

Aplicação de extrato aquoso de sorgo para elaboração de cobertura comestível de folhas de ora-pro-nóbis minimamente processado

Application of sorghum aqueous extract for the elaboration of edible coating for minimally processed ora-pro-nóbis leaves

Aplicación de extracto acuoso de sorgo para preparar la cubierta comestible de hojas de ora-pro-nobis mínimamente procesadas

Recebido: 02/02/2021 | Revisado: 10/02/2021 | Aceito: 14/02/2021 | Publicado: 21/02/2021

Carlos Eduardo Maia Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4305-5277>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: kakoedu@hotmail.com

Luana Sousa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9518-5911>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: luana.sousa@ufsj.edu.br

Ana Paula Coelho Madeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-8555>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: anapaula@ufsj.edu.br

Daniela de Carvalho Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3140>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: danielalopes@ufsj.edu.br

Washington Azevedo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9536-9238>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: was@ufsj.edu.br

Marinalva Woods Pedrosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4850-7615>
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Brasil
E-mail: marinalva@epamig.br

Valéria Aparecida Vieira Queiroz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0156-9827>
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
E-mail: valeria@cnpmc.embrapa.br

Christiano Vieira Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4182-0772>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: christiano@ufsj.edu.br

Lanamar de Almeida Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8356-2583>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: lanamar@ufsj.edu.br

Andréia Marçal da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3116-5070>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: amsilva@ufsj.edu.br

Resumo

Ora-pro-nóbis é uma hortaliça não convencional que apresenta elevados teores de proteínas, sendo pouco explorada no Brasil. Coberturas comestíveis podem ser aplicadas em alimentos para prolongar a vida de prateleira ou incorporar algum nutriente. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de uma cobertura comestível em folhas de ora-pro-nóbis minimamente processado, por análises microbiológicas, físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante, verificando a segurança, estabilidade e um possível caráter funcional do produto. Em nenhuma amostra houve diferença significativa na interação da cobertura comestível com o tempo de estocagem refrigerada (8 dias, 7 °C). As amostras apresentaram-se seguras para consumo durante todo o período avaliado (ausência de *Salmonella* sp., < 3 NMP/g de Coliformes a 45 °C e máximo 2,4 UFC/g de Contagem Total de Bactérias e Leveduras). Os resultados médios gerais ao longo de todo o período de armazenamento refrigerado avaliado para

cada variável foram: pH = 4,62; ATT = 0,82 g de ac. cítrico/100 g de amostra; cor instrumental: L = 42,78; a* = -13,95; b* = 21,53; umidade = 87,08%; perda de massa = 5,30%; carotenoides = 913,27 µg de carotenoides/g de amostra seca; compostos fenólicos = 11,44 mg GAE/100 g de amostra seca e atividade antioxidante = 359,65 µmol TE/g amostra em base seca. Concluiu-se que o protocolo definido foi eficiente no processamento mínimo de ora-pro-nóbis, foi possível desenvolver uma cobertura comestível adicionada de extrato aquoso de sorgo e esta não alterou significativamente a vida de prateleira do produto, porém trouxe ganhos expressivos de compostos fenólicos. **Palavras-chave:** Controle de qualidade; Planta alimentícia não convencional; Compostos antimicrobianos.

Abstract

Ora-pro-nóbis is an unconventional vegetable that contains high protein levels, being little explored in Brazil. Edible coatings can be applied to foods to prolong their shelf life or adding some nutrient. This study evaluated the effect of an edible coating application on minimally processed ora-pro-nóbis leaves, through microbiological, physical chemical, bioactive compounds and antioxidant activity analysis, examining its safety, stability and checking the product for a possible functional characteristic. None of the samples showed significant difference on the edible coating's interaction with the refrigerated storage time (8 days, 7 °C). The samples were safe for consumption throughout all the evaluated time (absence of *Salmonella* sp., < 3 MPN/g of Coliforms at 45 °C and maximum 2,4 CFU/g of Total Yeasts and Mold). The general mean results throughout the whole refrigerated storage time evaluated for each variable were: pH = 4.62; TA = 0.82 g of citric acid/ 100 g of sample; instrumental color: L = 42.78; a* = -13.95; b* = 21.53; moisture = 87.08%; mass loss = 5.30%; carotenoids = 913.27 µg of carotenoids/g of dried sample; phenolic compounds = 11.44 mg GAE/100 g of dried sample and antioxidant activity = 359.65 µmol TE/g dry basis sample. It was concluded that the determined protocol was efficient on the minimal processing of ora-pro-nóbis. It was possible to develop an edible coating added of sorghum aqueous extract and this did not alter significantly the product's shelf life, but there were expressive gains of phenolic compounds.

Keywords: Quality control; Unconventional vegetable; Antimicrobial compound.

Resumen

Ora-pro-nóbis es una verdura poco convencional con altos niveles de proteína, poco explorada en Brasil. Recubrimientos comestibles se pueden aplicar a los alimentos para prolongar la vida útil o incorporar nutrientes. Este trabajo evaluó el efecto de la aplicación de recubrimiento comestible sobre hojas de ora-pro-nobis mínimamente procesadas por análisis microbiológicas, físico-químicas, compuestos bioactivos y actividad antioxidante, verificando la seguridad, estabilidad y posible carácter funcional del producto. No hubo diferencia significativa en muestras en la interacción de la cubierta comestible con el tiempo de almacenamiento refrigerado (8 días, 7 oC). Las muestras fueron seguras para consumir durante todo el período evaluado (ausencia de *Salmonella* sp., <3 NMP / g de Coliformes a 45 oC y máximo 2.4 UFC / g de Recuento Total de Mohos y Levaduras). Resultados durante todo el período de almacenamiento refrigerado evaluados fueron: pH = 4.62; ATT = 0,82 g de ac. cítricos / 100 g de muestra; color instrumental: L = 42,78; a * = -13,95; b * = 21,53; humedad = 87,08%; pérdida de masa = 5,30%; carotenoides = 913,27 µg de carotenoides / g de muestra seca; compuestos fenólicos = 11,44 mg GAE / 100 g de muestra seca y actividad antioxidante = 359,65 µmol TE / g muestra en base seca. El protocolo definido fue eficiente en el procesamiento mínimo de ora-pro-nobis, fue posible desarrollar un recubrimiento comestible agregado con extracto acuoso de sorgo y esto no cambió significativamente la vida útil del producto, trayendo beneficios expresivos de compuestos fenólicos.

Palabras clave: Control de calidad; Vegetal no convencional; Compuesto antimicrobiano.

1. Introdução

Hortaliças PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais) são espécies que têm o seu consumo e distribuição restritos a localidades específicas, exercendo um papel fundamental na alimentação e cultura de populações locais. Sendo elas produzidas, na sua maioria, no sistema de agricultura familiar, proporcionam uma importância na nutrição da população local, além de ser uma fonte de renda significativa para os produtores (Brasil, 2020).

O Brasil é considerado um dos países com maior biodiversidade do planeta, tornando-se fundamental o conhecimento das potencialidades da nossa flora (Filardi et al., 2018). Atualmente, o ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) vem ganhando espaço na alta gastronomia brasileira (Madeira et al., 2016).

Dentre as PANCs, o ora-pro-nóbis se destaca como importante fonte de nutrientes tais como cálcio, potássio, ferro e perfil de aminoácidos essenciais mais elevado que as plantas convencionais (Fink, et al., 2018; Oliveira et al., 2019; Botrel et al., 2020). A espécie *Pereskia aculeata* Mill foi considerada fundamental para estratégias de segurança alimentar e

nutricional de grupos populacionais, sendo fonte de fibras totais, boa fonte de Mg, Cu, K e excelente fonte de Vitamina A, Ca, Mn, Fe e Se (Botrel, et al., 2020).

