trolox/100 g de amostra.

2.3 Análise dos resultados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de cada tratamento. Através do programa Statistica, versão 8.0, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 1, a farinha de ora-pro-nóbis apresentou tonalidade mais clara, verde e amarela em relação aos concentrados proteicos. Os concentrados diferiram entre si quanto à luminosidade e no atributo a^* . De modo geral, os concentrados obtidos através dos tratamentos que envolveram apenas etapas de termo coagulação (CD e TC), tiveram tonalidade mais escura e cor mais verde. No atributo de cor b^* os concentrados não diferiram significativamente.

Tabela 1 - Atributos de cor da farinha e concentrados de ora-pro-nóbis.

Atributo de cor	Farinha	Concentrados			
		CD	TC	CA	TCA
L^*	53,54 \pm 0,17 a	46,20 \pm 1,11 c	47,47 \pm 1,12 bc	49,29 \pm 0,97 b	49,70 \pm 0,36 b
a^*	-7,29 \pm 0,07 c	-2,02 \pm 0,22 ab	-2,41 \pm 0,24 b	-1,71 \pm 0,10 a	-1,84 \pm 0,06 a
b^*	17,41 \pm 0,14 a	8,68 \pm 0,92 b	7,91 \pm 1,13 b	8,59 \pm 0,68 b	9,83 \pm 0,28 b

CD (concentrado doméstico), TC (termo coagulação), CA (coagulação ácida) e TCA (termo coagulação ácida). Valores expressos como média \pm desvio padrão seguidos por letras distintas que indicam diferença estatística significativa nas linhas com $P < 0,05$ pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores.

Sommer et al. (2022) relataram que a cor da ora-pro-nóbis é decorrente da presença de clorofila, a qual é suscetível à perda da cor verde e ao desbotamento, dependendo das técnicas empregadas no processamento e armazenamento. Estes autores também avaliaram os atributos de cor em diferentes farinhas de ora-pro-nóbis e, na farinha obtida pelo mesmo procedimento desse estudo, encontraram um valor semelhante para o atributo a^* , de -7,73; enquanto que os atributos L^* e b^* diferiram um pouco do presente estudo, sendo de 41,22 e 10,26, respectivamente, ou seja, a farinha tinha tonalidade mais escura e menos amarela (Sommer et al., 2022). A alteração de cor das folhas de ora-pro-nóbis submetidas à desidratação em micro-ondas à vácuo foi relatada no trabalho de Vitor (2022), que avaliou a influência de diferentes pré-tratamentos na conservação da cor

verde. Os pré-tratamentos diferiram significativamente no parâmetro a^* , em que as amostras branqueadas com adição de bicarbonato de sódio mantiveram a tonalidade de cor verde mais próxima à da folha *in natura*, também apresentaram maior intenção de compra e aceitabilidade sensorial quanto a cor, em comparação com as amostras não branqueadas e branqueadas apenas em água (Vitor, 2022).

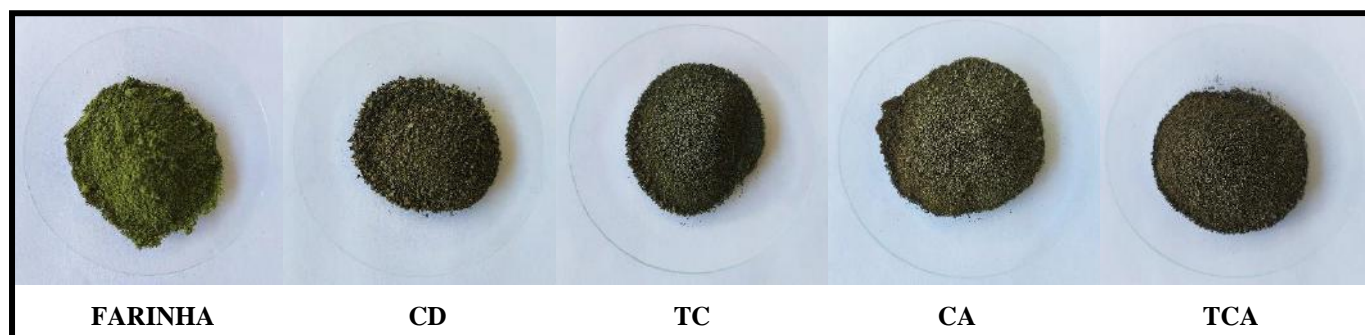
As modificações de cor constatadas nos produtos obtidos são decorrentes dos tratamentos térmicos e da secagem com circulação de ar quente, que produz um escurecimento intenso, devido à transformação da clorofila em feofitina (Modesti et al., 2006) e reação de Maillard (Ratti, 2008).

