
TEMPÊ: ALIMENTO FUNCIONAL NO CLIMATÉRIO - AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA E COMPARATIVA COM PRODUTOS FERMENTADOS EM BENEFÍCIO DA SAÚDE FEMININA

TEMPEH: FUNCTIONAL FOOD DURING CLIMACTERIC – BROMATOLOGICAL AND COMPARATIVE EVALUATION WITH FERMENTED PRODUCTS FOR WOMEN'S HEALTH BENEFITS

Giovanna Vargas Sganzerla¹; Heloísa Fernanda Kuchenbecker¹; Mariana Fiori¹; Rhaissa Vieira Godoi¹; Vitória Augusta Moreira Andrion Juk¹; María Eugenia Balbi^{2*}

1 - Discentes do Curso de Farmácia, da Universidade Federal do Paraná (UFPR);

2 - Docente do Departamento de Farmácia, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

RESUMO:

O climatério constitui uma fase de transição caracterizada pela redução dos hormônios sexuais femininos e pelo surgimento de sintomas capazes de comprometer a qualidade de vida. Diante das limitações da terapia hormonal, cresce o interesse por alternativas naturais, como alimentos funcionais. Nesse contexto, destaca-se o tempê, alimento fermentado tradicional da Indonésia, obtido a partir da fermentação de grãos de soja por fungos do gênero *Rhizopus*. O tempê apresenta elevado teor de proteínas, fibras, vitaminas, minerais e isoflavonas, estas últimas reconhecidas por sua atividade fitoestrogênica e potencial para modular sintomas do climatério. Este estudo realizou a caracterização macroscópica do produto (inspeção visual, tátil e olfativa) e análise bromatológica, revelando que, em 100 g, o tempê contém 17,82% de proteínas, 7,55% de lipídios, 9,14% de carboidratos, 5,44% de fibras e 1,15% de minerais, correspondendo a 175,8 kcal. O alimento também apresenta compostos bioativos, como peptídeos, saponinas e fitoesteróis, relacionados a propriedades antioxidantes e efeitos benéficos à saúde cardiovascular. Em comparação a outros derivados fermentados de soja, o tempê destaca-se pela maior biodisponibilidade de isoflavonas e pelo perfil nutricional diferenciado. Adicionalmente, foi realizada análise de mercado em plataformas digitais e estabelecimentos físicos na cidade de Curitiba (PR, Brasil), com preços variando entre R\$19,00 e R\$29,90. Uma pesquisa de consumo aplicada a 53 voluntários indicou baixo conhecimento e acesso ao produto pela população. Os resultados sugerem que, apesar de pouco difundido no Brasil, o tempê configura uma alternativa funcional promissora para a promoção da saúde feminina no climatério, especialmente no manejo de sintomas e na prevenção de doenças crônicas.

Palavras-chave: Climatério; Tempê; Isoflavonas; Soja fermentada; Compostos bioativos.

ABSTRACT:

Climacteric is a transitional phase characterized by a decline in female sex hormones and the onset of symptoms that may impair quality of life. Due to the limitations of hormone therapy, interest in natural alternatives such as functional foods has increased. In this context, tempeh, a traditional Indonesian fermented food produced from whole soybeans fermented by *Rhizopus* species, stands out for its high content of proteins, fibers, vitamins, minerals, and isoflavones, the latter recognized for their phytoestrogenic activity and potential to modulate climacteric symptoms. In this study, macroscopic characterization of

tempeh (visual, tactile, and olfactory inspection) and bromatological analysis were performed. In 100 g, tempeh contained 17.82% protein, 7.55% lipids, 9.14% carbohydrates, 5.44% fiber, and 1.15% minerals, totaling 175.8 kcal. The food also contains bioactive compounds such as peptides, saponins, and phytosterols, associated with antioxidant properties and cardiovascular benefits. Compared to other fermented soy products, tempeh presents higher isoflavone bioavailability and a distinctive nutritional profile. Additionally, a market survey conducted in online platforms and physical stores in Curitiba (PR, Brazil) identified prices ranging from R\$19.00 to R\$29.90. A consumer survey with 53 volunteers indicated low awareness and limited accessibility of the product among the population. Overall, the findings suggest that, despite being little known in Brazil, tempeh is a promising functional alternative for promoting women's health during the climacteric, particularly in symptom management and chronic disease prevention.

Keywords: Climacteric; Tempeh; Isoflavones; Fermented soy; Bioactive compounds.

1. INTRODUÇÃO

O climatério representa uma fase fisiológica complexa e multifatorial da vida da mulher, caracterizada pela transição do período reprodutivo para o não reprodutivo, envolvendo o declínio progressivo da função ovariana e, conseqüentemente, da produção dos hormônios sexuais femininos, principalmente estrogênio e progesterona. Essa fase, que inclui a menopausa como marco clínico, definida pela ausência de menstruação por doze meses consecutivos, geralmente ocorre entre os 40 e 65 anos, e está associada a uma variedade de manifestações clínicas que afetam negativamente a qualidade de vida. Entre os principais sintomas e conseqüências fisiológicas observados durante o climatério, destacam-se os fogachos, sudorese noturna, labilidade emocional, distúrbios do sono, perda da densidade óssea, alterações do metabolismo lipídico e aumento do risco cardiovascular. (BOTELHO et al., 2022).

Diante das limitações, contraindicações e dos efeitos colaterais da terapia hormonal convencional, cresce o interesse por alternativas naturais, eficazes e seguras para a promoção da saúde feminina durante esse período. Nesse contexto, destaca-se a importância da nutrição funcional, que considera o alimento não apenas como fonte de nutrientes básicos, mas como ferramenta ativa na prevenção e controle de doenças crônicas, por meio da ingestão de compostos bioativos com propriedades benéficas ao organismo. (MAZUR et al., 2021). A literatura científica tem demonstrado que certos alimentos fermentados, devido à presença de microrganismos probióticos, peptídeos bioativos e fitoquímicos, como as isoflavonas, possuem propriedades antioxidantes, imunomoduladoras e hormonorreguladoras, podendo auxiliar significativamente na redução dos sintomas climatéricos e na proteção contra comorbidades associadas (HARAHAP et al., 2024).