O processamento mínimo de produtos hortícolas envolve a retirada de cascas e partes não comestíveis, a sanitização e o fracionamento, facilitando o consumo sustentável destes alimentos (Tresseler et al., 2009; Cenci, 2011). Entretanto, hortaliças minimamente processadas apresentam problemas na preservação da qualidade, uma vez que as superfícies expostas desencadeiam reações fisiológicas, favorecendo a oxidação e, conseqüentemente, o escurecimento. Além disso, há o risco microbiológico, uma vez que as hortaliças podem ser contaminadas por diversos micro-organismos ao longo do processo produtivo, principalmente se não forem adotadas boas práticas de fabricação (Silveira, 2016).

Visando melhorar a qualidade e a conservação das hortaliças minimamente processadas, uma alternativa é o uso de coberturas comestíveis, sendo utilizadas junto das embalagens tradicionais, ajudando a manter características sensoriais e nutricionais do produto (Baldwin, 2007). O uso desta barreira é uma proteção contra a troca gasosa, que em hortaliças pode ocasionar uma oxidação e uma mudança de coloração indesejada, além de inibir a perda de água, dando um aspecto brilhante e chamativo ao produto, conservando as propriedades estruturais e elevando a vida útil (Santacruz et al., 2015; Castro et al., 2016; Costa et al., 2021).

Diversas substâncias vêm sendo utilizadas para preparação dessas coberturas comestíveis, dentre elas o amido tem um destaque devido a sua abundância e baixo custo, além da formação de um revestimento transparente, incolor e inodoro, facilitando seu uso em alimentos (Lopes et al., 2018). Dentre as fontes de amido, a fécula de mandioca vem se mostrando eficiente na conservação das características sensoriais e microbiológicas de produtos vegetais (Guimarães et al., 2016; Nunes et al., 2017).

Visando uma maior aplicabilidade da cobertura comestível, ela pode ser incorporada com substâncias antimicrobianas, criando outra barreira no alimento e, conseqüentemente, mantendo-o mais seguro durante o armazenamento (Raybaudi-Massilia et al., 2008). Segundo Kil et al. (2009), o extrato de compostos fenólicos do sorgo possui atividade antimicrobiana, se mostrando eficiente no controle de diversos micro-organismos patógenos, destacando-se *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, entre outros, e também apresenta compostos antioxidantes, se mostrando um bom aditivo para ser acrescido à cobertura comestível. Nos alimentos, estes compostos servem para evitar que eles sejam deteriorados, já no corpo humano, combatem espécies reativas que são produzidas por fatores endógenos, auxiliando na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como diabetes e cânceres (Berger, 2005; Giada & Mancini Filho, 2006; Tiveron et al., 2012). O genótipo SC319 é uma variedade de sorgo que apresenta elevados teores de compostos fenólicos, conferindo ao seu pericarpo a coloração vermelha (Queiroz et al., 2011; Oliveira et al., 2017).

Segundo Antunes et al. (2008), a temperatura na estocagem é determinante para a taxa respiratória do vegetal, sendo ela capaz de acelerar ou retardar o metabolismo da planta que continua a acontecer mesmo após a colheita. O manejo e a conservação pós-colheita de ora-pro-nóbis podem ser melhorados quando se utiliza hidrosfriamento e embalagem plástica, podendo aumentar a vida de prateleira em 7 dias (Barbosa et al., 2015). A temperatura baixa (refrigeração) também retarda o metabolismo de micro-organismos mesófilos, que são os mais comuns dentre os contaminantes de hortaliças.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou analisar o efeito combinado da cobertura comestível de fécula de mandioca acrescida do extrato aquoso de pericarpo do sorgo na conservação de folhas de ora-pro-nóbis minimamente processado armazenados em temperatura de refrigeração por até 8 dias, acompanhando o efeito nas suas características microbiológicas e físico-químicas.

2. Metodologia

As folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mil.) foram colhidas na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas

Gerai/EPAMIG Centro Oeste, localizada na cidade de Prudente Morais/MG (-19.447856, -44.1588817), em julho/2019, tendo sido selecionadas folhas com uma tonalidade verde escura, em diversas partes da planta, na parte da manhã, com uma temperatura média de 18 °C. As amostras foram transportadas em sacos plásticos de primeiro uso, dentro de caixas isotérmicas, em no máximo 2 horas até o Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas* (DEALI/UFSJ-CSL), onde foram processadas.

2.1 Produção da cobertura comestível

A cobertura comestível foi produzida a partir da fécula de mandioca, seguindo o padrão apresentado por Queiroz et al. (2011). O extrato de compostos fenólicos do sorgo foi doado pela Embrapa Milho e Sorgo, localizada na cidade de Sete Lagoas/MG (-19.467199, -44.1739052). Para a produção desse extrato utilizou-se água acidificada com 3% (m/v) de ácido cítrico e misturou-se com 4% (m/v) de uma farinha obtida do pericarpo do sorgo SC319, cultivar que apresentou melhores resultados no trabalho de Barbosa et al. (2018). Essa mistura ficou sob agitação em banho maria aquecido a 90 °C por 1h, foi centrifugada a 24860 X g (Novatecnica NT835/Piracicaba) e filtrada em filtro de papel faixa rápida, com o intuito de se retirar as sujidades.

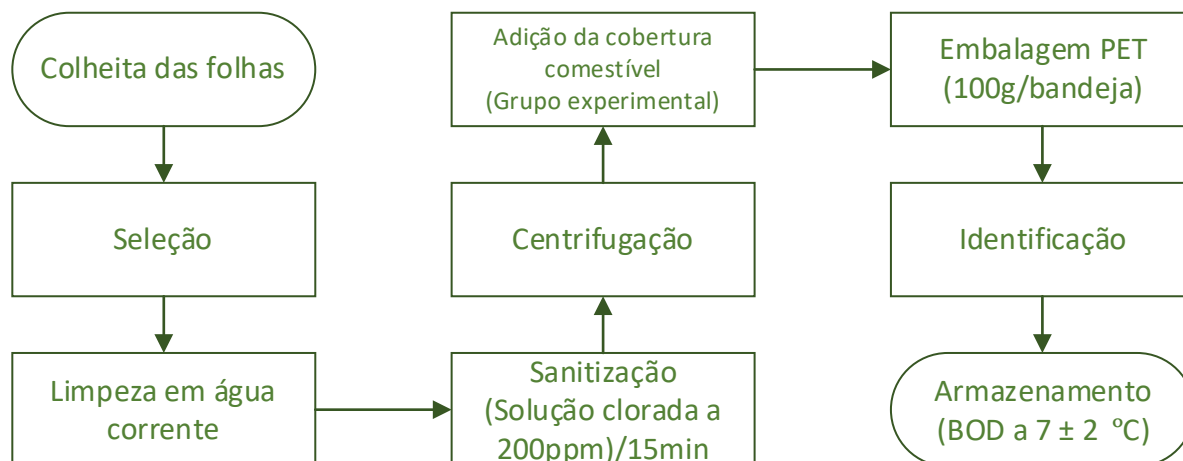
Pré-testes com o intuito de descobrir qual composição de cobertura comestível apresentava maior teor de compostos fenólicos foram realizados. Para tanto, avaliou-se diferentes quantidades de extrato de pericarpo de sorgo adicionadas pré e pós geleificação do amido, utilizando-se fécula de mandioca (Amafil/Cianorte) e glicerina (plastificante, Synth/Diadema). Esta etapa foi realizada no Laboratório de Embalagens (DEALI/UFSJ-CSL).

