

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DE ARAÇATUBA

BRUNA MÉRIS GRIGOLETO DA SILVEIRA

**Efeito de diferentes métodos de desidratação sobre a cor e
as características nutricionais e funcionais do *okara***

ARAÇATUBA

2024

BRUNA MÉRIS GRIGOLETO DA SILVEIRA

Efeito de diferentes métodos de desidratação sobre a cor e as características nutricionais e funcionais do *okara*

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

Orientadora: Profa. Associada Elisa Helena Giglio Ponsano

ARAÇATUBA

2024

S587e

Silveira, Bruna Méris Grigoletto da

Efeito de diferentes métodos de desidratação sobre a cor e as características nutricionais e funcionais do okara / Bruna Méris Grigoletto da Silveira. -- Araçatuba, 2024
57 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba
Orientadora: Elisa Helena Giglio Ponsano

1. Características nutricionais. 2. Desidratação. 3. Propriedades tecnológicas. 4. Subprodutos da soja. I. Título.

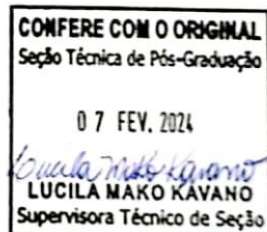
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE BRUNA MÉRIS GRIGOLETO DA SILVEIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL, DA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA - CÂMPUS DE ARAÇATUBA.

Aos 06 dias do mês de fevereiro do ano de 2024, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de BRUNA MÉRIS GRIGOLETO DA SILVEIRA, intitulada **Efeito de diferentes métodos de desidratação sobre a cor e as características nutricionais e funcionais do okara**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Associada ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP, Profa. Dra. GABRIELA DA SILVA FERREIRA DONHA (Participação Presencial) do(a) Departamento Ambulatório de Nutrição Química / Universidade Paulista - Campus São José Do Rio Preto , Profa. Dra. LILIANE MACIEL DE OLIVEIRA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Alimentos / Universidade Federal de São João del-Rei - Câmpus Sete Lagoas. Após a exposição pela mestrande e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.


Profa. Associada ELISA HELENA GIGLIO PONSANO



DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BRUNA MÉRIS GRIGOLETO DA SILVEIRA – nascida em 18 de Julho de 1989, no município de Birigui - SP. Coursou ensino fundamental e médio na Cooperativa de Ensino de Birigui – COEB. Ingressou no curso de Nutrição no Centro Universitário São Camilo – São Paulo - SP em 2007, concluindo a graduação em 2010. Em 2012 iniciou o curso de Pós-graduação Lato Sensu – Alimentos Funcionais, Suplementação e Fitoterapia na Faculdade de Medicina de Rio Preto – FAMERP – SP. Atuou de 02/2014 a 02/2019 como Nutricionista Orientadora de Ensino em Estágio Supervisionado do Curso de Nutrição do Centro Universitário Católico Salesiano *Auxilium* – Araçatuba SP. De 2019 até os dias atuais atua como docente do Curso de Nutrição da mesma instituição ministrando as disciplinas de Estrutura de Serviços de Alimentação e Técnica Dietética I e II. Iniciou em 03/2021 o curso de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência Animal na FMVA/UNESP, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, sendo orientada pela Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano.

*A toda minha família, marido e filho, meus
pais e irmãos.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, que me apoiou em todos os momentos desde o início desta jornada.

À UNESP, em particular à Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, instituição que me recebeu.

A Seção Técnica de Pós Graduação, que sempre me atendeu muito bem e me orientou sobre as minhas dúvidas ao longo do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela contemplação de uma Bolsa Capes.

A todos que participaram das bancas do exame geral de qualificação e de defesa, contribuindo com o enriquecimento do trabalho.

Ao apoio dos amigos que tanto colaboraram durante todo o mestrado com a ajuda no laboratório e, também, fora dele.

À bibliotecária Cristina Alexandra de Godoy, que me auxiliou com a formatação de todo trabalho e ao Thiago Ramires, que me auxiliou com a estatística.

E, em especial, à minha orientadora, Elisa. Muito obrigada por dedicar o seu tempo e compartilhar todo o seu conhecimento.

SILVEIRA, B. M. G. **Efeito de diferentes métodos de desidratação sobre a cor e as características nutricionais e funcionais do okara.** --- 57 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista. Araçatuba, 2024

RESUMO

Okara é um subproduto do processamento da soja (*Glycine max* L.) composto de proteínas, fibras, lipídeos, minerais e componentes bioativos. Apesar de possuir valor nutricional, seu alto teor de umidade (70-80%) dificulta seu aproveitamento como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios, pois o torna suscetível à deterioração. O objetivo neste estudo foi investigar os efeitos de diferentes métodos de desidratação do *okara* sobre as características microbiológicas, nutricionais, tecnológicas e a cor dos produtos desidratados, além do rendimento dos métodos testados. Foram testados quatro diferentes equipamentos: forno convencional elétrico, forno micro-ondas, estufa com circulação forçada de ar e desidratador caseiro. Os produtos das desidratações foram analisados quanto a rendimento, presença de *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, composição centesimal, ácidos graxos, cor ($L^*a^*b^*$), índice de absorção de água (IAA), índice de absorção de óleo (IAO) e atividade emulsificante (AE). A análise microbiológica apontou a ausência dos microrganismos pesquisados nos produtos desidratados. A desidratação com micro-ondas apresentou menor rendimento (4,2%) e originou um *okara* com maior concentração de proteínas (38,4%), com potencial de ser utilizado no enriquecimento nutricional de formulações alimentícias. Os métodos de desidratação por forno convencional e por micro-ondas originaram *okaras* mais apropriados para a elaboração de produtos emulsionados (AE= 47,1% e 46,5%, respectivamente) enquanto, para a elaboração de géis e produtos de panificação, a desidratação em desidratador caseiro mostrou-se a mais indicada (IAA = 6,2%). Este último método também provocou pouca alteração na cor do produto ($L= 78,4\%$), ($a^*= 4,5\%$), ($b^*= 25,0\%$), sendo indicado quando se deseja preservar a coloração original das formulações alimentícias em que o *okara* for adicionado.