As diferenças relatadas para os atributos de cor podem ser constatadas na Figura 3. Embora não seja possível identificar visualmente todas as tonalidades de cor, a tonalidade de cor mais clara e verde da farinha em relação aos concentrados fica evidente.

No trabalho de Teo et al. (2010) também foi relatado que os concentrados proteicos apresentaram tonalidade mais escura (menor valor do atributo L^*) do que as folhas de mandioca desidratadas e moídas utilizadas na obtenção dos concentrados. Heinemann et al. (1998) obtiveram um concentrado de folha de mandioca por fermentação de cor verde-musgo, enquanto que Sgarbieri (1996) também relatou a coloração verde escura em concentrados proteicos obtidos a partir de folhas.

Essas informações são importantes visando à utilização da farinha e dos concentrados proteicos de folhas como ingrediente alimentar, visto que a cor verde e/ou escura é relatada como prejudicial na aceitação de determinados alimentos pelo consumidor (Baroni et al., 2017; Duarte et al., 2020; Vitor, 2022).

Figura 3 - Aspecto da farinha e concentrados de ora-pro-nóbis.



Legenda: CD (concentrado doméstico), TC (termo coagulação), CA (coagulação ácida) e TCA (termo coagulação ácida).
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os parâmetros apresentados na Tabela 2 demonstram que o rendimento dos concentrados proteicos foi inferior ao da farinha de ora-pro-nóbis, sendo significativamente menor para o tratamento CD em relação aos demais concentrados. Mesmo com menor rendimento, o CD foi o tratamento que apresentou maior teor de proteínas, com média de 31,68%, ou seja, mais que o dobro do teor proteico da farinha de ora-pro-nóbis, de 15,14%. Os tratamentos TC, CA e TCA, com valores médios de 26,25; 27,37 e 24,12%, respectivamente, também tiveram significativo maior teor de proteínas em relação à farinha, mas menor que o CD.

Quanto à recuperação proteica, os tratamentos TC, CA e TCA tiveram valores significativamente maiores, com respectivas médias de 61,05; 62,85 e 54,61%, em relação ao CD, com média de 34,48% (Tabela 2). Tais resultados demonstram que, mesmo com menor teor de proteínas em relação ao CD, o produto obtido nestes tratamentos recuperou a maior parte das proteínas presentes nas folhas *in natura*, as quais ficaram menos retidas no resíduo fibroso e/ou descartadas no sobrenadante, após as etapas de filtragem e centrifugação, respectivamente.

Tabela 2 - Indicadores da eficiência dos processos de elaboração da farinha e obtenções dos concentrados de ora-pro-nóbis.

Parâmetros avaliados (%)	Farinha	Concentrados			
		CD	TC	CA	TCA
Rendimento	14,54 ± 0,10 a	2,40 ± 0,28 c	5,12 ± 0,35 b	5,05 ± 0,25 b	4,98 ± 0,17 b
Teor de proteína	15,14 ± 0,10 d	31,63 ± 0,61 a	26,25 ± 1,38 bc	27,37 ± 0,73 b	24,12 ± 0,93 c
Recuperação proteica	-	34,48 ± 3,45 b	61,05 ± 4,68 a	62,85 ± 2,76 a	54,61 ± 0,68 a

CD (concentrado doméstico), TC (termo coagulação), CA (coagulação ácida) e TCA (termo coagulação ácida). Valores expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras distintas que indicam diferença estatística significativa nas linhas, com $P < 0,05$ pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores.