2.2 Processamento mínimo das hortaliças

O ora-pro-nóbis foi minimamente processado seguindo o fluxograma apresentado na Figura 1.

Os ensaios foram realizados com quatro repetições, sendo as amostras classificadas em controle e revestidas com a cobertura comestível, sendo ambas armazenadas em embalagens PET (politereftalato de etileno) sob refrigeração (BOD INDREL SCIENTIFIC a 7 °C ±2), simulando a temperatura de comercialização. A avaliação das características microbiológicas, físico-químicas, de compostos bioativos e de atividade antioxidante ocorreram no instante após o preparo do ora-pro-nóbis minimamente processado envolvido na cobertura comestível (tempo 0) e aos 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento refrigerado. As amostras do grupo controle foram processadas seguindo o mesmo fluxograma (Figura 1), diferindo-se apenas pelo fato de não receberem adição da cobertura comestível.

Figura 1. Fluxograma do processamento mínimo de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mil.) adicionado de cobertura comestível à base de fécula de mandioca e extrato de compostos fenólicos de sorgo (SC319).



Fonte: Adaptado de Gava et al. (2009).

2.3 Análises microbiológicas

O ora-pro-nóbis minimamente processado foi avaliado buscando os micro-organismos indesejados sugeridos pela RDC N° 12/2001 da ANVISA (Brasil, 2001). Esta legislação não fala diretamente de hortaliças minimamente processadas, mas pode-se fazer uma analogia com o grupo 2, letra "b", que estabelece padrões para "hortaliças frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto", a qual exige análises de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. Além destas análises, foi realizada a Contagem de Bolores e Leveduras. Todas as análises seguiram as metodologias oficiais dispostas na referência de Silva et al. (2010) e foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (DEALI/UFSJ-CSL).

2.4 Análises físico-químicas

Todas as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos (DEALI/UFSJ-CSL), a saber: potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável e teor de umidade (AOAC, 2016); cor instrumental, realizada com colorímetro (CR400/Konica Minolta), onde leu-se randomicamente 3 pontos da frente e outros 3 pontos do verso da folha, determinando-se os parâmetros L, a* e b* médio dessas leituras e perda de peso (Pereira, 2018).

2.5. Análises de compostos bioativos

Todas as análises de compostos bioativos foram realizadas no Laboratório de Princípios de Conservação de Alimentos (DEALI/UFSJ-CSL). As análises foram: carotenoides totais (Rodriguez-Amaya, 2001) e compostos fenólicos totais (Singleton et al., 1999; Minussi et al., 2003).

2.6 Atividade Antioxidante

Utilizou-se do método de DPPH (2,2-Difenil-1-Picril-Hidrazila), conforme metodologia proposta por Brand-Willians et al. (1995) com modificações de Ali et al. (2009), onde o extrato vegetal obtido à partir de extração etanólica ácida foi adicionado de solução etanólica de DPPH a 0,1mM (Sigma-Aldrich). Após reação de 30 minutos ao abrigo de luz e sob temperatura ambiente, as amostras foram lidas em espectrofotômetro (Femto 700s) em 515 nm. A capacidade antioxidante foi calculada utilizando-se curva padrão de Trolox (100 a 2000 µM) e os resultados foram expressos em µmol de Trolox equivalente por grama de amostra em base seca (µmol TE.g⁻¹ BS).

2.7 Análises estatísticas

O experimento foi conduzido utilizando delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, no esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída pelo fator presença/ausência da cobertura comestível e a subparcela pelo fator tempo de estocagem refrigerada (0, 2, 4, 6 e 8 dias).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância para determinação dos fatores que atuam de maneira significativa sobre as variáveis em estudo. As pressuposições de normalidade e homocedasticidade dos resíduos foram verificadas pelos testes de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Para o fator qualitativo presença/ausência da cobertura comestível as diferenças foram verificadas pelo teste F e para o tempo de estocagem refrigerada, utilizou-se a regressão. As análises estatísticas foram realizadas no software R (2020), ao nível de 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

3.1 Produção da cobertura comestível

A partir de pré-testes envolvendo diferentes proporções de fécula de mandioca, glicerina e extrato de pericarpo de sorgo, definiu-se que a cobertura com melhor adesão e retenção de compostos fenólicos foi a preparada com as seguintes quantidades: 3% m/m de fécula de mandioca, 3% m/m de glicerina e 94% m/m do extrato aquoso de sorgo.

3.2 Análises microbiológicas

Segundo a Resolução de Diretoria Colegiada nº 12 de 02/01/2001, da ANVISA, para que hortaliças frescas, selecionadas, sanitizadas, refrigeradas e prontas para o consumo sejam consideradas seguras do ponto de vista higiênico-sanitário, elas devem apresentar ausência de *Salmonella* sp. em 25g de amostra e máximo de 10^2 UFC/g na contagem de coliformes a 45 °C por grama de alimento (Brasil, 2001).

Logo, a partir do exposto anteriormente, pode-se considerar que todas as amostras de ora-pro-nóbis estavam seguras ao longo de todo o tempo de estocagem refrigerada, visto que em todas as análises os resultados foram ausência para *Salmonella* sp. e contagens < 3 Número Mais Provável/g para Coliformes a 45 °C.

Outra análise realizada para controle microbiológico foi a Contagem Total de Bactérias e Leveduras, uma vez que a cobertura é produzida a partir de amido de mandioca e extrato de sorgo, produtos estes que podem estar contaminados com esses micro-organismos e as temperaturas de produção da cobertura podem ser insuficientemente baixas para sua completa remoção. Os resultados encontrados nessa análise demonstraram uma baixa contaminação em algumas amostras com a cobertura no tempo 0 de estocagem, variações desde 1,6 UFC/g até 2,4 UFC/g. No grupo controle, as amostras apresentaram resultados < 1×10 UFC/g estimado.

Souza et al. (2020), avaliando a microbiota de hortaliças minimamente processadas, verificaram ausência de *Salmonella* sp., como encontrado no presente trabalho. Entretanto, das 9 hortaliças avaliadas, 6 apresentaram valores acima do permitido pela legislação para Coliformes Termotolerantes, indicando risco higiênico-sanitário para os consumidores, valores estes maiores do que os encontrados neste trabalho. Passos et al. (2017), avaliando cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens sob refrigeração (7 °C), relataram que o processo de sanitização foi eficiente e o tipo de embalagem não interferiu no desenvolvimento de coliformes (totais e termotolerantes) e de psicotróficos, relatando segurança no consumo do produto até o sétimo dia de estocagem, resultados semelhantes ao do presente trabalho. Em trabalho de revisão, Sant'Anna et al. (2020) relataram que os vegetais minimamente processados prontos para o consumo no Brasil apresentam prevalência variando de 0,4% a 12,5% de *Salmonella* spp. e de 0,6 a 3,1% de *Listeria monocytogenes*, o que é inaceitável pela legislação vigente. Segundo Oliveira et al. (2019), amostras de radicchio minimamente processadas, apresentaram resultados similares ao do presente artigo, obtendo ausência de *Salmonella* sp. e

leitura <3 NMP/g de coliformes termotolerantes.

Assim, de acordo com os resultados apresentados no presente estudo, o protocolo definido na metodologia foi eficaz para o processamento mínimo seguro de ora-pro-nóbis, com Boas Práticas de Fabricação e condições de armazenamento adequado, evitando a contaminação e a multiplicação microbiana.