Palavras-chave: Características nutricionais. Desidratação. Propriedades tecnológicas. Subprodutos da soja.

SILVEIRA, B. M. G. **Effect of different dehydration methods on the color and the nutritional and functional characteristics of *okara***. --- 57 f. Dissertação (Mestrado) – Faculty of Veterinary Medicine, São Paulo State University. Araçatuba, 2024

ABSTRACT

Okara is a soybean (*Glycine max* L.) processing by-product with high nutritional value, made up of proteins, fibers, lipids, minerals and bioactive components. Its high moisture content (70-80%) poses a problem for its use as an ingredient for the preparation of food products, because it makes it susceptible to deterioration. The objective in this study was to investigate the effects of different *okara* drying methods on the color and on the microbiological, nutritional and technological characteristics of the dehydrated product, well as the yield of the methods. Four different drying methods were tested: conventional electric oven, microwave oven, oven with forced air circulation and home dehydrator. The following determinations were carried out: yield, *Escherichia coli* and *Salmonella sp*, proximate composition, fatty acids, color ($L^*a^*b^*$), water absorption index (WAI), oil absorption index (OAI) and emulsifying activity (EA). None of the microorganisms investigated were detected in the final products. Microwave drying showed a lower yield (4.2%) and resulted in *okara* with the higher concentration of proteins (38,4%), which can be used for the nutritional enrichment of food formulations. Dehydration by either conventional oven or microwave gave rise to *okaras* best suited for preparing emulsified products (EA = 47.1% and EA = 46.5%, respectively) while drying conducted in home dehydrator proved to be best suited for preparing gels and bakery products (WAI = 6,2%). The home dehydrator caused little changes in the color of the product ($L = 78.4\%$), ($a^* = 4.5\%$), ($b^* = 25.0\%$), therefore its use is recommended whenever the preservation of the color is desired in a food item added of *okara*.

Keywords: Drying. Technological properties. Soybean by products. Nutritional characteristics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obtenção de extrato hidrossolúvel de soja e *okara* na Central Municipal de Alimentação Escolar de Birigui-SP

17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal (média \pm desvio padrão) das amostras de <i>okara</i> desidratadas por diferentes métodos e rendimento dos tratamentos	31
Tabela 2 - Propriedades tecnológicas das amostras de <i>okara</i> desidratadas por diferentes métodos	32
Tabela 3 - Atributos de cor das amostras de <i>okara</i> desidratadas por diferentes métodos	34
Tabela 4 - Composição de ácidos graxos das amostras de <i>okara</i> desidratadas por diferentes métodos	35

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1.1	Introdução	13
1.2	Revisão de Literatura	14
1.2.1	Soja	14
1.2.2	<i>Okara</i>	15
1.2.3	Relação do uso de <i>okara</i> na produção de alimentos com a sustentabilidade	18
1.2.4	Desidratação de alimentos	19
1.2.5	Métodos de desidratação	20
1.2.5.1	Estufa com circulação de ar	21
1.2.5.2	Forno industrial elétrico	22
1.2.5.3	Desidratador caseiro	22
1.2.5.4	Forno micro-ondas	23
1.2.6	Propriedades funcionais das proteínas da soja	24
1.3	Objetivo	25
2	CAPÍTULO 1 – EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DO <i>OKARA</i>	26
2.1	Introdução	26
2.2	Materiais e Métodos	27
2.2.1	Matéria prima, delineamento experimental e tratamentos	27
2.2.2	Rendimento da desidratação	28
2.2.3	Análise microbiológica	28
2.2.4	Determinação da composição centesimal	29
2.2.5	Propriedades tecnológicas	29
2.2.6	Determinação da cor	30

2.2.7	Determinação de ácidos graxos saturados e insaturados	30
2.2.8	Análise estatística	31
2.3	Resultados e Discussão	31
2.3.1	Análise microbiológica, composição centesimal, rendimento e cor	31
2.3.2	Propriedades tecnológicas	33
2.3.3	Determinação da cor	34
2.3.4	Determinação de ácidos graxos saturados e insaturados	35
2.4	Conclusão	36
2.5	Referências	37
	APÊNDICE A – Referências das Considerações Gerais	43
	ANEXO A – Normas de Publicação da Revista Food Science and Technology	50

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa empregada na alimentação humana, sobretudo no Extremo Oriente, há milênios. Alimentos à base de soja tradicionalmente consumidos pelos povos dessa região incluem tofu, bebida de soja, missô, tempeh e molho de soja, entre outros (SETCHELL, 2017)

Recentemente, populações ocidentais, em especial vegetarianos, indivíduos interessados em aumentar o consumo de alimentos de origem vegetal ou intolerantes à lactose, têm se voltado ao consumo de produtos de soja. Em resposta, a indústria de alimentos vem explorando amplamente o potencial nutricional e tecnológico dessa leguminosa, produzindo e utilizando ingredientes como farinha, concentrados, isolados e proteína texturizada em diversas formulações (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019).