O tempê, é um alimento fermentado tradicional da culinária indonésia, produzido principalmente a partir da fermentação de grãos de soja inteiros com fungos do gênero *Rhizopus*, especialmente *Rhizopus oligosporus*. Durante o processo fermentativo, ocorrem importantes transformações bioquímicas que resultam na degradação parcial de proteínas, carboidratos e lipídios, aumentando a biodisponibilidade de nutrientes e a produção de compostos bioativos com potencial efeito fisiológico. Destaca-se seu teor proteico, a presença de fibras, vitaminas do complexo B (particularmente B12 em determinadas condições fermentativas), minerais e, sobretudo, isoflavonas, que atuam como fitoestrógenos. Esses compostos apresentam afinidade pelos receptores estrogênicos, podendo exercer um efeito modulador do eixo hormonal, com implicações positivas na saúde óssea, cardiovascular e na redução de sintomas típicos do climatério (TEOH et al., 2024).

Quando comparado a outros produtos fermentados, o tempê apresenta perfil nutricional distinto, especialmente pela presença das isoflavonas e pela matriz alimentar rica em proteínas de origem vegetal. A combinação entre fermentação e soja confere ao tempê um status singular como alimento funcional, sendo objeto de crescente interesse científico no contexto da nutrição feminina (HARAHAP et al., 2024).

Considerando a necessidade de alternativas alimentares seguras e eficazes para o manejo dos sintomas e da saúde global da mulher durante o climatério, o presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação bromatológica detalhada do tempê, bem como sua comparação com outros alimentos fermentados, com vistas à análise crítica de seu potencial como alimento funcional benéfico à saúde feminina neste período de transição hormonal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Histórico do tempê

O tempê, é um produto fermentado tradicional que se originou na Indonésia e a sua história está ligada à introdução da soja na Indonésia. O primeiro registro escrito sobre o uso da soja no país foi feito em 1747 d.C. pelo botânico holandês Rumphius, que descreveu seu uso em Java, atual Indonésia, como alimento e fertilizante. É provável que a soja tenha sido amplamente introduzida na sociedade javanesa por comerciantes chineses, considerando que as relações comerciais entre a China e a região já estavam estabelecidas

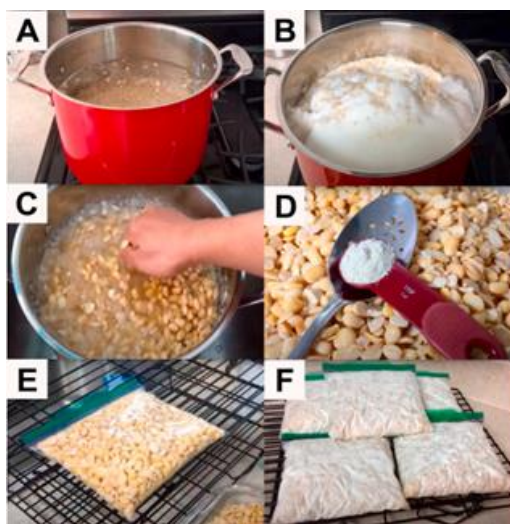
desde o ano 1000 d.C. (ROMULO e SURYA, 2021).

Apesar da soja ser o principal ingrediente, em algumas regiões da Indonésia também se utilizam outras leguminosas como matéria-prima para a fabricação do tempê, essas adaptações locais resultam em modos de preparo variados e originam receitas típicas e únicas de cada área. Hoje, o tempê é reconhecido mundialmente como um superalimento, não apenas pela sua riqueza nutricional, mas também pela presença de compostos bioativos que promovem benefícios à saúde (BAVIA et al, 2012).

2.2 Preparo do tempê

Sua preparação (Figura 1) começa com a imersão dos grãos de soja em água durante a noite, seguida de uma fervura de 30 minutos, com ou sem as cascas. Após o cozimento, a água é drenada e os grãos são dispostos em uma bandeja para serem inoculados com um pedaço de tempê já fermentado ou com o fungo *Rhizopus oligosporus*. Os grãos inoculados são então deixados para fermentar em temperatura ambiente por 1 a 2 dias, ou incubados a 30–32 °C por cerca de 20 horas. Durante a fermentação, um micélio branco se desenvolve, envolvendo os grãos e formando uma estrutura sólida (WILSON, 1995).

Figura 1 - Processo de fabricação do tempê



A. Lavagem e imersão; **B.** Fervura; **C.** Remoção das cascas; **D.** Inoculação com *Rhizopus* spp.; **E.** Incubação a 30 ± 2 °C; **F.** Produto final.

Fonte: ROMULO e SURYA (2021).

O tempê é, então, cortado em pedaços menores e, por ser altamente perecível, deve ser armazenado após processos de branqueamento, secagem ao sol ou congelamento (WILSON, 1995).

2.3 Propriedades do tempê

Durante a fermentação do tempê, diversas enzimas produzidas pelo fungo atuam na modificação de proteínas, lipídios e carboidratos presentes na soja. Açúcares complexos, como estaquiose e rafinose — responsáveis por causar flatulência — são hidrolisados em açúcares de mais fácil digestão. Além disso, o fungo fermentador sintetiza a enzima fitase, a qual promove a degradação do ácido fítico, resultando em uma maior biodisponibilidade de minerais essenciais (BAVIA et al, 2012).

A fermentação da soja também leva à produção de metabólitos, como ácidos orgânicos, antioxidantes e compostos antimicrobianos, que aumentam o teor de vitaminas, além de melhorar o valor nutricional e a vida útil do tempê (HARAHAP et al., 2024).

O consumo de tempê tem sido associado a diversos benefícios à saúde, incluindo efeitos antidiabéticos, redutores de colesterol, melhora da função cognitiva, propriedades antitumorais e anti câncer, efeitos antienvhecimento, melhora da saúde intestinal, além da redução do risco de doenças cardiovasculares (TEOH et al., 2024).

2.4 Tempê e outros produtos de soja fermentados

Os produtos de soja fermentados tradicionais, como o tempê, natto, missô e molhos de soja são consagrados como alimentos que carregam significado cultural e benefícios para a saúde. Como o primeiro ingrediente, a soja contém uma rica quantidade de proteínas, aminoácidos essenciais e fitoquímicos. O processo de fermentação transforma a soja em um alimento funcional, com um perfil enriquecido de compostos bioativos, como isoflavonas, peptídeos e vitaminas. Essas substâncias estão associadas a numerosos benefícios para a saúde do intestino (AI-NAKKASH; KUBINSKI, 2020), dos ossos (Harahap et al., 2024), e do sistema imunológico (HARAHAP: SULIBURSKA, 2021).