3.3 Análises físico-químicas

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância para os parâmetros físico-químicos avaliados. Observa-se que não houve efeito significativo da interação entre os fatores, indicando que a cobertura e o tempo de armazenamento atuam de forma independente sobre as características físico-químicas e desta forma serão avaliados separadamente.

Tabela 1. Resumo das análises estatísticas para parâmetros físico-químicos avaliados da folha de ora-pro-nóbis minimamente processado com revestimento comestível de fécula de mandioca e extrato aquoso de pericarpo de sorgo, armazenado sob refrigeração ($7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), durante o período de estocagem de até 8 dias.

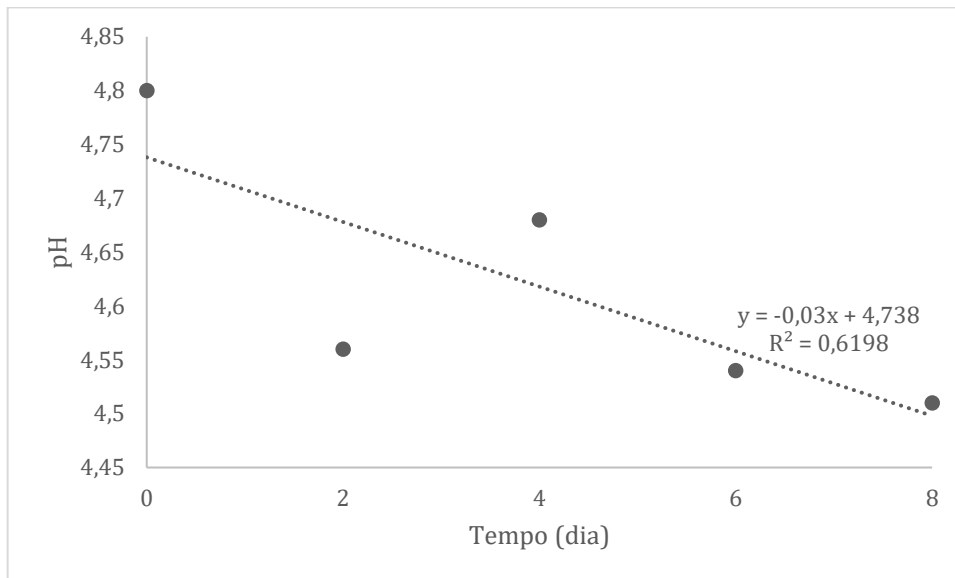
Fator	GL	QM						
		Umidade (%)	pH	ATT	PP ($\times 10^{-3}$)	L	a*	b*
Cobertura	1	0,1485	15,2276 **	1,5629* *	1,924	4,431	0,066	23,544
Erro a	6	0,2105	0,1237	0,0148	0,538	79,861	35,087	203,862
Tempo	4	0,0334*	0,1157* *	0,0068	14,645**	12,237	0,657	10,473
C*T	4	0,0154	0,0318	0,0015	0,867	2,045	0,407	5,855
Erro b	24	0,0093	0,0255	0,006	0,392	8,538	0,691	6,119
CV (1)		5,27%	7,62%	13,77%	54,75%	20,89%	-42,45%	66,32%
CV (2)		1,11%	3,46%	8,79%	46,73%	6,83%	-5,96%	11,49%

C*T = interação entre a cobertura e o tempo de armazenagem; GL = graus de liberdade; ATT = acidez total titulável; L, a*, b* = parâmetros da cor instrumental; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%; PP = Perda de peso
 Fonte: Autores (2021).

3.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Como visto na Tabela 1, o pH das amostras apresentou uma variação significativa ($p < 0,05$) de acordo com o tempo de estocagem e com a aplicação da cobertura. Na Figura 2, pode-se observar o comportamento médio do pH ao longo do tempo. Nota-se que um aumento de 1 dia no tempo de armazenamento refrigerado (X) implica em uma redução média de 0,03 no valor do pH. O valor para as amostras com aplicação de cobertura foi de pH 4 e para as amostras controle, pH 5,24. Essa variação do pH, existente entre as amostras controle e revestidas, pode ser justificada pelo uso de ácido cítrico no preparo do extrato de pericarpo de sorgo, utilizado para fazer a cobertura.

Figura 2. Potencial hidrogeniônico (pH) em função do tempo de armazenamento refrigerado.



Fonte: Autores (2021).

Os resultados de pH médio das folhas sem a cobertura foram similares ao encontrados por Pereira et al. (2017), que obteve uma leitura média de 5,36. Outros autores com valores similares foram Viana (2014) e Guimarães (2018), que em seus trabalhos obtiveram valores de 5,0 e 5,2 respectivamente.

Já a variação decrescente ocorrida ao longo do tempo demonstra que por ser um organismo vivo, as folhas estão sujeitas a aceleração de seu metabolismo após o processamento, e isso pode gerar um abaixamento do pH, como dito por Roura et al. (2000).

3.3.2 Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez total titulável média das folhas sem a cobertura foi de 0,23g/100g de ac. cítrico, valor este muito próximo aos 0,3 encontrados por Pereira et al. (2017) e aos 0,23 obtidos por Guimarães (2018), indicando que os valores encontrados estão de acordo com a literatura.

Já nas folhas que foram tratadas com a cobertura de extrato de pericarpo de sorgo, a acidez total titulável foi de 1,40g/100g de ac. cítrico, valor esse muito superior ao grupo controle, indicando que o ácido cítrico adicionado na confecção do extrato de pericarpo de sorgo, se manteve presente na cobertura.

3.3.3 Cor Instrumental

Os parâmetros analisados da cor instrumental das folhas tratadas com o revestimento foram estatisticamente iguais aos das folhas sem a cobertura, demonstrando que não houve influência na cor do produto, detectada tanto visualmente, quanto instrumentalmente.

Os valores médios obtidos para cada parâmetro das folhas do grupo controle foram de: L = 43,11; a* = -13,91; b* = 20,76 e para as folhas revestidas L = 42,45; a* = 13,99; b* = 22,30. Quando comparados aos valores encontrados por Teixeira (2018), observou-se resultados similares, com L = 42,01, a* = -12,06; b* = 24,98.

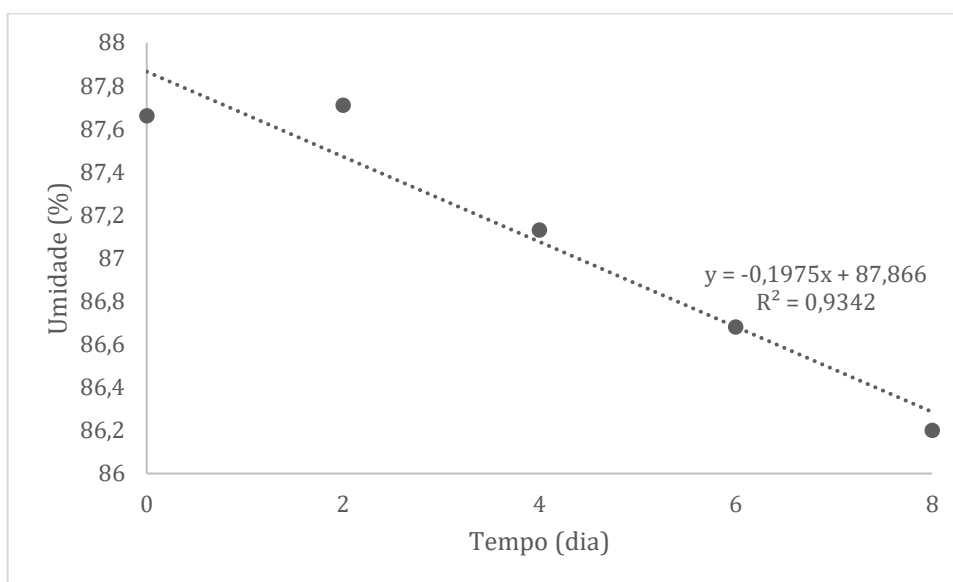
A saturação croma média para o grupo controle foi de 24,99 e para o grupo revestido foi de 26,32. O ângulo Hue médio para as amostras controle foi de 123,83 h° e para as revestidas foi de 122,12 h°, indicando assim que as folhas apresentaram uma tonalidade de verde pouco saturada e com luminosidade média.