Exemplos de alimentos contendo esses ingredientes já existentes no mercado incluem bebidas (com ou sem adição de suco de frutas), “leite condensado de soja”, “creme de soja”, sorvete e iogurte. Além da exploração industrial, o processamento doméstico da soja e seus produtos permite a elaboração de uma ampla gama de preparações, facilitando sua incorporação à dieta (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019).

Dentre os diversos produtos derivados desta leguminosa encontra-se o extrato hidrossolúvel de soja (EHS), obtido a partir das sementes inteiras. Na produção do EHS é gerado um resíduo, conhecido mundialmente por *okara*, nome de origem japonesa. O *okara* é constituído, principalmente, de fibras alimentares e proteínas insolúveis com importantes propriedades tecnofuncionais, oriundas de suas características físico-químicas (SEIBEL; LIMA, 2022).

Essas propriedades funcionais, tais como formação de géis e emulsões, estão intimamente relacionadas com as características do meio, tais como pH, força iônica, temperatura e/ou pressão, podendo ser afetadas de forma positiva ou negativa, contribuindo com um leque, de aplicações na tecnologia de alimentos (PELOSO; GOZZI; DALA-PAULA, 2021).

Porém, o alto teor de água (70 – 80%), compromete a conservação do *okara* e limita suas aplicações na alimentação humana. A desidratação é aconselhável

para se obter um *okara* com maior estabilidade microbiológica e, conseqüentemente, com maior vida de prateleira, possibilitando sua utilização como ingrediente em formulações alimentícias (SEIBEL; LIMA, 2022). No entanto, o calor utilizado nas operações de desidratação pode afetar, além das propriedades nutricionais, também as propriedades tecnofuncionais do *okara*, comprometendo sua utilização como ingrediente na obtenção de produtos alimentícios.

Por isso, o conhecimento do comportamento das propriedades nutricionais e tecnológicas das proteínas da soja quando submetidas a diferentes condições de aquecimento é essencial quando se deseja desenvolver novos produtos alimentícios.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Soja

A soja pertence à família *Leguminosae*, subfamília *Papilionideae* (*Faboideae*), gênero *Glycine* e espécie *Glycine max*, e está entre os alimentos mais importantes para a humanidade. Acredita-se que a domesticação da soja tenha ocorrido na porção leste do norte da China, por volta do século XI a.C., a partir de espécies selvagens (*G. soya* ou *G. ussuriensis*) e que seu melhoramento genético tenha se iniciado muito cedo, na China antiga (PALMER; HYMOWITZ, 2015).

Nos EUA, a soja foi introduzida no início do século XX, com ascensão na década de 1920. Apenas após a Segunda Grande Guerra o país se tornou o principal produtor mundial de soja. No Brasil, a soja começou a ser produzida em escala comercial na década de 1960, nos estados da Região Sul. Anos depois, os esforços dos cientistas brasileiros permitiram o plantio de variedades adaptadas ao cerrado, possibilitando a expansão da área plantada no país e a produtividade atual (CELESTINO, 2010).

Na safra de 2022/2023 foram produzidos, mundialmente, 322,8 milhões de toneladas de soja. O Brasil é, atualmente, o maior produtor mundial do grão e produziu, nessa mesma safra, 154,6 milhões de toneladas (BRASIL, 2023). A produção brasileira de soja destina-se, prioritariamente, à fabricação de óleo e ração animal (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019).

A soja é a leguminosa que apresenta maior teor de proteína e está entre as três com maior teor de lipídios (atrás do amendoim e do tremoço), o que faz desse grão uma mercadoria de alto valor econômico. O grão de soja apresenta, tipicamente, cerca de 20% de lipídeos, 40% de proteínas e 35% de carboidratos (OLIVEIRA et al., 2010).

A fração de fibras é composta por 26,7% de celulose, 23,6% de polissacarídeos ácidos (substâncias pécticas) e 49,7% de polissacarídeos neutros não celulósicos (hemicelulose e fração neutra da pectina). Além disso, 1,0 a 2,0% dos carboidratos são compostos de amido e cerca de 13% de açúcares solúveis, dos quais a maior fração corresponde a oligossacarídeos como sacarose e α -galactosídeos (rafinose, estaquiose e verbascose) (KOBLITZ, 2011).

A soja também contém vitaminas hidrossolúveis, tais como tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e ácido fólico, e vitaminas lipossolúveis, como E e K. Essa leguminosa é a principal fonte natural de isoflavonas, podendo apresentar 1,3 a 3,9 mg/g de grão (RIGO et al., 2014). O consumo de flavonoides, em geral, e de isoflavonas, em particular, é associado à redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, osteoporose e de alguns tipos de câncer. Esses efeitos se devem à capacidade antioxidante das isoflavonas, que evitam a peroxidação de lipoproteínas e, também, ao seu efeito antiagregação plaquetária, que reduz a aterosclerose (MORAES et al., 2022).

Existe uma diferença bem nítida entre os modos de utilização da soja no Oriente e no Ocidente. Em países como China, Japão e Coreia, a soja é tradicionalmente aplicada na obtenção de uma grande variedade de alimentos processados para consumo humano, enquanto nas Américas, as sementes são, de modo geral, utilizadas na obtenção de óleo e de torta. Enquanto a quase totalidade do óleo seja destinada à alimentação humana, a maior parte da torta é consumida como ração animal (KOBLITZ, 2011).