Além do tempê, outros produtos de soja fermentados se destacam por seus benefícios. O Natto é um alimento tradicional japonês, feito com soja fermentada com a bactéria *Bacillus subtilis* var. *natto*. Natto é conhecido por sua textura pegajosa, forte aroma e sabor característico, e é rico em nattokinase uma enzima com propriedades fibrinolíticas,

assim como em vitamina K2 (HARAHAP: SULIBURSKA, 2021).

O missô é outro alimento fermentado derivado da soja, também originário do Japão, produzido a partir da fermentação da soja com uso de sal e o fungo *Aspergillus oryzae*. É caracterizado por seu consumo versátil e pelo seu forte sabor umami, além do alto aporte proteico, de vitaminas e minerais. Seu consumo é associado à redução do risco de AVC e possui efeitos positivos na microbiota intestinal. O missô é frequentemente usado para o preparo da sopa missoshiru e como tempero para carnes e vegetais. (ABBAS et al., 2022; ALLWOOD et al., 2021; YUE ET AL., 2021).

Conhecido popularmente por shoyu, o molho de soja é um condimento líquido feito de soja fermentada, trigo, sal e *A. oryzae* ou *Aspergillus sojae*, muito utilizado na cozinha asiática pelo seu forte sabor (DIEZ-SIMON et al., 2020; GAO et al., 2023).

2.5 Compostos bioativos do tempê

Nota-se que o processo de fermentação realça o perfil nutricional da soja, aumentando a biodisponibilidade de nutrientes e gerando compostos bioativos com potenciais propriedades promotoras de saúde, como bioativos com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas, contribuindo para a saúde do intestino e reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 (HARAHAP et al., 2024). Essa seção explora os compostos bioativos mais importantes encontrados no tempê e seus benefícios para a saúde.

2.5.1 Isoflavonas

As isoflavonas são compostos fitoestrógenos e antioxidantes naturalmente presentes na soja e nos produtos de soja (HSIAO et al., 2020). Esses compostos imitam a ação do estrogênio no corpo humano e exibem potentes propriedades antioxidantes (ARIFIN et al., 2021). As isoflavonas comuns encontradas na soja incluem: daidzeína, genisteína e gliciteína, geralmente presentes em suas formas glicosídicas (KŘÍŽOVÁ et al., 2019).

No processo de fermentação do tempê, o microorganismo *Rhizopus oligosporus* metaboliza os glicosídeos de isoflavonas em suas formas agliconas, processo que é facilitado pelas enzimas β -glicosidases produzidas pelos microrganismos fermentadores. As agliconas são mais ativas biologicamente e mais facilmente absorvidas no trato

gastrointestinal, consequentemente aumentando a biodisponibilidade e bioatividade das isoflavonas (LEE et al., 2022).

Destacam-se alguns compostos bioativos resultantes da fermentação da soja, como o 6,7,4'-trihidroxi isoflavona, principal metabólito da daidzeína, que demonstrou efeitos protetores sobre células neuronais, reduzindo a morte celular induzida por 6-hidroxidopamina em células de neuroblastoma humano SH-SY5Y (KWON et al., 2010).

Outro metabólito importante é a 7,8,4'-trihidroxi isoflavona, que demonstrou inibir fatores moleculares pró-apoptóticos, como as vias MAPK e PI3K/Akt/GSK-3 β (KO et al., 2019).

2.5.2 Peptídeos bioativos

Os peptídeos bioativos são cadeias curtas de aminoácidos ligados covalentemente entre si que, ao contrário de proteínas mais longas, possuem propriedades biológicas específicas. No tempê, esses compostos demonstraram diversos benefícios à saúde, como efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anti-hipertensivos (TAN et al., 2023).

A produção destes compostos envolve a hidrólise das proteínas da soja (glicinina e β -conglícinina) durante a fermentação ou por hidrólise enzimática – ação de enzimas proteolíticas, que podem ser adicionadas externamente ou produzidas pelos microrganismos envolvidos (CRUZ-CASAS et al., 2021).

2.5.3 Saponinas

As saponinas são glicosídeos triterpenoides encontrados em abundância nas sementes de soja. Esses compostos são conhecidos por suas diversas atividades biológicas, que incluem efeitos antivirais, antitumorais, de prevenção a obesidade e regulação do sistema imunológico (OLESZEK, 2020).

2.5.4 Fitoesteróis

Os fitoesteróis são uma classe de compostos bioativos encontrados na soja, conhecidos por suas propriedades redutoras de colesterol e potenciais benefícios na saúde cardiovascular. Esses compostos podem inibir a absorção de colesterol no intestino, reduzindo os níveis de colesterol no sangue e diminuindo o risco de doenças (SWALLAH

et al., 2013).

O processo de fermentação com *Rhizopus oligosporus* aumenta a atividade antioxidante da soja, devido à liberação de compostos fenólicos, que sugere benefícios nutracêuticos adicionais além do aumento do teor de fitoesteróis (ZHANG et al., 2022).

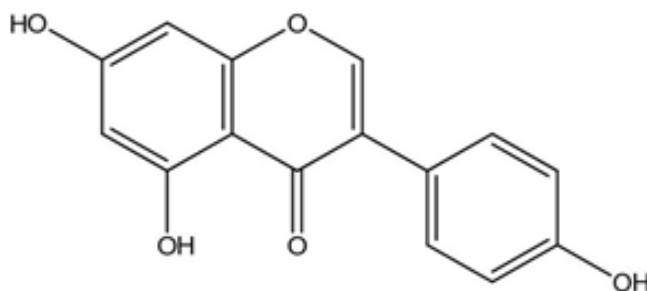
2.6 Climatério, menopausa e outras situações de diminuição de estrogênio

Ao atingir a idade entre os 40 e 55 anos, o corpo da mulher inicia de forma natural a menopausa, um evento ovariano secundário à degeneração dos folículos primordiais (LUI FILHO et al., 2015), onde ocorre o interrompimento da menstruação e também a perda da função ovariana (GeNÇTURK et al., 2024). Os períodos peri e pós-menopausais trazem sintomas que são categorizados como climatério, que inclui sintomas vasomotores (ondas de calor), ressecamento vaginal, redução da libido, distúrbios do sono, ganho de peso, mialgia, dores de cabeça, entre outros. Esse processo ocorre devido a transição de um ovário completamente funcional no período pré-menopausa, para a escassez da síntese de estrogênio nos ovários, o que pode afetar a qualidade de vida das mulheres e fazê-las buscar ajuda médica (SOUROUNI et al., 2021).