Uma inferência possível de se fazer através desse parâmetro é que não houve degradação significativa de compostos que fornecem a cor para a folha durante sua estocagem, principalmente degradação da clorofila, composto responsável pela coloração verde do ora-pro-nóbis.

3.3.4 Teor de umidade

Observando a Tabela 1, nota-se que o teor de umidade apresentou efeito significativo apenas para o fator tempo. O estudo dessa variável, Figura 3, revela um decréscimo significativo ao longo de todo o período de armazenamento.

Figura 3. Umidade (%) em função do tempo de armazenamento refrigerado.



Fonte: Autores (2021).

Esses valores corroboram pesquisas realizadas por Vargas (2017), que obtiveram um valor de 87,7% no inverno, mesma estação climática da realização desta pesquisa. Outros pesquisadores que encontraram valores similares foram Girão et al. (2003), que obtiveram 85,45%, Almeida (2012), com 88,41% e Botrel et al. (2020) com 88,65%.

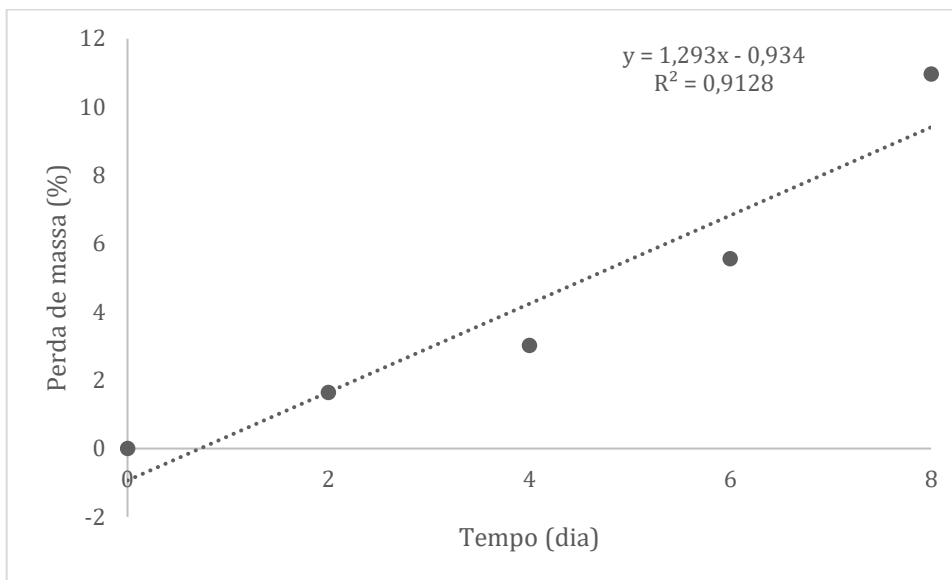
O decréscimo da umidade com o passar do tempo é esperado, visto que as folhas são organismos vivos e, com isso, mantém uma transpiração ao longo do armazenamento. Além da cobertura, utilizou-se embalagens PET (Politereftalato de etileno), que são permeáveis a vapores de água, permitindo que o produto da evapotranspiração das plantas seja liberado para o ambiente e, conseqüentemente, reduzindo a umidade do produto.

3.3.5 Perda de massa

Assim como a umidade, a perda de massa é um parâmetro que está intimamente ligado à perda de água para o ambiente pela hortaliça. Entretanto, ela pode sofrer alterações de outras variáveis, como líquidos que possam ter ficado livres na embalagem no momento de fechá-la (resíduos da solução sanitizante) e que ao longo do armazenamento evaporam. Esta análise foi realizada para saber se a cobertura influenciou na transpiração da folha, complementando a análise do teor de umidade. Notou-se que a cobertura não teve influência significativa ($p > 0,05$) nesse quesito e que apenas o fator tempo gerou variação.

Os valores médios para a perda de massa das amostras de ora-pro-nóbis em função do tempo de armazenamento podem ser vistos na Figura 4.

Figura 4. Perda de massa (%) em função do tempo de armazenamento refrigerado.



Fonte: Autores (2021).

Observa-se que quanto maior tempo (em dias), maior a perda de massa. Segundo Barbosa et al. (2015), o armazenamento refrigerado aumenta em 7 dias a vida de prateleira de folhas de ora-pro-nóbis, que associado ao hidrosfriamento e ao uso de saco plástico perfurado, forneceram menor taxa de perda de massa fresca. Visualmente, foi possível concluir que as folhas apresentaram alteração das características sensoriais a partir do oitavo dia de armazenamento, apresentando perda da textura original (aspecto murcho), característico de armazenamento por tempo excessivo. Sendo assim, para evitar repulsa do consumidor, indica-se que o consumo dessa hortaliça seja feito até o oitavo dia de estocagem refrigerada. Resultado semelhante foi obtido por Moreno et al. (2016) ao recomendarem o uso de repolho minimamente processado até o oitavo dia do processamento, armazenado em bandeja PET, mas a 15 °C (moderada perda de massa e manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, Vitamina C, acidez titulável e pH). Já a conservação pós-colheita de kits yakissoba (cenoura, couve-flor, brócolis e acelga), repolho e mix de folhas (alface crespa, alface roxa e rúcula) orgânicas minimamente processadas em ambiente refrigerado promoveu a manutenção da qualidade visual, permitindo vida de prateleira de até 14 dias. Os kits armazenados sem refrigeração apresentaram maiores perdas de massa fresca, murcha e escurecimento aparente (Souza et al., 2019).

3.4 Análises de compostos bioativos

De acordo com a Tabela 2, não houve interação significativa entre os fatores, indicando que as amostras sofreram interferência apenas da cobertura ou do tempo em separado.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os compostos bioativos e atividade antioxidante das amostras de ora-pro-nóbis minimamente processado com revestimento comestível de fécula de mandioca e extrato aquoso de pericarpo de sorgo, armazenado sob refrigeração ($7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), durante o período de estocagem (8 dias).