O teor proteico encontrado na farinha foi equivalente a outros trabalhos que avaliaram esse nutriente na ora-pro-nóbis. No trabalho de Sommer et al. (2022), o teor de proteínas nas folhas de ora-pro-nóbis obtidas na mesma localidade, porém de uma planta diferente da utilizada nesse estudo, foi de 16,14%. Manetta et al. (2023) avaliaram a composição e também fizeram uma comparação dos seus resultados com os trabalhos mais recentes que determinaram a composição centesimal da ora-pro-nóbis; os autores constataram teores de proteína entre 15,61 e 21,81% nas folhas secas da planta, mas descreveram que essa diferença foi menor do que as constatadas para outros componentes, como lipídeos, fibras e carboidratos.

As diferenças no teor proteico da ora-pro-nóbis são decorrentes dos locais e condições de cultivo da planta. Por exemplo, Mazia & Sartor (2012) estudaram a influência da concentração de nutrientes no solo sobre os teores de proteína metabolizados pela planta e constataram maiores teores de proteínas nas folhas das plantas cultivadas em solos argilosos e ricos em matéria orgânica, em comparação com o cultivo em solo arenoso. Já Queiroz et al. (2015) cultivaram ora-pro-nóbis em diferentes condições de luminosidade e concluíram que o nível de sombreamento influencia no crescimento da planta e no teor de proteínas das folhas, chegando a 26,5% de proteínas nas folhas desidratadas da planta mantida em condição “totalmente sombreada”, enquanto que as folhas das plantas cultivadas “sem sombreamento” e “meia sombra” apresentaram 15,2 e 15,8% de proteínas, respectivamente.

Modesti et al. (2007) utilizaram folhas de mandioca com 34% de proteínas na matéria seca para produção de concentrados a partir de técnicas de precipitação por calor e ácido, e obtiveram resultados superiores ao presente estudo. Os concentrados chegaram a 54% de proteína, um aumento de quase 60% no teor proteico, enquanto que os rendimentos da extração ficaram em 32 e 33,74% para a precipitação por calor e ácido, respectivamente (Modesti et al., 2007).

Teo et al. (2010), que obtiveram concentrados proteicos a partir de folhas desidratadas e moídas de mandioca com 38,5% de proteína, relataram rendimentos e teores de proteína superiores, mas recuperação proteica menor que o presente trabalho. Com grande diferença entre os tratamentos testados, que incluíram coagulação ácida, termo coagulação, termo coagulação ácida e coagulação com etanol, os autores concluíram que os melhores tratamentos foram a termo coagulação ácida modificada (denominada de TCA II) e a coagulação com etanol, as quais apresentaram valores de 18,1 e 25,3% de rendimento, 55,9 e 60,9% de proteína, e 11 e 14,1% de recuperação, respectivamente.

Já Silva et al. (2012) testaram os métodos de precipitação isoelétrica, fermentação natural e fermentação natural seguida de ajuste de pH para extração das proteínas a partir das folhas e parte aérea de mandioca. Os autores relataram que a precipitação ácida foi o tratamento de maior rendimento, teor de proteínas e recuperação proteica, com respectivos valores de 18,31; 32,60 e 45,90%; enquanto que a fermentação natural seguida de ajuste de pH foi o tratamento de pior resultado, em que o concentrado teve apenas 35,09% de proteína.

Soares et al. (2016) utilizaram três variedades de mandioca na elaboração de concentrados proteicos a partir do método de termo coagulação ácida, chegando aos valores médios de 37,30; 44,52 e 46,25% de proteína nos concentrados de mandioca vermelha, cascuda e branca, respectivamente.

