



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos

**SUBPRODUTOS DE BETERRABA VERMELHA (*Beta vulgaris* L.)
COMO INGREDIENTE TECNO-FUNCIONAL EM MASSA FRESCA DE
NHOQUE**

IZABELA DO CARMO GODART

Maringá

2025

IZABELA DO CARMO GODART

**Subprodutos de Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris* L.) como
Ingrediente Tecno-funcional em Massa Fresca de Nhoque**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Maringá

2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

G577s

Godart, Izabela do Carmo

Subprodutos de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) como ingrediente tecnofuncional em massa fresca de nhoque / Izabela do Carmo Godart. -- Maringá, PR, 2025. 51 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Mr. Paula Toshimi Matumoto Pinto .
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2025.

1. Subprodutos agrícolas. 2. Antioxidantes. 3. Análise sensorial. 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) . 5. Tecnologia de alimentos - Antioxidantes. I. Pinto , Paula Toshimi Matumoto, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

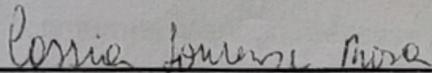
CDD 23.ed. 664.8

Márcia Regina Paiva - CRB-9/1267

IZABELA DO CARMO GODART

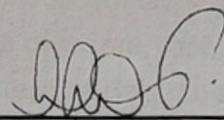
"RED BEET (BETA VULGARIS L.) BY-PRODUCTS AS A TECHNO-FUNCTIONAL INGREDIENT IN FRESH GNOCCHI".

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos.

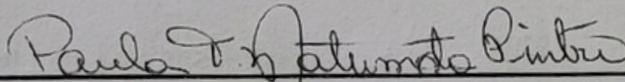


Profa. Dra. Cássia Inês Lourenzi Franco

Rosa



Profa. Dra. Livia de Lacerda Oliveira



Profa. Dra. Paula Toshimi Matumoto Pintro

Orientadora

Maringá – 2025

Orientadora

Prof^a Dr^a Paula Toshimi Matumoto Pinto

BIOGRAFIA

Izabela do Carmo Godart nasceu em 20 de março de 1998 na cidade de Mandaguari – Paraná. Possui graduação em Tecnologia em Gastronomia e em Nutrição, ambos pelo Centro Universitário de Maringá (Unicesumar). Confeiteira formada pelo Curso Técnico do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC-Maringá). Foi bolsista do Programa de Extensão Universidade Sem Fronteiras através do projeto Centro de Referência em Agricultura Urbana e Periurbana (CerAUP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no qual colaborou com pesquisas sobre aproveitamento total de alimentos, desenvolvimento de novos produtos alimentícios e segurança alimentar. Especialista em Rotulagem de Alimentos e Bebidas pela Faculdade Focus. Durante o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PPC-UEM), integrou o Grupo de Pesquisa em Alimentos Funcionais (GPAF), que atua na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em alimentos funcionais. Suas principais linhas de atuação envolvem temas como agronomia, agroindústria, compostos antioxidantes, qualidade de alimentos e desenvolvimento de produtos com propriedades funcionais. Tem experiência nas áreas de Unidade de Alimentos e Nutrição (UAN) atuando principalmente nos seguintes temas: produção de novos produtos e valorização de subprodutos.

Dedico

Aos meus pais, Alice e Adilson, que sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram em todos os momentos de minha vida. À minha família e amigos, pela paciência, incentivo e carinho. Aos colegas de pesquisa, pela amizade cultivada ao longo do caminho e pelo compartilhamento de desafios, conquistas e aprendizados, que tornaram essa jornada mais leve e inspiradora. Em especial, ao Henrique, por estar ao meu lado nos momentos felizes e também nos mais desafiadores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos (PPC) por ter me proporcionado uma educação de qualidade, onde pude crescer academicamente e pessoalmente. Sou grata à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que foi essencial para a realização desta pesquisa, e por acreditar no potencial dos estudantes e na importância da ciência para o desenvolvimento do nosso país.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Paula Toshimi Matumoto Pintro, e ao Grupo de Pesquisa em Alimentos Funcionais (GPAF), pelo acolhimento, orientação, paciência e apoio em cada etapa desta jornada acadêmica. Seus conhecimentos e conselhos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Dr. Fernando Antônio Anjo e a Prof^a Dr^a Livia Lacerda de Oliveira, pela valiosa troca de conhecimentos, pelo auxílio e suporte nesta pesquisa, que contribuíram significativamente para a concretização deste projeto.

À banca examinadora, pelo tempo dedicado à leitura, avaliação e contribuições valiosas, que enriqueceram este trabalho e proporcionaram reflexões importantes para o aprimoramento da pesquisa.

Aos meus colegas de laboratório e de pesquisa, assim como aos amigos e familiares, que compartilharam desafios e conquistas ao longo desta caminhada, expresso minha gratidão pelo incentivo e apoio, especialmente nos momentos mais difíceis. Sem vocês, este trabalho não seria possível. Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado está apresentada na forma de um artigo científico intitulado:

Red Beet (*Beta vulgaris* L.) Leaves and Stem as a Techno-functional Ingredient in Fresh Gnocchi Pasta

Izabela do Carmo Godart^a, Fernando Antônio Anjo^a, Aline Cristini Santos Silva^a, Bianka Rocha Saraiva^b, Livia de Lacerda Oliveira^c, Paula Toshimi Matumoto Pinto^{a,b,d,*}

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, CEP 87020-900, Maringá, PR, Brazil

^b Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá 87020-900, Brasil

^c Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, 70910-900, Brazil

^d Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brazil

Submetido na revista: International Journal of Gastronomy and Food Science

GENERAL ABSTRACT

Food insecurity is a growing global challenge, affecting approximately one-third of the world's population. Paradoxically, in 2022, around 1.05 billion tons of food waste were generated, evidencing an imbalance between food waste and availability. Sustainable strategies, such as harnessing agro-industrial by-products, can mitigate this problem by promoting a more efficient food system. The use of flours derived from beet leaves and stalks in pasta emerges as a viable alternative to replace traditional ingredients, such as wheat flour. This study aimed to produce and characterize flours from beet by-products (leaves and stems) and use them in the formulation of gnocchi as a substitute for wheat flour, evaluating their effects on nutritional, technological and sensory quality, as well as consumer acceptance. Three types of flour were produced: stem flour (SF), leaf flour (LF) and flour from a mixture of stems and leaves of beet (MF) (1:2 m/m stem/leaf), in addition to four gnocchi treatments were developed: control (CG), with beet stem flour (SG), with beet leaf flour (LG), and with a mix flour (MG). The flours and gnocchi were analyzed for proximate composition, antioxidant properties (DPPH and ABTS), color, hydration, cooking, texture and sensory characteristics. Sensory evaluation was performed using the Check-All-That-Apply (CATA) test, hedonic scale (n = 85) and purchase intention analysis. The results indicated that the leaf meal had the highest protein content, while the stem meal stood out for its high fiber content, antioxidant activity and water absorption capacity. As expected, mixed flour presented intermediate values. Gnocchi enriched with these flours had higher antioxidant capacity, higher fiber content and lower caloric value compared to control gnocchi. The addition of flours impacted the color of the dough (reduction of the L* parameter and increase of the values of a* and b*) and influenced the texture of the gnocchi. In the sensory aspect, the attribute "potato aroma" played a determining role in the evaluators' perception. CG had the best overall acceptance, while SG was the one that came closest to this pattern, being statistically similar to CG in aroma acceptance. Characteristics such as velvety texture, pleasant appearance and aroma favored acceptance, while the herbaceous aroma and strong flavor were pointed out as limiting factors. The results demonstrate the potential of beet by-product flours as partial substitutes for wheat flour, enabling the development of healthier and more sustainable products, aligned with the demands of the contemporary market.

Keywords: Agricultural by-products, Antioxidants, Sensory Analysis.

RESUMO GERAL

A insegurança alimentar é um desafio global crescente, afetando aproximadamente um terço da população mundial. Paradoxalmente, em 2022, foram geradas cerca de 1,05 bilhão de toneladas de resíduos alimentares, evidenciando um desequilíbrio entre desperdício e disponibilidade de alimentos. Estratégias sustentáveis, como o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, podem mitigar esse problema, promovendo um sistema alimentar mais eficiente. A utilização de farinhas derivadas de folhas e talos de beterraba em massas alimentícias surge como uma alternativa viável para substituir ingredientes tradicionais, como a farinha de trigo. Este estudo teve como objetivo produzir e caracterizar farinhas a partir de subprodutos da beterraba (folhas e talos) e utilizá-las na formulação de nhoques como substituto da farinha de trigo, avaliando seus efeitos na qualidade nutricional, tecnológica e sensorial, além da aceitação pelos consumidores. Foram produzidos três tipos de farinha: farinha de talos (FT), farinha de folhas (FF) e farinha mix (FM) (1:2 m/m talo/folha), além de quatro formulações de nhoque: controle (NC), com farinha de talos (NT), com farinha de folhas (NF) e com farinha mista (NM). As farinhas e os nhoques foram analisados quanto à composição centesimal, propriedades antioxidantes (DPPH e ABTS), cor, hidratação, cocção, textura e características sensoriais. A avaliação sensorial foi realizada por meio do teste Check-All-That-Apply (CATA), escala hedônica (n = 85) e análise de intenção de compra. Os resultados indicaram que a farinha de folhas apresentou maior teor proteico, enquanto a farinha de talos destacou-se pelo alto teor de fibras, atividade antioxidante e capacidade de absorção de água. Como esperado, a farinha mista apresentou valores intermediários. Os nhoques enriquecidos com essas farinhas tiveram maior capacidade antioxidante, maior teor de fibras e menor valor calórico em comparação ao nhoque controle. A adição das farinhas impactou a cor da massa (redução do parâmetro L^* e aumento dos valores de a^* e b^*) e influenciou a textura dos nhoques. No aspecto sensorial, o atributo “aroma de batata” teve um papel determinante na percepção dos avaliadores. O nhoque controle (NC) apresentou a melhor aceitação geral, enquanto o NT foi o que mais se aproximou desse padrão, sendo estatisticamente semelhante ao NC na aceitação do aroma. Características como textura aveludada, aparência e aroma agradáveis favoreceram a aceitação, enquanto o aroma herbáceo e o sabor forte foram apontados como fatores limitantes. Os resultados demonstram o potencial das farinhas de subprodutos da beterraba como substitutos parciais da farinha de trigo, viabilizando o desenvolvimento de produtos mais saudáveis e sustentáveis, alinhados às demandas do mercado contemporâneo.

Palavras-chave: Subprodutos agrícolas, Antioxidantes, Análise Sensorial.

ARTICLE

Folhas e Talos de Beterraba Vermelha (*Beta vulgaris* L.) como Ingrediente Tecno-funcional em Massa Fresca de Nhoque

Destaques

- As farinhas produzidas a partir dos subprodutos da beterraba (BBF) destacaram-se por apresentar maior teor de fibras e proteínas, além de menor valor calórico em comparação à farinha de trigo.
- A incorporação de BBF nos nhoques manteve o teor proteico e reduziu a perda de sólidos na água de cocção em relação ao nhoque controle.
- A incorporação de BBF influenciou a cor da massa, diminuindo L^* e aumentando a^* e b^* .
- A farinha de talo de beterraba demonstrou o maior potencial para uso em formulações de massas.

