

# IMPACTO DOS MÉTODOS DE COCÇÃO NA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL

## *IMPACT OF COOKING METHODS ON THE AVAILABILITY OF NUTRIENTS IN FOODS OF PLANT ORIGIN*

Maria Carla Lopes<sup>1</sup>, Geovanna Craveiro Silva<sup>2</sup> e Bruna Lago Tagliapietra<sup>3</sup>

### RESUMO

Os métodos de cocção podem afetar os nutrientes dos alimentos, uma prática que pode otimizar a disponibilidade de produtos sazonais, mas também afetar negativamente as propriedades nutricionais e sensoriais originais. O objetivo deste trabalho foi fornecer uma visão geral sobre o impacto dos diferentes métodos de cocção na disponibilidade de nutrientes e aspectos sensoriais em produtos de origem vegetal. Para a revisão, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em algumas bases de dados utilizando os descritores “cooking methods”, “cooking treatments”, “domestic processing”, “vegetables”, no período de 2012 a 2023. Foram encontrados 7459 artigos, que após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão resultaram em 25 artigos. Os tubérculos mostraram melhores resultados na fervura em comparação ao vapor, devido às características do amido, que requer água para gelatinizar, aumentando assim a digestibilidade. O cozimento com cascas melhorou os antioxidantes, indicando que consumir batata com casca pode preservar nutrientes essenciais. No entanto, o processamento de leguminosas pode levar à perda de micronutrientes devido a alterações químicas ou lixiviação pela água. Em relação aos aspectos sensoriais, a revisão demonstrou que o processo de cocção, de forma geral, ocasiona diminuição do brilho, aumento da maciez e promove o escurecimento da cor. Em suma, os métodos de preparação dos alimentos influenciam diretamente a disponibilidade e a preservação dos nutrientes. A escolha criteriosa dos métodos de cocção pode ser uma estratégia eficaz para preservar os nutrientes essenciais dos alimentos de origem vegetal, contribuindo para uma alimentação mais saudável e equilibrada.

**Palavras-chave:** antioxidantes; hortaliças; preparações culinárias; processamento; tecnologia de alimentos.

### ABSTRACT

*Cooking methods can affect the nutrients in food, a practice that can improve the availability of seasonal products, but also affect quantities such as original nutritional and sensory properties. The objective of this work was to provide an overview of the impact of different cooking methods on the availability of nutrients and sensory aspects in products of plant origin. For the review, a bibliographical search was carried out in some databases using the descriptors “cooking methods”, “cooking treatments”, “domestic processing”, “vegetables”, in the period from 2012 to 2023. 7459 articles were found, which after applying the inclusion and exclusion criteria resulted in 25 articles. The tubers showed better results when boiling compared to steaming, due to the characteristics of starch, which requires water to gelatinize, thus increasing digestibility. Cooking with skins improved antioxidants, reducing the fact that consuming potatoes with skins can preserve essential nutrients. However, processing legumes can lead to loss of micronutrients due to chemical changes*

1 Graduanda do Curso de Nutrição - Universidade São Francisco (USF), Bragança Paulista, SP, Brasil. E-mail: m.carlalopes31@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1638-3960>

2 Graduanda do Curso de Nutrição - Universidade São Francisco (USF), Bragança Paulista, SP, Brasil. E-mail: gicraveiro10@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1692-561X>

3 Nutricionista, Docente do Curso de Nutrição - Universidade São Francisco (USF). E-mail: bruna\_tagliapietra@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3041-4768>

or leaching by water. In relation to sensory aspects, it is stated that the cooking process, in general, causes shine, increases softness and promotes darkening of the color. In short, food preparation methods directly influence the availability and preservation of nutrients. The careful choice of cooking methods can be an effective strategy to preserve the essential nutrients in foods of plant origin, contributing to a healthier and more balanced diet.

**Keywords:** antioxidants; culinary preparations; food technology; processing; vegetables.

## INTRODUÇÃO

O processamento dos alimentos remonta à antiguidade, representando uma prática essencial que evoluiu ao longo do tempo (ZHAO *et al.*, 2020). O processamento de vegetais, de maneira geral, visa atender a uma variedade de objetivos, que ocasionam tanto consequências desejáveis quanto indesejáveis. No âmbito positivo, é importante para a segurança alimentar, durabilidade dos produtos, prolongando a vida útil e mitigando riscos microbiológicos (VERRUCK, 2020). Além disso, resulta na melhoria do valor nutricional, potencializando a disponibilidade de nutrientes essenciais (NAYAK; LIU; TANG, 2015).

No contexto específico do processamento de vegetais, essa prática pode otimizar a disponibilidade de produtos sazonais mas também suscita preocupações relacionadas à manutenção das propriedades nutricionais e sensoriais originais (SAFRAID *et al.*, 2022). Alguns estudos demonstram que o processamento impacta na coloração, promove mudanças nas propriedades físicas, como textura, nas perdas de nutrientes, na composição química e ocasiona modificações enzimáticas (CHANG *et al.*, 2021).