1.2.2 Okara

Okara é a denominação, em japonês, do resíduo obtido após a etapa de filtração no processo de obtenção de extrato hidrossolúvel de soja (EHS). O *okara* retém proteínas de alta qualidade, representando uma fonte de proteína vegetal para o consumo humano. Sua composição depende da cultivar de soja utilizada, do

método de obtenção do EHS e dos componentes solúveis em água extraídos após a moagem dos grãos (FIGUEIREDO et al., 2018).

Existem diferentes métodos para a obtenção do EHS. O método mais antigo (tradicional chinês) inclui maceração dos grãos em água, drenagem, moagem com água fresca na proporção de 1:8 ou 1:10 (soja:água), filtração para separar o extrato do *okara*, e fervura para a finalização. O método japonês difere do método chinês por não contemplar a última etapa, de fervura (BAS-BELLVER et al., 2020).

Ambos os métodos, chinês e japonês, são conhecidos como métodos tradicionais orientais que, devido à sua simplicidade, são elaborados com frequência para consumo imediato nas residências. Independente do método utilizado, algumas etapas são essenciais para a obtenção do extrato de soja e *okara*: seleção da matéria prima, incorporação de água e trituração (FIGUEIREDO et al., 2018).

No Brasil, utiliza-se um equipamento chamado “vaca mecânica”, desenvolvido por Wilkens, Mattick e Hand (1967) para a produção de EHS. Neste equipamento ocorre a trituração dos grãos junto com a água quente (91 °C), seguida da centrifugação e da filtração, para a separação entre EHS e *okara*. Esse tipo de produção é utilizado na obtenção do EHS para fins de merenda escolar em municípios do estado de São Paulo e Paraná (Figura 1) (VACA..., 2005).

Figura 1 - Obtenção de extrato hidrossolúvel de soja e *okara* na Central Municipal de Alimentação Escolar de Birigui-SP



A - Prensagem. B - Centrifugação. C - Resíduo do processo (*okara*). D - Pasteurização. E - Resfriamento. F - Envase.

Fonte: Elaborado pela autora.

A composição química do *okara* depende do cultivar de soja, do método e da eficiência de extração do EHS (VONG; LIU, 2016). A quantidade de carboidratos (b.s.) varia entre 32,6% e 59,6% (RASHAD et al., 2011). A fibra insolúvel é a fração majoritária tanto no *okara* (50,7%) quanto nos grãos de soja (20,8%), enquanto que a fibra solúvel está em menor quantidade – 4,7% em *okara* e 3,5% em grãos de soja (GUIMARÃES et al., 2018).

Na produção de EHS, em média 80% das proteínas da soja ficam no extrato e 20% são retidas no *okara*. O teor de proteína (b.s.) no *okara* varia entre 24 a 40% (O'TOOLE, 2004; RASHAD et al., 2011; WALISZEWSKI; PARDIO; CARREON, 2002). O perfil de aminoácidos do *okara* é reconhecido como o mais completo de todas as fontes vegetais, com um padrão que se assemelha ao das proteínas animais de alta qualidade, exceto para cisteína, metionina e tirosina (MA, 2004). As proteínas se destacam por sua qualidade nutricional e tecnológica, que são

comparáveis a isolados proteicos de soja comerciais (LI et al., 2013; PUECHKAMUT; PANYATHITIPONG, 2012).

Pequenas diferenças na composição do *okara* podem ser encontradas, em função da utilização de diferentes temperaturas na obtenção do EHS. Por exemplo, a obtenção de EHS em vaca mecânica (a quente) origina um *okara* com 19,3% de carboidratos, 37,6% de proteína, 18,8% de lipídeos, 20,2% de fibras e 4,1% de cinzas, enquanto o *okara* obtido em caldeirão de alumínio (a frio) contém 39,7% de proteína, 17,5% de carboidrato, 18,1% de lipídeos, 20,5% de fibra e 4,3% de cinzas (dados expressos em base seca). Além da diferença nas temperaturas empregadas, o processo de filtração (vaca mecânica/sem pressão x caldeirão/sob pressão) também pode influenciar na composição final do *okara* (VENTURINI FILHO; BARROS, 2016).

1.2.3 Relação do uso de *okara* na produção de alimentos com a sustentabilidade

Com todas as propriedades nutricionais e tecnológicas elencadas anteriormente, é desejável que o *okara* seja utilizado na elaboração de alimentos. Como exemplos, podem-se citar pães, bolos, massas, barras proteicas, chocolates, hambúrgueres, pão de queijo, biscoito tipo *cookies*, entre outros (GUIMARÃES et al., 2018b; LEITE et al., 2013; OSTERMANN – PORCEL et al., 2017; SANTOS et al., 2017). Essa prática contribui com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, para serem alcançados até o ano de 2030 (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015).

A composição química do *okara* oferece uma oportunidade para enriquecer os alimentos com nutrientes essenciais como proteínas e minerais, além de fibras, melhorando a qualidade nutricional dos produtos e contribuindo para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, que visa garantir a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover práticas agrícolas sustentáveis (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2018). Além disso, a incorporação do *okara* na elaboração de alimentos reduz o desperdício de matérias primas e minimiza o impacto ambiental associado à sua eliminação, o que está alinhado com o ODS 12, que busca garantir padrões de consumo e produção sustentável (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015).