Resumo

As perdas no setor agroalimentar podem atingir até 80% da produção, enquanto um terço da população mundial enfrenta insegurança alimentar. Este estudo explorou a valorização de subprodutos de beterraba como ingredientes alimentares, promovendo a economia circular e a produção sustentável. Farinhas de subprodutos da beterraba (FSB) foram produzidas e aplicadas em nhoques, para avaliar seu impacto na qualidade nutricional, tecnológica e sensorial. Quatro tratamentos foram desenvolvidos: nhoque controle (NC), com farinha de talos da beterraba (NT), com farinha de folhas da beterraba (NF) e com farinha de mix (1:2 talo/folha) de beterraba (NM). Foram realizadas análises de antioxidantes (DPPH e ABTS), cor, propriedades de hidratação, textura e composição centesimal, das farinhas e das massas. O perfil sensorial dos nhoques foi determinado por teste de Check-All-That-Apply (CATA), aceitação e intensão de compra (n = 84). A farinha de folhas de beterraba destacou-se por seu alto teor de proteínas, enquanto a farinha de talos exibiu maior quantidade de fibras e atividade antioxidante. Os nhoques com FSB mostraram maior teor de fibras, maior capacidade antioxidante e menor valor calórico em comparação ao controle, além de influenciar a cor da massa, diminuindo L* e aumentando a* e b*. Textura aveludada, aparência e aroma agradáveis favoreceram a aceitação, enquanto aroma herbáceo e sabor forte a prejudicaram. Os resultados evidenciam o grande potencial das FSB como substituto da farinha de trigo na indústria alimentícia, promovendo o desenvolvimento de produtos saudáveis e sustentáveis, em consonância com as demandas atuais do mercado.

Palavras-chave: Subprodutos agrícolas, Antioxidantes, Análise Sensorial.

1. Introdução

A insegurança alimentar tem sido um desafio global crescente, afetando aproximadamente um terço da população mundial, com 733 milhões de pessoas enfrentando fome em 2023 (FAO et al., 2024). Paradoxalmente, cerca de 1,05 bilhão de toneladas de resíduos alimentares foram gerados globalmente em 2022, evidenciando um desequilíbrio entre o desperdício e a disponibilidade de alimentos (UNEP, 2024). Perdas durante o processamento e a produção podem atingir até 80% do rendimento total, sendo mais expressivas em alimentos perecíveis, como frutas e hortaliças, cujas sementes, cascas, talos e folhas frequentemente descartados (Brennan, 2024; Rawdkuen and Kaewprachu, 2020).

Diante desse cenário, estratégias sustentáveis vêm sendo implementadas para mitigar o desperdício e promover um sistema alimentar mais eficiente. Entre elas, destacam-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a economia circular de alimentos, que busca transformar resíduos em insumos reaproveitáveis, reduzindo impactos ambientais e agregando valor nutricional e tecnológico a ingredientes alternativos (David et al., 2025; Lima et al., 2023). A valorização de subprodutos da indústria de alimentos representa uma alternativa promissora, especialmente quando aplicada à reformulação de produtos tradicionais com ingredientes nutricionalmente ricos e sustentáveis (Brennan, 2024).

A beterraba (*Beta vulgaris* L.), amplamente cultivada e consumida globalmente, gera subprodutos consideráveis durante seu processamento, incluindo folhas, raízes e talos, que representam cerca de 40-60% da planta (De Oliveira et al., 2023). Embora esses subprodutos sejam fontes significativas de fibras, minerais e compostos bioativos, como flavonoides e betalaínas, seu aproveitamento ainda é limitado, sendo frequentemente descartados ou destinados à alimentação animal (Oliveira Filho et al., 2021). Pesquisas recentes avaliaram os efeitos das raízes,

folhas e talos liofilizados no crescimento e metabolismo de probióticos (De Oliveira et al., 2023), o uso de técnicas de crioconcentração para extrair compostos fenólicos das folhas (Arend et al., 2022) e a produção de concentrado proteico vegetal a partir das folhas da beterraba sacarina (Akyüz and Ersus, 2021).

A incorporação desses subprodutos na formulação de alimentos pode representar uma alternativa viável para a substituição de ingredientes tradicionais, como a farinha de trigo (Arend et al., 2022). O nhoque, um produto de origem italiana amplamente consumido, apresenta grande potencial para modificações em sua composição, seja pela substituição da farinha de trigo por como quinoa e amaranto (Burgos et al., 2019), arroz vermelho e trigo sarraceno (Cappa et al., 2021), farinhas de carne e feijão-marinho (Liu et al., 2016), semente de cânhamo (Merlino et al., 2022), ou pela substituição da batata por vegetais como abóbora, brócolis e couve-flor (Szymandera-Buszka et al., 2021).

O uso da farinha de trigo em massas alimentícias, incluindo o nhoque, é amplamente associado à sua capacidade de conferir estrutura e elasticidade devido à presença do glúten (Shewry, 2019). No entanto, indivíduos com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten não celíaca necessitam de alternativas seguras, sendo que produtos isentos de glúten, porém estes costumam apresentar custo elevado e menor disponibilidade (Al-Toma et al., 2019; Biesiekierski, 2017; Cabanillas, 2020). Assim, a utilização de farinhas derivadas de subprodutos vegetais, como folhas e talos de beterraba, pode não apenas oferecer uma alternativa nutricionalmente enriquecida e funcional, mas também contribuir para a economia circular ao reduzir o desperdício e promover uma cadeia alimentar mais sustentável.

Em consonância com estes princípios, este estudo teve como objetivo produzir farinhas a partir de subprodutos da beterraba (folhas e talos) caracteriza-las

e utilizá-las como substitutos da farinha de trigo na produção de nhoques, avaliando seus efeitos sobre a qualidade nutricional, tecnológica e sensorial, além da aceitação pelos avaliadores.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais e reagentes

As folhas e os talos da beterraba foram adquiridos com agricultores locais (Maringá, Paraná, Brasil). Os ingredientes para a elaboração do nhoque foram adquiridos em comércio local, incluindo batata inglesa (*Solanum tuberosum*), ovo em pó, amido de milho e farinha de trigo (346 kcal, 71,0 g de carboidratos, 13,0 g de proteínas, 1,3 g de lipídios e 2,5 g de fibras alimentares).

Reagentes utilizados: 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), 2,2-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico), (ABTS), nitrato de sódio (NaNO_3), persulfato de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) e hidróxido de sódio (NaOH) foram adquiridos da Sigma-Aldrich (EUA). Ácido sulfúrico, álcool etílico e álcool metílico eram de grau analítico.

2.2. Caracterização da farinha

A matéria-prima foi higienizada com hipoclorito (200 ppm; 5 min) e depois lavada com água destilada, posteriormente foram separadas manualmente as folhas dos talos e submetidos a secagem em estufa a 45 °C por 19 h. O material seco foi triturado e peneirado em uma malha de 60 mesh, sendo posteriormente armazenado em local seco e protegido da luz. Três tipos de farinha de beterraba foram produzidos: farinha dos talos (FT), farinha das folhas (FF) e farinha da mistura de talos e folhas (FM) (1:2 m/m talo/folha). A proporção da FM foi definida com base na média da relação entre folhas e talos nas beterrabas analisadas, permitindo

avaliar a viabilidade industrial do uso combinado dos subprodutos em comparação ao processamento separado de cada parte.

2.2.1. Composição química das farinhas

A quantificação dos lipídios foi conduzida conforme o método de Bligh e Dyer, (Bligh and Dyer, 1959). Proteínas, fibra bruta, cinzas e umidade, seguindo os métodos estabelecidos pela (AOAC, 1995). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, e o conteúdo de cinzas por incineração em mufla a 550 °C. O teor de carboidratos foi determinado subtraindo-se a soma das porcentagens individuais de umidade, proteínas, lipídeos, fibra bruta e cinzas de 100%. Os valores calóricos (kcal/100 g) das formulações foram calculados conforme Li et al., (2014). Os resultados foram expressos em base úmida.

2.2.2. Propriedades de hidratação e cor

O índice de absorção de água (IAA) e a solubilidade em água (ISA) foram determinados segundo método descrito por Anderson et al. (1970). Uma amostra (100 mg) foi misturada com 1000 µL de água destilada usando um vórtice e deixado em repouso por 30 min. A suspensão foi centrifugada a 1800x xg por 20 min, o sobrenadante foi descartado e o tubo foi drenado em um ângulo de 45° (10 min). A capacidade de absorção de água foi calculada pela taxa de volume de água absorvido pelo peso da amostra. A determinação de cor foi analisada pelo sistema de escala de cor CIELAB, em colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400, e determinados os parâmetros L* (100 = branco; 0 = preto), a* (+ = vermelho; - = verde) e b* (+ = amarelo; - = azul).

2.2.3. Atividades antioxidantes

As farinhas foram homogeneizadas por 10 minutos com álcool metílico 100% (1:100 m/v) centrifugadas a 1,200 xg por 10 min e o sobrenadante foi recolhido para as análises posteriores. A atividade antioxidante das amostras foi realizada pelo método do DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) e pelo método do ABTS (2,2-AZINO BIS (3-ethylbenzo thiazoline, 6 ácido sulfônico)) a partir do extrato metanólico. Para o ensaio DPPH, foi preparada uma solução de DPPH em metanol (60 µM) foi preparada. Uma alíquota de 0,1 mL de amostra foi misturada com 1,9 mL da solução de DPPH e a absorbância foi medida a 515 nm após 30 min. O resultado foi expresso como % de sequestro de DPPH e foi calculado pela equação $= (1 - (\text{amostra de Abs } t / \text{amostra de Abs } t = 0)) * 100$ (Brand-Williams et al., 1995). No ensaio ABTS, 30 µL do extrato da amostra foram misturados com o radical ABTS obtido pela reação entre ABTS (7 mM) com o persulfato de potássio (140 mM.) (Re et al., 1999). A medição foi realizada a 734 nm em espectrofotômetro após 6 min de reação. O resultado foi expresso como % de sequestro de ABTS e calculado pela equação $= (1 - (\text{amostra de Abs } t / \text{amostra de Abs } t = 0)) * 100$.

2.3. Elaboração do nhoque

Inicialmente as batatas foram higienizadas com hipoclorito (200 ppm; 5 min) e depois lavada com água destilada, descascadas, cortadas em quatro partes e cozidas em forno micro-ondas (Electrolux MEF28, Brasil) por 4 minutos. Em seguida foram processadas em um multiprocessador de alimentos (Philco Multipro All In One, China) para obtenção do purê de batata. Os ovos foram reconstituídos conforme a recomendação do fabricante 76,5% de água e 23,5% de pó.

Posteriormente, todos ingredientes (Tabela 1) foram processados até obter uma massa homogênea (aproximadamente 40 segundos). Os nhoques foram cortados e moldados em tamanhos similares, com peso aproximado de 5,5 g e dimensões de 2,0 cm x 2,0 cm x 1,2 cm.

Tabela 1. Formulações dos nhoques.

| Código do nhoque | <i>Ingredientes (g/100g)</i> | | | | | | |
|------------------|------------------------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|
| | Purê de batata | Ovo reconstituído | Amido de milho | Farinha de trigo | Farinha de talos | Farinha de folhas | Farinha de mix |
| NC | 82,0 | 5,0 | 3,0 | 10 | | | |
| NT | 89,3 | 5,4 | 3,3 | | 2,0 | | |
| NF | 88,2 | 5,4 | 3,2 | | | 3,2 | |
| NM | 88,5 | 5,4 | 3,2 | | | | 2,9 |

Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM).

A proporção da substituição da farinha de trigo pelo subproduto de beterraba foi determinada com base na diferença no índice de absorção de água dos subprodutos e da farinha de trigo. O IAA da farinha de trigo foi determinado conforme descrito no item 2.2.2. Foram desenvolvidas quatro preparações de massa fresca, descritas na Tabela 1.