Os vegetais são considerados pilares essenciais para a promoção da saúde devido à sua riqueza em nutrientes. Destacam-se como potentes reservatórios de antioxidantes, que combatem os radicais livres e protegem as células contra danos (AMITAVA; KIMBERLY, 2014). A presença significativa de fibras e água contribui para a saúde gastrointestinal, auxiliando na digestão e na prevenção de doenças relacionadas ao trato digestivo (HOSSAIN *et al.*, 2017). Além disso, oferecem uma ampla gama de vitaminas, incluindo  $\beta$ -caroteno (pró-vitamina A), tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, piridoxina (B6), ácido pantotênico, ácido fólico, ácido ascórbico (vitamina C) e vitaminas E e K. Cada uma dessas vitaminas desempenha funções específicas no metabolismo, na imunidade e na manutenção do equilíbrio fisiológico (FABBRI; CROSBY, 2016). Além das vitaminas, os vegetais também são uma fonte importante de minerais essenciais, como cálcio, ferro, potássio, magnésio e zinco, que desempenham papéis fundamentais na saúde óssea, na função muscular, na regulação da pressão arterial e em muitos outros processos fisiológicos (TIWARI; CUMMINS, 2017).

No entanto, esta diversidade de nutrientes pode ser afetada pelo método de cocção empregado. Sabe-se que as perdas de nutrientes ocorrem nas fases de preparação e cozimento, sendo importante compreender como essas perdas acontecem, para auxiliar os consumidores a diminuir as perdas e melhorar a qualidade nutricional das preparações (FENG *et al.*, 2014). Os métodos mais comuns

utilizados para cozinhar legumes e vegetais são: cocção a vapor, assar, ferver, fritar, refogar, cozimento em micro-ondas e cozimento sob pressão (FABBRI; CROSBY, 2016). Sabe-se também que as perdas de nutrientes podem ocorrer nas fases da preparação, que envolvem lavagem, descascamento, corte e picagem (SUN *et al.*, 2021).

Muitos estudos foram realizados para investigar o impacto dos métodos de preparação e cozimento na estabilidade dos nutrientes dos alimentos. Os resultados destes estudos demonstram mudanças na composição dos vegetais, alguns métodos ocasionaram a perda de nutrientes e outros aumentaram a disponibilidade (HERNÁNDEZ *et al.*, 2022; BOTELLA *et al.*, 2023; HUERTAS *et al.*, 2022). Por exemplo, Frankova *et al.* (2014) demonstraram, analisando batata doce, que os compostos fenólicos totais foram maiores no cozimento por meio da técnica *sous vide*, acredita-se que este resultado esteja relacionado a ausência de contato direto entre alimentos e água, portanto, as antocianinas solúveis em água permanecem no produto.

Mudanças de temperatura podem modificar o sabor, a textura e a aparência dos alimentos. Paciulli *et al.* (2017) demonstrou que a cozedura a vapor em condições de tempo/temperatura controladas podem ser propostas como método alternativo à cozedura a vapor tradicional pois foi observado que as couves-de-bruxelas ficaram com maiores teores de fenóis, preservando a sua qualidade, deixando mais macias e com coloração mais esverdeada após cocção.

O cozimento de vegetais pode afetar os compostos bioativos, substâncias conhecidas pelas propriedades benéficas à saúde, que podem agir como antioxidantes, ativando enzimas, bloqueando atividade de toxinas e inibindo a absorção de colesterol (QUEIROZ, 2012). Entre os compostos bioativos que dão funcionalidade aos vegetais estão as fibras solúveis e insolúveis, polifenóis, carotenoides, tocoferóis, tocotrienóis, fitoesteróis, isoflavonas, compostos organossulfurados e esteróides vegetais e fitoestrógenos (CHAVES, 2015).

Neste contexto, este estudo de revisão teve como objetivo fornecer uma visão geral sobre o impacto dos diferentes métodos de cocção na disponibilidade de nutrientes e nos aspectos sensoriais em vegetais, legumes e tubérculos.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa constitui-se de uma revisão narrativa da literatura referente aos métodos de processamento e cocção e sua relação com a biodisponibilidade de nutrientes e aspectos sensoriais em vegetais, legumes e tubérculos. Conforme Rother (2007), os artigos de revisão narrativa são publicações amplas, apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou “o estado da arte” de um determinado assunto, sob ponto de vista teórico ou contextual.

A busca dos artigos foi conduzida por uma equipe composta por duas pessoas e ocorreu nas bases de dados, Scientific Direct (ELSEVIER) e Publicações Médicas (PUBMED), Web of Science.

Foram utilizados os seguintes descritores do Medical Subject Headings (Mesh): “*cooking methods*”, “*cooking treatments*”, “*domestic processing*”, “*vegetables*”, e seus correlatos em português: “métodos de cozimento”, “tratamentos culinários”, “processamento doméstico” e “vegetais”.

A equipe utilizou uma estratégia de busca rigorosa, para garantir abrangência e qualidade dos artigos selecionados para inclusão na revisão, onde foram adotados critérios de inclusão e exclusão. Para busca dos artigos foi utilizada a sequência (cooking methods) OR (cooking treatments) OR (domestic processing) AND (vegetables) NOT (animal feed). Foram incluídos artigos publicados no período de 2012 a 2023 em inglês e português, que apresentavam no título e/ou resumo os descritores citados. Foram excluídas teses, dissertações, artigos de revisão, protocolos, recomendações e artigos não disponíveis na íntegra. Todos os artigos selecionados foram revisados pela orientadora da equipe, para garantir a consistência e a confiabilidade do processo de seleção. A revisão foi realizada no período de agosto a dezembro de 2023. Para descrição dos artigos selecionados, foi elaborado um quadro contendo, autor(es)/ano de publicação; alimentos; método de cocção, condições de cozimento (temperatura e tempo); método de preparo e principais desfechos encontrados.