Fontes de variação	GL	QM		
		CF (mg GAE/100 g de amostra fresca)	AA ($\mu\text{mol TE/g}$ amostra em base seca)	Carotenoides (μg de carotenoides/g de amostra seca)
Cobertura	1	1767,59**	13428,00	31556
Erro a	6	35,07	28235,20	60177
Tempo	4	7,15	2445,80	96361*
C*T	4	28,17	1086,30	16102
Erro b	24	27,99	1555,00	30583
CV (1)	--	51,76%	46,72%	26,86%
CV (2)	--	46,24%	10,96%	19,15%

C*T = interação entre a cobertura e o tempo de armazenagem; GL = graus de liberdade; CF = compostos fenólicos; AA = atividade antioxidante; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

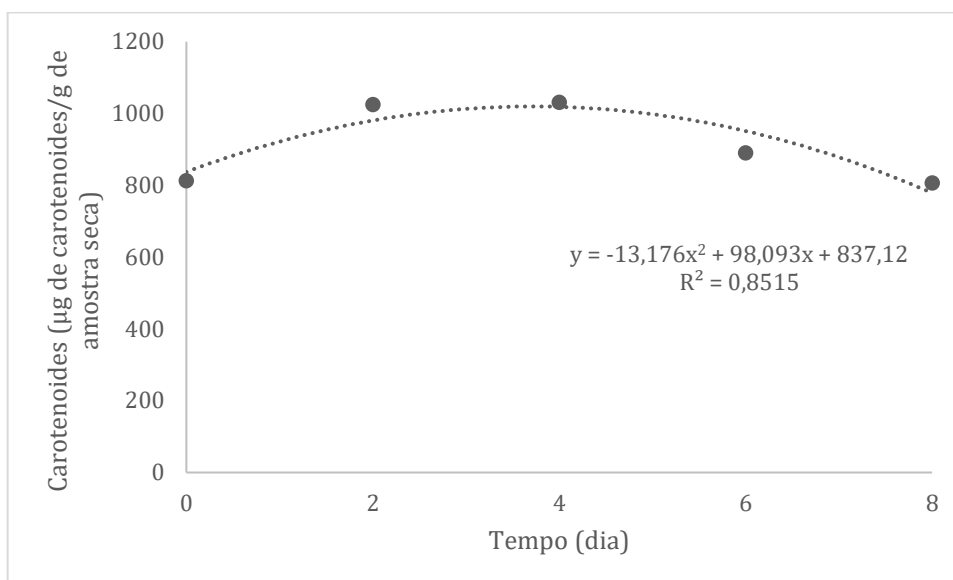
Fonte: Autores (2021).

3.4.1 Carotenoides totais

Os teores de carotenoides das folhas de ora-pro-nóbis não foram alterados pela presença da cobertura, podendo ser explicado pelos baixos índices presentes desse composto no genótipo do sorgo utilizado (SC319), como demonstrado por Cardoso et al. (2015) onde encontraram $21,5\mu\text{g}/100\text{g}$ de amostra de sorgo. Além disso, esses compostos podem ter sido degradados no preparo da cobertura, uma vez que são termo-sensíveis. Entretanto, em trabalho realizado por Oliveira et al. (2019), a cocção reduziu a concentração de alguns minerais em hortaliças não convencionais, mas aumentou as concentrações de vitaminas e carotenoides: ora-pro-nóbis apresentou teores de carotenoides totais de $3,33\text{ mg}/100\text{ g}$ na planta fresca e $5,76\text{ mg}/100\text{ g}$ após cozimento.

Observa-se pela Figura 5, que os teores desses compostos sofreram um aumento significativo do tempo 0 até o tempo 3,7 dias, tendo um teor máximo de $1019,68\text{ }(\mu\text{g de carotenoides/g de amostra seca})$. Após esse tempo (3,7 dias), os teores desses compostos foram decrescendo indicando assim que esses compostos têm uma tendência a serem degradados durante o armazenamento.

Figura 5. Teor de carotenoides em função do tempo de armazenamento refrigerado.



Fonte: Autores (2021).

Ao comparar esses valores com os encontrados por Pereira et al. (2017), tem-se teores de 178,63 µg carotenoides/g, em ora-pro-nóbis armazenados em embalagens PET (politereftalato de etileno) a 5°C e 90% de umidade relativa, teor superior ao teor médio de todas as amostras encontrado no presente trabalho (118,03 µg carotenoides/g).

Segundo Chitarra et al. (1990), os carotenoides já estão presentes em folhas, especialmente as de cor verde mais intensa, só estão “camufladas pela clorofila”. Esses compostos podem ser sintetizados ou degradados no decorrer do armazenamento, explicando o comportamento encontrado.

3.4.2 Compostos fenólicos totais

Para as concentrações de compostos fenólicos, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras controle e as revestidas com o extrato de sorgo, mostrando que as elevadas concentrações desses compostos presentes no pericarpo do sorgo SC319, como descrito por Oliveira et al. (2017), foram incrementados à folha através da cobertura aplicada.

As médias encontradas para essa classe de compostos foram de 5,90 mg GAE/ g de amostra fresca para as folhas sem a cobertura e de 22,27, mg GAE/g de amostra fresca para as folhas tratadas com o extrato, evidenciando o ganho obtido com a aplicação da cobertura. Teixeira (2018) relatou a concentração média de 15,87 mg GAE/g de folhas frescas de ora-pro-nóbis e Souza et al (2021) detectaram a presença de 87,20 mg EAG/ g em base seca (equivalente a 13,60 mg EAG/ g em folhas frescas), valores estes superiores ao encontrado neste estudo para as folhas sem cobertura. A época de colheita, tipo de solo e a idade das folhas podem contribuir para as alterações das concentrações de compostos bioativos, justificando assim a variação das concentrações de compostos fenólicos totais nas amostras de folhas *in natura* avaliadas nos diferentes estudos.

Oliveira et al. (2019) encontraram teores de 7,86 mg GAE/g de compostos fenólicos totais em folhas frescas de ora-pro-nóbis e 42,8 mg GAE/g após cocção. Já Moraes et al. (2020) encontraram valores médios para conteúdo total de compostos fenólicos (CTF) e flavonoides (CTFL) de chás (extratos aquosos) produzidos a partir da farinha do caule da *Pereskia aculeata* Miller de $86,06 \pm 16,37$ mg EAGg⁻¹ e $13,18 \pm 3,56$ mg ERg⁻¹, respectivamente.

Os resultados observados neste estudo quando comparados com os valores relatados por outros autores [Teixeira (2018) e Souza et al (2021)], indicam que a cobertura à base de extrato de sorgo implicou em ganhos significativos de compostos fenólicos para as folhas de ora-pro-nóbis, uma vez que, após revestida, estas apresentaram teores mais elevados.

3.5 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante das folhas não sofreu influência do tempo de armazenamento e nem da aplicação da cobertura, apresentado um valor médio de 359,65 $\mu\text{mol TE/g}$ amostra em base seca. Souza et al (2021), utilizando a mesma metodologia de avaliação (DPPH), relataram valor inferior ao detectado neste estudo ($20,00 \pm 1,29 \mu\text{mol ET / g}$ de folhas em base seca). Já Moraes et al. (2020) encontraram valores médios para atividade antioxidante *in vitro* ($\text{IC}_{50} \text{ (DPPH)}$) de $589,34 \pm 69,48 \mu\text{g mL}^{-1}$ em chás (extratos aquosos) produzidos a partir da farinha do caule de ora-pro-nóbis. Em trabalho desenvolvido por Garcia et al. (2019), o extrato de folhas de ora-pro-nóbis mostrou valores relevantes de capacidade antioxidante, além de atividade antimicrobiana contra bactérias Gram positivas e Gram negativas, exercida pela presença de fitoquímicos com atividade antibiótica de amplo espectro.

Semelhante ao presente trabalho, folhas de ora-pro-nóbis armazenadas em embalagens diferentes (incluindo PET), mantidas sob refrigeração (5°C), após 9 dias de armazenamento, se mantiveram aceitáveis para consumo e permaneceram como boas fontes de compostos fenólicos e atividade antioxidante (Pereira et al., 2017).

Em geral, os compostos bioativos presentes nos vegetais podem reverter o estresse oxidativo que está relacionado a diversos processos inflamatórios e doenças degenerativas, promovendo melhorias na qualidade de vida (Oliveira et al., 2018). Assim, o consumo de hortaliças não convencionais deve ser estimulado.