2.3.1. Condições de cozimento da massa e perda de sólidos na água

Os nhoques foram cozidos em água em ebulição sem sal. O tempo de cozimento ideal de cada amostra foi determinado conforme Merlino et al., (2022), após a imersão do nhoque, foi cronometrado (cronômetro Akso Ak68, China) o tempo até emergirem à superfície da água, aproximadamente 116 s para todas as amostras. Após o cozimento, as amostras foram drenadas e resfriadas até temperatura ambiente. A determinação da perda de sólidos na água foi realizada seguindo o protocolo AACC 66-50 (AACC, 2000) com modificações, através da taxa

de evaporação de 50 mL da água do cozimento a um aquecimento à temperatura de 100 °C.

2.4. Caracterização do nhoque

2.4.1. Composição química e propriedades de hidratação

Os nhoques frescos foram cortados em partes menores e secos em estufa com circulação de ar à 45 °C por 19 h. Após, foram triturados e peneirados (48 mesh), sendo posteriormente armazenado em local seco e protegido da luz. A quantificação dos lipídios, proteínas, fibra, cinzas, umidade, carboidratos e valor calórico foram realizadas conforme o item 2.2.1. O IAA e ISA foram determinados conforme o item 2.2.2.

2.4.2. Cor e perfil de textura

Análise do perfil de textura (TPA) dos nhoques foi realizada utilizando um analisador de textura CT3 (Brookfield-CT III, Middleborough, EUA) utilizando uma probe cilíndrica de acrílico 12 mm de diâmetro. Foi aplicado um gatilho instrumental de 5 g, com deformação de 25% a uma velocidade de 2 mm/s. O parâmetro de cor dos nhoques frescos e cozidos foram determinados conforme item 2.2.2.

2.4.3. Atividades antioxidantes

As amostras foram homogeneizadas por 10 minutos com álcool metílico 100% (1:10 m/v) centrifugado a 1,200 xg por 10 min e o sobrenadante foi recolhido para as análises posteriores. A atividade antioxidante por ABTS e DPPH, foram determinadas conforme item 2.2.3.

2.4.4. Análise sensorial

Os participantes foram recrutados na Universidade Estadual de Maringá, abrangendo alunos e funcionários. O painel sensorial foi composto por 85 avaliadores não treinados, sendo 71% mulheres, 28% homens e 1% que optou por não responder, com idades entre 18 e 55 anos. Todo o procedimento foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (CAE 81023024.3.0000.0104).

As amostras de nhoques foram cozidas em seu tempo de cozimento ideal e servidas em pratos plásticos descartáveis identificados com códigos de três dígitos gerados aleatoriamente, apresentados de forma monádica, utilizando um delineamento em blocos completos aleatorizados e balanceados. Foi disponibilizado um copo com água para limpar o paladar entre as amostras. Cada consumidor recebeu duas unidades de cada amostra: uma servida com molho de tomate, para simular a forma tradicional de consumo, e outra sem molho, para a avaliação de atributos específicos. As amostras foram avaliadas quanto à aceitação, intenção de compra e caracterização sensorial com o teste *Check-All-That-Apply* (CATA). Foi aplicado um questionário para investigar a frequência de consumo de nhoques. A elicitação dos descritores para o CATA foi realizada em uma primeira sessão com 6 avaliadores pelo método *Repertory Grid* (Kelly, 1955). O teste resultou em uma lista com 33 atributos divididos por categoria (7 para aparência, 6 para aroma, 11 para textura e 9 para sabor), a qual foi utilizada no teste CATA, em que foi solicitado aos avaliadores que marcassem todos os atributos considerados aplicáveis para descrever cada amostra de nhoque. A ordem dos atributos de cada categoria foi aleatorizada entre os avaliadores.

Os avaliadores foram orientados a avaliar primeiramente a aceitação global dos nhoques com molho e, em seguida, os atributos de sabor, aroma, textura e cor dos nhoques sem molho, utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (Peryam and Pilgrim, 1957). O teste de intenção de compra foi aplicado para cada amostra, utilizando uma escala de três pontos: 1 - certamente compraria, 2 - talvez comprasse/talvez não comprasse, e 3 - certamente não compraria (Meilgaard et al., 2006). O CATA e o teste de aceitação foram realizados na mesma sessão (avaliadores, n = 85).

2.5. Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram apresentados em média e desvio padrão e analisados por ANOVA-One Way. O teste de Tukey ($P < 0,05$) foi utilizado para determinar diferenças entre médias por meio do software SPSS (v.20.0) (IBM SPSS Statistics, SPSS, Inc., Chicago, EUA).

Para a análise sensorial, foi realizada uma análise de variância unidirecional (ANOVA-One Way) com *bootstrapping* para corrigir eventuais desvios de normalidade. Além disso, utilizou-se a análise de correspondência (AC) baseada em distâncias qui-quadrado para gerar um mapa sensorial das amostras (Meyners et al., 2013). A homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene, e, nos casos em que o pressuposto foi atendido, aplicou-se o teste pós-hoc de Tukey. Para situações de heterogeneidade de variância, foi empregada a correção de Welch, seguida pelo teste pós-hoc Games-Howell (Sauder and DeMars, 2019). O tamanho do efeito foi calculado por meio do coeficiente η^2 (Lakens, 2013).

3. Resultados e discussões

3.1. Caracterização das farinhas de subproduto de beterraba

Quando comparamos as farinhas derivadas do subproduto de beterraba (FSB) com a farinha de trigo, observamos que as FSB além de apresentarem maior teor de proteína e fibra, também apresentaram menor teor de carboidratos e valor calórico (Tabela 2). FF e FM obtiveram o maior teor de proteínas, aproximadamente duas vezes maior do que a farinha de trigo. Esses resultados evidenciam seu potencial como ingrediente, especialmente diante da crescente demanda por alimentos ricos em proteína (Blaauw et al., 2024; King et al., 2024). O valor de proteína encontrado em FT é semelhante ao encontrado na farinha de trigo (12%) (Belitz and Grosch, 1999).

O IAA e retenção de água em massas é diretamente influenciada por ligações de hidrogênio e forças capilares (Merlino et al., 2022). As fibras, ricas em grupos hidroxila, favorecem a retenção de água, enquanto as proteínas interagem por meio da distribuição de aminoácidos hidrofílicos e hidrofóbicos, influenciando a absorção e a retenção de umidade (Dhankhar et al., 2019). Essas interações determinam a capacidade de inchamento da massa, afetando suas propriedades texturais e reológicas. FM apresentou composição química intermediária quando comparada as demais farinhas avaliadas, porém exibiu teor de fibras semelhante a FF (Tabela 2). FT apresentou maior teor de fibras e menor valor calórico. As fibras tem atraído a atenção por seus benefícios a saúde, com sua ingestão associada à prevenção e auxílio no tratamento de doenças crônicas (Li and Ma, 2024; Thakur et al., 2019).

Ao analisar a coloração das farinhas (Tabela 3 e Figura 1), verificou-se que FT apresentou um valor superior de a^* possivelmente devido a presença de

Tabela 2. Composição química, propriedades hidratação das farinhas dos subprodutos da beterraba e dos nhoques frescos.

| | <i>Farinhas dos subprodutos de beterraba</i> | | | <i>Nhoque fresco</i> | | | |
|---------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Talos | Folhas | Mix | NC | NT | NF | NM |
| Composição química (%) | | | | | | | |
| Umidade | 6,34 ± 0,01 ^a | 5,15 ± 0,20 ^c | 5,71 ± 0,00 ^b | 68,03 ± 0,16 ^c | 72,95 ± 0,21 ^a | 70,90 ± 0,56 ^b | 70,48 ± 0,33 ^b |
| Proteína | 13,81 ± 0,01 ^c | 26,31 ± 0,09 ^a | 22,57 ± 0,18 ^b | 4,10 ± 0,04 ^a | 3,51 ± 0,07 ^b | 4,19 ± 0,06 ^a | 4,25 ± 0,03 ^a |
| Lipídeos | 0,78 ± 0,06 ^c | 1,92 ± 0,04 ^a | 1,36 ± 0,17 ^b | 0,17 ± 0,00 ^b | 0,17 ± 0,00 ^b | 0,22 ± 0,00 ^a | 0,19 ± 0,01 ^b |
| Cinzas | 23,53 ± 0,02 ^a | 21,71 ± 0,12 ^b | 23,49 ± 0,04 ^a | 0,98 ± 0,15 ^c | 1,51 ± 0,27 ^b | 1,77 ± 0,07 ^a | 1,82 ± 0,02 ^a |
| Carboidratos | 39,54 ± 0,09 ^a | 36,43 ± 0,30 ^c | 37,70 ± 0,10 ^b | 26,50 ± 0,13 ^a | 21,24 ± 0,16 ^c | 22,40 ± 0,47 ^b | 22,65 ± 0,23 ^b |
| Fibras | 16,05 ± 0,07 ^a | 8,46 ± 0,27 ^b | 9,27 ± 0,17 ^b | 0,18 ± 0,00 ^b | 0,58 ± 0,05 ^a | 0,47 ± 0,03 ^a | 0,57 ± 0,04 ^a |
| Valor calórico (kcal/100g) | 219,96 ± 0,35 ^c | 268,50 ± 0,85 ^a | 252,39 ± 0,23 ^b | 124,14 ± 0,70 ^a | 100,70 ± 0,89 ^c | 108,50 ± 2,09 ^b | 109,48 ± 1,11 ^b |
| Propriedades de hidratação (%) | | | | | | | |
| IAA | 13,20 ± 0,13 ^a | 8,22 ± 0,11 ^c | 9,08 ± 0,04 ^b | 3,52 ± 0,11 ^b | 5,53 ± 0,05 ^a | 5,28 ± 0,13 ^a | 5,39 ± 0,14 ^a |
| ISA | 12,71 ± 0,06 ^b | 20,32 ± 0,68 ^a | 20,04 ± 0,19 ^a | 29,37 ± 0,25 ^a | 19,67 ± 0,14 ^b | 17,13 ± 0,36 ^d | 18,52 ± 0,37 ^c |
| Perda de sólidos na água | - | - | - | 0,18 ± 0,10 ^a | 0,15 ± 0,02 ^b | 0,16 ± 0,01 ^{ab} | 0,09 ± 0,01 ^c |

Nível de significância mínimo de $p < 0,05$. IAA: Índice de Absorção de Água. ISA: Índice de Solubilidade em Água. Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM).

betalaínas, pigmentos comumente encontrados na beterraba (Ribeiro and Seravalli, 2007), (Tabela 3). As betalaínas são pigmentos hidrossolúveis nitrogenados, divididos em betacianinas (vermelho-violeta, absorvância em ~ 538 nm) e betaxantinas (amarelas, absorvância em ~ 476 nm) (Prieto-Santiago et al., 2020). A estabilidade destes pigmentos pode ser afetada por fatores como pH, luminosidade, temperatura, atividade de água, presença de agentes quelantes, antioxidantes e reações enzimáticas (Manchali et al., 2013). FF possui maior b^* e valor negativo de a^* , indicando coloração verde (Figura 1), devido a presença de clorofilas (Ribeiro and Seravalli, 2007). FM apresentou valores intermediários em a^* e b^* , pois trata-se de uma mistura de folhas e talos.