O tratamento usual para cessar os sintomas prejudiciais consiste em uma reposição hormonal, aumentando a concentração dos níveis de estrogênio sérico. Porém, ao adotar esse modelo de tratamento, existem preocupações acerca do risco de desenvolvimento de alguns tipos de câncer hormônio-dependentes, bem como o risco de doenças cardiovasculares e tromboembolismo (AGUIAR; BARBOSA, 2014). Em alternativa, sugere-se o emprego de fitoestrógenos, que são encontrados em diversos vegetais e principalmente em leguminosas como a soja, trevo branco e vermelho, alfafa e feijão, sendo a primeira um grande destaque para a presença destes compostos (GeNÇTURK et al., 2024).

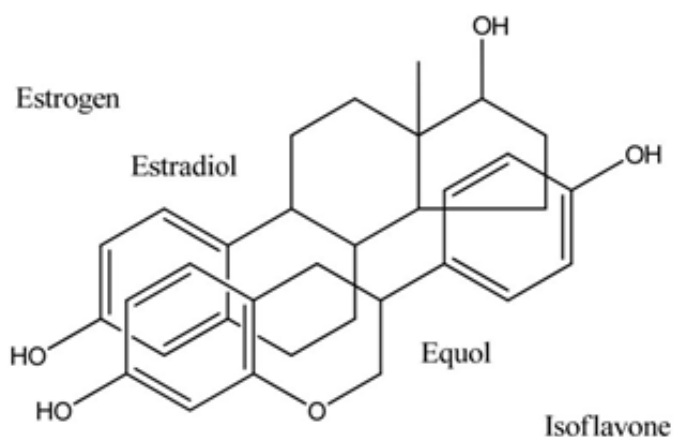
As isoflavonas são compostos não esteroidais, que possuem uma grande semelhança com o 17β -estradiol, o hormônio endógeno estrogênio, e a sua estrutura que contém um anel fenólico com um radical hidroxila no carbono 3 é fundamental para a alta afinidade e seletividade aos receptores de estrogênio (Figura 2). A estrutura química do 17β -estradiol e do equol, um metabólito de isoflavona, podem ser sobrepostas devido suas semelhanças (Figura 3). Ao serem ingeridas através das diversas fontes, estes compostos são hidrolisados por glicosidases do intestino em sua forma biologicamente ativa (AGUIAR; BARBOSA, 2014).

Figura 2 - Estrutura química da isoflavona



Fonte: AGUIAR E BARBOSA (2014).

Figura 3 - Semelhança entre a estrutura de uma isoflavona com o estrogênio



Fonte: AGUIAR E BARBOSA (2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para a realização do estudo, foi utilizado um pacote de 275g de tempê congelado adquirido em uma loja de produtos naturais na cidade de Curitiba, no estado do Paraná, em março de 2025. O produto apresentava uma embalagem de plástico fechada a vácuo conforme mostra a Figura 4. O conteúdo de tempê na embalagem é apresentado na Figura 5.

As análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Paraná, localizado em Curitiba, Paraná, no campus Jardim Botânico, setor de Ciências da Saúde, Departamento de Farmácia.

Figura 4 - Embalagem comercial do tempê utilizado neste trabalho (marca censurada)



Fonte: As autoras (2025).

Figura 5 - Conteúdo da embalagem de tempê



Fonte: As autoras (2025).

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Pesquisa de preço

Foi realizada uma pesquisa de preço tendo como alvo o pacote de 275g de tempê,

não houve especificação por marca do produto, também não foi separado por corte (em cubos, hambúrguer e entre outros). Para a pesquisa foram feitas buscas em lojas em plataformas on-line e também de forma presencial em lojas de produtos naturais e mercados localizados na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil.

Além da análise dos preços do tempê disponível no mercado, foi realizada uma comparação com outras fontes vegetais de proteína, como a soja em grão, o tofu e a proteína de soja texturizada (PST) com o objetivo de avaliar o custo-benefício nutricional do tempê em relação a alternativas semelhantes.

3.2.2 Pesquisa de consumo

Para avaliar o consumo de tempê, foi divulgado um formulário online que pôde ser respondido de forma anônima. O formulário inicia com perguntas sobre o perfil do respondente, como faixa etária e gênero. Em seguida, foram questionados hábitos alimentares, incluindo dieta, consumo de soja e a busca por opções para substituir a carne. O próximo bloco de questões refere-se ao conhecimento sobre o tempê: se o respondente já ouviu falar sobre o alimento, por quais meios, se já consumiu, como foi o consumo e qual a opinião sobre o produto. Depois, pergunta-se ao voluntário se ele encontra tempê com facilidade, onde costuma encontrá-lo, a opinião sobre o preço e os fatores que impedem um maior consumo. Por fim, questiona-se a intenção de consumo.

3.2.3 Avaliação macroscópica e determinação da porção

A avaliação macroscópica do tempê foi realizada por meio de observação visual direta, inspeção tátil e análise olfativa. Primeiramente, examinou-se visualmente o formato, a integridade estrutural e a coloração da superfície. Em seguida, por meio do toque, avaliou-se a textura e a consistência do produto. Por fim, foi feita a avaliação de características aromáticas gerais.

A determinação da porção do tempê foi realizada em triplicata por pesagem em balança analítica previamente calibrada. O tempê foi cortado utilizando a porção de 40 gramas determinada no rótulo do produto comercial.

3.2.4 Determinação da composição química e nutricional

Para a determinação da composição química e nutricional do tempê, foram utilizadas técnicas preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL), Food and Agriculture

Organization of the United Nations (FAO) e Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C).