4. Conclusão

Foi possível desenvolver uma cobertura comestível com extrato aquoso de sorgo. O protocolo definido para o processamento mínimo das folhas de ora-pro-nóbis foi satisfatório para os parâmetros avaliados. O produto se mostrou seguro para o consumo e estável sensorialmente até o oitavo dia de estocagem refrigerada. Apesar da aplicação da cobertura comestível não ter promovido ganhos significativos na vida de prateleira, avalia-se do ponto de vista de bem-estar e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, que houve um aumento significativo no conteúdo de compostos fenólicos. Aliado a retenção desses compostos, ao longo do tempo de armazenamento, este produto poderia ser uma boa opção para consumidores e produtores de uma hortaliça não convencional, rica em proteínas, atendendo a um mercado cada vez mais exigente.

Em função dos resultados obtidos, verifica-se a necessidade de novos estudos com diferentes tipos de plastificantes na elaboração e aplicação da cobertura comestível incorporada com extrato aquoso de sorgo e seus possíveis efeitos sobre as propriedades físico-químicas e microbiológicas das folhas de ora-pro-nóbis. Além disso, com os dados obtidos é possível avaliar o desenvolvimento de modelos matemáticos no estudo de vida de prateleira deste produto, com base nos parâmetros físico-químicos.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Pesquisa/PROPE-UFSJ, pelo fornecimento da bolsa de iniciação científica; aos técnicos Rafael de Araújo Miguel (EMBRAPA Milho e Sorgo) e Edimilson Tinoco Vilela Júnior (UFSJ), por todo auxílio laboratorial; aos professores que aconselharam e cederam os laboratórios para o desenvolvimento de toda a pesquisa e aos amigos, pelo auxílio no preparo e na execução das análises.

Referências

- Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G. & Zahid, N. (2013). Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 1 (76), 119-24. 10.1016/j.postharvbio.2012.09.011.
- Almeida, M. E. (2012). *Farinha de folhas de cactáceas do gênero Pereskia: caracterização nutricional e efeitos sobre ratos wistar submetidos à dieta*

hipercalórica. Doctor Thesis. Lavras: UFLA

Antunes, L. E., Gonçalves, E. D., Ristow, N. C., Carpenedo, S. & Trevisan, R. (2008). Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(8), 1011-5, 10.1590/S0100-204X2008000800009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry (2016). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. (20th ed.) Gaithersburg Maryland: AOAC.

Awika, J. M. & Rooney, L. W. (2004) Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199-221, 10.1016/j.phytochem.2004.04.001.

Baldwin, E. A. (2007). Surface treatments and edible coatings in food preservation. *Handbook of Food Preservation*, 21(1), 478-508.

Barbosa, C. K., Finger, F. L. & Casali, V. W. (2015) Handling and postharvest shelf life of ora-pro-nobis leaves. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 37(3), 307-311, 10.4025/actasciagron.v37i3.19510.

Barbosa, M. P. & Queiroz, V. A. (2018). Extração, caracterização química de corante natural de sorgo de genótipo SC 319 e aplicação em bala de goma de gelatina. In: Seminário de iniciação científica PIBIC/BIC júnior, Sete Lagoas: UFSJ.

Barreira, T. F., Paula Filho, G. X., Priore, S. E., Santos, R. H. & Pinheiro-Sant'ana, H. M. (2020) Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. *Food Science and Technology*, 10.1590/fst.07920.

Berger, M. M. (2005) Can oxidative damage be treated nutritionally? *Clinical Nutrition*, 24(2), 172-83, 10.1016/j.clnu.2004.10.003.

Botrel, N., Freitas, S., Fonseca, M. J., Melo, R. A. & Madeira, N. (2020) Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2018174, <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17418>.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. L. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30, 10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

Brasil. (2001) Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde.

Cardoso, L. M., Pinheiro, S. S., Silva, L. L., Menezes, C. B., Carvalho, C. W., Tardin, F. D., Queiroz, V. A., Martino, H. S. & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2015) Tocochromanols and carotenoids in sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Diversity and stability to the heat treatment. *Food Chemistry*, 172, 900-908, 10.1016/j.foodchem.2014.09.117.

Castro, M., Rivadeneira, C., & Santacruz, S. (2016). Recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca, ácido salicílico y aceites esenciales. para la conservación de mango cortado. *Revista de la Universidad del Zulia 3a época Ciencias Exactas, Naturales y de la Salud*, 7(18), 55-68.

Cenci, S. A. (2011). *Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem*. Rio de Janeiro:Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Chitarra, M. I. & Chitarra, A. B. (1990) *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*, Lavras: UFLA.

Costa, B. L., de Souza, P. A., de Medeiros Santos, Ê. R., de Sena Neto, B. G., da Silva Lucas, G. K., da Silva, R. J., Miguel da Rocha, J. P. & Carneiro, L. C. (2021). Qualidade pós-colheita dos frutos do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) submetidos ao recobrimento com Fécula de Mandioca e PVC. *Research, Society and Development*, 10(1), e25510111713-e25510111713, <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11713>.

Filardi, F. L., Barros, F. D., Baumgratz, J. F., Bicudo, C. E., Cavalcanti, T. B., Coelho, M. A., Costa, A. F. & Costa, D. P. (2018). Goldenberg R, Labiak PH, Lanna JM. Brazilian Flora 2020: innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, 69(4), 1513-27, 10.1590/2175-7860201869402.

Fink, S.R., Konzen, R.E., Vieira, S.E., Ordonez, A. M. & Nascimento, C. R. (2018) Benefícios das Plantas Alimentícias não Convencionais PANCs: Caruru (*Amaranthus Viridis*), Moringa Oleifera Lam. e Ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Mill). *Revista Pleiade*, 12(24), 39-44.

Garcia, J.A., Corrêa, R.C., Barros, L., Pereira, C., Abreu, R. M., Alves, M.J., Calhêla, R. C., Bracht, A., Peralta, R. M. & Ferreira, I.C. (2019) Phytochemical profile and biological activities of 'Ora-pro-nobis' leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. *Food Chemistry*, 294, 302-308, 10.1016/j.foodchem.2019.05.074.

Gava, A. J., Silva, C.A. & Frias, J. R. (2009) Tecnologia de alimentos. NBL.

Giada, M. D. & Mancini Filho, J. (2006) Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. *Ciências Biológicas e da Saúde*, 12(4), 10.5212/publicatio%20uepg.v12i4.439.

Girão, L. V., Silva Filho, J. C., Pinto, J. E. & Bertolucci, S. K. (2003). Avaliação da Composição Bromatológica de Ora-pro-nóbis. Anais CBO.

Guimarães, I. C., Menezes, E. G., Rodrigues, L. F., Rodrigues, A. C., Monteiro, A. G., Reis, K. C. & Vilas Boas, E. (2016) Filme Comestível a base de amido e micro/nanofibrilas de celulose de cenoura prolonga a vida útil de cenoura minimamente processada. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34(1), 10.5380/cep.v34i1.48989.

Guimarães, J. R. (2018) *Caracterização físico-química e composição mineral de Pereskia aculeata Mill, Pereskia grandifolia Haw. e Pereskia bleo (Kunth)*. Botucatu:UNESP.

Kil, H. Y., Seong, E. S., Ghimire, B. K., Chung, I. M., Kwon, S. S., Goh, E. J., Heo, K., Kim, M. J., Lim, J. D., Lee, D. & Yu, C. Y. (2009) Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chemistry*, 115(4), 1234-1239, 10.1016/j.foodchem.2009.01.032.