Além do aumento significativo do teor de proteínas dos concentrados, em relação à farinha de ora-pro-nóbis, vale

ressaltar os consideráveis valores de recuperação proteica alcançados no presente trabalho (Tabela 2). O tratamento CD, que teve o menor valor de recuperação proteica, 34,48%, superou os valores descritos em trabalhos sobre a obtenção de concentrados proteicos de folhas de mandioca (Teo et al., 2010; Silva et al., 2012). Mesmo assim, considerando o maior valor médio de recuperação proteica, de 62,85% no tratamento CA, mais de 37% das proteínas presentes nas folhas não foram coaguladas e/ou sedimentadas, ou ficaram retidas pelas fibras no resíduo fibroso descartado após as filtragens.

Como não existem outros trabalhos relatando a obtenção de concentrados proteicos com ora-pro-nóbis, os resultados de rendimento e teor de proteínas menores aos relatados para concentrados de mandioca não desmerecem os produtos obtidos, visto que a ora-pro-nóbis tem maior teor de fibras e menor teor de proteína nas folhas em comparação com a mandioca. A ora-pro-nóbis apresenta 7,49% de fibra alimentar na folha *in natura* e 55% na farinha, enquanto que a farinha da folha de mandioca possui cerca de 30% de fibras (Trombini & Leonel, 2014; Sommer et al., 2022).

Ainda há espaço para aperfeiçoar a obtenção de concentrados proteicos de folhas vegetais, o que envolve estudos sobre a melhor forma de manipulação das folhas durante e após a colheita, a utilização dos equipamentos adequados durante o processo de extração e as melhores condições de coagulação das proteínas presentes no suco verde. Os procedimentos devem ser realizados o mais rápido possível para minimizar a ação de enzimas proteolíticas e lipoxidases, que comprometem a qualidade do concentrado, e a reação das proteínas com substâncias, como polifenóis e carboidratos, que formam complexos insolúveis e diminuem a extratibilidade (Modesti et al., 2006).

Se considerada a RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005, que aprova o “Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal”, nenhum dos produtos obtidos nesse trabalho atende o requisito específico de ter, no mínimo, 40% de proteína em base seca para serem considerados “outros produtos proteicos” (Brasil, 2005). Levando em consideração o fator de conversão descrito na referida resolução ($N \times 6,25$) e que o teor de proteína considerado é na matéria seca do produto (Brasil, 2005), o CD seria o mais próximo de um concentrado comercial, com 36,19% de proteína.

A demonstração da capacidade antioxidante dos produtos avaliados encontra-se na Tabela 3. Os concentrados proteicos apresentaram capacidade antioxidante bastante inferior à farinha de ora-pro-nóbis, sugerindo que os tratamentos empregados para a obtenção dos mesmos possam ter resultado em perdas de compostos bioativos.

A capacidade antioxidante determinada na farinha é alta, inclusive superior ao valor descrito no trabalho de Sommer et al. (2022), que encontraram o valor médio de 3803,19 μM Trolox/100 g de uma farinha de ora-pro-nóbis elaborada pelo mesmo procedimento e obtida na mesma localidade do presente estudo. O valor encontrado também é superior ao descrito por Augusta e Nascimento (2013), que descreveram capacidade antioxidante em 2997 μM Trolox/100 g de folha de ora-pro-nóbis *in natura*.

Tabela 3 - Capacidade antioxidante da farinha e concentrados de ora-pro-nóbis

Análise	Farinha	Concentrados			
		CD	TC	CA	TCA
Capacidade antioxidante (μM Trolox/100 g)	4193,79 \pm 440,54 a	421,43 \pm 33,21 c	493,16 \pm 11,58 c	155,23 \pm 41,87 c	1151,29 \pm 119,13 b

CD (concentrado doméstico), TC (termo coagulação), CA (coagulação ácida) e TCA (termo coagulação ácida). Valores expressos como média \pm desvio padrão seguidos por letras distintas que indicam diferença estatística significativa nas linhas, com $P < 0,05$ pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores.