Outro ponto a considerar é que o cultivo da soja é mais sustentável do que os sistemas produtivos de proteínas de origem animal com relação às emissões de carbono, portanto o uso do *okara* na produção de alimentos pode substituir o uso de proteínas animais, o que se alinha com o ODS 13, que visa combater as mudanças climáticas e suas consequências (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2018).

Verifica-se, portanto, que a utilização de *okara* para a obtenção de produtos alimentícios se enquadra no conceito de “economia circular”, que propõe a maximização do valor dos recursos existentes, promovendo reutilização, reciclagem e redução de resíduos. Essa valorização de subprodutos de processamento da indústria de alimentos deve ser considerada não uma opção, mas uma necessidade para a sustentabilidade (BAS-BELLVER et al., 2020).

Além dos pontos elencados, a utilização do *okara* no desenvolvimento de novos produtos alimentícios representa uma alternativa para atender aos consumidores que buscam por produtos elaborados com componentes percebidos como naturais e sustentáveis, englobados no conceito “clean label” ou “rótulo limpo”, em uma tradução direta, ou seja, um alimento saudável e com uma rotulagem clara e enxuta (VENÂNCIO; PANDOLFI, 2020).

No entanto, devido a sua alta atividade de água, o *okara* se deteriora rapidamente (VONG; LIU, 2016). Por isso, para se utilizar o *okara* na elaboração de produtos alimentícios, é necessário realizar sua secagem com objetivo de conferir estabilidade microbiológica e bioquímica, uma vez que fenômenos químicos, físicos e biológicos dependem da disponibilidade dessa substância para ocorrer.

1.2.4 Desidratação de alimentos

A secagem de alimentos tem como principal objetivo a redução da atividade de água, o que inibe o crescimento microbiano e a atividade enzimática. Ela pode ser realizada de forma natural, ao sol, ou de forma artificial, quando passa a ser denominada “desidratação” (PINTO; CASTRO, 2008).

A atividade de água (A_w) é uma propriedade intrínseca do alimento e se refere à quantidade de água disponível para a atividade microbiológica, enzimática ou química. É uma das propriedades mais importantes para o processamento, a conservação e o armazenamento dos alimentos (DAMODARAN; PARKIN, 2019).

A umidade é medida da quantidade total de água contida em um alimento e sofre a influência da umidade relativa do ambiente, afetando a A_w (NICHELLE; MELLO, 2018).

Os alimentos são classificados em função da atividade de água em três grupos: alimentos com baixa A_w (até 0,60); alimentos com A_w intermediária (entre 0,60 e 0,90) e alimentos com alta A_w (com valores acima de 0,90) (DAMODARAN; PARKIN, 2019). A diminuição da atividade de água retarda o crescimento de microrganismos, retarda as reações catalisadas por enzimas, retarda o escurecimento não enzimático, e aumenta a taxa de oxidação lipídica (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009)

Durante o processamento de alimentos podem ser empregados diferentes métodos de conservação baseados na redução da A_w , tais como desidratação, concentração, adição de solutos e congelamento, com o objetivo de aumentar a vida de prateleira e a segurança do produto (PINTO; CASTRO, 2008).

Além disso, a desidratação tem como vantagem adicional a redução da massa e do volume, facilitando o transporte e a estocagem e reduzindo os custos relacionados à logística comercial dos produtos (QUEIROZ et al., 2007). Como exemplo de alimentos desidratados de importância comercial, citam-se café e leite em pó, massas, farinhas e misturas para panificação, cereais, chás, nozes, charque, pescados, etc. (FELLOWS, 2006; GAVA; SILVA; FRIAS, 2009).

No entanto, a aplicação do tratamento térmico desidratante visando à conservação de alimentos pode ocasionar desnaturação excessiva das proteínas, ao ponto de torná-las insolúveis e afetar suas propriedades nutricionais e tecnológicas (LECHEVALIER et al., 2011).

1.2.5 Métodos de desidratação

A desidratação é um processo de remoção de umidade que utiliza equipamentos e consiste na eliminação de água do alimento por evaporação. Quando um alimento sólido úmido é submetido à desidratação dois processos ocorrem simultaneamente, a transferência de calor e a de massa (CELESTINO, 2010).

Para se evaporar a água de um material úmido, deve haver o aquecimento até a temperatura na qual a pressão de vapor da água do material exceda a pressão

parcial da umidade do ar em contato com o material. A transferência de massa ocorre do interior para a superfície do material, e da superfície para o ambiente de secagem (ZHOU et al., 2019).

Os principais métodos de desidratação de alimentos são: desidratação com ar quente (adiabático) - quando o alimento entra em contato com uma corrente de ar quente e o calor é transmitido por convecção; desidratação por contato direto com uma superfície sólida - quando o calor é transmitido ao alimento por condução; desidratação por aporte de energia radiante como transmissor de calor - quando o calor é gerado por ondas eletromagnéticas, como ocorre no micro-ondas; e por liofilização, onde a água é, inicialmente, congelada e, em seguida, sublimada (em baixa pressão), utilizando-se qualquer dos mecanismos de aquecimento mencionados anteriormente (FELLOWS, 2006; ORDOÑEZ PEREDA, 2005).