## RESULTADOS

Foram encontrados 7459 artigos com o cruzamento dos descritores e utilização dos filtros mencionados na metodologia. Destes, 7425 foram excluídos por meio da leitura dos títulos, 7 pela leitura do resumo e 2 após a leitura detalhada do artigo, o que resultou em 25 artigos, que atendiam o objetivo desta pesquisa. Dentre os estudos encontrados, 19 analisaram vegetais, 2 leguminosas e 4 analisaram tubérculos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Efeitos dos métodos de processamento e cozimento nos nutrientes dos tubérculos, leguminosas e vegetais.

Alimento	Método de cocção	Condições de cozimento	Preparo	Principais desfechos encontrados	Referência
<b>Tubérculos</b>					
Batata	Fervura, assamento e micro-ondas	Fervura: 100°C/50 a 60 min; Assar: 250°C/60 e 220°C/65 min; Micro-ondas: 25 min/700W e 35 min/560W	Inteiras sem casca	- Maior perda de peso no assamento. - Amido gelatiniza de forma mais rápida no micro-ondas. - Os açúcares (frutose, glicose e sacarose) aumentaram durante o assamento e no micro-ondas. - Compostos bioativos tiveram maior preservação quando o alimento atinge temperaturas menores.	Yang <i>et al.</i> (2016)
Batata branca, laranja, e roxa.	Assamento, fervura e <i>Sous Vide</i>	Fervura: 90°C por 100 min; Assar: 190°C por 70 min; SV: 85°C por 100 min	Inteiras com casca	- A batata-doce roxa apresentou quase duas vezes mais capacidade antioxidante que as amostras de cor branca e laranja. - A maior capacidade antioxidante foi obtida pelo método SV em amostras de cor roxa, devido ao maior teor de fenólicos e maior quantidade de ácidos fenólicos.	Guclu <i>et al.</i> (2023)

Batatas roxa, vermelha e amarela	Fervura, micro-ondas, forno	Micro-ondas: 10min/750 W; Forno: 45 min, 180°C; Fervura: 15min	Com casca, sem casca inteira e em pedaços	- O teor de ácido ascórbico foi reduzido em todos os tratamentos de cozimento. - As perdas de ácido ascórbico e clorogênico foram minimizadas nos tubérculos descascados e fervidos, bem como os teores de antocianinas totais foram os mais elevados neste tratamento. - O cozimento aumentou os teores totais de antocianinas em todas as cultivares em comparação com tubérculos crus.	Lachmane <i>et al.</i> (2012)
----------------------------------	-----------------------------	--	---	---	-------------------------------

Batata doce Roxa	Cozimento no vapor, fervura e assamento	Cozimento: 100°C/40 min Vapor: 100°C/30 min Assamento: 200°C/90 min	Pedaços sem casca	- O teor de fenilpropanóides na batata roxa aumentou significativamente após o cozimento. - A amostra cozida no vapor apresentaram as maiores alterações no amido (degradado de 53,01% para 39,5%) e aumento no açúcar solúvel (aumentou de 11,82% para 29,08%).	Jiang <i>et al.</i> (2023)
------------------	---	---	-------------------	---	----------------------------

### Leguminosas

Lentilha, feijão preto e feijão	Imersão e fervura/ Maceração e Fervura.	2h imersão e 20 min fervura; 2h maceração e 40 min fervura.	Grãos inteiros	- Demonstram perda considerável de fenólicos no processamento em água e a grande perda depende da leguminosa. - O cozimento reduz os compostos sensíveis ao calor, como as antocianinas.	Giusti <i>et al.</i> (2019)
---------------------------------	--	--	----------------	---	-----------------------------

Feijão	Fervura, cozimento sob pressão e vapor.	Imersão: 14h, temperatura ambiente/85 a 100 min fervura: 40-50 vapor/ 20-25 pressão	Grãos inteiros	- As perdas de zinco na água de cozimento da fervura foram maiores que a perda de ferro.	Huertas (2022)
--------	---	---	----------------	--	----------------

### Verduras

Folhas de mostarda	Banho-maria, fogão e micro-ondas	Micro-ondas: 5min; Fogão e banho-maria: 20 min	Cortadas	- O cozimento no micro-ondas teve maior redução do potássio. - Cozimento no micro-ondas causou maior perda de nutrientes, seguido do cozimento no fogão.	Lima <i>et al.</i> (2019)
--------------------	----------------------------------	---	----------	---	---------------------------

Folhas Verdes Escuras	Fervura, Vapor e Fritura	Fervura: 5 min; Fritura: 170°C; Vapor 5 min.	Picado	- A fritura causou redução nos principais bioativos e atividades antioxidantes em todos os vegetais folhosos testados. - Folhas cozidas no vapor e fervidas, apresentaram maiores níveis de polifenóis, flavonóides e capacidade antioxidante em comparação com folhas frescas.	Gunathilaket <i>et al.</i> (2018)
-----------------------	--------------------------	--	--------	--	-----------------------------------

Beringela roxa	Assamento, cozimento, fritura e grelhada.	Cozida: 100°C/20 min; Grelhar: 120°C/10min; Assar: 180°C/30min; Fritura: 170°C/ 10min	Cortadas em rodela	- Processos de cozimento causam degradação de compostos fenólicos, mas aumentaram a bioacessibilidade. - O cozimento promoveu liberação de compostos fenólicos das matrizes alimentares durante a digestão.	Martini <i>et al.</i> (2021)
----------------	---	--	--------------------	--	------------------------------