De forma geral, os compostos bioativos dos vegetais são termossensíveis. Sendo assim, temperaturas de secagem elevadas, bem como maiores tempos de exposição às mesmas, podem reduzir a capacidade antioxidante dos produtos desidratados (Caneda, 2013; Negri et al., 2009). No entanto, como a farinha e os concentrados passaram pelas mesmas

condições de desidratação, a menor capacidade antioxidante dos concentrados pode estar relacionada às perdas de compostos antioxidantes nas etapas do processamento que precederam a secagem, entre elas o aquecimento (coagulação térmica), filtração e descarte do sobrenadante (Figuras 1 e 2).

Piotrowicz et al. (2019), ao avaliar o potencial bioativo de frações obtidas a partir do processo de concentração proteica de farelo de arroz vermelho, observou maior capacidade antioxidante no concentrado proteico em comparação ao produto que lhe deu origem (farelo de arroz vermelho). No trabalho citado as condições de pH e temperatura utilizadas na elaboração do concentrado foram de 4,5 e 40°C, respectivamente, mais brandas que as empregadas em nosso estudo (pH 3,0 e temperatura de coagulação de 85°C para os tratamentos TC, CA e TCA e de ebulição para o tratamento CD). A Temperatura de coagulação alta e o pH ácido podem ter proporcionado hidrólise proteica durante a produção dos concentrados, culminando para uma diminuição da capacidade antioxidante dos mesmos. Caso a reação realmente tenha acontecido, os peptídeos e os aminoácidos hidrolisados podem ter ficado solubilizados no sobrenadante descartado após a separação do resíduo proteico precipitado (Figura 2).

As condições de pH e temperatura utilizadas na elaboração dos concentrados também podem ter proporcionado degradação parcial dos compostos fenólicos presentes na ora-pro-nóbis, sendo outro fator a contribuir para o decaimento da capacidade antioxidante dos mesmos, em relação à farinha. A principal classe de compostos fenólicos presentes na ora-pro-nóbis são os ácidos fenólicos, em especial o ácido clorogênico, cafeico, ρ -cumárico e ferúlico (Souza, 2014). Apesar dos mesmos serem relativamente estáveis ao aquecimento, temperaturas próximas aos 100 °C podem implicar algumas degradações. Da mesma forma, o pH ácido também pode ser um indutor de possíveis perdas, uma vez que a acidez elevada do meio pode desestabilizar as ligações químicas que mantêm os compostos fenólicos associados às proteínas, contribuindo para uma maior liberação dos mesmos no sobrenadante descartado (Silva, 2012).

Entre os concentrados proteicos produzidos, o que apresentou maior capacidade antioxidante foi o TCA, obtido a partir da redução de pH até 3,0 e temperatura de coagulação de 85 °C (Tabela 3). A combinação das duas variáveis citadas para a obtenção do concentrado em questão pode ter promovido alterações diferenciadas na conformação espacial das proteínas, contribuindo para um aumento da exposição dos resíduos de aminoácidos das mesmas e, conseqüentemente, da sua capacidade antioxidante (Silva, 2012).

Embora os concentrados proteicos de ora-pro-nóbis tenham apresentado menor capacidade antioxidante em relação à farinha da mesma, esses produtos mantiveram capacidade antioxidante bastante alta, inclusive superior à de algumas frutas comumente consumidas, como morango, caju e goiaba (Freire et al., 2013).

4. Conclusão

Os tratamentos testados para concentrar a proteína das folhas de ora-pro-nóbis foram exitosos e equivalentes à concentrados elaborados com folhas de outras espécies de vegetais. No entanto, o rendimento, teor proteico e a recuperação de proteínas nos concentrados não foram elevados, além de ficarem mais escuros, menos verdes e perderem capacidade antioxidante, o que representa uma desvantagem em relação à farinha de ora-pro-nóbis.