1.2.5.1 Estufa com circulação de ar

A estufa está entre os equipamentos mais comuns para a realização de desidratação. Ela é projetada de maneira que os alimentos sejam posicionados sobre bandejas organizadas uma abaixo da outra, em uma estrutura construída na parte interna da câmara de secagem. A partir da ação de uma ventoinha, o ar da parte de fora do equipamento é aspirado e, antes de entrar em contato com os alimentos, é aquecido e tem sua umidade reduzida na passagem por uma fonte de calor (MOSES et al., 2014).

Na sequência, o ar aquecido é direcionado para cada uma das bandejas, onde atinge os alimentos (desidratação convectiva) e, ao fim do trajeto, deixa a estufa por uma saída de ar. Caso a estufa trabalhe com um sistema de recirculação, uma parte do ar úmido retorna à ventoinha a partir de uma canaleta lateral, sendo novamente aquecido e posto em circulação sobre as bandejas (CELESTINO, 2010).

A desidratação convectiva em estufa é um procedimento simples e que não exige mão-de-obra especializada para operá-la. O baixo custo para aquisição do equipamento também é uma vantagem encontrada no emprego da técnica e que a faz ser a mais utilizada até hoje na indústria (MOSES et al., 2014).

No entanto, o longo tempo exigido na operação é um fator limitante, que pode tornar o seu emprego pouco prático e reduzir a eficiência do procedimento (GIRI; PRASAD, 2007). Ademais, a influência que pode provocar sobre as características

do produto, como diminuição de volume, alteração de cor, textura, sabor e diminuição valor nutricional tem aberto oportunidade para técnicas que possam substituí-la, total ou parcialmente (KROEHNKE et al., 2018; ONWUDE et al., 2019; ZHOU, L. et al., 2016; ZHOU, X. et al., 2019).

1.2.5.2 Forno industrial elétrico

O forno elétrico funciona com resistências elétricas que, ao serem aquecidas, propagam o calor por todo o espaço interno do equipamento, transmitindo-o ao alimento pelo mecanismo de condução (IMEQUE EQUIPAMENTOS E PRODUTOS, 2010). Além disso, após passar pelo alimento, o ar aquecido sobe, enquanto o ar frio desce, formando correntes de convecção naturais, que transmitem mais calor para o alimento (MISTRY et al., 2006). Esse tipo de equipamento possui capacidade de comportar grandes quantidades de determinados produtos e os modelos mais modernos são eficientes e possuem materiais inovadores no revestimento do interior, tais como Níquel-Cromo, Ferro-Cromo-Alumínio e Mica, o que melhora a distribuição e a manutenção do calor (IMEQUE EQUIPAMENTOS E PRODUTOS, 2010).

Os fornos elétricos mais modernos atingem a temperatura de secagem mais rapidamente do que um forno a gás, assim, o processo se torna mais rápido, o que reduz o gasto de energia. No entanto, exige dependência da rede elétrica e costuma ser mais caro do que as opções a gás (SCARPINELLA; GUERRA; SAUER, 2003).

1.2.5.3 Desidratador caseiro

Neste tipo de equipamento, os alimentos são posicionados sobre bandejas organizadas uma abaixo da outra, construída em uma estrutura de aço galvanizado. O aumento da temperatura do produto ao receber o calor produzido a gás força a evaporação da água contida em sua composição, que é removida pela circulação do ar e pela exaustão (sucção) do ar úmido, abreviando o processo de desidratação (DEFUMAX EQUIPAMENTOS E PRODUTOS, [20--]).

Existem desidratadores com diferentes capacidades e tamanhos, adequados para uso doméstico, comercial ou industrial. Neles é possível aplicar diferentes combinações de temperatura e tempo, de acordo com o produto manipulado, o que

possibilita alcançar as características desejadas para o produto final (DEFUMAX EQUIPAMENTOS E PRODUTOS, [20--]).

A possibilidade de funcionamento do desidratador caseiro em temperaturas mais baixas do que as utilizadas em forno elétrico minimiza o risco de acidentes por queimadura. Também apresenta capacidade maior do que o forno elétrico, o que possibilita o processamento de volumes maiores de alimentos. No entanto, o custo de sua utilização fica vinculado ao custo do gás de cozinha.

1.2.5.4 Forno micro-ondas

Nas últimas décadas, os fornos micro-ondas tornaram-se constantes não só em cozinhas residenciais, mas, também, no setor industrial. As principais aplicações de micro-ondas na indústria alimentícia são degelo, aquecimento, pasteurização ou esterilização comercial e desidratação de alimentos (MENEZES et al., 2014).

As micro-ondas são ondas eletromagnéticas com frequência que variam de 0,3 a 300 GHz, correspondendo a comprimentos de onda entre 1 mm e 1 m. Para fornos domésticos, a frequência permitida é de 2,45 GHz, correspondendo a 12,2 cm de comprimento de onda no vácuo. Diferente do ar quente convectivo, no qual o fluxo de calor é orientado das bordas para o centro do alimento, a absorção das micro-ondas gera um aquecimento volumétrico, isto é, sobre todo o volume do material (SONG et al., 2017).

Essa forma de aquecimento é possível devido à penetração das micro-ondas, que provocam a indução de movimentos de rotação e translação das moléculas de água (naturalmente polares), como resposta à presença do campo eletromagnético que as contorna. O atrito produzido durante essa movimentação dissipa energia na forma de calor instantaneamente no alimento, dando início ao processo de evaporação da água quando as condições de temperatura e pressão de saturação são alcançadas (CHONG et al., 2014).