Agrião	Fervura, micro-ondas e vapor	Fervura: 90°C (2,5 e 10 min); Micro-ondas: 1400W (1,2 e 3 min); Vapor pré-aquecido: 100° (5, 10 e 15 min)	Picado	- No vapor, apresentou maior quantidade de fenóis totais, em comparação com a fervura que houve diminuição nos fenólicos. - A fervura aumentou a concentração de carotenóides. - Micro-ondas e vapor não afetaram os carotenóides. -Micro-ondas e vapor mantiveram a maioria dos fitoquímicos.	Giallourou <i>et al.</i> (2016)
Repolho Roxo	Vapor, micro-ondas, fervura e Fritura	Fervura: 5 min; Fritar: 130°C/5 min; Micro-ondas: (450W) /5 min; Vapor: 5 min	Pedaços	- Fervura causou perda no conteúdo fenólico e reduziu vitamina C. -Todos os métodos de cozimento causaram redução significativa nos teores de antocianinas e glucosinolatos totais. - O cozimento a vapor resultou em uma retenção significativamente maior da atividade de eliminação de radicais de vitamina C e DPPH.	Xu <i>et al.</i> (2014)
Repolho Roxo	Minimamente processado, fervura, vapor, micro-ondas e refogado	Fervura, vapor e refogar: 5 min e micro-ondas: potência 450W/5 min	Picado	- Todos os métodos de cozimento causaram redução significativa nos teores de antocianinas e glucosinolatos totais. - A fritura e a fervura reduziram a vitamina C, enquanto o cozimento a vapor e o aquecimento por micro-ondas tiveram níveis semelhantes ao grupo minimamente processado. - Consumido fresco em saladas, mantém níveis mais elevados de nutrientes.	Feng <i>et al.</i> (2014)
Couve-Flor	Fervura, vapor, micro-ondas e refogado convencional	Fervura: 5min; Refogado: 3 a 5 min; micro-ondas: 5 min; Vaporização: 5 min	Cortadas em pedaços homogêneo	- Vapor pode ser considerado o melhor método de cozimento, pois preserva os compostos bioativos (fenólicos, glucosinolatos, carotenóides e clorofilas) e a atividade antioxidante. - A fritura proporcionou a maior taxa de degradação para todos os fitoquímicos. - Os fitoquímicos solúveis em água (ácido ascórbico e fenólicos livres) foram significativamente diminuídos pela fervura.	Akdas, Bakkalbasi, (2017)
Couve-Flor	Fervendo cozendo e no vapor	Vapor: 10 min; Fervura: 10 min, 98°C	Dividida em flor individual	- O cozimento pelo vapor aumentou os compostos fenólicos. - Os métodos de cozimento causaram uma perda de glucosinolatos, especialmente em amostras fervidas.	Girgin, Nehin (2015)
Broto de Chu-chu	Fritura, micro-ondas, vapor e branqueamento	Micro-ondas: 3 min; Fritura: 150°C por 5 min; Vapor: 8 min; Branqueamento: 2 min fervente	Picado	- A cocção a vapor é o método ideal de cozimento, pois possibilita uma retenção significativa de fenólicos, flavonoides e β-caroteno. - Micro-ondas é recomendado para preservar os compostos bioativos (fenólicos, flavonoides e β-caroteno).	Chang <i>et al.</i> (2021)

Cenoura	Vapor, fervura, refogado e fritura	Vapor, fervura, refogado e fritura: 110°C 5/10/15 min	Cortada em rodelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O cozimento no vapor realçou o sabor das cenouras.</li> <li>- O método de cozimento por condução de calor com água melhorou a qualidade visual das cenouras, enquanto o método com óleo teve o efeito oposto.</li> <li>- Os processos de cocção afetaram a cor das cenouras</li> <li>- Nenhum dos quatro métodos obteve perda do conteúdo total de carotenóides monoméricos nas cenouras.</li> </ul>	Shihan <i>et al.</i> (2023)
Couve de Bruxelas e Abóbora	Vapor e Ar	25 min a 90 °C para Couve de Bruxelas e 10 min a 110°C para Abóbora	Pedaços e Cubos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A aplicação de cozimento a ar/vapor preservou as propriedades físicas ou antioxidantes, em todas as temperaturas.</li> <li>- Os valores de fenóis da abóbora cozida ao ar/vapor aumentaram em comparação com a abóbora crua.</li> <li>- Cozimento a ar/vapor preservou propriedades físicas e antioxidantes, em todas as temperaturas.</li> </ul>	Paciulli <i>et al.</i> (2017)
Abóbora	Fervura, vapor, forno convencional e micro-ondas	Fervura: 10min; vapor: 20 min; Forno: 180°C/10min, micro-ondas 5 min/800W	Pedaços, sem casca	<ul style="list-style-type: none"> <li>-O cozimento em ebulição causou as maiores perdas de L-AAs, enquanto o cozimento e o micro-ondas causaram cerca de 80% ou mais de aumento de L e D-Trp.</li> <li>- Cozinhar abóboras no micro-ondas preservou quase todos os aminoácidos.</li> </ul>	Botella <i>et al.</i> (2023)
Brócolis e Couve-Flor	Micro-ondas e Congelamento	Micro-ondas: 1000 W por 1 e 10 min; 950 W por 19 min e Congelamento 4°C	Flores de Brócolis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Congelamento elevado ocasiona hidrólise de glucorafanina em sulforafano após o descongelamento, melhorando assim o valor nutricional dos brócolis.</li> <li>- O congelamento pode evitar as perdas de glucorafanina.</li> </ul>	Sun <i>et al.</i> (2021)
Brócolis, Cenoura e Abobrinha	Fervura, cozimento a vapor, cozimento em forno combinado e micro-ondas	Tempo de cozimento variou de 4 a 19 minutos	Flores de Brócolis e Pedaços de cenoura e abobrinha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para os três vegetais o cozimento no micro-ondas apresentou os piores resultados em relação à aceitação global.</li> <li>- O sabor da cenoura não apresentou diferença significativa entre os métodos de cozimento.</li> <li>- O brócolis cozido no micro-ondas apresentou acentuada degradação da clorofila.</li> </ul>	Castro <i>et al.</i> (2020)
Brócolis	Saco de micro-ondas	5 minutos	Flores de Brócolis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O teor de derivados do ácido hidroxicinâmico foi reduzido no cozimento em micro-ondas.</li> <li>- Brócolis cozido em saco de micro-ondas apresentou maior retenção de conteúdo de glucosinolato e maior capacidade antioxidante em comparação ao micro-ondas, sem saco.</li> </ul>	Paulsen (2021)