Os resultados obtidos são inéditos para a ora-pro-nóbis e devem contribuir com futuros trabalhos sobre a obtenção de concentrados proteicos desse vegetal, os quais podem ser alternativas à farinha desidratada da ora-pro-nóbis e incorporados em diferentes produtos alimentícios, maximizando o seu conteúdo de proteínas.

Referências

Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Methods of Analysis*. (17a ed.).

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, 431-9.

Augusta, M. & Nascimento, K. O. (2013). Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.). *Higiene Alimentar*, 27(1), 218-9.

Barreira, T. F., Paula Filho, G. X., Priore, S. E., Santos, R. H. S. & Pinheiro-Santana, H. M. (2021). Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. *Food Science and Technology*, 41(1), 47-51.

Baroni, J. O., Volpini-Rapina, L. F. & Costa-Singh, T. (2017). Avaliação sensorial de torta de legumes com adição de hortaliça não convencional ora pro nóbis. *Nutrição Brasil*, 16(5), p. 320-6.

Brasil. (2005). Resolução RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.

Brasil. (2010). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Manual de hortaliças não convencionais, Brasília.

Brasil. (2020). Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.

Caneda, C. M. (2013). *Secagem da pimenta vermelha dedo-de-moça (Capsicum baccatum var. pendulum): compostos bioativos e propriedades antioxidantes*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pampa, Bagé].

Cunha, M. A., Pinto, L. C., Santos, I. R. P., Neves, B. M. & Cardoso, R. C. V. (2021). Plantas Alimentícias Não Convencionais na perspectiva da promoção da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), 1-13.

De Paula, M. C., Oliveira, R. B., Felipe, D. F., Magrine, I. C. O. & Sartor, C. F. P. (2016). Processamento de bolo com a planta *Pereskia aculeata* Mill. (Ora-pro-nóbis). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 18(2), 167-74.

Duarte, A. C. O., Duarte, F. O., Oliveira, E. M., Gonçalves, R. A. & Bemfeito, R. M. (2020). Análise sensorial de pão doce enriquecido com farinha de ora-pro-nóbis, soro de leite e farinha de quinoa. *Revista Conexão Ciência*, 15(2), 38-50.

Freire, J. M., Abreu, C. M. P., Rocha, D. A., Corrêa, A. D. & Marques, N. R. (2013). Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. *Ciência Rural*, 43(12), 2291-6.

Heinemann, R. B., Costa, N. M. B., Cruz, R. & Pirozi, M. R. (1998). Valor nutricional de farinha de trigo combinada com concentrado proteico de folha de mandioca. *Revista de Nutrição*, 11(1), 51-7.

Leaf For Life. (2022). *How to make leaf concentrate at home*. Disponível em: <https://www.leafforallife.org/how/making-leaf-concentrate-at-home/>.

Mattila, P. & Hellström, J. (2007). Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(4), 152-60.

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-Nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) na elaboração de pães. *Alimentos e Nutrição*, 24(3), 1-6.

Manetta, G. B., Romano, B. C., Costa, T. M. B. & Triffoni-Melo, A. T. (2023). Utilização de farinha de Ora-Pro-Nobis (*Pereskia aculeata* miller) em preparação de biscoito de polvilho. *Brazilian Journal of Development*, 9(1), 1494-508.

Mazia, R. S. & Sartor, C. F. P. (2012). Influência do tipo de solo usado para o cultivo de *Pereskia aculeata* sobre propriedade proteica. *Revista Saúde e Pesquisa*, 5(1), 59-65.

Modesti, C. F., Corrêa, A. D., Oliveira, E. D., Abreu, C. M. P. & Santos, C. D. (2007). Caracterização de concentrado proteico de folhas de mandioca obtido por precipitação com calor e ácido. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 464-9.

Morais, L. C., Neves, I. C. O., Batista, G. A., Silva, M. L. M., Valentim, T. T., Mól, P. C. G., Resende, J. V., Thomasi, S. S. & Veríssimo, L. A. A. (2019). Protein recovery from barbados gooseberry (*Pereskia aculeata* Miller) leaves by salting out and isoelectric precipitation. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 18(2), 419-30.