Na desidratação com aplicação de micro-ondas, ocorre a redução do tempo de processamento e, conseqüentemente, uma economia de energia. Além da rapidez, a desidratação assistida por micro-ondas promove maior taxa de desidratação em regiões mais úmidas, não interferindo nas partes secas. Por esse motivo, após a secagem com micro-ondas, o alimento pode apresentar melhor qualidade sensorial quando comparado a outros métodos. Além disso, os

equipamentos de desidratação por micro-ondas requerem pequeno espaço físico de instalação (MENEZES; SOUTO; KIMINAMI, 2007 apud NOGUEIRA, 2016).

Apesar de proporcionar celeridade ao processo de remoção de água, a velocidade de difusão na desidratação em micro-ondas é influenciada por alguns fatores, como a potência empregada, a massa e a geometria do alimento (MONTEIRO et al., 2015).

1.2.6 Propriedades funcionais das proteínas da soja

As proteínas vegetais, tais como as encontradas na soja, são opções viáveis para a estabilização de alimentos devido a suas características físico-químicas e tecnológicas promissoras. Destacam-se devido às excelentes características para inclusão em alimentos, como capacidade gelificante, emulsionante e de retenção de água e óleo (NISHINARI et al., 2014).

As propriedades funcionais tecnológicas são propriedades não nutricionais que desempenham papel importante na qualidade de um alimento, influenciando as aplicações em sistemas alimentícios e a aceitabilidade do consumidor (CHAUD; SGARBIERI, 2006). A solubilidade é uma propriedade hidrofílica influenciada por fatores intrínsecos como composição, tamanho, carga, conformação, concentração, hidrofobicidade, hidrofílicidade e propriedades estéricas das proteínas e também por fatores ambientais como a presença e interação com outros componentes, pH, temperatura, força iônica e métodos de extração (SUREL; COUPLLET, 2005).

Esta propriedade se relaciona diretamente com outras características funcionais, como as capacidades de geleificação e de formação de espuma, poder de emulsificação e viscosidade. Geralmente as proteínas são os principais componentes funcionais nos alimentos, embora os carboidratos também possam desempenhar papel importante na capacidade de ligar água e no controle da viscosidade (PRÉSTAMO et al., 2007)

O *okara* possui baixa solubilidade em água por ser constituído principalmente por proteínas e fibras e por possuir pequena quantidade de amido (SONGSRIROTE et al., 2017). A baixa solubilidade das proteínas em água é explicada pela forte agregação entre as cadeias polipeptídicas por meio de interações hidrofóbicas, pelas ligações com outros componentes como fibras e lipídeos e, também, pela

desnaturação proteica que pode ocorrer durante o processamento do EHS quando se utiliza tratamento térmico antes da etapa de extração (SASAKI et al., 2000).

A maior parte das proteínas do *okara* está muito ligada à estrutura da parede celular, o que contribui para sua baixa solubilidade, devido à ligação com as fibras ali presentes (MATEOS-APARICIO et al., 2010). O caráter anfifílico das proteínas, dado por sua composição em aminoácidos polares e não polares, contribui, em diferentes graus, com a formação e a estabilidade das emulsões. A atividade emulsificante de uma proteína também está relacionada às suas características conformacionais e à distribuição dos grupos hidrofílicos e hidrofóbicos ao longo da cadeia polipeptídica (DONADEL; PRUDÊNCIO-FERREIRA, 1999).

O índice de absorção de água (IAA) é, também, uma propriedade tecnológica importante relacionada à retenção de água dentro da microestrutura do alimento, o que a torna um atributo que pode ser utilizado para modificar a textura e o rendimento do alimento (FUNG; YUEN; LIONG, 2010; LI et al., 2015). O IAA refere-se à habilidade de um componente em absorver a água e retê-la contra a força gravitacional dentro de uma matriz (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Esta capacidade está relacionada à formação de ligações de hidrogênio com moléculas de água (FUNG; YUEN; LIONG, 2010). O *okara* possuiu alta capacidade de se ligar à água devido as suas frações proteica e fibrosa (JANKOWIAK et al., 2014; NAKORNPANOM; HONGSPRABHAS, 2010).

O índice de absorção de óleo dos grãos de soja é dado pela capacidade das fibras insolúveis em absorver o óleo e, assim como as outras propriedades tecnológicas, possui importante aplicação em produtos de panificação, devido à sua influência sobre as características sensoriais, como sabor, melhora na palatabilidade e extensão da vida útil do produto (PRIULLI, 2020).

1.3 Objetivo

O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de diferentes formas de desidratação do *okara* sobre o rendimento das operações e sobre as características microbiológicas (*Escherichia coli* e *Salmonella sp*), nutricionais (composição centesimal e ácidos graxos), tecnológicas (índice de absorção de água, índice de absorção de óleo e atividade emulsificante) e cor dos produtos desidratados.

2 CAPÍTULO 1 - EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO SOBRE A COR E AS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DO OKARA¹

2.1 Introdução

A soja (*Glycine max (Merrill) L.*) é considerada um dos alimentos mais antigos do mundo, e de grande interesse mundial graças à versatilidade de aplicação de seus produtos na alimentação humana e animal e ao seu valor econômico nos mercados nacional e internacional (Hirakuri & Lazarotto, 2014). O Brasil figura entre os maiores produtores de soja do mundo. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento, na safra de 2022/2023 a produção do grão no Brasil foi de 154,6 milhões de toneladas (Brasil, 2023).