Lopes, A. R., Dragunski, D. C., Caetano, J., Francisco, C. B. & Júnior, L. F. (2018) Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e

- caseína com extrato de barbatimão. *Revista Engenharia na Agricultura*, 26(4), 295-305, 10.13083/reveng.v26i4.928.
- Madeira, N. R., Amaro, G. B., Melo, R. D., Botrel, N. & Rochinski, E. (2016) *Cultivo de Ora-pro-nóbis (Pereskia) em plantio adensado sob manejo de colheitas sucessivas*. Brasília:Embrapa Hortaliças.
- Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. & Baldwin, E. A. (2005) *Conservación mediante recubrimientos comestibles. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. Guadalajara: Logiprint Digital S.
- Mathias, J., Madeira, N.R. & Silveira, G. S. R. (2013) Como plantar ora-pro-nóbis. Globo Rural.
- Menezes, M. O., Taylor, N. P. & Loiola, M.I. Flora of Ceará, Brazil: Cactaceae. *Rodriguésia*, 64(4), 757-774, 10.1590/S2175-78602013000400007.
- Minussi, R. C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G. M. & Durán, N. (2003). Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82(3), 409-16, 10.1016/S0308-8146(02)00590-3.
- Moraes, T. V., Ferreira, J.P., Souza, M. R. & Moreira, R. F. (2020). Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. *Research, Society and Development*, 9(5), e34953140, 10.33448/rsd-v9i5.3140.
- Moreno, L. B., Silva, J. M., Scalón, S. D. & Carnevali, T. O. (2016). Conservação de repolho minimamente processado sob efeito de diferentes embalagens, tempo de estocagem e temperatura. *Journal of Neotropical Agriculture*, 3(2), 68-74, 10.32404/rean.v3i2.1139.
- Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B. & Wrolstad, R. E. (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 519-25, 10.1021/jf011062r.
- Nunes, A. C., Neto, A. F., Nascimento, I. K., Oliveira, F. J. & Mesquita, R. V. (2017) Armazenamento de mamão formosa revestido à base de fécula de mandioca. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(1), 254-63, 10.19084/RCA16048.
- Oliveira, F. M., Silva, L. S., Kobori, C. N., Almeida Carlos, L. & Silva, A. M. (2019) *Microbiological stability and bioactive compounds*. Congresso Brasileiro de Microbiologia.
- Oliveira, H. A., Anunciação, P. C., Silva, B. P., Souza, A. M., Pinheiro, S. S., Lucia, C. M., Cardoso, L. D., Castro, L. C. & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2019). Nutritional value of non-conventional vegetables prepared by family farmers in rural communities. *Ciência Rural*. 49(8), 1-10, 10.1590/0103-8478cr20180918.
- Oliveira, K. G., Queiroz, V. A., Almeida Carlos, L., Cardoso, L. M., Pinheiro-Sant'Ana, H. M., Anunciação, P. C., Menezes, C. B., Silva, E. C. & Barros, F. (2017). Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds of sorghum grain and flour. *Food Chemistry*, 216, 390-398, 10.1016/j.foodchem.2016.08.047.
- Oliveira, R. S., Lucas, C. P., Antonucci, G. & Silva, F. C. (2018). Compostos bioativos naturais: agentes promissores na redução do estresse oxidativo e processos inflamatórios. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 5(2), 258-278.
- Passos, L. P., Miranda, A. L. S., Marques, D. R. & Oliveira, I. R. (2017). Aspectos microbiológicos de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens sob-refrigeração. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 3(6), 829-834, 10.18540/jcecv13iss6pp0829-0834.
- Pereira, B. (2018). *Conservação pós-colheita de folhas de Pereskia aculeata (Ora-pro-nóbis) em diferentes tipos de embalagens*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos.
- Pereira, B. S., Fonseca, M. J. & Coneglian, R. C. (2017) Postharvest conservation of *Pereskia aculeata* (Ora-pro-nobis) leaves in different packages. In: VI International Conference Postharvest Unlimited.
- Queiroz, V. A., Gonçalves, A. C., Rodrigues, J. A. & Schaffert, R. E. (2011). *Como utilizar grãos de sorgo no preparo de produtos caseiros*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>.
- Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J. & Martín-Belloso, O. (2008) Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, 121(3), 313-27, 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.010.
- Ribeiro, V. G., Assis, J. S., Silva, F. F., Siqueira, P. P. & Vilaronga, C. P. (2005) Armazenamento de goiabas' Paluma' sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(2), 203-206, 10.1590/S0100-29452005000200005.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001) *A guide to carotenoid analysis in foods*. Washington: ILSI press.
- Roura, S. I., Davidovich, L. A. & Del Valle, C. E. (2000). Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. *LWT - Food Science and Technology*, 33 (1), 53-59, 10.1006/fstl.1999.0615.
- Santacruz, S., Rivadeneira, C. & Castro, M. (2015). Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. *Food hydrocolloids*, 49, 89-94. 10.1016/j.foodhyd.2015.03.019
- Sant'Anna, P. B., Melo Franco, B. D. & Maffei, D. F. (2020). Microbiological safety of ready-to-eat minimally processed vegetables in Brazil: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (13), 4664-4670, 10.1002/jsfa.10438.
- Santos, I. C., Pedrosa, M. W., Carvalho, O. C., Guimarães, C. D. & Silva, L. S. (2012). *Ora-pro-nóbis: da cerca à mesa*. EPAMIG.
- Silva, N., Junqueira, V. C., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Gomes, R. A. & Okazaki, M. M. (2017). *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. Editora Blucher.

- Silveira, J. B. (2016). *Investigação de Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos em Indústrias de Vegetais Minimamente Processados do Rio Grande do Sul: Embasamento e Proposta de uma Legislação para o Segmento*. Tese (Doutorado) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-78, 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- Souza, A. C., Almeida, A. T., Marques, M. J. & Souza, J. F. (2020). Análise microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas em supermercados da cidade de Macapá–Amapá. *Research, Society and Development*. 9 (6), e148963751, 10.33448/rsd-v9i6.3751.
- Souza, A. G., Mafra, G. M., Vieira, J. A. & Saraiva, F. R. S. (2019). Efeito da refrigeração na conservação de hortaliças orgânicas minimamente processadas. *Evidência*, 19(2), 131-48, 0.18593/eba.v19i2.21252.
- Souza, A. H., Silva, B. M., Silva, E. C., Augusti, R., Melo, J. O. F., Carlos, L. de A. (2021). Influence of thermal processing on the characteristics and chemical profile of ora-pro-nobis by PS/MS paper spray. *Research, Society and Development*, 10 (2), e12110212119, <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12119>.
- Souza, V. G. (2018). *Desenvolvimento de bio-nanocompósitos de qui-tosano/montmorilonite incorporados com extratos naturais como embalagens ativas para alimentos*. Dissertação de Doutorado. Lisboa: FCT UNL.
- Teixeira, B. A. (2018). *Bioprodução de fitoquímicos em plantas alimentícias não convencionais (PANC) nas quatro estações do ano*. Dissertação de Pós Graduação. Sete Lagoas: UFSJ.
- Tiveron, A. P., Melo, P. S., Bergamaschi, K. B., Vieira, T. M., Regitano-d'Arce, M. A. & Alencar, S. M. (2012). Antioxidant activity of Brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8943-8957, 10.3390/ijms13078943.
- Tresseler, J. F., Figueiredo, E. A., Figueiredo, R. W., Machado, T. F., Delfino, C. M. & Sousa, P. H. (2009). Avaliação da qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas. *Ciência e Agrotecnologia*. 33, 1722-1727, 10.1590/S1413-70542009000700004.
- Vargas, A. G. (2017). *Influência da sazonalidade na composição química e nas atividades antioxidante e antimicrobiana das folhas de ora-pro-nobis (Pereskia aculeata Miller)*. Master's thesis: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Viana, M. M. (2014). *Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais*. Doctoral Dissertation: UFSJ.