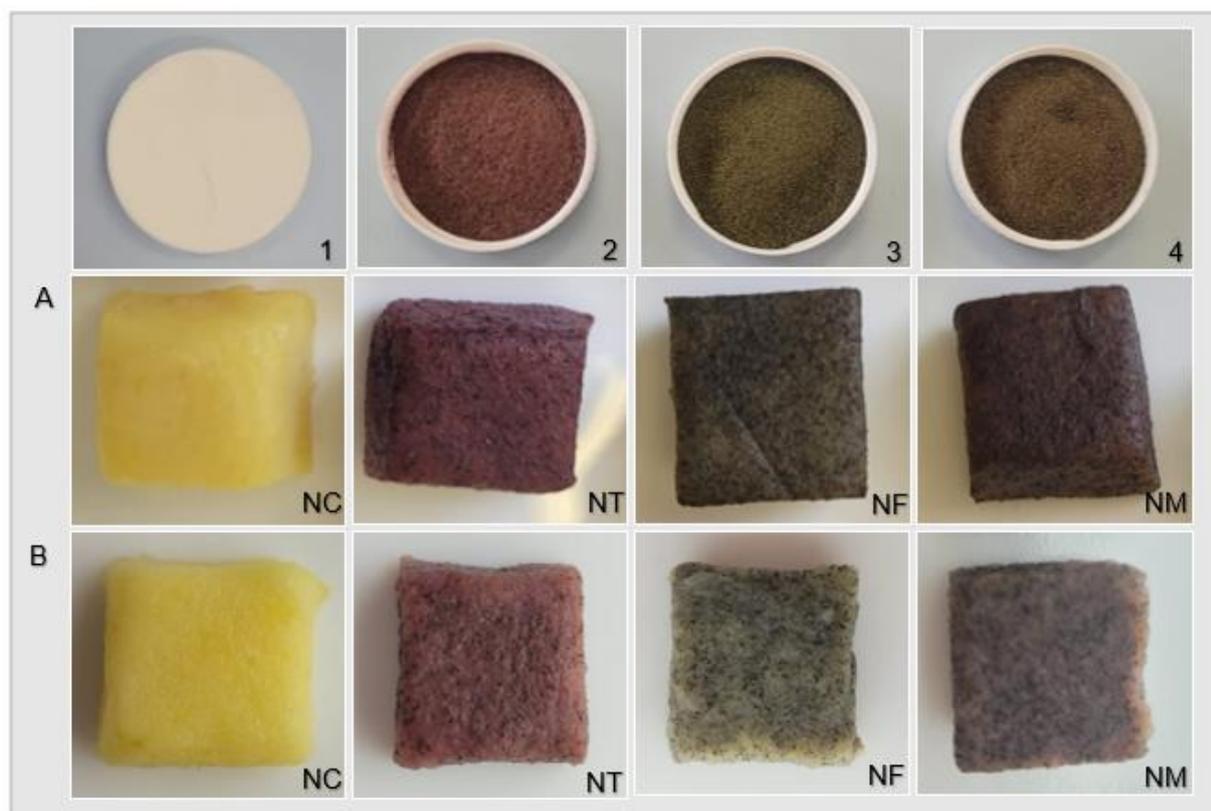


Figura 1. Farinha de trigo (1), farinha de talos de beterraba (2), farinha de folhas de beterraba (3), farinha de mix de beterraba (4). Nhoques antes (A) e após (B) o processo de cozimento. Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM).

Tabela 3. Cor e atividade antioxidante das farinhas do subproduto, dos nhoques frescos e cozidos, e textura do nhoque cozido

| | Farinhas do subproduto de beterraba | | | |
|---|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Talo | Folha | Mix | |
| Cor | | | | |
| L* | 44,08 ± 0,58 ^a | 45,13±0,28 ^a | 45,41±0,51 ^a | |
| a* | 8,48 ± 0,23 ^a | -2,85±0,10 ^c | 1,10±0,21 ^b | |
| b* | 2,34 ± 0,26 ^c | 7,19±0,24 ^a | 5,71±0,14 ^b | |
| Compostos bioativos e atividades antioxidantes | | | | |
| DPPH (%) | 89,42 ± 0,37 ^a | 39,97 ± 2,42 ^c | 65,74 ± 1,67 ^b | |
| ABTS (%) | 87,02 ± 0,83 ^a | 42,62 ± 2,17 ^c | 54,87 ± 1,47 ^b | |
| | Nhoque fresco | | | |
| | NC | NT | NF | NM |
| Cor | | | | |
| L* | 76,5 ± 0,41 ^{aA} | 38,2 ± 1,02 ^{bA} | 36,3 ± 0,78 ^{cB} | 35,3 ± 0,41 ^{cB} |
| a* | -5,77 ± 0,54 ^{dA} | 15,57 ± 0,27 ^{aA} | -0,08 ± 0,04 ^{cA} | 5,96 ± 0,27 ^{bA} |
| b* | 23,97 ± 0,90 ^{aA} | 3,62 ± 0,24 ^{bA} | 4,63 ± 0,20 ^{bA} | 2,47 ± 0,29 ^{cA} |
| Compostos bioativos e atividades antioxidantes | | | | |
| DPPH (%) | 19,4 ± 0,29 ^{dA} | 51,3 ± 0,38 ^{aA} | 37,0 ± 0,09 ^{cB} | 46,5 ± 0,09 ^{bB} |
| ABTS (%) | 29,8 ± 0,87 ^{cA} | 42,3 ± 0,87 ^{bA} | 43,1 ± 0,72 ^{bA} | 46,6 ± 0,57 ^{aA} |
| | Nhoque cozido | | | |
| | NC | NT | NF | NM |
| Cor | | | | |
| L* | 70,9 ± 0,25 ^{aB} | 40,1 ± 1,0 ^{bA} | 40,1 ± 0,72 ^{bA} | 38,8 ± 0,55 ^{bA} |
| a* | -6,91 ± 0,25 ^{dB} | 8,49 ± 0,24 ^{aB} | -0,62 ± 0,05 ^{cB} | 2,70 ± 0,14 ^{bB} |
| b* | 22,11 ± 0,18 ^{aB} | 0,40 ± 0,04 ^{cB} | 1,34 ± 0,05 ^{bB} | -0,43 ± 0,08 ^{dB} |
| Atividade antioxidante | | | | |
| DPPH (%) | 14,8 ± 0,38 ^{dB} | 51,4 ± 0,19 ^{aA} | 41,3 ± 0,66 ^{cA} | 48,2 ± 0,38 ^{bA} |
| ABTS (%) | 28,3 ± 0,59 ^{cA} | 44,0 ± 0,38 ^{bA} | 43,4 ± 0,89 ^{bA} | 46,1 ± 0,58 ^{aA} |
| Textura | | | | |
| Dureza (N) | 2,09 ± 0,17 ^a | 1,86 ± 0,20 ^b | 2,16 ± 0,08 ^a | 1,83 ± 0,13 ^b |
| Gomosidade (N) | 1,15 ± 0,06 ^a | 0,55 ± 0,04 ^b | 0,52 ± 0,03 ^b | 0,41 ± 0,04 ^c |
| Elasticidade (mm) | 3,82 ± 0,09 ^a | 2,66 ± 0,17 ^b | 2,65 ± 0,24 ^b | 2,27 ± 0,16 ^c |
| Coabilidade | 0,56 ± 0,02 ^a | 0,29 ± 0,02 ^b | 0,24 ± 0,01 ^c | 0,24 ± 0,02 ^c |
| Mastigabilidade (N) | 4,23 ± 0,36 ^a | 1,40 ± 0,21 ^b | 1,47 ± 0,19 ^b | 1,04 ± 0,23 ^c |

Nível de significância mínimo de $p < 0,05$. Letras minúsculas indicam diferenças significativas entre a tratamentos, enquanto letras maiúsculas indicam diferença significativa entre os nhoques antes e após o processo de cozimento. Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM). DPPH: ensaio do sequestro radical DPPH. ABTS: ensaio do sequestro radical ABTS*.

A atividade antioxidante variou significativamente entre os subprodutos analisados (Tabela 3). FT apresentou maior atividade antioxidante, possivelmente devido a presença de betalainas, o que condiz com sua coloração avermelhada (Tabela 3). Estes pigmentos presentes na beterraba têm atraído o interesse da indústria alimentícia por serem alternativas naturais aos corantes sintéticos, além de possuírem propriedades antioxidantes e anti-inflamatória, antimicrobiana e proteção

contra danos ao DNA (Lages et al., 2021; Prieto-Santiago et al., 2020; Soutelino et al., 2024). Esses compostos, com capacidade de capturar íons metálicos, neutralizar radicais livres e inibir enzimas oxidativas, são frequentemente associados à produção de alimentos funcionais e ao aumento da vida útil dos produtos, porém sua aplicação demanda cuidados com condições de processamento para equilibrar estabilidade, cor e funcionalidade (Padalino et al., 2019).

O maior teor de fibras presente em FT pode ter ocasionado seu maior teor de umidade e IAA (Tabela 2). FF apresentou menor teor de umidade e de IAA, porém foi igualmente solúvel em água, tal como FM. Considerando que a quantidade de água disponível influencia diretamente a qualidade das massas e pode resultar em uma textura quebradiça (Bresciani et al., 2022), foi realizado um comparativo entre o IAA da farinha de trigo (2,45%) com o IAA das FSB, afim de obter uma massa de nhoque coesa sem que precisasse adicionar outro ingrediente ou aditivo. FT absorve 5,4% mais água que a farinha de trigo, seguido pela FM com 3,7% e FF com 3,4%. Com base nesses resultados, foram definidas as porcentagens de inclusão de farinha de subprodutos nas formulações de nhoques (Tabela 1).

3.2. Composição química, atividade antioxidante e propriedades tecnológicas dos nhoques

A incorporação das FSB no nhoque resultou em uma redução de 14-19% no valor calórico, acompanhada por um aumento de 166-224% no teor de fibras, o que contribui para o aumento de seu valor nutricional (Tabela 2). Apesar de FT ter exibido o maior teor de fibras (Tabela 2), o nhoque feito com farinha de talos de beterraba (NT) não resultou em uma diferença significativa entre os nhoques

preparados com FSB. Este resultado pode ser atribuído à menor porcentagem de farinha presente em sua formulação (adicionada em função da IAA) (Tabela 1). O maior teor de fibras dos nhoques com FSB (Tabela 2), enfraqueceu a estrutura da massa, reduzindo sua gomosidade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade e gomosidade (Tabela 3) (Namir et al., 2022).

Os nhoques desenvolvidos com a farinha de folhas da beterraba (NF) e com a farinha de mix da beterraba (NM) apresentaram igual quantidade de proteína à amostra NC (Tabela 2), ou seja, utilizando as FF e FM é possível produzir nhoques de igual teor proteico a nhoques tradicionais elaborados com farinha de trigo. NT apresentou os menores valores de calorias, carboidratos e proteínas entre as amostras, refletindo o baixo teor desses componentes presentes na farinha utilizada (Tabela 2). Alimentos com valor calórico reduzido têm sido amplamente estudados, devido ao interesse crescente em estratégias voltadas à prevenção e controle de doenças associadas à obesidade (Karunarathna et al., 2024).

A absorção de água dos nhoques com FSB foi semelhante entre si e superior ao NC (Tabela 2), possivelmente devido ao maior teor de fibras presente nesses nhoques. A umidade dos nhoques avaliados neste estudo foi relativamente superior em comparação com os valores encontrados na literatura, que variam entre 51,1 e 58,1% (Cappa et al., 2021; Merlino et al., 2022). A disponibilidade de água, aliada aos diferentes tipos de processamento e temperatura, podem influenciar diretamente no poder de inchaço e no IAA de alimentos ricos em amido resistente (Karunarathna et al., 2024). Perdas por cozimento inferiores a 3 g/100 g de massa indicam um bom desempenho de cozimento (Bresciani et al., 2022). NF apresentou o menor ISA, enquanto NC teve o maior ISA (Tabela 2). Esses resultados podem estar relacionados ao tamanho dos grânulos de amido e ao arranjo molecular da

amilose e da amilopectina presentes na farinha de trigo, que influenciam diretamente a solubilidade do amido em água (Dala-Paula et al., 2021).

A perda de sólidos na água observada neste estudo foi consideravelmente menor em comparação com dados da literatura, que variam de 0,41 à 5,40% (Burgos et al., 2019; Cappa et al., 2021; Merlino et al., 2022). O cozimento das batatas em micro-ondas realizado neste estudo pode ter contribuído para isso, pois ocasiona uma gelatinização do amido mais rápida em comparação com os métodos de fervura e cozimento convencional, o que pode ter resultado em uma estrutura mais estável termicamente (Yang et al., 2016).

Ao comparar a luminosidade dos nhoques frescos e cozidos (Tabela 3), NF e NM, apresentaram um aumento após o cozimento, enquanto o NC diminuiu significativamente. Apesar disso, NC demonstrou os maiores valores de L^* , devido ao uso da farinha de trigo (Figura 1). Resultado semelhante (77,5) foi relatado para nhoque fresco convencional (Cappa et al., 2021). Amidos de batata apresentam maior transparência, devido à menor concentração de amilose, o que influencia diretamente suas propriedades de gelificação e formação de géis translúcidos (Dala-Paula et al., 2021).

Ao analisar o parâmetro de cor a^* (+vermelho; -verde), observou-se uma diferença significativa em todos os nhoques (Tabela 3). Apesar de FT representar apenas 2% do NT, sua adição resultou em maiores valores de a^* (fresco ou cozido), indicando uma maior tendência à coloração vermelha (Figura 1). Além disso, NT cozido apresentou valores de a^* semelhantes a FT, sugerindo que, em massas, essa quantidade de farinha pode ser suficiente para alcançar uma coloração próxima à tonalidade original do ingrediente. Após a cocção dos nhoques, observou-se que todos os tratamentos apresentaram uma redução nos valores de a^* ,

possivelmente devido a degradação das betalaínas, a qual é induzida pelo calor, luz e oxigênio ou solubilização (Ribeiro and Seravalli, 2007).

Ao analisar o parâmetro de cor b^* (+amarelo; -azul), NM apresentou os menores valores (Tabela 3), tanto no estado fresco quanto após a cocção, indicando uma tendência para a cor azul. NC exibiu os maiores valores de b^* indicando uma coloração amarelada, tanto fresco quanto após a cocção, alinhando-se aos dados da literatura, que relatam valores de 22,3 a 22,7 para o nhoque fresco e de 21,7 a 21,5 para o nhoque cozido, em nhoques de batata (Burgos et al., 2019; Cappa et al., 2021).

As FSB contribuíram diretamente para a atividade antioxidante dos nhoques (Tabela 3). A capacidade antioxidante, medida pelo método DPPH, dos nhoques cozidos foi aproximadamente três vezes maior nos nhoques contendo FSB. A quantidade e o tipo de fibras alimentares nos nhoques podem ter desempenhado um papel significativo na sua capacidade antioxidante. Durante o processamento dos alimentos, os polissacarídeos presentes na parede celular podem interagir com os compostos fenólicos por meio de seus grupos hidrofílicos e hidrofóbicos (Quirós-Sauceda et al., 2014). Essas interações podem alterar a biodisponibilidade e a funcionalidade dos compostos fenólicos, potencialmente reduzindo ou modulando sua eficácia antioxidante (Macagnan et al., 2016). Essa relação destaca a importância da composição e do processamento na preservação e otimização das propriedades funcionais dos alimentos.

Ao comparar a atividade antioxidante antes e após a cocção (Tabela 3), observou-se uma diminuição significativa no valor de DPPH de NC cozido, possivelmente devido à sua maior solubilidade e perda de sólidos na água (Tabela 2). Os efeitos do tratamento térmico na atividade antioxidante variam conforme

tempo, temperatura e superfície de contato, podendo liberar antioxidantes de porções insolúveis, formar compostos pela reação de Maillard ou ocasionar perdas na água de cocção (Rocchetti et al., 2017).

No entanto, a cocção dos nhoques não resultou em diferenças significativas nos valores de ABTS (Tabela 3), o que pode estar relacionado às distintas reações químicas desencadeadas pelo aquecimento. A estabilidade das betalaínas também é influenciada pelo tratamento térmico. Enquanto as betacianinas tendem a ser mais resistentes no início do processo, podendo sofrer hidrólise prolongada e liberar ácido betalâmico, as betaxantinas degradam-se mais rapidamente, embora, em alguns casos, possam ser formadas a partir da degradação das betacianinas. Além disso, enzimas como peroxidases (POX), polifenol oxidases (PPO), β -glicosidase e betalaína oxidase atuam como catalisadoras na degradação desses pigmentos durante o processamento. Segundo Zin et al., (2020), a inativação dessas enzimas pode ser eficientemente alcançada mediante escaldamento a 70 °C por 2 minutos. Esse processo pode ter ocorrido nesta pesquisa, visto que os nhoques foram escaldados por aproximadamente 1 minuto a 100 °C, evitando a perda de atividade antioxidante.

Na análise do perfil de textura dos nhoques cozidos (Tabela 3), NC e NF apresentaram valores significativamente semelhantes para dureza, registrando os maiores índices e indicando maior resistência à compressão. Nos demais parâmetros de textura, NC apresentou os maiores resultados, provavelmente devido à presença de glúten na massa controle. Uma vez que as gliadinas hidratadas aumentam a viscosidade e a extensibilidade, enquanto as gluteninas conferem resistência e elasticidade (Biesiekierski, 2017). Nos demais nhoques, a presença de diferentes ingredientes (FSB) e a maior disponibilidade de água interferiram na

gelatinização do amido, alterando as características reológicas e a viscosidade das massas (Dala-Paula et al., 2021). Além disso, a capacidade de absorção de água está diretamente relacionada textura de massas frescas à base de batata (Alessandrini et al., 2010).

3.3. Análises de aceitabilidade e perfil sensorial dos nhoques

A pesquisa de consumo revelou que a maioria dos provadores era do gênero feminino (71%) com idades entre 18 e 25 anos (74%). A frequência de consumo de nhoque foi relatada pelos provadores como predominantemente rara (52%), seguida por consumo mensal (29%), sendo geralmente acompanhado de molho de tomate (82%).

O método *Repertory Grid* identificou 33 atributos para aplicação no teste CATA, distribuídos em 4 categorias: 7 para aparência (cor marrom, cor roxa, atraente, cor amarela, cor rosa, cor verde e aparência agradável), 6 para aroma (aroma agradável, aroma de batata, cheiro de farinha, aroma herbáceo, aroma folhoso e cheiro forte), 11 para textura (macio, massa leve, granuloso, grudento/pegajoso, denso, aveludado, gomoso, partículas de farinha na boca, firme, terroso e fibroso) e 9 para sabor (sabor de batata, sabor suave, sabor de erva, sabor forte, gosto amargo, sabor agradável, gosto doce/adocicado, sabor de brócolis e sabor de talo). Entre os termos predominantes na descrição dos nhoques, destacaram-se “macio” (51,76%), “aparência agradável” (41,76%), “aroma agradável” e “sabor de batata” (35,88% cada). Por outro lado, os atributos menos recorrentes, como “cheiro forte”, “cor rosa”, “cor verde”, “fibroso” e “sabor de brócolis”, apresentaram frequência inferior a 15%.

A Análise de Correspondência (AC) aplicada aos dados CATA gerou o mapa sensorial (Figura 2a), no qual as duas primeiras dimensões explicaram 49,16% e 32,84% da variância, respectivamente, totalizando 82,00% ($p < 0,0001$). Na dimensão F1, as amostras foram divididas em dois grupos principais: o lado direito (positivo) associou NC e NT aos atributos “firme”, “denso” e “aroma folhoso”, enquanto o lado esquerdo (negativo) agrupou NF e NM com atributos como “cheiro de farinha”, “aveludado” e “gosto amargo”. Esse resultado corrobora com o teste de aceitação, que indicaram maior similaridade entre NT e NC, enquanto NF e NM apresentaram maior proximidade entre si possivelmente devido presença de farinha de folhas.

Cada nhoque foi posicionado em um quadrante distinto (Figura 2a), evidenciando associações específicas de atributos. NC foi caracterizado por “aroma agradável”, “gomoso” e “sabor de erva”, enquanto NT foi associado a “firme”, “doce” e “sabor forte”. Por outro lado, NF foi relacionado a atributos como “cheiro de farinha”, “sabor agradável”, e o nhoque NM a “aveludado”, “granuloso” e “sabor suave”. O que está alinhado com as análises tecnológicas, especialmente de cor e textura (Tabela 3), que demonstraram diferenças significativas entre as amostras.

No eixo F2 (Figura 2a), embora responsável por uma menor parcela da variância, atributos como “gosto amargo”, “aparência agradável”, “sabor de batata”, “sabor de talo”, centro do mapa, indicando uma baixa contribuição para a discriminação entre as amostras.

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA), representada na Figura 2b, demonstrou que atributos relacionados à textura, aroma e aparência, como “firme”, “aparência agradável”, “aveludado” e “aroma agradável”, correlacionaram-se positivamente com a aceitação. Atributos menos apreciados, como “cor roxa”, “cor

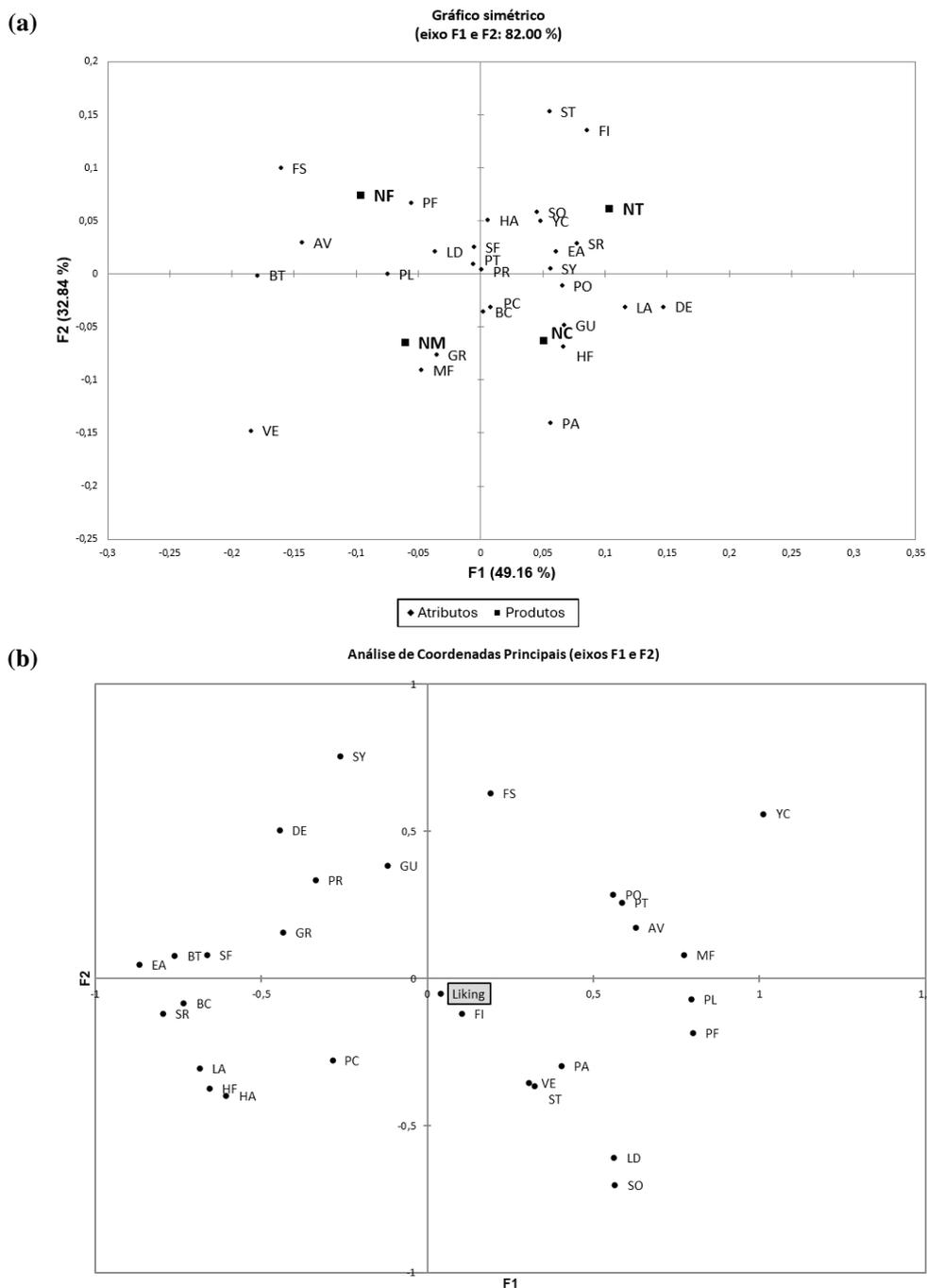


Figura 2. (a) Análise de correspondência de atributos CATA e diferentes tipos de nhoque desenvolvidos. (b) Análise de coordenada principal, ambos para o grupo total ($n = 85$) realizada a partir dos dados do CATA Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM). SO: macio, PL: aparência agradável, PA: aroma agradável, PT: sabor de batata, LD: massa leve, BC: cor marrom, PC: cor roxa, PO: aroma de batata, MF: sabor suave, EA: terroso, FS: cheiro de farinha, HF: sabor de erva, SR: sabor forte, SF: sabor de talo, HA: aroma herbáceo, BT: gosto amargo, PF: sabor agradável, LA: aroma folhoso, GR: granuloso, AV: atraente, YC: cor amarela, SY: grudento / pegajoso, DE: denso, ST: gosto doce / adocicado, VE: aveludado, GU: gomoso, PR: partículas de farinha na boca, FI: firme.

marrom”, “aroma herbáceo” e “sabor forte”, foram negativamente correlacionados. Esses resultados destacam o impacto da aparência e textura na aceitabilidade dos nhoques, conforme observado por (Carini et al., 2009).

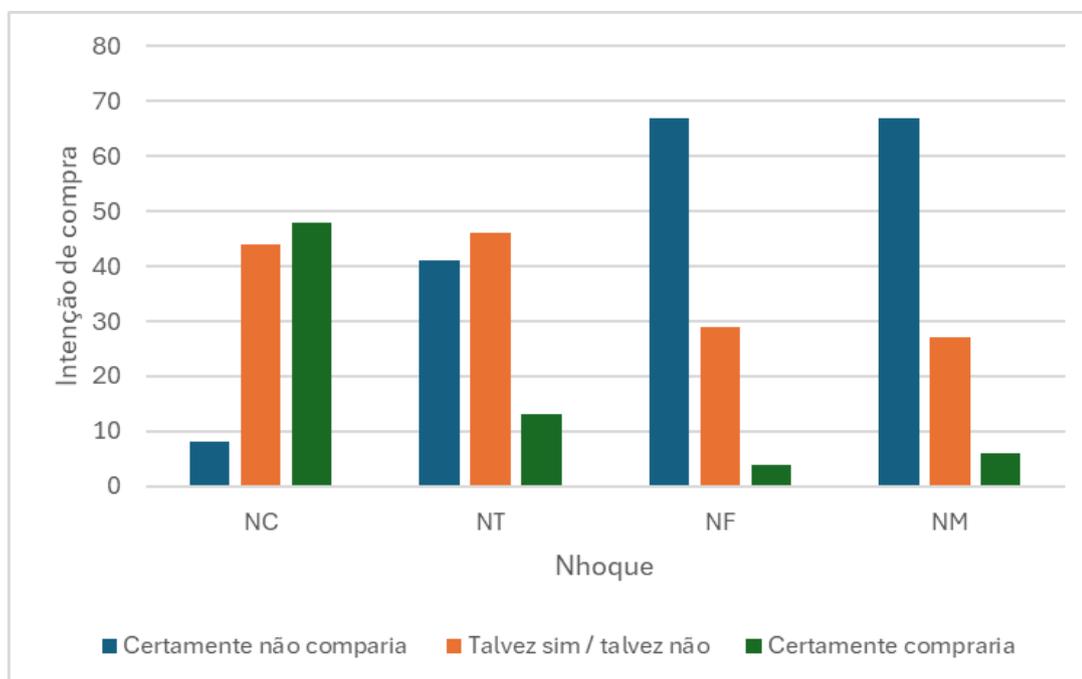


Figura 3. Análise de intenção de compra dos nhoques desenvolvidos. Nível de significância mínimo de $p < 0,001$ Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM).

Ao correlacionar os resultados da AC e da PCoA, verificou-se que os atributos apreciados (Figura 2b) estavam concentrados no lado positivo do eixo F1 (Figura 2a), alinhados a NC e NT. Já os atributos menos apreciados também coincidiram neste meio eixo (F1), reforçando os resultados intermediários desses nhoques no teste de aceitação e intenção de compra (Tabela 4 e Figura 3). Embora esses nhoques apresentem características desejáveis e esperadas em nhoques, também exibem aspectos negativos. Quando correlacionamos com o eixo F2 (Figura 2a), nota-se que atributos positivos, como “doce” e “firme”, localizaram-se nas extremidades do gráfico, enquanto atributos negativos, como “cheiro forte” e “sabor de erva”, concentraram-se no centro do mapa.

Tabela 4. Aceitação dos nhoques utilizando escala hedônica de 9 pontos (n = 84).

| | <i>Nhoque</i> | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | NC | NT | NF | NM |
| Aceitabilidade | | | | |
| Aparência | 7,39 ^a | 5,61 ^b | 3,81 ^c | 2,82 ^d |
| Aroma | 5,72 ^a | 5,34 ^a | 4,25 ^b | 4,28 ^b |
| Sabor | 5,73 ^a | 4,47 ^b | 3,02 ^c | 3,01 ^c |
| Textura | 6,31 ^a | 4,94 ^b | 4,11 ^b | 3,96 ^b |
| Avaliação global | 6,84 ^a | 5,21 ^b | 3,99 ^c | 3,78 ^c |
| p Levene | 0,010 | 0,357 | 0,225 | 0,671 |

Nível de significância mínimo de $p < 0,001$. Nhoque controle (NC), nhoque com farinha de talos da beterraba (NT), nhoque farinha de folhas da beterraba (NF), nhoque com farinha de mix da beterraba (NM).

NC apresentou as melhores avaliações (Tabela 4), recebendo notas entre "indiferente" e "gostei regularmente" nos termos hedônicos. Foi o único a alcançar uma aceitação média próxima de "gostei moderadamente" (6,84) na avaliação global, indicando um produto bem aceito pelos provadores. NT obteve desempenho intermediário, com notas próximas ao valor médio da escala (5) e percepção geral variando entre "indiferente" e "gostei ligeiramente". Destacou-se por ser estatisticamente semelhante ao NC em aroma ($p < 0,001$) e por sua proximidade em aparência. Apesar disso, ajustes em sabor e textura são necessários para alcançar um nível ideal de aceitação.

NF e NM foram os menos aceitos, com notas variando entre "desgostei muito" e "desgostei ligeiramente", indicando uma rejeição significativa, especialmente nos atributos de sabor, aparência e textura (Tabela 4). A menor mastigabilidade e coesividade observadas nos nhoques com FSB (Tabela 3) estão alinhadas com os resultados de aceitação. Um maior valor de coesividade está associado à capacidade da amostra de manter sua estrutura após o cozimento, característica esperada em nhoques (Alessandrini et al., 2010; Sozer et al., 2007).

O cálculo do Eta^2 revelou que aparência (0,452) e aceitação global (0,287) foram os atributos mais influentes na diferenciação dos produtos. As tonalidades

esverdeada e arroxeadada de NF e NM (Tabela 3 e Figura 1) podem ter impactado negativamente sua avaliação. Segundo Alessandrini et al., (2010), a coloração amarela é frequentemente associada a características positivas em massas frescas, o que reforça o impacto da coloração na percepção sensorial.

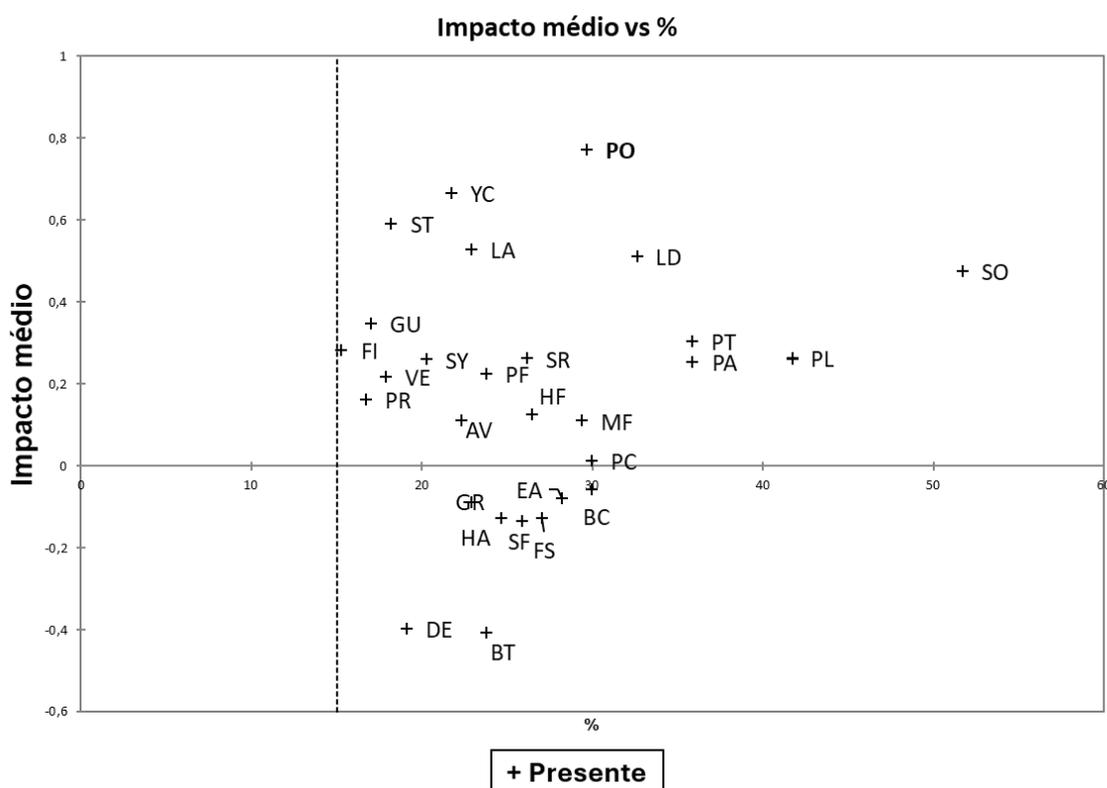


Fig. 4. Impacto médio dos atributos avaliados no CATA com influência significativa na aceitação geral (n = 85) SO: macio, PL: aparência agradável, PA: aroma agradável, PT: sabor de batata, LD: massa leve, BC: cor marrom, PC: cor roxa, PO: aroma de batata, MF: sabor suave, EA: terroso, FS: cheiro de farinha, HF: sabor de erva, SR: sabor forte, SF: sabor de talo, HA: aroma herbáceo, BT: gosto amargo, PF: sabor agradável, LA: aroma folhoso, GR: granuloso, AV: atraente, YC: cor amarela, SY: grudento / pegajoso, DE: denso, ST: gosto doce / adocicado, VE: aveludado, GU: gomoso, PR: partículas de farinha na boca, FI: firme.

Na Figura 4, observa-se que apenas o atributo “aroma de batata” apresentou um impacto determinante na percepção dos avaliadores. Isso indica que essa característica tem grande potencial para influenciar a intenção de compra dos consumidores. No entanto, a baixa presença desse atributo nos nhoques avaliados,

evidenciada por sua posição central no eixo F2 do mapa de AC (Figura 2a), pode ter contribuído negativamente para a intenção de compra (Figura 3). A análise de intenção de compra (Figura 3) confirmou a influência dos atributos sensoriais na decisão dos avaliadores. NC, com a melhor avaliação sensorial, apresentou maior intenção de compra. Entre os nhoques com farinha de beterraba, NT sobressaiu-se com 46% dos avaliadores admitindo que "Talvez sim/talvez não" e 13% em "Certamente compraria", alinhando-se às suas avaliações sensoriais aceitáveis em aparência e aroma (Tabela 4). NM e NF apresentaram baixa intenção de compra, indicando necessidade de ajustes na formulação para torná-los mais atrativos.

Conclusão

A farinha de talos de beterraba destaca-se por seu teor de fibras e de atividade antioxidante, enquanto a farinha de folhas de beterraba possui maior valor de proteínas e lipídeos. Os subprodutos da beterraba podem ser utilizados como substituto de farinha de trigo na indústria alimentos; agregando valor ao subproduto e aumentando suas formas de uso.

As condições aplicadas durante a preparação do nhoque foram eficientes na formação de uma estrutura estável, capaz de resistir ao cozimento subsequente sem desintegração excessiva. As análises sensoriais ressaltaram a relevância de atributos relacionados a aparência, textura e, principalmente, ao aroma de batata na aceitação dos nhoques. NT demonstrou maior semelhança com o NC no perfil sensorial, mas ainda requer ajustes no sabor e na textura para se tornar uma alternativa mais atrativa ao consumidor.

Finalmente, a pesquisa contribui para a redução do desperdício de alimentos, ao explorar alternativas sustentáveis para a utilização de subprodutos da produção

agrícola. Este enfoque está diretamente alinhado com estratégias globais para o combate à fome.

Implicação para a gastronomia

As mudanças no mercado consumidor impulsionam a busca por ingredientes que atendam à crescente demanda por produtos naturais, nutritivos e sustentáveis. A utilização de subprodutos agrícolas está alinhada à valorização de produtos locais, economia circular e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Considerando que massas são excelentes veículos de propriedades nutricionais e que os subprodutos da beterraba são amplamente disponíveis, este estudo teve como objetivo explorar um ingrediente de baixo custo, fácil produção e alto valor nutricional. Os resultados demonstraram que os subprodutos da beterraba apresentam elevado teor de fibras, proteínas e atividade antioxidante, características preservadas mesmo após o cozimento dos nhoques, tornando-os promissores para alimentos enriquecidos. A farinha de talos, quando adicionada a massa de nhoque, apresentou maior similaridade sensorial com a farinha de trigo, embora melhorias em sabor e aroma sejam necessárias. A análise sensorial aprofundou a compreensão das associações entre percepções sensoriais, preferências hedônicas e comportamento de compra de nhoques.

Declaração de divulgação

Os autores declaram não ter interesses financeiros conflitantes ou relacionamentos pessoais conhecidos que possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) pela bolsa.

Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq; Processo: 302408/2022-3].

Declaração de contribuição de autoria CRediT

Izabela do Carmo Godart: Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Administração de projetos, Software, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição. Fernando Antônio Anjo: Supervisão, Redação – versão original, Redação – revisão e edição. Aline Cristini Santos Silva: Conceituação, Investigação, Metodologia. Bianka Rocha Saraiva: Conceituação, Investigação, Metodologia, Supervisão. Lívia de Lacerda Oliveira: Metodologia, Análise formal, Curadoria de dados, Software. Paula Toshimi Matumoto Pinto: Aquisição de financiamento, Recursos, Curadoria de dados, Supervisão, Validação e redação - revisão e edição.

Referências

- AACC, 2000. Approved Methods of the AACC. 10th Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul.
- Akyüz, A., Ersus, S., 2021. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. Food Chemistry 335, 127673.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127673>

- Alessandrini, L., Balestra, F., Romani, S., Rocculi, P., Rosa, M.D., 2010. Physicochemical and Sensory Properties of Fresh Potato-Based Pasta (*Gnocchi*). *Journal of Food Science* 75. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01842.x>
- Al-Toma, A., Volta, U., Auricchio, R., Castillejo, G., Sanders, D.S., Cellier, C., Mulder, C.J., Lundin, K.E.A., 2019. European Society for the Study of Coeliac Disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. *UEG Journal* 7, 583–613. <https://doi.org/10.1177/2050640619844125>
- Anderson, R.A., Conway, H.F., Peplinski, A.J., 1970. Gelatinization of Corn Grits by Roll Cooking, Extrusion Cooking and Steaming. *Starch Stärke* 22, 130–135. <https://doi.org/10.1002/star.19700220408>
- AOAC, 1995. Official methods of analysis of AOAC International Arlington, Va: AOAC Intl pv (loose-leaf).
- Arend, G.D., Almeida, É.S., Byruchko, R.T., Pinto, M.E.G., Da Cruz, A.B., Verruck, S., Di Luccio, M., Rezzadori, K., 2022. Gravitational and microwave-assisted multi-stages block freeze concentration process to obtain enriched concentrated beet (*Beta vulgaris* L.) by-products extract: bioactive compounds and simulated gastrointestinal profile. *Food and Bioprocess Technology* 133, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2022.03.004>
- Belitz, H.-D., Grosch, W., 1999. *Food Chemistry, Second Edition*. ed. Springer, Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-07281-3>
- Biesiekierski, J.R., 2017. What is gluten? *J of Gastro and Hepatol* 32, 78–81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- Blaauw, L., Schoonees, A., Robertson, N., Visser, J., 2024. The impact of guideline recommended protein intake on mortality and length of intensive care unit and hospital stay in critically ill adults: A systematic review. *Clinical Nutrition ESPEN* 61, 356–368. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2024.04.003>
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A RAPID METHOD OF TOTAL LIPID EXTRACTION AND PURIFICATION. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brennan, C.S., 2024. Regenerative Food Innovation: The Role of Agro-Food Chain By-Products and Plant Origin Food to Obtain High-Value-Added Foods. *Foods* 13, 427. <https://doi.org/10.3390/foods13030427>
- Bresciani, A., Pagani, M.A., Marti, A., 2022. Pasta-Making Process: A Narrative Review on the Relation between Process Variables and Pasta Quality. *Foods* 11, 256. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
- Burgos, V.E., López, E.P., Goldner, M.C., Del Castillo, V.C., 2019. Physicochemical characterization and consumer response to new Andean ingredients-based fresh pasta: Gnocchi. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 16, 100142. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100142>
- Cabanillas, B., 2020. Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 60, 2606–2621. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>
- Cappa, C., Laureati, M., Casiraghi, M.C., Erba, D., Vezzani, M., Lucisano, M., Alamprese, C., 2021. Effects of Red Rice or Buckwheat Addition on Nutritional, Technological, and Sensory Quality of Potato-Based Pasta. *Foods* 10, 91. <https://doi.org/10.3390/foods10010091>
- Carini, E., Vittadini, E., Curti, E., Antoniazzi, F., 2009. Effects of different shaping modes on physico-chemical properties and water status of fresh pasta. *Journal of Food Engineering* 93, 400–406. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.002>
- Dala-Paula, B.M., Gozzi, W.P., Kringel, D.H., Peloso, E. de F., Custódio, F.B., 2021. *Química e Bioquímica de Alimentos*, 1st ed. Universidade Federal de Alfenas, Alfenas - Minas Gerais.

- David, L.O., Aigbavboa, C., Adepoju, O., Nnamdi, N., 2025. Applying circular economy strategies in mitigating the perfect storm: The built environment context. *Sustainable Futures* 9, 100444. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100444>
- De Oliveira, S.P.A., Do Nascimento, H.M.A., Rodrigues, N.P.A., Sampaio, K.B., Lima, M.D.S., Da Conceição, M.L., De Souza, E.L., 2023. Different parts from the whole red beet (*Beta vulgaris* L.) valorization with stimulatory effects on probiotic lactobacilli and protection against gastrointestinal conditions. *Food Bioscience* 52, 102439. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102439>
- Dhankhar, J., Vashistha, N., Sharma, A., 2019. DEVELOPMENT OF BISCUITS BY PARTIAL SUBSTITUTION OF REFINED WHEAT FLOUR WITH CHICKPEA FLOUR AND DATE POWDER. *J microb biotech food sci* 8, 1093–1097. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.8.4.1093-1097>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2024. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO; <https://doi.org/10.4060/cd1254en>
- Karunarathna, S., Wickramasinghe, I., Truong, T., Brennan, C., Navaratne, S.B., Chandrapala, J., 2024. Development of Low-Calorie Food Products with Resistant Starch-Rich Sources. – a Review. *Food Reviews International* 40, 814–831. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023.2204137>
- Kelly, G.A., 1955. *A theory of personality: The psychology of personal constructs 1905-1967*. WW Norton & Company.
- King, J., Leong, S.Y., Alpos, M., Johnson, C., McLeod, S., Peng, M., Sutton, K., Oey, I., 2024. Role of food processing and incorporating legumes in food products to increase protein intake and enhance satiety. *Trends in Food Science & Technology* 147, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104466>
- Lages, L.Z., Radünz, M., Gonçalves, B.T., Silva Da Rosa, R., Fouchy, M.V., De Cássia Dos Santos Da Conceição, R., Gularte, M.A., Barboza Mendonça, C.R., Gandra, E.A., 2021. Microbiological and sensory evaluation of meat sausage using thyme (*Thymus vulgaris*, L.) essential oil and powdered beet juice (*Beta vulgaris* L., Early Wonder cultivar). *LWT* 148, 111794. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111794>
- Lakens, D., 2013. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front. Psychol.* 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Li, J., Wang, Y., Jin, W., Zhou, B., Li, B., 2014. Application of micronized konjac gel for fat analogue in mayonnaise. *Food Hydrocolloids* 35, 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.06.010>
- Li, M., Ma, S., 2024. A review of healthy role of dietary fiber in modulating chronic diseases. *Food Research International* 191, 114682. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114682>
- Lima, R.S., De Carvalho, A.P.A., Conte-Junior, C.A., 2023. Health from Brazilian Amazon food wastes: Bioactive compounds, antioxidants, antimicrobials, and potentials against cancer and oral diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 63, 12453–12475. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2101983>
- Liu, T., Hamid, N., Yoo, M.J.Y., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M.M., Knowles, S.O., 2016. Physicochemical and sensory characterization of gnocchi and the effects of novel formulation on in vitro digestibility. *J Food Sci Technol* 53, 4033–4042. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2410-x>
- Macagnan, F.T., Da Silva, L.P., Hecktheuer, L.H., 2016. Dietary fibre: The scientific search for an ideal definition and methodology of analysis, and its physiological importance as a carrier of bioactive compounds. *Food Research International* 85, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.032>
- Manchali, S., Murthy, K.N.C., Nagaraju, S., Neelwarne, B., 2013. Stability of Betalain Pigments of Red Beet, in: Neelwarne, B. (Ed.), *Red Beet Biotechnology*. Springer US, Boston, MA, pp. 55–74. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3458-0_3
- Meilgaard, M.C., Carr, B.T., Carr, B.T., 2006. *Sensory Evaluation Techniques*, 0 ed. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16452>

- Merlino, M., Tripodi, G., Cincotta, F., Prestia, O., Miller, A., Gattuso, A., Verzera, A., Condurso, C., 2022. Technological, Nutritional, and Sensory Characteristics of Gnocchi Enriched with Hemp Seed Flour. *Foods* 11, 2783. <https://doi.org/10.3390/foods11182783>
- Meyners, M., Castura, J.C., Carr, B.T., 2013. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference* 30, 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>
- Namir, M., Iskander, A., Alyamani, A., Sayed-Ahmed, E., Saad, A., Elsayhy, K., El-Tarabily, K., Conte-Junior, C., 2022. Upgrading Common Wheat Pasta by Fiber-Rich Fraction of Potato Peel Byproduct at Different Particle Sizes: Effects on Physicochemical, Thermal, and Sensory Properties. *Molecules* 27, 2868. <https://doi.org/10.3390/molecules27092868>
- Oliveira Filho, J., Lemes, A., Cruz Filho, R., Guimarães, R., Oliveira, K., Santana, G., Danesi, E., Egea, M.B., 2021. Red pasta: What is the technological impact of the enrichment of beet ingredient in fresh pasta? *qas* 13, 46–55. <https://doi.org/10.15586/qas.v13i2.850>
- Padalino, L., Costa, C., Del Nobile, M.A., Conte, A., 2019. Extract of *Salicornia europaea* in fresh pasta to enhance phenolic compounds and antioxidant activity. *Int J of Food Sci Tech* 54, 3051–3057. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14218>
- Peryam, D.R., Pilgrim, F.J., 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*.
- Prieto-Santiago, V., Cavia, M.M., Alonso-Torre, S.R., Carrillo, C., 2020. Relationship between color and betalain content in different thermally treated beetroot products. *J Food Sci Technol* 57, 3305–3313. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04363-z>
- Quirós-Sauceda, A.E., Palafox-Carlos, H., Sáyago-Ayerdi, S.G., Ayala-Zavala, J.F., Bello-Perez, L.A., Álvarez-Parrilla, E., De La Rosa, L.A., González-Córdova, A.F., González-Aguilar, G.A., 2014. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. *Food Funct.* 5, 1063–1072. <https://doi.org/10.1039/C4FO00073K>
- Rawdkuen, S., Kaewprachu, P., 2020. Valorization of Food Processing By-Products as Smart Food Packaging Materials and Its Application, in: A. Socaci, S., C. F?rca?, A., Aussenac, T., Laguerre, J.-C. (Eds.), *Food Preservation and Waste Exploitation*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86245>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26, 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ribeiro, E.P., Seravalli, E.A.G., 2007. *Química de alimentos*, 2ª edição. ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo - Brasil.
- Rocchetti, G., Lucini, L., Chiodelli, G., Giuberti, G., Montesano, D., Masoero, F., Trevisan, M., 2017. Impact of boiling on free and bound phenolic profile and antioxidant activity of commercial gluten-free pasta. *Food Research International* 100, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.031>
- Sauder, D.C., DeMars, C.E., 2019. An Updated Recommendation for Multiple Comparisons. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science* 2, 26–44. <https://doi.org/10.1177/2515245918808784>
- Shewry, P., 2019. What Is Gluten—Why Is It Special? *Front. Nutr.* 6, 101. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00101>
- Soutelino, M.E.M., Vieira, G.D.P., Goulart, M.B., Miranda, K.C., Da Conceição, R.P., Pimentel, T.C., Cruz, A.G.D., Rocha, R.D.S., 2024. Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends. *Trends in Food Science & Technology* 146, 104370. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104370>

- Sozer, N., Dalgıç, A.C., Kaya, A., 2007. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Journal of Food Engineering* 81, 476–484. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.026>
- Szymandera-Buszkka, K., Piechocka, J., Zaremba, A., Przeor, M., Jędrusek-Golińska, A., 2021. Pumpkin, Cauliflower and Broccoli as New Carriers of Thiamine Compounds for Food Fortification. *Foods* 10, 578. <https://doi.org/10.3390/foods10030578>
- Thakur, S., Scanlon, M.G., Tyler, R.T., Milani, A., Paliwal, J., 2019. Pulse Flour Characteristics from a Wheat Flour Miller's Perspective: A Comprehensive Review. *Comp Rev Food Sci Food Safe* 18, 775–797. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>
- UNEP, U.N.E.P., 2024. Food Waste Index Report 2024. Nairobi.
- Yang, Y., Achaerandio, I., Pujolà, M., 2016. Effect of the intensity of cooking methods on the nutritional and physical properties of potato tubers. *Food Chemistry* 197, 1301–1310. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.028>
- Zin, M.M., Anucha, C.B., Bánvölgyi, S., 2020. Recovery of Phytochemicals via Electromagnetic Irradiation (Microwave-Assisted-Extraction): Betalain and Phenolic Compounds in Perspective. *Foods* 9, 918. <https://doi.org/10.3390/foods9070918>

ANEXO I

Questionário aplicado no teste *Repertory Grid*.

BEM-VINDO À SESSÃO DE ANÁLISE SENSORIAL DE GNOCCHI

Objetivo:

O objetivo desta sessão é comparar DUAS amostras de GNOCCHI quanto a suas *similaridades e diferenças* em relação à *aparência, odor/aroma, sabor e textura*.

Procedimento:

Beba água e aguarde 30 segundos antes de cada amostra. Isso é importante para você limpar o palato e evitar interferência de uma amostra na amostra seguinte.

Como avaliar:

Use termos e palavras para descrever em que essas amostras são *SIMILARES*

Use termos e palavras para descrever em que essas amostras são *DIFERENTES*

ATENÇÃO

Para a correta visualização das escalas de avaliação, use seu celular com o comprimento da tela na horizontal

**CLIQUE PARA CONTINUAR**

Peça ao analista que traga seu par das amostras 216 e 890

CLIQUE PARA CONTINUAR

Em que esse par de amostras **se assemelha**?

Use de 1 a 10 de palavras ou termos para descrever as *SIMILARIDADES* entre elas com relação a *APARÊNCIA, COR, ODOR, AROMA, SABOR E TEXTURA*:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Em que esse par de amostras **difere entre si**?

Use de 1 a 10 de palavras ou termos para descrever as *DIFERENÇAS* entre elas com relação a *APARÊNCIA, COR, ODOR, AROMA, SABOR E TEXTURA*:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

CLIQUE PARA CONTINUAR

Peça ao analista que traga seu par de amostras 395 e 644

CLIQUE PARA CONTINUAR

Em que esse par de amostras **se assemelha?**

Use de 1 a 10 de palavras ou termos para descrever as SIMILARIDADES entre elas com relação a *APARÊNCIA, COR, ODOR, AROMA, SABOR E TEXTURA*:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Em que esse par de amostras **difere entre si?**

Use de 1 a 10 de palavras ou termos para descrever as DIFERENÇAS entre elas com relação a *APARÊNCIA, COR, ODOR, AROMA, SABOR E TEXTURA*:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

CLIQUE PARA CONTINUAR

Obrigada por participar.

- atraente
- cor roxa
- cor rosa
- cor marrom
- agradável

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_650. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 650, em relação ao AROMA:

- cheiro forte
- aroma de batata
- aroma folhoso
- aroma agradável
- cheiro de farinha
- aroma herbáceo

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_650. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 650, em relação ao SABOR:

- gosto doce/ adocicado
- sabor de batata
- gosto amargo
- sabor de talo
- sabor suave
- sabor forte
- sabor de erva
- sabor de brócolis
- sabor agradável

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_650. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 650, em relação ao TEXTURA:

- aveludado
- grudento/pegajoso
- gomoso
- partículas de farinha de boca
- fibroso
- macio
- terroso
- denso
- firme
- granuloso
- massa leve

CLIQUE PARA CONTINUAR

INT_COMP_650. Baseado na avaliação desta amostra, assinale o grau de certeza com que você compraria ou não esta amostra:

- Certamente não compraria
- Talvez sim / talvez não compraria
- Certamente compraria

CLIQUE PARA CONTINUAR

Peça a amostra 589. PRIMEIRO avalie a amostra COM MOLHO e marque a opção que reflita o quanto você gostou ou desgostou dela, de modo geral. Na sequência,

avalie a amostra SEM molho e marque a opção que melhor reflita o quanto você gostou ou desgostou da aparência, aroma, sabor e textura.

Desgostei extremamente
extremamente

Indiferente

Gostei

0

9

Aceitação Global: ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9

Aparência: ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9

Aroma: ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9

Sabor: ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9

Textura: ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 ()8 ()9

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_589. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 589, em relação à aparência:

- () cor amarela
- () cor verde
- () atraente
- () cor roxa
- () cor rosa
- () cor marrom
- () agradável

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_589. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 589, em relação ao AROMA:

- () cheiro forte
- () aroma de batata
- () aroma folhoso
- () aroma agradável
- () cheiro de farinha
- () aroma herbáceo

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_589. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 589, em relação ao SABOR:

- () gosto doce/ adocicado
- () sabor de batata
- () gosto amargo
- () sabor de talo
- () sabor suave
- () sabor forte
- () sabor de erva
- () sabor de brócolis
- () sabor agradável

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_589. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 589, em relação ao TEXTURA:

- () aveludado
- () grudento/pegajoso
- () gomoso
- () partículas de farinha de boca
- () fibroso

- sabor de batata
- gosto amargo
- sabor de talo
- sabor suave
- sabor forte
- sabor de erva
- sabor de brócolis
- sabor agradável

CLIQUE PARA CONTINUAR

CATA_AP_334. Agora marque a seguir todos os termos mais relevantes para caracterizar a amostra 334, em relação ao TEXTURA:

- aveludado
- grudento/pegajoso
- gomoso
- partículas de farinha de boca
- fibroso
- macio
- terroso
- denso
- firme
- granuloso
- massa leve

CLIQUE PARA CONTINUAR

INT_COMP_334. Baseado na avaliação desta amostra, assinale o grau de certeza com que você compraria ou não esta amostra:

- Certamente não compraria
- Talvez sim / talvez não compraria
- Certamente compraria

CLIQUE PARA CONTINUAR

Idade. Assinale a sua faixa etária:

- 18-25
- 26-35
- 36-45
- 46-55
- 56 ou mais

CLIQUE PARA CONTINUAR

sexo. Assinale seu sexo:

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não responder

CLIQUE PARA CONTINUAR

Freq._cons. Com que frequência você consome nhoque (qualquer tipo)?

- Nunca
- Raramente
- 1 vez por mês
- Mais de uma vez por mês
- 1 vez por semana

CLIQUE PARA CONTINUAR

Freq._cons. Como você costuma consumir nhoque?

- Sem molho
- Com molho de tomate
- Com outros molhos

CLIQUE PARA CONTINUAR

Agradecemos o tempo que você dedicou respondendo a esta pesquisa.
Sua resposta foi registrada.