Após o descongelamento e a determinação da porção, foram realizadas análises da composição química do tempê, com o intuito de quantificar seu valor nutricional. Para a determinação da umidade, utilizamos a técnica voláteis a 105 °C (IAL, 2008). Para a determinação de proteínas foi utilizado o método de micro Kjeldahl (A.O.A.C, 1995), o fator de conversão para proteínas utilizado foi de 5,71 (FAO, 1970). O teor de lipídios foi determinado por extração contínua em extrator Soxhlet (IAL, 2008). Para a determinação de minerais foi utilizada a técnica Resíduo Mineral Fixo (IAL, 2008). Para a determinação de fibras foi utilizada a técnica Fibra Bruta (A.O.A.C.,1970).

4. Resultados e Discussão

4.1 Pesquisa de Preço

Na pesquisa realizada, verificou-se que o preço do tempê apresentou variação significativa, oscilando entre R\$19,00 e R\$29,90, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Pesquisa de preço do tempê

Tempê	Local	Quantidade (g)	Preço (R\$)
A	Supermercado	275	24,90
B	Loja de produtos naturais	275	20,00
C	Loja online	275	19,00
D	Mercearia local	275	29,90

Fonte: As autoras (2025)

Apesar de todos os estabelecimentos oferecerem embalagens de mesma quantidade (275 g), observou-se diferença de até R\$10,90 entre os pontos de venda. Essa discrepância pode estar relacionada a fatores como custos operacionais de cada estabelecimento, perfil do público-alvo e estratégia de precificação adotada.

De modo geral, os preços mais baixos foram encontrados em lojas on-line (R\$19,00) e em estabelecimentos especializados em produtos naturais (R\$20,00), enquanto valores mais altos foram observados em supermercados (R\$24,90) e mercearias locais (R\$29,90). Essa variação sugere que a compra em canais digitais ou em lojas

especializadas pode oferecer melhor custo-benefício ao consumidor, enquanto pontos de venda de conveniência tendem a praticar valores mais elevados.

Considerando o posicionamento do tempê como um alimento funcional e ainda pouco difundido no mercado brasileiro, a amplitude nos preços pode indicar um processo de consolidação, no qual a definição de valores depende não apenas do custo de produção, mas também do grau de conhecimento e da percepção de valor do consumidor em relação ao produto.

A tabela 2 apresenta uma comparação considerando o teor de proteínas por 100g, o preço médio por 100g de cada uma dessas opções. Dessa forma, embora o tempê apresente um alto teor proteico entre os produtos analisados, seu custo por 100 g ainda é significativamente mais elevado em comparação com outras fontes vegetais de proteína derivadas da soja, como a soja em grão e a proteína texturizada. Isso pode representar uma limitação no acesso ao produto para parte da população. No entanto, o tempê oferece diferenciais importantes, como ser uma proteína completa, passar por fermentação natural, além de possuir sabor e textura atrativa. Assim, seu valor agregado pode justificar o custo mais alto, especialmente para consumidores que priorizam praticidade, qualidade nutricional e alimentos minimamente processados.

Tabela 2 - Comparação do tempê com outras fontes de proteína vegetal

Produto	Proteína por 100 g (g)	Preço por 100 g (R\$)
Tempê	21	8,36
Soja em grãos	38	1,60
Tofu	6,6	4,48
Proteína de soja texturizada	23,2	3,3

Fonte: As autoras (2025)

Embora o tempê apresente um alto teor proteico entre os produtos analisados, seu custo por 100 g ainda é significativamente mais elevado em comparação com outras fontes vegetais de proteína derivadas da soja, como a soja em grão e a proteína texturizada. Isso pode representar uma limitação no acesso ao produto para parte da população. No entanto, o tempê oferece diferenciais importantes, como ser uma proteína completa, passar por fermentação natural, além de possuir sabor e textura atrativa. Assim, seu valor agregado pode justificar o custo mais alto, especialmente para consumidores que priorizam

praticidade, qualidade nutricional e alimentos minimamente processados.

4.2 Pesquisa de Consumo

A pesquisa de consumo contou com 53 participantes, sendo a maioria do sexo feminino (81,1%), seguida por masculino (17,0%) e não binário (1,9%). A faixa etária variou entre 18 e 47 anos, com predominância de jovens adultos: 77,4% estavam entre 18 e 29 anos. conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização dos participantes da pesquisa de consumo em dieta, gênero e idade

		Onívoros (%)	Veganos (%)	Vegetarianos (%)	Outras dietas (%)
Gênero	Feminino	58,5	7,5	11,3	3,8
	Masculino	15,1	1,9	0,0	0,0
	Não binário	0,0	0,0	1,9	0,0
Faixa Etária	< 18	0,0	0,0	0,0	0,0
	18 - 23	49,1	1,9	7,5	0,0
	24 - 29	13,2	0,0	1,9	3,8
	30 - 35	3,8	5,7	3,8	0,0
	36 - 41	1,9	1,9	0,0	0,0
	42 - 47	5,7	0,0	0,0	0,0
	> 48	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: As autoras (2025)

Quanto ao padrão alimentar, 77,5% relataram seguir uma dieta onívora, enquanto 22,6% adotavam práticas vegetarianas ou veganas, com 28,3% dos participantes tendo um consumo diário ou semanal e 45,3% afirmaram buscar alternativas à carne, conforme mostra a tabela 4.

Tabela 4 - Conhecimento prévio dos participantes em relação ao tempê

		n	(%)
Tipo de dieta	Onívora	41	77,4
	Vegetariana	7	13,2
	Vegana	5	9,4
	Nunca	0,0	0,0
Frequência no consumo de soja	Raramente	49,1	1,9
	Algumas vezes no mês	13,2	0,0
	Semanalmente	3,8	5,7
	Diariamente	1,9	1,9
Busca alternativas a carne	Sim	24	45,3
	Não	29	54,7

Fonte: As autoras (2025)

Em relação ao consumo, apenas 18,9% (n=10) afirmaram já ter experimentado o tempê, principalmente na versão grelhada (13,2%) e apenas 1 (1,9%) participante afirmou consumir o produto de forma semanal, o que mostra o quão desconhecido ainda é o tempê na população, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Forma de conhecimento do alimento declarada pelos participantes

		n	(%)
Já consumiu tempê	Sim	10	18,9
	Não	43	81,1
	Nunca	43	81,1
Frequência de consumo	Já experimentou, mas não consome	6	11,3
	Raramente	3	5,7
	Semanalmente	1	1,9
	Diariamente	0	0,0
	Em saladas	1	1,9
	Assado	0	0,0
	Grelhado	7	13,2
Forma de preparo utilizadas	Em sanduíches	1	1,9
	Frito	1	1,9
	Não sabe preparar	43	81,2

Fonte: As autoras (2025)

Quando questionados sobre a aceitação, os consumidores atribuíram ao alimento uma média de 4,3 ($\pm 0,67$) em uma escala de 1 a 5, na qual 1 corresponde a “desgostei muito” e 5 a “gostei muito”. Apesar da boa avaliação, apenas 1,9% relataram consumir o produto com frequência semanal, os dados da aceitação do tempê foram analisados conforme a tabela 6.

Tabela 6 - Avaliação do tempê em uma escala de aceitação

	Desgostei muito	Desgostei levemente	Indiferente	Gostei levemente	Gostei muito
n	0	0	1	5	4
Média ($\pm DP$)	4,3 ($\pm 0,67$)				

Fonte: As autoras (2025)

A acessibilidade também se mostrou um desafio. A tabela 7 mostra que parte dos respondentes declarou não procurar ou não encontrar o produto com facilidade em sua região (17%), e nenhum participante considerou o preço acessível. Os principais fatores limitantes para o consumo identificados foram a falta de conhecimento (39,6%) e o preço elevado (13,2%).

Tabela 7 - Fatores limitantes para o consumo

		n	(%)
Considera o tempê um alimento fácil de adquirir	Nunca procurei	41	77,4
	Não	9	17,0
	Sim	3	5,7
Considera o preço do tempê acessível	Nunca reparei	46	86,8
	Não	7	13,2
	Sim	0	0,0
	Nada	9	17,0
O que impede o consumo do tempê	Dificuldade na compra	2	3,8
	Dificuldade no preparo	1	1,9
	Falta de conhecimento	21	39,6
	Não possui interesse	13	24,5
	Preço	7	13,2
Há interesse em consumir o alimento caso fosse mais acessível e preparo simples	Sim	47	88,7
	Não	6	11,6

Fonte: As autoras (2025)

Por outro lado, a maioria demonstrou interesse em consumir o alimento caso fosse mais acessível e de preparo simples (88,7%). Em relação ao valor considerado justo, 41,5% não souberam estimar, 28,3% indicaram valores de até R\$10,00, 24,5% sugeriram até R\$20,00 e apenas 5,7% aceitariam pagar até R\$30,00, o que mostra uma curiosidade do público quanto ao produto.

Tabela 8 - Valores considerados justos pelos participantes

	n	(%)
Até R\$ 10,00	15	28,3
Até R\$ 20,00	13	24,5
Até R\$ 30,00	3	5,7
Não souberam estimar	22	41,5

Fonte: As autoras (2025)

4.3 Avaliação macroscópica e determinação da porção

Na avaliação macroscópica, o tempê apresentou-se como um bloco firme, de formato predominantemente retangular, no qual os grãos de soja permanecem íntegros e visíveis, unidos por uma massa branca formada pelo micélio fúngico resultante da fermentação. A textura mostrou-se compacta, seca ao toque e levemente esponjosa, garantindo boa integridade estrutural mesmo após o corte. Do ponto de vista sensorial, destacou-se o aroma característico, que remete a nozes e à fermentação, atributos típicos do produto e frequentemente descritos na literatura como indicadores de qualidade.

Em relação à porção de consumo, foi adotado o valor estipulado na rotulagem comercial, correspondente a 40 g (aproximadamente uma fatia), utilizado como referência para os cálculos nutricionais e para a padronização das análises.

4.4 Determinação da composição química e nutricional

Os resultados da determinação da composição química e nutricional do tempê estão expostos na tabela 9. Para os cálculos de proteínas, utilizou-se o fator de conversão 5,71 segundo a FAO, 1970.

Tabela 9: Determinação da composição química e nutricional de tempê em 100g em base úmida

Determinação	% em 100g Amostra
Umidade %	58,90 ($\pm$ 0,34)
Proteínas %*	17,82 ($\pm$ 0,08)
Lipídios %	7,55 ($\pm$ 0,44)
Carboidratos % **	9,14
Fibras %	5,44 ($\pm$ 1,92)
Minerais %	1,15 ($\pm$ 0,02)
Kcal	175,80

Fonte: Os autores (2025).

* Utilizou-se o fator 5,71 para conversão em proteínas, segundo a FAO, 1970.

** Carboidratos determinados pela diferença.

A análise da Tabela 1, intitulada “Determinação da composição química e nutricional de tempê em 100 g em base úmida”, evidencia um perfil nutricional bastante favorável, confirmando o potencial do alimento como fonte de nutrientes essenciais. O teor de umidade encontrado (58,90%) é consistente com a faixa relatada para produtos fermentados, contribuindo para a textura firme e ligeiramente esponjosa característica do tempê. Esse resultado é semelhante ao observado por Romulo e Surya (2021), que reportaram 55,3% de umidade em amostras de tempê indonésio, sugerindo que variações podem estar relacionadas às condições de fermentação e ao processamento pós-produção.

Em relação ao conteúdo proteico, o valor obtido (17,82%) reforça o destaque do tempê como uma importante fonte de proteína vegetal de alta qualidade. Esse achado é coerente com a literatura que reconhece o tempê como uma proteína completa, contendo todos os aminoácidos essenciais. Comparativamente, Romulo e Surya (2021) relataram valores superiores (20,8%), enquanto Ahnan-Winardo et al. (2021), em análise de amostras comerciais nos Estados Unidos, observaram teor ligeiramente menor (14,5%). Essa variação entre os estudos pode estar associada a fatores como origem da soja, cepa utilizada na fermentação e tempo de incubação, aspectos que influenciam diretamente a

composição final do alimento.

O teor de lipídios encontrado (7,55%) caracteriza o tempê como um alimento de moderado aporte de gorduras, contribuindo para o valor energético total. Esse resultado aproxima-se do valor reportado por outros autores, de 8,8%, e 4,5% (Romulo; Surya, 2021; Ahnan-Winarno et al., 2021). Essa diferença pode indicar que os produtos disponíveis no mercado norte-americano passam por processos de fabricação distintos, possivelmente visando atender a demandas específicas de consumidores que buscam alimentos com menor teor de gordura.

Os carboidratos corresponderam a 9,14% da composição, proporção ligeiramente inferior as já relatadas, de 14,2% e 13,5% (Romulo; Surya, 2021; Ahnan-Winarno et al., 2021). Essa menor contribuição de carboidratos pode representar uma vantagem para dietas que buscam melhor controle glicêmico e equilíbrio entre macronutrientes.

A presença de fibras (5,44%) merece destaque, uma vez que está diretamente relacionada à melhora da saúde intestinal e ao aumento da saciedade, características que reforçam o papel do tempê como alimento funcional. Embora nem todos os estudos façam referência explícita ao teor de fibras, a literatura aponta que o processo fermentativo contribui para a maior biodisponibilidade desse componente, além de favorecer a formação de compostos bioativos com ação antioxidante e anti-inflamatória.

O conteúdo mineral, ainda que relativamente baixo (1,15%), complementa o valor nutricional global do alimento, representando um aporte relevante quando somado à contribuição de proteínas, lipídios e fibras. Do ponto de vista energético, 100 g de tempê forneceram 175,80 kcal, valor ligeiramente superior ao descrito por Klanian e Osorio (2025), de 152,5 kcal, mas condizente com a densidade energética esperada para alimentos ricos em proteínas e gorduras insaturadas.

De forma geral, os resultados obtidos neste estudo alinham-se às tendências descritas na literatura internacional, mas também evidenciam que há variações importantes entre diferentes contextos de produção e comercialização. Essas diferenças reforçam a necessidade de padronização nas análises e de estudos comparativos que avaliem o impacto de fatores tecnológicos, regionais e culturais sobre a composição do tempê.

Além da análise da composição química e nutricional em 100 g de amostra, também foi determinado o valor nutricional correspondente a uma porção de 40 g de tempê, equivalente a uma fatia, conforme indicado pelo fabricante. Para essa porção, calcularam-se ainda os percentuais de Valores Diários (%VD) de cada componente, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Informação Nutricional de tempê na porção de 40g (medida caseira - 1 fatia)

Informação	40 g determinado experimentalmente	VD%* determinado experimentalmente	40 g conforme embalagem comercial	VD%* conforme embalagem comercial
Valor energético (kcal)	70	3,5	77	4
Carboidratos (g)	3,7	1,2	0,2	0
Açúcares totais (g)	0	-	0,2	-
Açúcares adicionados (g)	0	-	0	0
Proteínas (g)	7,1	14,3	8,4	17
Gorduras totais (g)	3,0	4,6	4,8	7
Fibras (g)	2,2	8,7	3,2	13
Sódio (mg)	0,0	0,0	2	0

*Percentual de valores diários fornecidos para a porção.

Fonte: Os autores (2025).

A comparação entre os dados obtidos experimentalmente e aqueles declarados no rótulo do produto industrializado revela tanto semelhanças quanto discrepâncias. Em relação ao valor energético, a amostra analisada apresentou 70 kcal, valor ligeiramente inferior ao informado pelo fabricante (77 kcal), diferença que pode ser considerada pequena e dentro da variação esperada.

Nos macronutrientes, entretanto, observam-se divergências mais marcantes. Para os carboidratos, o teor experimental (0,2 g) foi substancialmente inferior ao declarado na embalagem (3,7 g), evidenciando possível diferença metodológica no cálculo ou variação na formulação do produto. Em ambos os casos, destaca-se positivamente a ausência de açúcares adicionados, o que reforça o perfil de alimento minimamente processado.

Em relação às proteínas, o valor obtido em laboratório (7,1 g) foi inferior ao do rótulo (8,4 g), mas ambos confirmam o tempê como uma boa fonte proteica vegetal. Tendência semelhante foi observada nas gorduras totais, com 3,0 g na análise experimental contra 4,8

g declarados comercialmente. As fibras também seguiram esse padrão, com 2,2 g no resultado laboratorial frente a 3,2 g informados na embalagem.

Essas diferenças podem ser explicadas por múltiplos fatores, incluindo a heterogeneidade natural do tempê (já que o produto é obtido por fermentação), o processamento industrial utilizado pelo fabricante, além de limitações inerentes aos métodos analíticos empregados no laboratório. Em alguns casos, diferenças no teor de umidade e no lote de produção podem alterar a proporção relativa de nutrientes.

De modo geral, apesar das variações encontradas, os resultados confirmam que o tempê mantém seu valor nutricional e funcional, apresentando-se como alimento de densidade energética moderada, rico em proteínas e fibras, e adequado para diferentes padrões alimentares.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que o tempê possui um perfil nutricional bastante relevante, destacando-se como fonte de proteínas de alta qualidade, fibras e compostos bioativos, especialmente as isoflavonas, que apresentam potencial para auxiliar na saúde da mulher durante o climatério. Os resultados laboratoriais confirmaram não apenas sua densidade nutricional equilibrada, mas também sua aplicabilidade como alternativa funcional em estratégias dietéticas voltadas à prevenção de sintomas e complicações associadas a essa fase da vida.

Por outro lado, as análises de preço e consumo apontam entraves significativos para sua ampla difusão no Brasil, como o custo elevado, a baixa disponibilidade no mercado e o pouco conhecimento do público. Tais aspectos reforçam a necessidade de ações educativas e de incentivo à produção, de forma a aumentar o acesso ao alimento e promover sua inserção no hábito alimentar da população.

Assim, o tempê se apresenta como um alimento de grande valor cultural, nutricional e funcional, com potencial para contribuir não apenas com a saúde feminina no climatério, mas também com a diversificação de dietas mais sustentáveis. Estudos futuros que aprofundem a relação entre seu consumo e os desfechos clínicos em mulheres nessa fase poderão consolidar ainda mais sua importância como recurso natural e acessível para a promoção do bem-estar.

6. REFERÊNCIAS

ABBAS, M. W. et al. Bioactive compounds, antioxidant, anti-inflammatory, anti-cancer, and toxicity assessment of *Tribulus terrestris*—In vitro and in vivo studies. *Antioxidants*, Basel, v. 11, n. 6, Artigo 1160, 2022.

AGUIAR, P. M.; BARBOSA, A. P. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology Review* Use of soy isoflavones on hormone replacement therapy during climacteric, v. 8, n. 42, p. 1071–1078, 2014.

AHNAN-WINARNO, A. D. et al. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 20, n. 2, p. 1717–1767, 10 fev. 2021.

AL-NAKKASH, L.; KUBINSKI, A. Soy isoflavones and gastrointestinal health. *Current Nutrition Reports*, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 193–201, 2020.

ALLWOOD, J. G.; WAKELING, L. T.; BEAN, D. C. Fermentation and the microbial community of Japanese koji and miso: A review. *Journal of Food Science*, [s. l.], v. 86, n. 6, p. 2194–2207, 2021.

ARIFIN, H. A. et al. Varietal differences in flavonoid and antioxidant activity in Japanese soybean accessions. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, [s. l.], v. 85, n. 4, p. 916–922, 2021.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 12. ed. USA: Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., 1970.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 1995.

BAVIA, A. C. F. et al. Chemical composition of tempeh from soybean cultivars specially developed for human consumption. *Food Science and Technology*, Campinas, v. 32, n. 3, p. 613–620, 1 set. 2012.

BOTELHO, T. A. et al. Saúde da mulher no climatério, aspectos biológicos e psicológicos: uma revisão integrativa. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 15, n. 4, p. e10088, 21 abr. 2022.

CRUZ-CASAS, D. E. et al. Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: The most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides. Food Chemistry: Molecular Sciences, [s. l.], v. 3, p. 100047, 2021.

DIEZ-SIMON, C.; EICHELSHEIM, C.; MUMM, R.; HALL, R. D. Chemical and sensory characteristics of soy sauce: A review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, [s. l.], v. 68, n. 42, p. 11612–11630, 2020.

FILHO, J. F. L. et al. Epidemiologia da menopausa e dos sintomas climatéricos em mulheres de uma região metropolitana no sudeste do Brasil: inquérito populacional domiciliar. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 152–158, abr. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Amino-acid content of foods and biological data on proteins. Rome, 1970.

GAO, X. et al. The latest advances on soy sauce research in the past decade: Emphasis on the advances in China. Food Research International, [s. l.], v. 173, p. 113407, 2023.

HARAHAP, I. A. et al. Fermented soy products: A review of bioactives for health from fermentation to functionality. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, [s. l.], v. 24, n. 1, 15 dez. 2024.

HSIAO, Y. H.; HO, C. T.; PAN, M. H. Bioavailability and health benefits of major isoflavone aglycones and their metabolites. Journal of Functional Foods, [s. l.], v. 74, p. 104164, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KLANIAN, M. G.; OSORIO, S. Tempeh source of vegetable protein: nutritional composition and health benefits. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 40, n. 2, 10 abr. 2024.

KO, Y. H. et al. Protective effects of 6,7,4'-trihydroxyisoflavone, a major metabolite of daidzein, on 6-hydroxydopamine-induced neuronal cell death in SH-SY5Y human neuroblastoma cells. *Archives of Pharmacal Research*, [s. l.], v. 42, n. 12, p. 1081–1091, 2019.

KŘÍŽOVÁ, L.; DADÁKOVÁ, K.; KAŠPAROVSKÁ, J.; KAŠPAROVSKÝ, T. Isoflavones. *Molecules*, Basel, v. 24, n. 6, Artigo 1076, 2019.

KWON, D. Y. et al. Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. *Nutrition Research*, New York, v. 30, n. 1, p. 1–13, 2010.

LAU, S. W. et al. Process optimization of a traditional fermented soybean product, Tempe, for enhanced nutritional value and safety. 2021.

LEE, S. et al. Changes in isoflavone profile from soybean seeds during cheonggukjang fermentation based on highresolution UPLC-DAD-QToF/MS: New succinylated and phosphorylated conjugates. *Molecules*, Basel, v. 27, n. 13, Artigo 4120, 2022.

MAZUR, C. E. et al. Compostos Bioativos e Saúde da Mulher: Revisão de Literatura. In: Mérida Publishers, cap. 7, 2021.

GENÇTÜRK, N.; BİLGİÇ, F. S.; KABAN, H. U. The Effect of Soy Isoflavones Given to Women in the Climacteric Period on Menopausal Symptoms and Quality of Life: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *EXPLORE*, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 103012–103012, 1 nov. 2024.

OLESZEK, M.; OLESZEK, W. Saponins in food. In: XIAO, J.; SARKER, S.; ASAKAWA, Y. (ed.). [S. l.]: Springer, 2020. p. 1–40.

ROMULO, A.; SURYA, R. Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Amsterdam, v. 26, p. 100413, ago. 2021.

SOUROUNI, M. et al. Assessment of the climacteric syndrome: a narrative review. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, [s. l.], v. 304, n. 4, p. 855–862, 6 jul. 2021.

SWALLAH, M. S. et al. The pros and cons of soybean bioactive compounds: An overview. Food Reviews International, [s. l.], v. 39, n. 8, p. 5104–5131, 2023.

TAN, S. T.; TAN, S. S.; TAN, C. X. Soy protein, bioactive peptides, and isoflavones: A review of their safety and health benefits. PharmaNutrition, [s. l.], v. 25, p. 100352, 2023.

TEOH, S. Q. et al. A review on health benefits and processing of tempeh with outlines on its functional microbes. Future Foods, [s. l.], v. 9, p. 100330–100330, 1 mar. 2024.

WILSON, L. A. Soy Foods. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization, [s. l.], p. 428–459, 1995.

YUE, X. et al. Microbial diversity and function of soybean paste in East Asia: What we know and what we don't. Current Opinion in Food Science, [s. l.], v. 37, p. 145–152, 2021.

ZHANG, Y. et al. Solid-state fermentation with *Rhizopus oligosporus* RT-3 enhanced the nutritional properties of soybeans. Frontiers in Nutrition, Lausanne, v. 9, Artigo 972860, 2022.

***Autor(a) para correspondência:**

Maria Eugenia Balbi

Email: mariaeugeniabalbi@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

RECEBIDO: 06/11/2025 ACEITE: 22/12/2025