Brócolis	Fervura, micro-ondas e vapor	1,3,5 e 10 minutos a 98°C.	Flores de Brócolis	- O teor total de polifenóis aumentou para 12% no micro-ondas aos 5 min e diminuiu para 60% na fervura aos 10 min. - Ácido ascórbico total, a maior perda foi observada para a fervura. - A vaporização preservou e aumentou o teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos e a atividade antioxidante.	Andez <i>et al.</i> (2022)
Brócolis	Fervura, Vapor, Refogar, Fritar/Refogar e Micro-ondas	Fervura, vapor, Refogar: 5 min/140°C; micro-ondas: 5 min/1000W; Fritar: 2 min/170°C e /3 min fervura	Flores de Brócolis	- Exceto pelo cozimento a vapor, todos os métodos culinários resultaram em uma perda significativa de vitamina C. - O cozimento a vapor mantém os glucosinolatos nos brócolis. - Micro-ondas, vapor e refogado mantiveram o teor de carotenoides após o cozimento, enquanto fervura e fritura causaram perda.	Soares, Oliveira, Raposo (2017)
Brócolis	Fervura, vapor e micro-ondas	0, 1, 3, 5 e 10 min	Flores de Brócolis	- O teor total de polifenóis aumentou para 12% no microondas aos 5 min e diminuiu para 60% na fervura aos 10 min. - A fervura apresentou diminuição em todos os compostos analisados, enquanto a vaporização de 10 min apresentou aumento teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos e a atividade antioxidante. - Com relação ao ácido ascórbico total, a maior perda foi observada com a fervura - Vaporização de 10 min, mostrou aumento na atividade antioxidante. - A fervura e o branqueamento resultam na maior perda de glucorafanina.	Hernández <i>et al.</i> (2022)

Legenda: Sous Vide (SV); aminoácidos (AAS), enantiômeros triptofano (Trp) tirosina (Tyr), D-triptofano (D-Trp), L-triptofano (L-trp), Total de monômeros antocianinas (TMAC).

## DISCUSSÃO

Os vegetais, em sua maioria, requerem algum método de cozimento prévio antes da ingestão. Esses processos de cozimento produzem alterações na composição química que podem modificar a concentração de seus compostos bioativos e sua biodisponibilidade (ANDEZ *et al.*, 2022). De forma geral, ao analisarmos os desfechos sobre o melhor método de cocção, percebemos que o efeito a vapor emerge como uma opção vantajosa para os vegetais em termos de preservação de nutrientes, como demonstrado nos estudos de Girgin e Nehin (2015), Shihan *et al.* (2023) e Chang *et al.* (2021).

### 1. TUBÉRCULOS

Alguns estudos analisaram a influência dos métodos de cocção em batatas (LACHMAN *et al.*, 2012; YANG *et al.*, 2016; JIANG *et al.*, 2023; GUCLU *et al.*, 2023). Nos tubérculos, a fervura

apresentou melhores resultados em comparação ao vapor, isso se deve às características intrínsecas dos tubérculos, que, por conter amido, necessitam de água para gelatinizar, sendo assim o método de fervura aumenta a digestibilidade. As amostras de batata assada e cozida no micro-ondas apresentaram teores de amido total mais baixos em comparação com as batatas fervidas, provavelmente devido às variações no processo de gelatinização durante o cozimento e no micro-ondas em comparação com o processo de fervura (YANG *et al.*, 2016).

As batatas são uma fonte significativa de antioxidantes naturais, como vitaminas, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos, além de serem ricas em amido. Esses antioxidantes têm potencial para reduzir o risco de diversas doenças, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração muscular (FRIEDMAN, 1997; CHUAH *et al.*, 2008). Os diferentes métodos de cozimento afetaram a atividade antioxidante da batata, ocasionando reduções ou aumentos significativos (BLESSINGTON *et al.*, 2010; NAVARRA *et al.*, 2010; GUCLU *et al.*, 2023). Lachman *et al.* (2012) relatou que para as batatas pigmentadas, o tratamento térmico não causou quaisquer alterações no teor de ácidos fenólicos, enquanto as antocianinas apresentaram apenas um pequeno decréscimo (16-29%) com os tratamentos de cozimento e concluiu que a fervura combinada com o descascamento prévio foi o método mais favorável entre os tratamentos de cozimento testados.

O maior teor de ácido fenólico total foi encontrado na batata-doce de cor laranja cozida no forno, enquanto a menor quantidade foi quantificada na batata-doce branca cozida na fervura. Estudos anteriores relataram que alguns fenólicos passam para a água em quantidades significativas durante a fervura, o que resulta em diminuição do valor nutricional dos alimentos (MARTINI *et al.*, 2021).