Negri, M. L. S., Possamai, J. C. & Nakashima, T. (2009). Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(2b), 553-6.

Netto, M. M. (2014). Ora-pro-nóbis em Pompéu: gastronomia na serra de Sabará/MG. *Geograficidade*, 4, 36-46.

Piotrowicz, I. B. B., Villanova, F. A., Ferreira, C. D. & Oliveira, M. (2019). *Potencial nutricional e bioativo de frações obtidas no processo de concentração proteica do farelo de arroz vermelho*. In: 11º Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Balneário Camboriú. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/potencial-nutricional-e-bioativo-de-fracoes-obtidas-no-processo-de-concentracao-proteica-do-farelo-de-arroz-vermelho_258.pdf.

Queiroz, C. R. A. A. (2012). *Cultivo e composição química de Ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Mill.) sob déficit hídrico intermitente no solo*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal].

Queiroz, C. R. A. A., Moraes, C. M. S., Andrade, R. R. & Pavani, L. C. (2015). Crescimento inicial e composição química de *Pereskia aculeata* Miller cultivada em diferentes luminosidades. *Revista Agroecologia*, 7(4), 93-104.

Ratti, C. (2008). *Advances in food dehydration*. CRC Press.

- Re, R., Protegente, A., Panala, A., Yang, M. & Arooz-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(10), 1231-7.
- Sgarbieri, V. C. (1996). *Propriedades funcionais das proteínas e dos alimentos proteicos*. In: *Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradação e modificações*. Varela.
- Silva, C., Garcia, V. S. & Franciscato, L. S. (2016). Extração assistida por ultrassom de compostos bioativos das cascas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.). *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 18(1), 81-96.
- Silva, F. G. D. (2012). *Atividade antioxidante de produtos proteicos de linhaça (Linum usitatissimum L.)*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Campinas].
- Silva, J. L., Gomes, S. D., Coelho, S. R. M., Evarini, J., Ferri, P., Cereda, M. P. & Lucas, S. D. (2012). Obtenção de concentrado proteico de folhas e parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6), 2279-88.
- Soares, I. A., Téó, M. S., Debastiani, C., Retuci, V. S. & Baroni, S. (2016). Concentrado proteico obtido das folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de três variedades comerciais. *Acta Ambiental Catarinense*, 13(1), 1-7.
- Sommer, M. C., Ribeiro, P. F. A. & Kaminski, T. A. (2022). Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis. *Brazilian Journal of Health Review*, 5(2), 6878-92.
- Sousa, R. M. F., Lira, C. S., Rodrigues, A. O., Morais, S. A. L., Queiroz, C. R. A. A., Chang, R. & Oliveira, A. (2014). Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. *Bioscience Journal*, 30(1), 448-57.
- Souza, M. R. M., 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), 3550-4.
- Souza, T. C. L. de. (2014). *Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller)*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Campinas].
- Teo, C. R. P. A., Prudencio, S. H., Coelho, S. R. M. & Teo, M. S. (2010). Obtenção e caracterização físico-química de concentrado protéico de folhas de mandioca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(9), 993-9.
- Tofanelli, M. B. D. & Resende, S. G. (2011). Sistemas de condução na produção de folhas de ora-pro-nobis. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(3), 466-9.
- Trombini, F. R. M. & Leonel, M. (2014). Composição físico-química e propriedades tecnológicas da farinha de folhas de mandioca. *Energia na Agricultura*, 29(1), 76-81.
- Turani, D. & Brites, J. S. R. (2018). *Caracterização química e otimização da extração de compostos fenólicos e antioxidantes de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller) desidratado*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste].
- Vitor, I. F. (2022). *Influência do pré-tratamento na cor de folhas de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller) em pó desidratadas por micro-ondas a vácuo*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis].