

Aproveitamento integral do umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) para a elaboração de farinhas e incorporação em mistura para pão de frigideira sem glúten

Integral use of umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) for the preparation of flours and incorporation into gluten-free pan bread mix

Aprovechamiento integral del umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) para la elaboración de harinas e incorporación a pan de molde sin gluten

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 09/10/2022 | Aceitado: 13/10/2022 | Publicado: 18/10/2022

Midori Nakamura Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3214-3888>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil
E-mail: midnak@hotmail.com

Jaime Paiva Lopes Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4534-7705>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil
E-mail: jaguiar@inpa.gov.br

Francisca das Chagas do Amaral Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5731-2537>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil
E-mail: francisca.souza@inpa.gov.br

Resumo Gráfico



Resumo

O objetivo deste trabalho foi o aproveitamento integral do umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) para a elaboração de farinhas e incorporação em mistura para pão de frigideira sem glúten, verificando o impacto nos parâmetros de qualidade e compostos bioativos. Para isso foram analisados parâmetros físico-químicos e de qualidade (proteínas, lipídios, carboidratos, valor energético, beta caroteno, ácidos graxos, minerais). Também foi feita a vida de prateleira do produto ao longo de 180 dias (pH, cor, umidade, acidez, AW, índice de peróxidos e contagem de bolores, leveduras e infestação por insetos). As misturas enriquecidas com polpa e resíduo de umari liofilizado apresentaram teores lipídicos mais altos (10,89g e 9,07g respectivamente) e maiores valores energéticos (399,83kcal e 386,01kcal, respectivamente). As misturas enriquecidas apresentaram valores ideais de pH, cor, umidade, acidez, AW, índice de peróxidos, contagem de bolores, leveduras e infestação por insetos ao longo de 180 dias. A adição de polpa de uma liofilizada, resíduo de umari liofilizado, farinha de polpa de umari e farinha de resíduo de umari levou a um aumento de ácido oleico em relação ao pão controle. Também pudemos observar um aumento de magnésio nas misturas enriquecidas com os diversos pós e farinhas de umari e uma diminuição nos teores de sódio. A suplementação de pós e farinhas de umari na mistura de pão

sem glúten foi uma abordagem útil e eficiente para obter um produto de qualidade e com bons parâmetros físico-químicos no armazenamento durante seis meses.

Palavras-chave: *Poraqueiba sericea* Tulasne; Mistura de pão sem glúten; Vida de prateleira; Carotenoides; Ácidos graxos.

Abstract

The objective of this work was the full use of umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) for the elaboration of flours and incorporation in gluten-free pan bread mix, verifying the impact on quality parameters and bioactive compounds. For this, physicochemical and quality parameters (proteins, lipids, carbohydrates, energy value, beta carotene, fatty acids, minerals) were analyzed. The shelf life of the product was also measured over 180 days (pH, color, moisture, acidity, AW, peroxide index and mold, yeast and insect infestation counts). The mixtures enriched with lyophilized umari pulp and residue showed higher lipid contents (10.89g and 9.07g respectively) and higher energy values (399.83kcal and 386.01kcal, respectively). The enriched mixtures presented ideal values of pH, color, humidity, acidity, AW, peroxide index, mold count, yeast and insect infestation over 180 days. The addition of lyophilized pulp, lyophilized umari residue, umari pulp flour and umari residue flour led to an increase in oleic acid in relation to the control bread. We could also observe an increase in magnesium in the mixtures enriched with the various umari powders and flours and a decrease in sodium levels. The supplementation of umari powders and flours in the gluten-free bread mix was a useful and efficient approach to obtain a quality product with good physicochemical parameters in storage for six months.

Keywords: *Poraqueiba sericea* Tulasne; Gluten-free bread mix; Shelf life; Carotenoids; Fatty acids.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue el aprovechamiento integral del umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) para la elaboración de harinas e incorporación en mezcla para pan de molde sin gluten, verificando el impacto en parámetros de calidad y compuestos bioactivos. Para ello se analizaron parámetros físicoquímicos y de calidad (proteínas, lípidos, carbohidratos, valor energético, beta caroteno, ácidos grasos, minerales). También se midió la vida útil del producto durante 180 días (pH, color, humedad, acidez, AW, índice de peróxido y recuentos de moho, levadura e infestación de insectos). Las mezclas enriquecidas con pulpa y residuo de umari liofilizado mostraron mayores contenidos de lípidos (10,89g y 9,07g respectivamente) y valores energéticos más altos (399,83kcal y 386,01kcal, respectivamente). Las mezclas enriquecidas presentaron valores ideales de pH, color, humedad, acidez, AW, índice de peróxidos, conteo de mohos, levaduras e infestación de insectos durante 180 días. La adición de pulpa liofilizada, orujo de umari liofilizado, harina de pulpa de umari y harina de orujo de umari condujo a un aumento del ácido oleico en relación al pan control. También pudimos observar un aumento de magnesio en las mezclas enriquecidas con los distintos polvos y harinas de umari y una disminución de los niveles de sodio. La suplementación de polvos y harinas de umari en la mezcla de pan sin gluten fue un enfoque útil y eficiente para obtener un producto de calidad con buenos parámetros físicoquímicos en almacenamiento durante seis meses.

Palabras clave: *Poraqueiba sericea* Tulasne; Mezcla de pan sin gluten; Duración; Carotenoides; Acidos grasos.

1. Introdução

O Umari, cujo nome tem origem indígena (Carvalho, 1987), *Poraqueiba sericea* Tulasne é conhecido desde o século XVIII, tendo sido descrito por Tulasne em 1869 (Falcão & Lleras, 1980). Também é conhecido como mari, mari-preto e mari-roxo (Lorenzi et al., 2015).

A espécie, da família das Icacináceas, originou-se na região oeste ou central da Amazônia e ainda está restrita a esta área e ao Peru onde é muito popular (FAO, 1986; Shanley & Medina, 2005). A espécie é amplamente cultivada em pomares domésticos (Lorenzi et al., 2015). A cultura do fruto propicia uma produção elevada, cada árvore produz 250-350 frutos ao ano, que são colhidos quando os frutos caem no chão em sua maturidade botânica (Chasquibol Silva, 1997). O ciclo de vida do umari, ultrapassa 80 anos e os meses mais produtivos são entre fevereiro e abril (López, 2013). Costa (2007) acrescenta que o umari é uma espécie que pode trazer muitos benefícios na condução da regeneração natural, em áreas antes exploradas para a produção agrícola, e não necessita de um acompanhamento rigoroso.

Frutifica uma drupa de 5 a 10 cm de comprimento e 4-6 cm de diâmetro, exocarpo fino, delicado, liso e brilhante, amarelo a laranja ou escuro, do roxo a preto; mesocarpo 2-5 cm de espessura, amarelo, com uma textura oleosa que se assemelha a manteiga fria; endocarpo duro, contendo uma semente grande (FAO, 1986).

O mesocarpo da fruta madura é comestível (Lorenzi et al., 2015). Tem forte aroma característico e é dotado de um

sabor agradável (Rabelo, 2012). É consumido no estado natural (Ordóñez Huamán, Aguirre Vargas, & Flores Garazatua, 2001), servido com farinha de mandioca (Lorenzi et al., 2015) ou cozido com arroz; a polpa também é utilizada como manteiga espalhada no pão. Também é extraído o óleo do mesocarpo, sendo utilizado na preparação de arroz e frituras (Reategui, 2015). Garnelo & Baré (2009) em seu livro intitulado “Comidas tradicionais indígenas do Alto Rio Negro” mostram como a semente ralada e seca também é utilizada na alimentação tradicional Baniwa. Além disso, da semente é extraído um suco medicinal (Chasquibol Silva, 1997).

A maior parte dos alimentos de origem vegetal tem como característica se deteriorar com facilidade. Este processo começa imediatamente após a colheita. Para o retardamento da deterioração existem alguns métodos de conservação de alimentos e um dos mais antigos é a secagem (Gava et al., 2008). Secagem é a operação por meio do qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material (Umara & Celestino, 2010). Ela é empregada no processamento de matérias primas para a obtenção de pós e grânulos (O. W. Oliveira & Petrovick, 2010).

O método de secagem mais utilizado em alimentos se dá pela utilização de estufas, onde a transferência de calor é realizada por condução, o alimento é desidratado devido ao aquecimento que ocorre de fora para dentro. É um método simples e econômico (Santos, 2018) que gera produtos mais estáveis, com baixo custo de armazenamento, menos requisitos de embalagem e maior facilidade de transporte (Ahmed, 2018; Sagar & Suresh Kumar, 2010; E. S. da Silva et al., 2015).

Após a secagem de cascas, sementes e polpas é possível elaborar farinhas e pós alimentícios (Ortiz, 2016). Segundo a resolução – CNNPA n. 12, de 1978, “farinha” é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer, previamente, processos tecnológicos adequados, e sendo designado “farinha de”, seguido do nome do vegetal de origem. Quando obtidas da moagem ou raladura dos grãos, rizomas, frutos ou tubérculos de uma só espécie vegetal, são classificadas como farinhas simples. O produto é designado “farinha”, seguido do nome do vegetal de origem: Exemplo: “farinha de mandioca”, “farinha de arroz”, farinha de banana” (Brasil, 1978).

A Resolução – CNNPA n. 12, de 1978, define outro método tecnológico para obtenção de fruta em pó: a liofilização. As frutas liofilizadas são classificadas de acordo com a sua apresentação em: a) - frutas liofilizadas inteiras ou em pedaços b) - frutas liofilizadas em pó (ANVISA, 2005). O produto liofilizado deverá ser preparado com frutas maduras, sãs e limpas, isentas de matéria terrosa, de parasitos e de detritos animais ou vegetais. O produto é designado pelo nome da fruta que lhe deu origem, seguido da palavra “liofilizada”. Exemplo: “Banana liofilizada” (Brasil, 1978).

Por conta das características dos pós alimentícios, comuns a todos os produtos secos, e pela facilidade de incorporação direta a outros elementos das receitas, são largamente utilizados nos processos de transformação das matérias-primas agrícolas em alimentos (como intermediários no processo de elaboração de alimentos) (Cuq et al., 2011).

O maior segmento de produtos no mercado convencional de panificação à base de trigo é o pão (Casper & Atwell, 2014). Entretanto a ingestão de trigo pode causar reações alérgicas e autoimunes, como a doença celíaca, em indivíduos geneticamente suscetíveis (Cianferoni, 2016). Desde a descoberta da doença celíaca, uma dieta livre de glúten ao longo da vida é a única opção de tratamento (Dieckman et al., 2022).

O aumento real da doença celíaca (Shaoul et al., 2018) ou outras reações e intolerâncias ao glúten é paralelo à demanda crescente por produtos sem glúten (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2004). Além disso, recentemente tem havido uma tendência crescente na população geral, especialmente no sexo feminino, de aderir a um baixo teor de glúten ou mesmo a uma dieta livre de glúten, com 72% daqueles que seguem a dieta não apresentando doença celíaca nem sensibilidade ao glúten (Richardson et al., 2022). Em decorrência disso, desde 2004, as vendas de produtos sem glúten vêm crescendo em torno de 30% ao ano (Sapone et al., 2012). No Brasil a dieta livre de glúten é baseada em ingredientes naturalmente sem glúten, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a embalagem de qualquer produto que contenha glúten deve ter essa informação,

independente da quantidade ínfima que seja (Brasil, 2003).

A substituição do glúten nos produtos representa um importante desafio tecnológico, pois é uma proteína essencial para a construção da estrutura necessária para a formulação de cereais de alta qualidade (Gallagher et al. 2004). Na prática, no entanto, os produtos comerciais de pão sem glúten são formulados com uma lista relativamente curta de ingredientes aprovados para substituir a farinha de trigo. Mais comumente usados são amido de tapioca, farinha de arroz, amido de arroz, amido de batata, amido de milho, claras de ovos, goma xantana e goma de guar (Casper & Atwell 2014). Portanto, produtos à base de cereais isentos de glúten, podem ser escassos em fibras alimentares e várias vitaminas e minerais (Calvo-Lerma et al., 2019).

Com relação à composição de gordura, ao analisar categorias específicas de alimentos, como pães e biscoitos, Calvo-Lerma et al. constataram que os produtos contendo glúten eram compostos em grande parte por óleo de palma e em menor quantidade por outros óleos vegetais, como óleo de girassol (2019). Resultados negativos como dislipidemia, síndrome metabólica e danos citotóxicos têm sido associados à ingestão de óleo de palma oxidado (Edem, 2002) que também tem sido associado a um risco aumentado de câncer (Pascual et al., 2017). Portanto, se fossem usados ácidos graxos insaturados em vez de ácidos graxos saturados, a composição nutricional da massa de produtos de panificação sem glúten poderia ser melhorada (Calvo-Lerma et al., 2019).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o aproveitamento integral do umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne) para a elaboração de farinhas e incorporação em mistura para pão de frigideira sem glúten e verificar o efeito da adição dessas farinhas no valor nutricional e no aporte de ácidos graxos insaturados.

2. Metodologia

2.1 Local de estudo

O processamento das farinhas de umari, as formulações das “misturas para pão”, bem como as análises químicas, físico-químicas, de fibras, minerais, carotenoides, e ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/MCTI).

2.2 Extração de polpa e produção de farinhas e pós de umari (*Poraqueiba sericea* tulasne)

Os umaris tiveram procedência do ramal do Pau Rosa, BR-174, Km20, Manaus-Amazonas. Os frutos foram despolidos em despolidadeira elétrica de aço inox, com malha de 1,5 mm da marca Itametal®, as cascas/resíduo e a polpa foram separados para a produção de farinhas e pós. Parte da polpa, do resíduo e das sementes foram secas em estufa a 60°C e outra foi submetida à secagem no liofilizador (VirTis 25L Genesis SQ SUPER XL - 70- SP Scientific).

2.3 Mix para pão de frigideira sem glúten e mix para pães de frigideira sem glúten enriquecido com farinhas e pós de umari

As misturas para pães sem glúten foram elaboradas a partir de ingredientes obtidos no comércio local da cidade de Manaus-AM, com exceção das farinhas de vegetais. A formulação do mix de farinha sem glúten para pão de frigideira foi composta por farinha de arroz, farinha de aveia sem glúten, polvilho doce, farinha de linhaça, sal e fermento em pó. Este mix de farinha sem glúten foi enriquecido com 10% de farinha produzida em estufa e pós de umari liofilizados (resíduo, polpa e semente). Para cada formulação, os ingredientes foram misturados por 7 minutos.

2.4 Composição centesimal umidade, cinzas e VET

O teor de lipídeos das amostras foi determinado em extrator SOXHLET, as cinzas foram determinadas em mufla, a

umidade em estufa (Instituto Adolfo Lutz, 2008) e proteína segundo a AOAC (2016). O teor de carboidratos das amostras foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas. O valor energético total (VET) foi estimado, considerando-se os fatores de conversão (Atwater & Woods, 1896), de 4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos, e 9 kcal g⁻¹ para lipídios. Os resultados foram expressos em kcal por 100g de amostra.

2.5 Minerais

O teor de ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio foi determinado por espectrometria de absorção atômica, como preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.6 Ácidos graxos

Os ácidos graxos foram convertidos em ésteres metílicos de ácidos graxos e, em seguida, analisados usando uma cromatografia em fase gasosa modelo Shimadzu (GC) para Cromatógrafo a Gás por Espectrômetro de Massa / GC- 2010 PLUS (Kyoto, Japão) equipado com um detector de ionização de chama. Os compostos foram separados em uma coluna de sílica fundida capilar RTxR-5 de 30 m com um diâmetro interno de 0,25 mm e uma espessura de filme de 0,25 µm. As condições de operação foram as seguintes: temperatura da coluna programada, 80–220°C (5°C / min); temperatura do injetor, 230°C; temperatura do detector, 240°C; gás portador, hidrogênio; velocidade linear do gás, 40 cm / s; proporção da amostra, 1:50. Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção com os padrões e quantificados pela normalização das áreas dos picos. Os padrões de ácidos graxos utilizados (Sigma Supelco) foram ácido hexanóico (C6: 0), ácido octanóico (C8: 0), ácido decanóico (C10: 0), ácido undecanóico (C11: 0), ácido dodecanóico (C12: 0), tetradecanóico ácido (C14: 0), ácido cis-9-tetradecenóico (C14: 1), ácido hexadecanóico (C16: 0), ácido cis-9-hexadecenóico (C16: 1), ácido heptadecanóico ácido (C17: 0), 8- ácido heptadecanóico (C17: 1), ácido octadecanóico (C18: 0), ácido trans-9-octadecenóico (C18: 1), ácido cis-9-octadecenóico (C18: 1), ácido cis-9, trans-11-octadecaenóico ácido (C18: 2), ácido cis-9, cis-12-octadecadienóico (C18: 2), ácido 9,12,15-octadecatrienóico (C18: 3), ácido 6,9,12-octadecatrienóico (C18: 3) ácido ácido eicosanóico (C20: 0), ácido cis-9-eicosenóico (C20: 1), ácido 8,11-ácido eicosanóide (C20: 2), ácido 5,8,11-eicosatrienóico (C20: 3), docosanóico ácido (C22: 0), ácido 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico (C20: 5), ácido cis-13-docenósico (C22: 1), ácido tetracosanóico (C24: 0), cis-15-tetracosenóico (C24: 1).

2.7 Beta Caroteno

O teor de β-caroteno foi analisado por HPLC (Shimadzu LC10AD, Japão) nas seguintes condições cromatográficas: 50 µL injetor automático de loop; Coluna Lichrospher 100, RP-18 (250 × 4 mm, 5 µm); e detector de matriz de diodo UV-visível (Shimadzu SPD10AV). A fase móvel foi composta por metanol: acetonitrila: acetato de etila (8: 1: 1) com fluxo de 2,0 ml min⁻¹ por 13 min. Os resultados foram expressos em µg 100 g⁻¹. Os teores foram calculados considerando-se a relação entre a quantidade de β-caroteno injetada na coluna e as áreas dos picos obtidas para o padrão comercial de concentração (Oliveira et al., 2011).

2.8 Vida de prateleira

A vida de prateleira das farinhas e mistura para pão foi estabelecida em embalagens que evitam o contato do alimento com a luz e o oxigênio em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), foram armazenadas em temperatura ambiente, e passaram por análises físico-químicas em triplicatas a cada 30 dias (Azeredo 2009). O acompanhamento da estabilidade da mistura foi feito com análises de umidade, AW, acidez, cor e contagem de bolores, leveduras, presença de insetos e índice de

peróxidos.

2.8.1 pH e Acidez titulável (Att)

O potencial hidrogeniônico foi determinado segundo metodologia do A.O.A.C. (2016). A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH (0,1N) conforme metodologia preconizada pela AOAC (2005).

2.8.2 Cor

As tonalidades das cores foram obtidas por leituras feitas em Colorímetro de HunterLab. Os parâmetros da cor foram L*, a*, b*, sendo, L* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a* croma de vermelho a verde (-60 a +60), b* croma de amarelo a azul (-60 a +60) e ΔE que representa a distância entre duas cores no espaço L*,a*,b* com parelho calibrado para 25°C (McGuire, 2019).

2.8.3 AW

O grau de disponibilidade de água foi determinado por sensor higrômetro eletrônico Novasina LabStart – Aw com a temperatura da câmara de medição ajustada em 25°C (AOAC, 2016).

2.8.4 Índice de peróxidos

O índice de peróxidos foi titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N ou 0,01 N e solução de amido indicadora (Moretto & Alves, 1989).

2.8.5 Análise de dados

O experimento foi realizado em três repetições. Foram realizadas análises estatísticas descritivas dos dados, média aritmética e desvio padrão com auxílio do programa Microsoft Excel®.

3. Resultados e Discussão

3.1 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal para cada experimento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal e cinzas das misturas com farinhas e pós de umari.

	Controle	Mistura com polpa de umari liofilizada	Mistura com semente de umari liofilizada	Mistura com resíduo de umari liofilizado	Mistura com farinha de polpa de umari	Mistura com farinha de semente de umari	Mistura com farinha de resíduo de umari
Proteínas	7,96	7,68	8,33	7,34	8,23	8,51	10,19
Umidade	10,05	9,30	9,30	9,49	9,53	9,35	9,46
Cinzas	6,06	4,36	5,40	5,36	4,29	4,29	3,88
Lipídeos	6,30	10,89	6,65	9,07	8,05	3,51	7,78
CHO	69,63	67,77	73,21	65,41	69,90	74,35	66,85
Calorias	367,09	399,83	386,01	372,65	384,95	362,99	378,20

Fonte: Autores (2022).

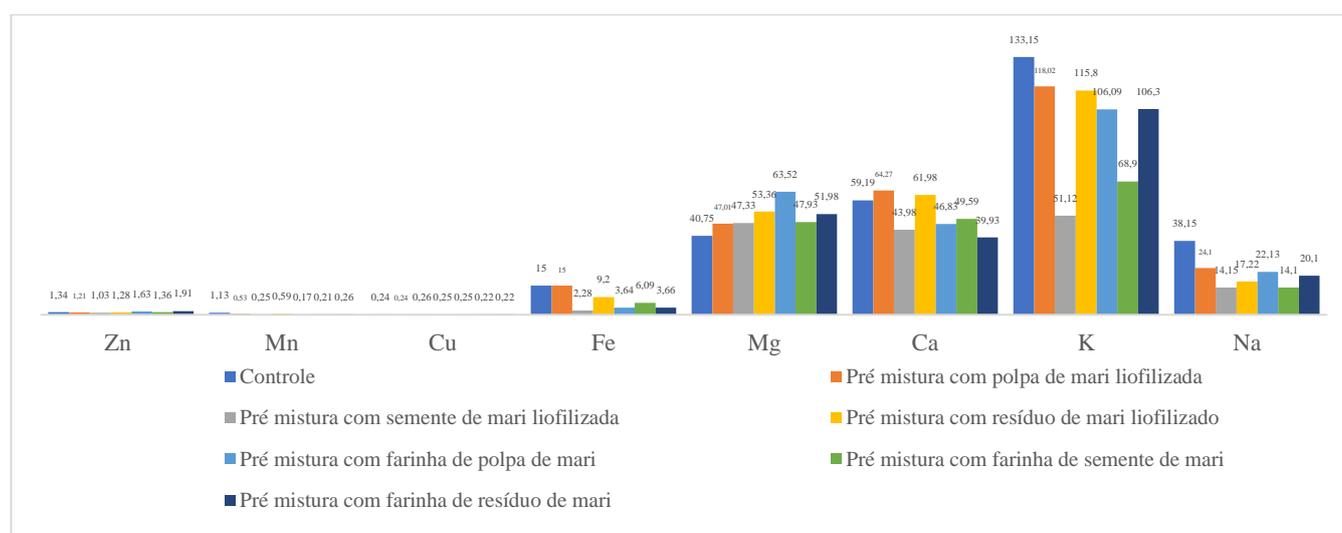
Houve aumento em alguns parâmetros quando comparado ao pão controle que apresentou valores de lipídeos de 6,3g/100g e um total de 367,09 kcal/100g. Os pães enriquecidos com polpa de umari liofilizada e resíduo de umari liofilizado apresentaram teores lipídicos mais altos (10,89g e 9,07g respectivamente). Os pães enriquecidos com polpa de umari liofilizada e semente de umari liofilizada apresentaram maiores valores energéticos (399,83kcal e 386,01kcal, respectivamente) quando comparados ao pão controle. A mistura com farinha de resíduo de umari teve destaque por seu valo proteico (10,19g/100g) quando comparado ao controle (7,96g/100g).

Em relação à umidade e teor de cinzas totais, todos os pães foram estatisticamente iguais ao pão controle. Ou seja, a adição de farinha e pós de umari não melhorou nem a umidade nem o teor de cinzas. Resultados semelhantes foram obtidos em estudos de Saavedra, Almendariz, Navarrete & Vernaza (2022) que fizeram uma nova formulação de pão com base na substituição parcial da farinha de resíduos de graviola onde verificaram que a adição do resíduo de graviola não melhorou nem a umidade nem o teor de cinzas.

3.2 Minerais

O Gráfico 1 mostra os resultados observados para análise de mineral das misturas enriquecidas com farinhas e pós de umari. O acréscimo de farinhas e pós de umari (10%) resultou na redução de teor do mineral Na. Segundo o conselho federal de nutrição (CFN) se faz necessário favorecer a redução das quantidades de sódio dos alimentos (CFN, 2018). Já a amostra controlada apresentou valores inferiores para magnésio quando comparada com todas as misturas enriquecidas com farinhas e pós de umari. Amjad et al. (2022) ao avaliar as características de qualidade de pães elaborados com adição de gengibre em pó na farinha de trigo também puderam constatar um aumento deste mineral. Apriliani et al., (2021) estudaram a ingestão de magnésio e suas implicacoes metabolicas em pacientes com excesso de peso e observaram uma baixa ingestão de magnésio dietético, que foi correlacionado negativamente com IMC e associado a níveis marginalmente negativos no magnésio plasmático, indicando uma possível deficiência crônica do íon que pode estar colaborando negativamente com as alterações glicêmicas encontradas.

Gráfico 1 - Teor de minerais em mg/100g das misturas com farinhas e pós de umari.



Fonte: Autores (2022).

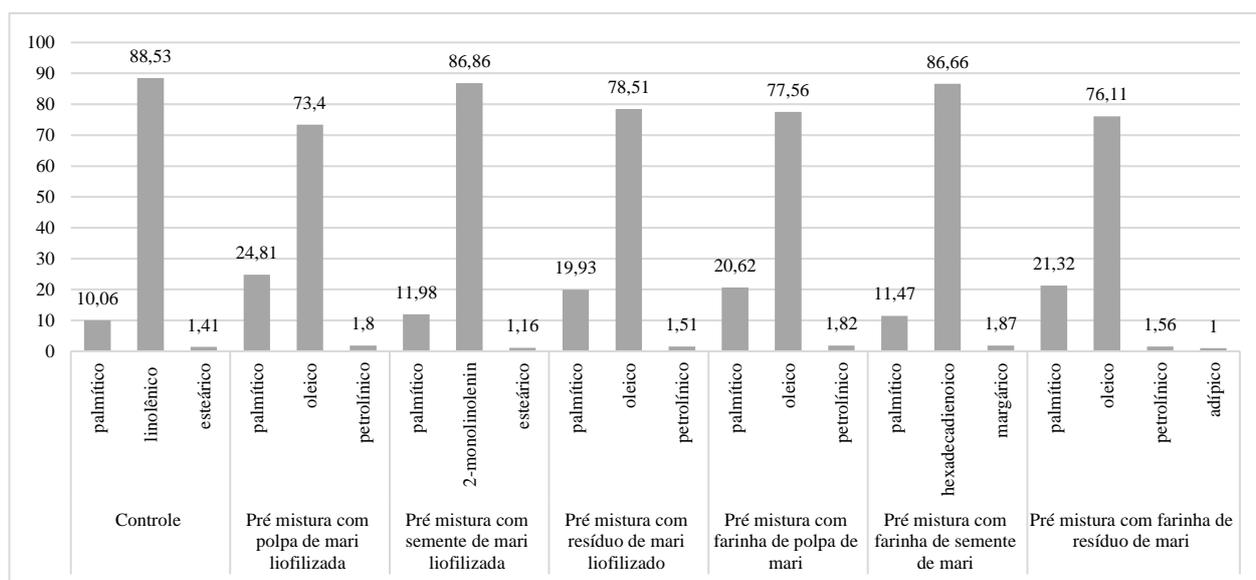
3.3 Ácidos graxos

O Gráfico 2 mostra a quantificação de ácidos graxos de cada experimento. A adição de polpa de umari liofilizada, resido

de umari liofilizado, farinha de polpa de umari e farinha de resíduo de umari levou a um aumento de ácido oleico (73,4, 78,51, 77,56 e 76,11%, respectivamente) em relação ao pão controle que não apresentou o ácido graxo em questão. Em todos os casos, também foram observadas reduções nos ácidos linoleico (18:2n-6) e esteárico (excetuando a mistura com semente de umari liofilizada) em relação ao pão controle. As mudanças químicas e físicas que podem ocorrer em um lipídio dependem de sua composição e condições de tratamento.

Se a quantidade de oxigênio no meio for escassa, ocorrerão reações termolíticas (Maruyama et al., 2013), o que pode explicar as alterações nos ácidos graxos de algumas misturas.

Gráfico 2 - Teor de ácidos graxos em % das misturas com farinhas e pós de umari.



Fonte: Autores (2022).

3.4 Carotenoides

Os resultados da quantificação de carotenoides para cada experimento são mostrados na Tabela 2. As frutas nativas fonte de carotenoides, além de serem utilizadas como corantes naturais, também conferem diversos efeitos nutracêuticos, com uma dose diária variando entre 9.000 a 18.000 µg/dia, podendo ser utilizada para a prevenção e tratamentos de diversas patologias (Souza, M.F.N.Barreto, Santos, Liberali, & Navarro, 2018). A adição de pós e farinhas de umari não representou um aumento significativo nos teores de carotenoides. Ainda assim, as misturas com polpa de umari liofilizada e com farinha de polpa do fruto apresentaram valores entre 368-403 µg/g, valores semelhantes aos obtidos numa mistura pronta para panqueca enriquecida com polpa de abóbora desidratada (*Cucurbita moschata*) de 452 µg/g (López-Mejía, Martínez-Correa, & Andrade-Mahecha, 2019).

Tabela 2 - Teor de carotenoides em µg/g, das misturas com farinhas e pós de umari.

Beta caroteno	Mistura						
	Controle	Mistura com polpa de umari liofilizada	Mistura com semente de umari liofilizada	Mistura com resíduo de umari liofilizado	Mistura com farinha de polpa de umari	Mistura com farinha de semente de umari	Mistura com farinha de resíduo de umari
	418	368	95	235	403	75	204

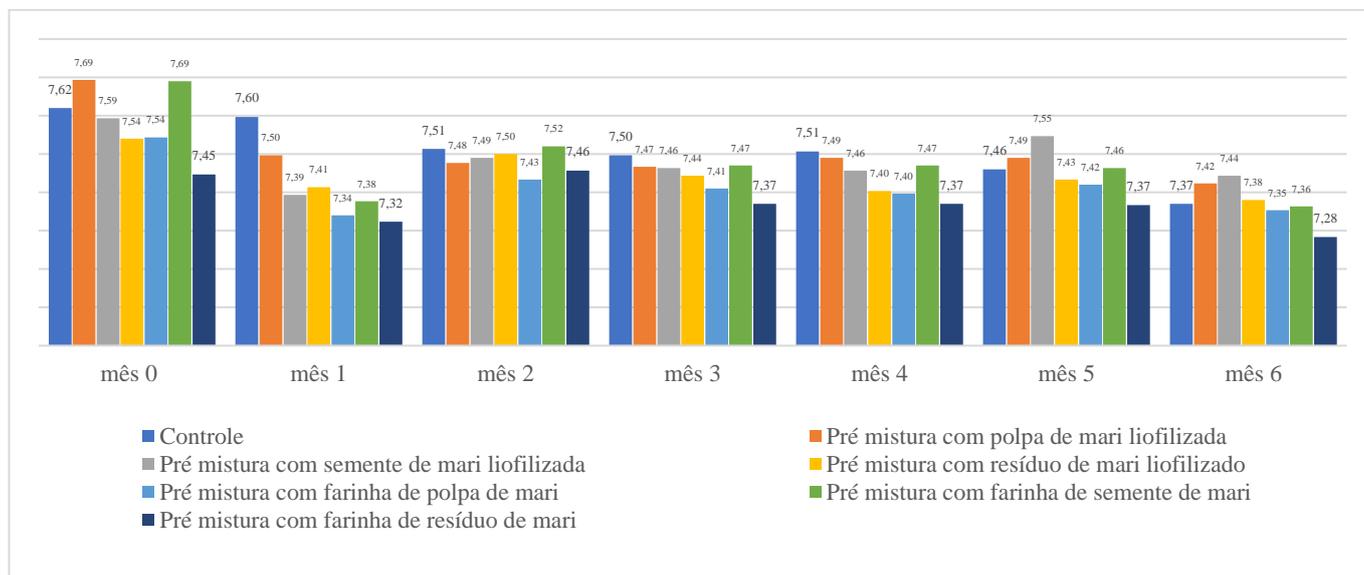
Fonte: Autores (2022).

3.5 Vida de prateleira

3.5.1 pH

Os níveis de pH para os pães com a adição de farinha e pós de umari (valores entre 7,28 e 7,69) foram semelhantes ao do pão controle (7,42). A determinação do pH pode fornecer informações essenciais sobre o processo de decomposição (alterações no valor nutricional) e a conservação do produto (Ferreira et al., 2015). Ainda segundo Ferreira et al (2015), uma maior quantidade de teor de pH dentro de um produto, pode estar relacionada com uma menor capacidade de controle do crescimento de microrganismos. Os valores de pH das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Valores de pH das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses.



Fonte: Autores (2022).

3.5.2 Acidez

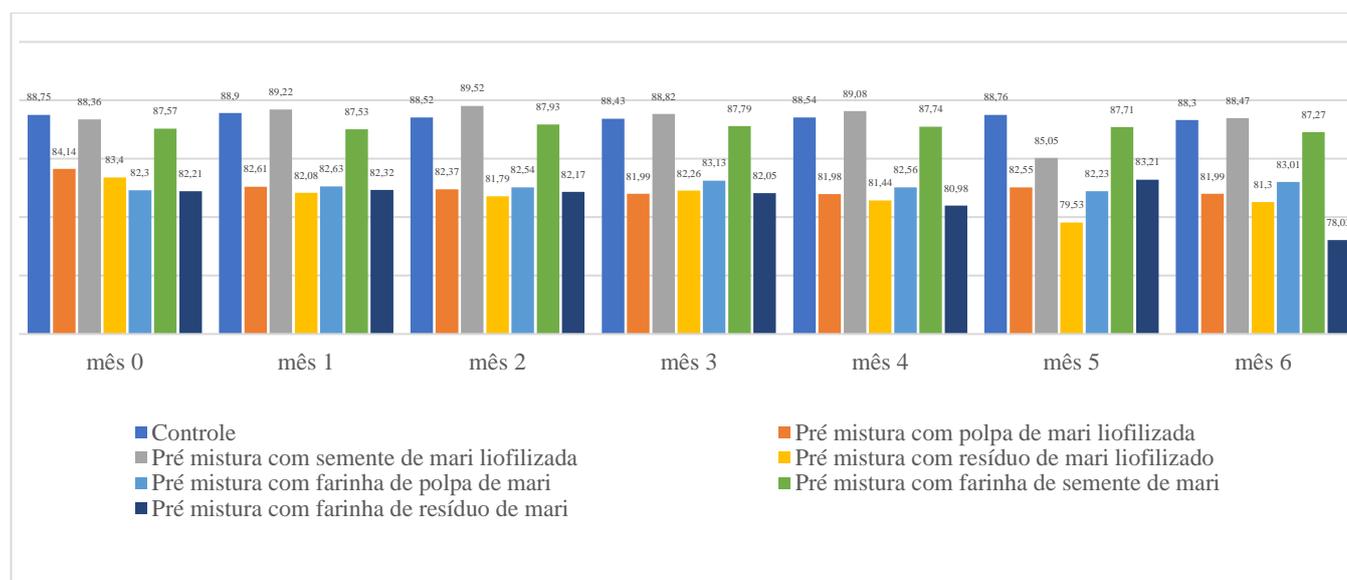
A análise de acidez de alimentos é uma ferramenta útil para determinação do estado de conservação dos mesmos, bem como a adequação aos parâmetros de legislação e de controle de qualidade (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os níveis de acidez para os pães com a adição de farinha e pós de umari (valores entre 1,56 e 1,198) foram semelhantes ao do pão controle (1,52) não variando significativamente até o sexto mês de vida de prateleira. Os valores de acidez das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses são mostrados no gráfico 4.

Durante o processamento das misturas para pão de frigideira sem glúten, a cor amarela da polpa de umari contribuiu com colorações na faixa amarela (b*) principalmente nas misturas com polpa de umari liofilizadas e farinha de polpa de umari assim como nas misturas com resíduo de umari liofilizado e farinha de resíduo de umari, uma vez que no resíduo temos polpa amarela e partes das cascas dos frutos também é amarela. O mesmo não pode ser observado nas misturas com semente de umari liofilizada e farinha de semente de umari, uma vez que a cor predominante na semente é branca. A cor branca das sementes contribuiu, entretanto para a manutenção da luminosidade nas misturas contento os subprodutos das mesmas. Já os pães contendo polpa e, principalmente resíduo, tiveram um decréscimo na luminosidade. A adição de polpa e resíduo na formulação produziu alterações nos parâmetros de a*.

O escurecimento resulta na redução do parâmetro L*, essa diferença estaria relacionada à absorção de luz (Sui et al., 2015). Podemos observar o comportamento da luminosidade das misturas para pão ao longo de 180 dias no gráfico 5.

Conforme os valores apresentados no Gráfico 5, de um modo geral não houve escurecimento das misturas para pães sem glúten ao longo do armazenamento de 6 meses. A mistura que apresentou menor estabilidade na luminosidade foi a com farinha de resíduo de umari iniciando com valor de 82,21 e finalizando com 78,03 ao final do sexto mês.

Gráfico 5 - Parâmetro de cor (L*) das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses.

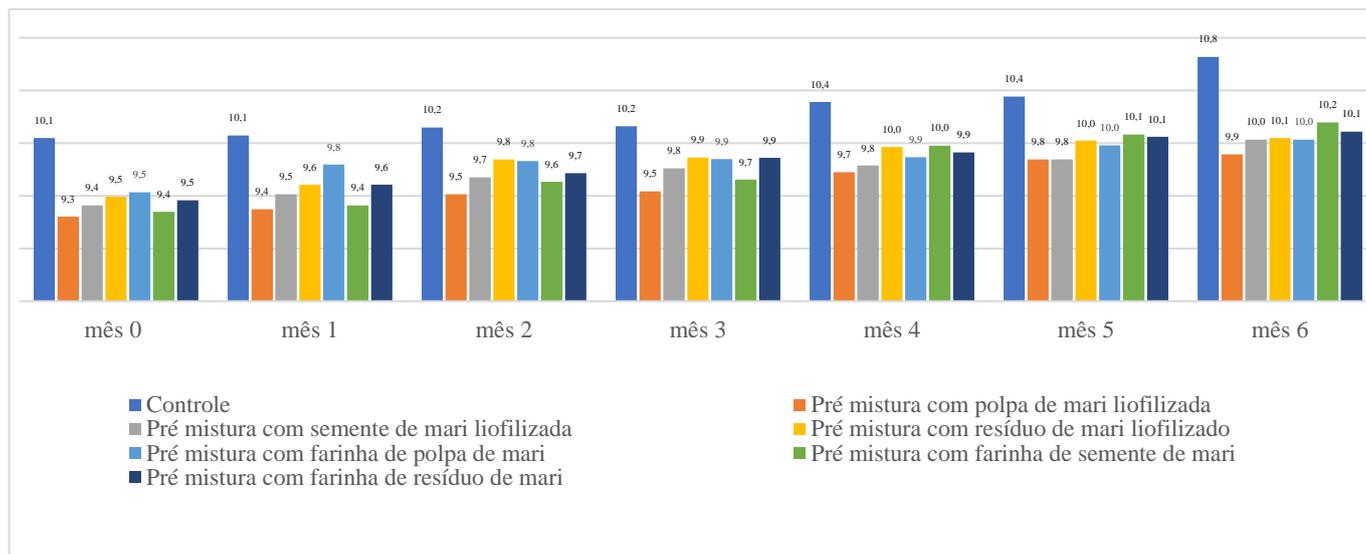


Fonte: Autores (2022).

3.5.4 Umidade

Os teores de umidade de todas as amostras ao longo de 180 dias ficaram entre 9,3 e 10,8%, resultados condizentes com os obtidos por Torrelio Martos e López (2018) em suas análises com farinha de *Prosopis nigra* e também com farinhas de arroz e de milho comerciais. Os resultados obtidos durante todo o período de armazenamento também estão de acordo com o estabelecido pela RESOLUÇÃO-RDC Nº 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005 (ANVISA, 2005) para - farinhas, amido de cereais e farelos que estabelecem umidade máxima de 15,0 % (g/100g). Os teores de umidade das amostras ao longo de 180 dias são mostrados no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Teor de umidade das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses.



Fonte: Autores (2022).

3.5.5 AW

É consenso que AW está mais intimamente relacionada com a microbiota, as propriedades químicas e físicas de alimentos e outros produtos naturais do que o teor de umidade total (Barbosa-Cánovas, Fontana, Schmidt, & Labuza, 2008).

O índice de atividade da água nos permite estabelecer a relação entre o estado de umidade no produto e a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos nele devido ao volume total de água contido no produto, os microrganismos são capazes de usar apenas um determinado ativo, ou parte dele para a vida. Portanto, este indicador permite avaliar a viabilidade de bactérias contidas em produtos semiacabados, sua resistência ao tratamento térmico e a suscetibilidade do produto à deterioração microbiológica. Para cada tipo de microrganismo, existem valores máximos, mínimos e valores ótimos de atividade de água, desvio dos quais retarda os processos de sua vida. Com um baixo valor deste indicador, a atividade de microrganismos diminui (Belokurova et al., 2021).

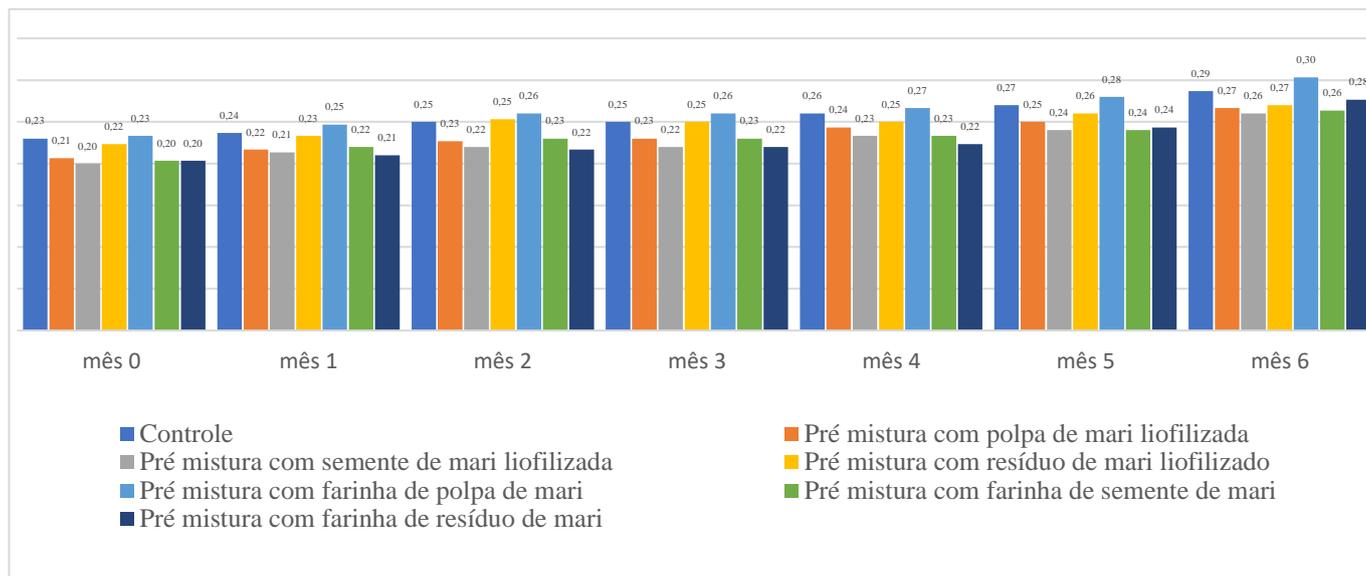
Segundo Belokurova et al., (2021), o crescimento da maioria dos microrganismos é possível com valores de atividade de água Aw de 1,00 a 0,650-0,610: bacilos gram-negativos não são capazes de se desenvolver com Aw menor que 1,00 - 0,95; levedura - 0,91 - 0,85; bactérias halofílicas - 0,80 - 0,75; bolores (principalmente espécies do gênero *Aspergillus*) - 0,75 - 0,62. Os teores de atividade de água das amostras ao longo de 180 dias são mostrados no gráfico 7.

Algumas empresas de alimentos também usam o indicador "água atividade" no controle de qualidade de seus produtos (Barbosa-Cánovas et al., 2008).

Os seguintes tipos de produtos alimentares são distinguidos pela quantidade de atividade de água: produtos com alta umidade (Aw = 1,0-0,9); produtos com umidade intermediária (Aw = 0,9-0,6) e produtos com baixa umidade (Aw = 0,6-0,0).

A adição de farinhas e pós de umari não impactou na qualidade de atividade água das misturas para pão sem glúten, mantendo-se sempre entre 0,20 e 0,30 ao longo de 180 dias de vida de prateleira configurando um produto com baixa umidade (Aw = 0,6-0,0).

Gráfico 7 - Aw das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses.



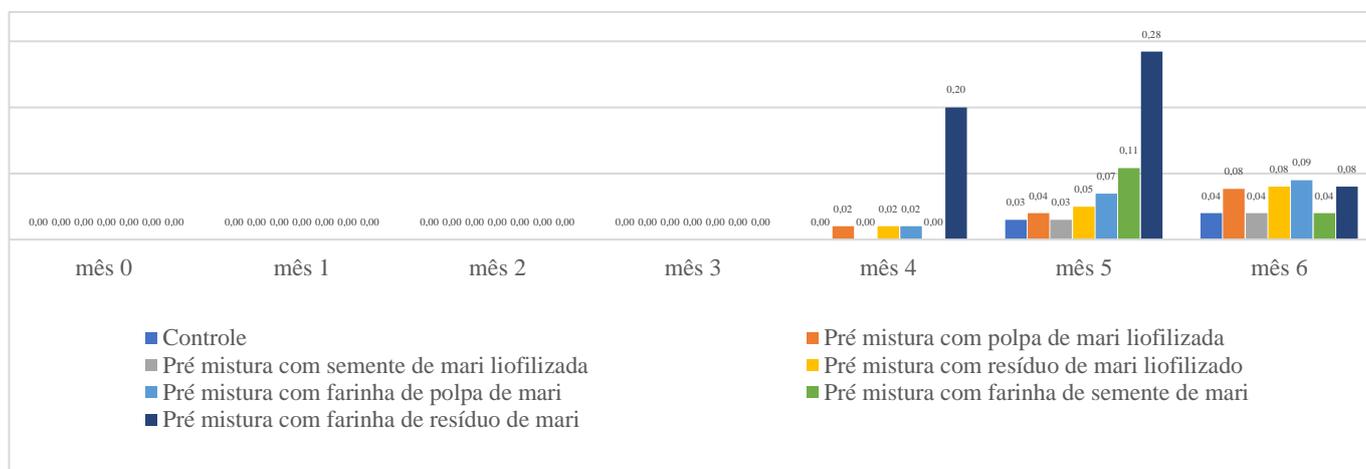
Fonte: Autores (2022).

3.5.6 Índice de peróxidos

O nível de Aw também afeta a intensidade das reações de oxidação lipídica (McClure, 2006). Os índices de peróxidos das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses são mostrados no Gráfico 8.

A ANVISA não estabelece valores máximos de peróxidos para produtos de panificação, mas podemos observar que os índices de peróxidos começa a aparecer apenas após 120 dias de vida de prateleira com valores de no máximo 0,28 meq/kg, valores muito abaixo dos valores máximos estabelecidos pela ANVISA de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais que é de 10 meq/kg para óleos e gorduras refinados e 15 meq/kg para óleos e gorduras prensados a frio (Silva et al., 2016). Carotenoides podem reagir com as reações oxidativas; assim, a possibilidade de perdas de antioxidantes por oxidação não deve ser ignorada (Maruyama et al., 2014).

Gráfico 8 - índice de peróxidos em meq/kg das misturas com farinhas e pós de umari ao longo de 6 meses.



Fonte: Autores (2022).

3.5.7 Contagem de bolores, leveduras, presença de insetos

No presente estudo, apesar do pH das misturas permanecerem em 7, não houve presença de bolores e leveduras ao longo do armazenamento por 180 dias, tampouco infestação de insetos através das embalagens.

4. Conclusão

A suplementação de pós e farinhas de umari na mistura de pão sem glúten foi uma abordagem útil e eficiente para obter um produto de qualidade e com bons parâmetros físico-químicos no armazenamento ao longo de 180 dias. As análises confirmaram que, apesar dos efeitos deletérios de um processo em altas temperaturas, houve uma considerável incorporação de ácido graxo oleico nas misturas com polpa e resíduo de umari liofilizado, assim como nas com farinhas de polpa e resíduos secos na estufa, em relação à mistura controle sem glúten. No entanto, devido à composição das sementes, os mesmos resultados não foram alcançados com as misturas enriquecidas com as farinhas e pós processados a partir dessa parte do umari. Também pudemos observar um aumento de mg nas misturas enriquecidas com os diversos pós e farinhas a base de umari e uma diminuição nos teores de sódio. Este estudo também foi útil para explorar a qualidade nutricional de produtos de panificação com uso eficiente de pós vegetais para agregação de valor de vários alimentos.

Tendo em vista que os artigos comerciais de pão sem glúten são formulados com uma lista relativamente curta de ingredientes para substituir a farinha de trigo, gerando produtos escassos em fibras alimentares e várias vitaminas e minerais mais estudos investigando o efeito da incorporação de ingredientes que possam aumentar o valor nutricional desse setor de mercado se fazem necessários.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq e FAPESP. Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Referências

- Ahmed, J. (2018). Drying of vegetables: Principles and dryer design. In *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Second Edition*. 1–2, 381–405. <https://doi.org/10.1002/9781119098935.ch16>
- Amjad, A., Sohaib, M., Nawaz, H., Javed, M. S., Shah, M., Shah, F. U. H., & Ahmad, T. M. (2022). Assessment of rheological and quality characteristics of bread made by the addition of ginger powder in wheat flour. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–8. <https://doi.org/10.1590/fst.47820>
- ANVISA. (2005). *Rdc 268*. 5. Recuperado de <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0Nw%2C%2C>
- ANVISA. (2005). Resolução- RDC ANVISA nº. 263 de 22 Setembro de 2005. *Diário Oficial da União*, 1–2. http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3?version=1.0
- AOAC. (2016). Official Methods of Analysis of. *Analytical Chemistry*, 52(2). <https://doi.org/10.1021/ac50052a726>
- Atwater, W. O., & Woods, C. D. (1896). The chemical composition of American food materials. *Science*, 10(248), 461–462. <https://doi.org/10.1126/science.10.248.461>
- Barbosa-Cánovas, G. V., Fontana, A. J., Schmidt, S. J., & Labuza, T. P. (2008). Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. In *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. <https://doi.org/10.1002/9780470376454>
- Belokurova, E. S., Pankina, I. A., Sevastianova, A. D., Asfondiarova, I. V., & Katkova, N. M. (2021). The effect of functional additives on the indicator “water activity” of biscuit semi-finished products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022022>
- Brasil. (1978, julho 24). Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. *D.O.*
- Brasil. (2003). Lei 10.674, de 16 de maio de 2003. *D.O.*, (2), 1–2.
- Calvo-Lerma, J., Crespo-Escobar, P., Martínez-Barona, S., Fornés-Ferrer, V., Donat, E., & Ribes-Koninckx, C. (2019). Differences in the macronutrient and dietary fibre profile of gluten-free products as compared to their gluten-containing counterparts. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(6), 930–936. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0385-6>
- Carvalho, M. R. de. (1987). *Dicionário Tupi (antigo) -Português*. http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf

- Casper, J. L., & Atwell, W. A. (2014). The Gluten-Free Market and Consumer. *Gluten-Free Baked Products*, 15–21. <https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-80-9.50002-9>
- Cavalcante, R. B. M., Morgano, M. A., Glória, M. B. A., Rocha, M. de M., Araújo, M. A. da M., & Moreira-Araújo, R. S. D. R. (2019). Mineral content, phenolic compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. *Food Science and Technology (Brazil)*, 39(4), 843–849. <https://doi.org/10.1590/fst.11718>
- Chasquibol Silva, N. A. (1997). Caracterización de los aceites crudo, neutro y decolorado de la pulpa y cascara de la fruta silvestre *Paraqueiba sericea tulasne* «Umarí». *Grasas y Aceites*, 48(1), 11–16. <https://doi.org/10.3989/gya.1997.v48.i1.769>
- Cianferoni, A. (2016). Wheat allergy: Diagnosis and management. *Journal of Asthma and Allergy*, 9, 13–25. <https://doi.org/10.2147/JAA.S81550>
- Costa, J. R. (2007). Práticas de Manejo em Capoeiras de Pequenas Propriedades em Processo de Transição Agroecológica na Zona Rural de Manaus-AM. In *Reunião Amazônica de Agroecologia: A agroecologia no contexto amazônico* (1st ed, p. 172–175). <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112537/1/Res-Exp-1.pdf>
- Cuq, B., Rondet, E., & Abecassis, J. (2011). Food powders engineering , between knowhow and science : Constraints , stakes and opportunities. *Powder Technology*, 208(2), 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2010.08.012>
- Dieckman, T., Koning, F., & Bouma, G. (2022). Celiac disease : New therapies on the horizon. *Current Opinion in Pharmacology*, 66, 102268. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2022.102268>
- Falcão, M. D. A., & Lleras, E. (1980). Aspectos Fenológicos, Ecológicos e de Produtividade do Umari (Poraqueiba sericea Tulasne. *Acta Amazonica*, 10(3), 445–462.
- FAO. (1986). Food and fruit-bearing forest species. 3: Examples from Latin America. In *Fao*. Roma.
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, É. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822–830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15(3–4), 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>
- Garnelo, L., & Baré, G. B. (2009). *Comidas tradicionais indígenas do Alto Rio Negro*. Manaus: Centro de Pesquisa Leônidas e Umária Deane FIOCRZ.
- Gava, A. J., da Silva, C. A. B., & Gava Frias, J. R. (2008). *TEcnologia de alimentos: princípios e aplicações*. www.editoranobel.com.br
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos In *Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos* (4º ed). SES - CCD -IAL.
- López-Mejía, N., Martínez-Correa, H. A., & Andrade-Mahecha, M. M. (2019). Pancake ready mix enriched with dehydrated squash pulp (Cucurbita moschata): formulation and shelf life. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 5046–5055. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03977-2>
- López, C. A. M. (2013). *Crecimiento y sobrevivencia de Poraqueiba sericea Tul. "umari" en plantaciones con dos tipos de relieve, Tamshiyacu, Loreto, Perú*. (Universidad Nacional de La Amazonia Peruana). www.unapiquitos.edu.pe
- Lorenzi, H., Lacerda, M. T. C. de, & Bacher, L. B. (2015). *Frutas do Brasil Nativas e Exóticas*São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Umária, S., & Celestino, C. (2010). *Princípios de Secagem de Alimentos*. Embrapa.
- Maruyama, S. Claus, L. Chiavelli, J. Bertozzi, E. Pilau, N. Souza J. Visentainer, S. Gomes, et al. (2014). Analysis of Carotenoids, α -Tocopherol, Sterols and Phenolic Compounds from White Bread Enriched with Chia (*Journal of the Brazilian Chemical Society*, 25(6), 1108–1115.
- Maruyama, S. A., Palombini, S. V., Claus, T., Carbonera, F., Montanher, P. F., De Souza, N. E., ... Matsushita, M. (2013). Application of box-behnken design to the study of fatty acids and antioxidant activity from enriched white bread. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 24(9), 1520–1529. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20130193>
- McClure, P. J. (2006). Spore-forming bacteria. In *Food spoilage microorganisms*. <https://doi.org/10.1533/9781845691417.5.579>
- McGuire, R. G. (2019). Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27(12), 1254–1255. <https://doi.org/10.21273/hortsci.27.12.1254>
- Moretto, E., & Alves, R. F. (1989). *Óleos e gorduras vegetais : (processamento e análises)* (2. ed.). Editora UFSC.
- Oliveira, D. da S., Aquino, P. P., Ribeiro, S. M. R., Proença, R. P. da C., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2011). Vitamina c, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum - Health Sciences*, 33(1), 89–98. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v33i1.8052>
- Oliveira, O. W., & Petrovick, P. R. (2010). Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: Bases e aplicações. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 20(4), 641–650. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2010000400026>
- Ordóñez Huamán, P. R., Aguirre Vargas, E. B., & Flores Garazatua, J. (2001). *Aprovechamiento Integral del Umari (Poraqueiba sericea Tulasne) En la Industria de Alimentos*. 37(1), 30–37.
- Ortiz, D. W. (2016). Cascas de frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas. Universidade Federal de Goiás.

- Rabelo, A. (2012). *Frutos Nativos da Amazônia* M. Cohn-Haft & I. D. K. Ferraz, Orgs.). Editora INPA.
- Reategui, R. (2015). *Estudi Socio-Agronômico de la Producción de Umari (Poraqueiba serícea), en el Distrito de Fernando Lores.*, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Richardson, A., Chu, S., Agapides, M., Adelstein, S., Wallman, L., & Wienholt, L. (2022). Gluten-free diet adherence and implications for the diagnosis of coeliac disease. *Pathology*, 54(August), 606–610. <https://doi.org/10.1016/j.pathol.2021.12.297>
- Saavedra, A., Almendariz, D., Navarrete, D., & Vernaza, M. G. (2022). A new bread formulation based on a partial substitution of soursoop residues flour through Mixolab and a process mixture design. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–9. <https://doi.org/10.1590/fst.63420>
- Sagar, V. R., & Suresh Kumar, P. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 15–26. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>
- Santos, R. F. (2018). *Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo cookies*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.
- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H. R., Hadjivassiliou, M., & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-13>
- Shanley, P., & Medina, G. (2005). *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Imazon.
- Shaoul, R., Meloni, G., Pop, T. L., Tye-Din, J. A., Galipeau, H. J., & Agardh, D. (2018). Celiac Disease: A Review of Current Concepts in Pathogenesis, Prevention, and Novel Therapies. *Frontiers in Pediatrics* / www.frontiersin.org, 6, 350. <https://doi.org/10.3389/fped.2018.00350>
- Silva, D. S., Marsiglia, W. I. M. ., & Freire, V. A. (2016). Análise de acidez e índice de peróxido do óleo de soja utilizado em frituras. *Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências*, 1–7.
- Silva, E. S. da, Oliveira, J., Machado, A. V., & Costa, R. de O. (2015). Secagem de Grãos e Frutas: Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 5(1), 19–23.
- Sui, X., Yap, P. Y., & Zhou, W. (2015). Anthocyanins During Baking: Their Degradation Kinetics and Impacts on Color and Antioxidant Capacity of Bread. *Food and Bioprocess Technology*, 8(5), 983–994. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1464-x>
- Torrelío Martos, A. G., & López, E. P. (2018). Chemical composition, percent of dietary reference intake, and acceptability of gluten-free bread made from prosopis nigra flour, added with hydrocolloids. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(4), 619–624. <https://doi.org/10.1590/fst.08617>
- United States. (1998). *Bacteriological analytical manual* (8th ed; AOAC International, Org.).