Blessington *et al.* (2010) demonstraram que a atividade antioxidante na polpa aumentou após todos os métodos de cozimento testados, em comparação com a batata crua, sendo o micro-ondas o mais eficaz. Esse aumento pode estar relacionado às mudanças na textura do amido durante o cozimento, o que permite uma maior proteção dos compostos antioxidantes da matriz celular (BLESSINGTON *et al.*, 2010). O processamento pode resultar em maiores recuperações de compostos antioxidantes e, simultaneamente, inativar enzimas que degradam antioxidantes durante o processamento (NAVARRA *et al.*, 2010). O cozimento teve um impacto positivo no teor de compostos antioxidantes nas cascas das batatas. Yang *et al.* (2016) apontaram que consumir batatas com casca pode ser uma estratégia para preservar nutrientes.

## 2. LEGUMINOSAS

O consumo de leguminosas envolve o cozimento, muitas vezes precedido por uma etapa de imersão em água, para redução do tempo de cozimento. Apesar da expectativa de impacto significativo do consumo, há escassez de estudos sobre o perfil fenólico em leguminosas cozidas (GIUSTI *et al.*, 2019). Kalogeropoulos *et al.* (2010) abordaram essa lacuna ao analisarem compostos fenólicos em

14 variedades de leguminosas cozidas, observando uma redução em sua concentração após o cozimento. Esses resultados destacam a necessidade de explorar os efeitos do processamento térmico nas propriedades nutricionais das leguminosas, considerando a prática comum de imersão antes do cozimento. A prática de deixar de molho durante a noite é um método de preparação tradicional adotado em todo o mundo (CASTILLO *et al.*, 2012).

Durante o processamento dos alimentos, os micronutrientes podem ser perdidos de várias maneiras. Alterações químicas, como oxidação e degradação térmica, podem resultar na perda de vitaminas e minerais essenciais. Além disso, as perdas físicas também são comuns, especialmente por meio da lixiviação na água de cozimento. Esta última é uma preocupação particularmente significativa ao cozinhar leguminosas, onde parte dos nutrientes pode ser solubilizada e perdida para o líquido circundante (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Além das perdas diretas durante o processamento, a absorção de minerais pode ser comprometida devido à presença comum de fatores antinutricionais na matriz alimentar. Estes incluem substâncias como fitatos, oxalatos e taninos, que podem se ligar aos minerais e reduzir sua biodisponibilidade para o organismo (RAMÍREZ-CÁRDENASI *et al.*, 2008). Como resultado, mesmo que os alimentos vegetais sejam ricos em nutrientes, a capacidade do corpo de absorver e utilizar esses nutrientes pode ser limitada.

Diversos compostos antinutricionais, como ácido fítico, polifenóis, lectinas e taninos, foram identificados no feijão como os principais obstáculos para a bioacessibilidade e biodisponibilidade do ferro e zinco para o organismo humano (ARIZA-NIETO *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CÁRDENASI *et al.*, 2008; CASTRO *et al.*, 2020; FIGUEIREDO *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2020).

### 3. VERDURAS

Os estudos abordaram diferentes métodos de cocção e seu impacto nos compostos antioxidantes e nutricionais de vegetais, com foco em variedades como couve-flor, chuchu e repolho roxo (Tabela 1). Em relação à couve-flor, foi observado que o cozimento a vapor resultou em um aumento significativo no teor de fenóis, indicando uma preservação mais eficaz desses compostos antioxidantes em comparação com a fervura (GIRGIN; NEHIN, 2015). Além disso, durante o cozimento a vapor, a capacidade antioxidante, medida pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), também aumentou consideravelmente. Este método de cocção também favoreceu a liberação de alfa-caroteno da matriz, devido à desnaturação das carotenoproteínas, resultando em maior extratabilidade e concentrações elevadas em amostras cozidas de couve-flor (BOHM *et al.*, 2002; GLISZCZYNSKA-SWIGLO *et al.*, 2006).

De acordo com o estudo de Gliszczynska-Swiglo *et al.* (2006), observou-se um aumento de 21% na capacidade antioxidante em amostras de couve-flor cozidas no vapor. Os principais mecanismos responsáveis pelo aumento do conteúdo fenólico total em vegetais cozidos no vapor

provavelmente envolvem o amolecimento e a ruptura dos componentes celulares, o que resulta na liberação de compostos antioxidantes (PELLEGRINI *et al.*, 2009).

Por outro lado, a fervura e a fritura resultaram em reduções significativas no teor de vitamina C no repolho roxo, enquanto o cozimento a vapor e o aquecimento por micro-ondas não apresentaram perdas notáveis em comparação com o grupo minimamente processado (FENG *et al.*, 2014). O método de fervura, em particular, foi associado a grandes perdas de vitamina C e polifenóis, devido à lixiviação desses compostos para a água circundante. Portanto, recomenda-se o uso da menor quantidade de água possível e tempos de cozimento mais curtos para preservar os conteúdos de vitamina C (ERDMAN; KLEIN, 1982). Este efeito negativo da fervura nos valores nutricionais foi observado em vegetais do gênero *Brassica*, como couve, brócolis, repolho, couve de Bruxelas e couve-flor, conhecidos por sua atividade antioxidante atribuída ao teor de compostos polifenólicos e vitamina C (SIKORA *et al.*, 2008).

No que diz respeito aos glucosinolatos, todos os métodos de cozimento tiveram um impacto significativo em seu teor (FENG *et al.*, 2014). Por fim, foi destacado que o método de cocção a vapor teve um efeito negativo mínimo na qualidade nutricional do repolho roxo, indicando que consumir este vegetal recém-cortado em saladas pode preservar sua qualidade nutricional (FENG *et al.*, 2014). Assim, embora os estudos tenham observado impactos variados dos diferentes métodos de cocção nos compostos antioxidantes e nutricionais dos vegetais analisados, o cozimento a vapor parece ser uma opção preferencial para preservar esses componentes, especialmente em variedades como couve-flor e repolho roxo.

#### 4. EFEITO DAS TÉCNICAS DE COCÇÃO NOS ASPECTOS SENSORIAIS

A cor dos alimentos desempenha um papel significativo ao fornecer informações sobre a qualidade, maturação e características sensoriais dos produtos alimentares. Além disso, é um dos principais elementos sensoriais que impactam a preferência e as escolhas dos alimentos pelos consumidores (SELANVARZI *et al.*, 2021; ZHANG; WANG., 2017). Portanto, é importante monitorar atentamente as mudanças na cor dos alimentos durante o processo de preparação e cocção.

Referente ao efeito das técnicas de cocção na textura, aparência e cor dos vegetais, as Couves de Bruxelas cozidas no vapor de ar ficaram mais macias e menos verdes e na abóbora (*Curcubita moschata*) houve um escurecimento amarelado (PACIULLI *et al.*, 2017). Em Batatas Roxas (*Ipomoea batatas*) a cor foi medida por diferentes métodos de cocção (cozidas no vapor, fervidas e assadas) e em todos os métodos houve diminuição significativa do brilho e o tamanho após o cozimento ficou menor em comparação com a amostra crua (JIANG *et al.*, 2023).

Em relação à aceitação do consumidor, o método de cozimento preferido foi, nos brócolis, a fervura, já na abobrinha nas cenouras foi o micro-ondas e a vapor. Para todos os três vegetais, o cozimento no

micro-ondas teve os piores resultados em relação à aceitação global em relação a cor e textura. (CASTRO *et al.*, 2020). Os impactos de diversos métodos de processamento em relação a cor e no teor de fitoquímicos pigmentados em cenouras e seus produtos foram amplamente investigados em diversos estudos (FERRENTINO; SPILIMBERGO, 2015; GONG *et al.*, 2015; LYU *et al.*, 2021; SALEH *et al.*, 2022).

Nas cenouras (CASTRO *et al.*, 2020), observou-se que a cor se deteriorava rapidamente após 4 minutos de cozimento. Essa mudança na coloração pode ser atribuída ao fato de que temperaturas mais elevadas podem provocar a destruição e eliminação dos pigmentos, bem como acelerar o escurecimento enzimático e as respostas de Maillard, como discutidas por Rajkumar *et al.* (2017).

## CONCLUSÃO

O processo de preparação dos alimentos desempenha um papel significativo na preservação ou na perda de nutrientes essenciais. A sensibilidade dos nutrientes à temperatura varia e algumas substâncias são mais suscetíveis a alterações durante o cozimento. É notável que as mudanças de temperatura não apenas afetam os valores nutricionais, mas também promovem modificações no sabor, textura e aparência dos alimentos. Além disso, a solubilidade de certos nutrientes na água pode resultar em perdas durante o processo de cozimento. Assim, ao escolher métodos de preparação de alimentos, é fundamental considerar não apenas o sabor e a textura desejados, mas também a manutenção dos nutrientes essenciais. Conforme a matriz alimentar e a composição nutricional presente no alimento deve-se observar qual o método mais indicado. A conscientização sobre as mudanças que ocorrem durante o processo de cozimento destaca a importância dos estudos que visam investigar quais os melhores métodos e processos de cocção, a fim de garantir a preservação máxima dos benefícios nutricionais dos alimentos.

## CONFLITO DE INTERESSES

“Os autores não relatam conflitos de interesse neste trabalho.”

## REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO, M. A. *et al.* Zinc and selenium accumulation and their effect on iron bioavailability in common bean seeds. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 111, p. 193-202, 2017.

ARIZA-NIETO, M. *et al.* Screening of iron bioavailability patterns in eight common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using the in vitro Caco-2 cell model. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 19, p. 7950-7956, 2007.

BAO, S. *et al.* Effects of different culinary treatments on the sensory qualities and pigmented phytochemicals of carrots. **Food Chemistry**, v. 405, p. 135015, 2023.

BERNHARDT, S.; SCHLICH, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 2, p. 327-333, 2006.

BLESSINGTON T. *et al.* Cooking Methods and Potato Storage Treatments: Effects on Carotenoids, Antioxidant and Phenolic Activity. **American Journal of Potato Research**, v. 87, n. 6, p. 479-491, 2010.

BOTELLA, M. B. *et al.* Direct determination of tyrosine and tryptophan enantiomers in pumpkin (*Cucurbita moschata*) by HPLC-UV/Vis: Effect of cooking treatment on enantiomer profile. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 122, p. 105469-105469, 2023.

CASTRO, A. P. *et al.* Stability and antitopoisomerase activity of phenolic compounds from *Capsicum annuum* "Serrano" after gastrointestinal digestion and colonic fermentation in vitro. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 71, n. 7, p. 826-838, 2020.

CHANG, K. A. *et al.* Determination of nutritional constituents, antioxidant properties, and  $\alpha$ -amylase inhibitory activity of *Sechium edule* (*chayote*) shoot from different extraction solvents and cooking methods. **LWT**, v. 151, p. 112177, 2021.

CHUAH, A. M. *et al.* Effect of cooking on the antioxidant properties of colored peppers. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 20-28, 2008.

FABBRI, A.D.T; CROSBY, G. A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 3, p. 2-11, 2016.

DASGUPTA, A.; KLEIN, K. Antioxidants in foods, vitamins and supplements. **Academic Press**, 2014.

ERDMAN, J. W.; KLEIN, B. P. Harvesting, Processing, and Cooking Influences on Vitamin C in Foods. Ascorbic Acid: **Chemistry, Metabolism, and Uses**, v. 200, p. 499-532, 1982.

FANG, H. *et al.* Cooking methods affected the phytochemical and antioxidant activities of potatoes of different varieties. **Food Chemistry**, v. 14, p. 100339, 2022.

GIALLOUROU, N. *et al.* Effects of domestic processing methods on the phytochemical content of watercress (*Nasturtium officinale*). **Food Chemistry**, v. 212, p. 411-419, 2016.

GLAHN, R. P. ; NOH, H. Redefining Bean Iron Biofortification: A Review of the Evidence for Moving to a High Fe Bioavailability Approach. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, 2021.

GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A. *et al.* Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing. **Food Additives and Contaminants**, v. 23, n. 11, p. 1088-1098, 2006.

GIRGIN, N. ; NEHIR, S. Effects of Cooking on in Vitro Sinigrin Bioaccessibility, Total Phenols, Antioxidant and Antimutagenic Activity of Cauliflower (*Brassica Oleraceae* L. Var. *Botrytis*). **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 37, p. 119-127, 2015.

GUCLU, G. *et al.* Comparative elucidation of phenolic fingerprint, sugars and antioxidant activity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) with white, orange and purple pulp as a function of different cooking methods. **Heliyon**, v. 9, n. 8, p. e18684, 2023.

HUERTAS, R. *et al.* The bioavailability of iron and zinc in common bean (*Phaseolus vulgaris*) is dependent on the chemical composition and cooking method. **Food Chemistry**, v. 387, p. 132900, set. 2022.

JIANG, X. *et al.* Effect of cooking methods on purple-fleshed sweet potato metabolites. **Food Chemistry**, v. 429, p. 136931-136931, 2023.

KALOGEROPOULOS, N. *et al.* Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpene acids) in cooked dried legumes normally consumed in Mediterranean countries. **Food Chemistry**, v. 121, n. 3, p. 682-690, 2010.

LACHMAN, J. *et al.* Effect of peeling and three cooking methods on the content of selected phytochemicals in potato tubers with various flesh colors. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2-3, p. 1189-1197, 2013.

LEE, S. *et al.* Effect of different cooking methods on vitamin content and true retention in selected vegetables. **Food Science and Biotechnology**, v. 27, n. 2, p. 333-342, 2017.

LIMA, A.M. S. *et al.* Mineral Content in Mustard Leaves according to the cooking method. **Food Chemistry**, v. 273, p. 172-177, 2019.

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, A. A. *et al.* Application of different cooking methods to improve the nutritional quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in terms of the content of compounds with antioxidant activity. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 28, p. 100510, 2022.

NAVARRE, D. A. *et al.* The Effect of Different Cooking Methods on Phenolics and Vitamin C in Developmentally Young Potato Tubers. **American Journal of Potato Research**, v. 87, n. 4, p. 350-359, 2010.

OLIVEIRA, A. C. *et al.* O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.

OERLEMANS, K. *et al.* Thermal degradation of glucosinolates in red cabbage. **Food Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 19-29, 2006.

PACIULLI, M. *et al.* Application and optimization of air/steam cooking on selected vegetables: impact on physical and antioxidant properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 6, p. 2267-2276, 2017.

PAULSEN, E. *et al.* Influence of microwave vs. conventional microwave cooking on phytochemicals of industrially and domestically processed broccoli. **Food Research International**, v. 140, p. 110077-110077, 2021.

NAYAK, B.; LIU, R. H.; TANG, J. Effect of Processing on Phenolic Antioxidants from Fruits, Vegetables, and Grains - A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 7, p. 887-918, 2015.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L. *et al.* Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

ROTHER, E. T. Systematic review of the literature vs. narrative review. **Acta Paulista de Nursing**, v. 20, n. 2, 2007.

SAFRAID, G. F. *et al.* Profile of the consumer of functional foods: identity and lifestyle habits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, 2022.

SIKORA, E. *et al.* The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 55-59, 2008.

SILVA, M. F. G. *et al.* Cooking effects on bioactive compounds and sensory acceptability in pumpkin (*Cucurbita moschata* cv. Leite). **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, 2019.

SOARES, A.; OLIVEIRA, C.; RAPOSO, A. Influence of different cooking methods on the concentration of glucosinolates and vitamin C in broccoli. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 8, p. 1387-1411, 2017.

SUN, J. *et al.* Effect of processing and cooking on glucoraphanin and sulforaphane in brassic vegetables. **Food Chemistry**, v. 360, p. 130007, 2021.

VERRUCK, S. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica Digital, v. 1, 2020, 466p.

XU, F. *et al.* Home cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. **Food Chemistry**, v. 161, p. 162-167, 2014.

YANG, Y. *et al.* Effect of the intensity of cooking methods on the nutritional and physical properties of potato tubers. **Food Chemistry**, v. 15, n. 197, p. 1301-1310, 2016.

ZHAO, B. *et al.* Association of magnesium intake with type 2 diabetes and total stroke: updated systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v. 10, n. 3, 2020.