Okara é o resíduo obtido após a extração da fração aquosa gerada na produção de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e tofu (Ostermann-Porcel et al., 2017). Uma grande quantidade de *okara* é produzida anualmente no mundo, mas apenas uma pequena quantidade é totalmente utilizada (Li et al., 2019). Apresenta elevado valor nutricional devido a sua composição em proteínas, fibras, lipídeos, minerais e componentes bioativos (Kamble et al., 2019; Kamble & Rani, 2020; Vong & Liu, 2016). Porém, o alto teor de umidade (70-80%) dificulta seu aproveitamento como ingrediente no desenvolvimento de alimentos derivados, pois o torna suscetível à deterioração e, por isso, é frequentemente descartado, representando desperdício de nutrientes e gerando um passivo ambiental (Vong & Liu, 2016; Guimarães et al., 2020).

A redução da atividade de água dos alimentos aumenta a conservação, pois leva a uma diminuição nas reações de deterioração como crescimento microbiano, processos químicos de escurecimento e atividade enzimática (Dala Paula et al., 2021a). Um dos melhores métodos para preservar a integridade do *okara* é a secagem (Guimarães et al., 2018a, Pinto & Castro, 2008) pois pode conferir maior conveniência para uso, melhor condição de transporte e estabilidade química e microbiológica durante o armazenamento (Berghout et al., 2014).

¹ Normas da Revista Food Science and Technology (Anexo A).

O emprego de proteínas como emulsificantes naturais tem se mostrado uma excelente alternativa aos estabilizantes sintéticos, além de ir ao encontro da preocupação da indústria de alimentos em substituir o número de ingredientes e produzir alimentos mais saudáveis e sustentáveis (Loi et al., 2019; Mozafarpour et al., 2019; Taneja et al., 2015). As proteínas vegetais, tais como as encontradas na soja, são opções viáveis para a estabilização de alimentos devido a características físico-químicas e tecnológicas promissoras (Chen et al., 2019; Mozafarpour et al., 2019).

No entanto, a aplicação de tratamento térmico visando à conservação do *okara* para fins de utilização pode afetar as propriedades nutricionais e tecnológicas das proteínas da soja, o que requer investigação antes de sua aplicação como ingrediente em formulações alimentícias. O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de diferentes formas de secagem do *okara* sobre o rendimento das operações e sobre as características microbiológicas (*Escherichia coli* e *Salmonella sp*), nutricionais (composição centesimal e ácidos graxos), tecnológicas (índice de absorção de água, índice de absorção de óleo e atividade emulsificante) e a cor dos produtos desidratados.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Matéria prima, delineamento experimental e tratamentos

O *okara* “in natura” foi obtido da produção de EHS pela Central Municipal de Alimentação Escolar de Birigui-SP e continha (em base úmida) 81,04% de umidade, 6,53% de proteína, 0,97% de lipídeos, 0,73% de sais minerais e 10,73% de carboidratos, que foram determinados de acordo com as metodologias preconizadas pela *Association of Official Analytical Chemists - AOAC* (Horwitz & Latimer, 2006). O *okara* foi armazenado a – 20 °C e descongelado em temperatura controlada de 10 °C para as análises e para a aplicação dos tratamentos de secagem.

Para a definição dos tratamentos, inicialmente foram escolhidos os equipamentos mais acessíveis para a produção comercial: forno industrial elétrico, micro-ondas, estufa com circulação de ar e desidratador caseiro. Na sequência, foram realizados vários testes de desidratação do *okara* em cada equipamento, onde o tempo, a temperatura e o número de mexeduras foram variados, até que o

produto final obtido em cada um deles atingisse granulometria uniforme, apresentasse fácil manipulação e tivesse a menor alteração visual da cor. Dessa forma, foram definidos quatro tratamentos, que foram repetidos quatro vezes, mantendo-se a altura do leito de um cm para todos os métodos (delineamento inteiramente casualizado), sendo eles:

T1 - Desidratação em forno convencional elétrico

O *okara* úmido (500 g) foi distribuído em formas forradas com tapete de silicone culinário e levado ao forno convencional elétrico a 150 °C durante 50 min, com uma mexedura aos 25 min.

T2 - Desidratação em forno micro-ondas

O *okara* úmido (500 g) foi distribuído em prato de vidro previamente higienizado com álcool 70 °GL e levado ao forno micro-ondas por 40 min (potência de 70 W), com pausa para mexeduras a cada 10 min.

T3 - Desidratação em estufa com circulação de ar

O *okara* úmido (500 g) foi distribuído em forma forrada com tapete de silicone culinário e levado à estufa com circulação de ar a 105 °C por 4 h, com pausas a cada 1 h e 30 min para as mexeduras.

T4 - Desidratação em desidratador caseiro

O *okara* úmido (500 g) foi distribuído em bandejas forradas com tapete de silicone culinário e levado ao desidratador na temperatura de 70 °C por 2 h, com pausa a cada 30 min para as mexeduras.

2.2.2 Rendimento da desidratação

Em todos os tratamentos, o rendimento de desidratação foi determinado pela relação (peso de *okara* seco)/(peso de *okara* úmido) x 100.

2.2.3 Análise microbiológica

Foram pesquisados os microrganismos *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, conforme preconizado pela Instrução Normativa nº 161/2022 para “proteínas vegetais texturizadas com ou sem adição de outros ingredientes” (Brasil, 2022) utilizando-se as metodologias descritas pela *American Public Health Association - APHA* (Downes & Ito, 2001). As análises foram realizadas em duplicata.

2.2.4 Determinação da composição centesimal

As determinações de proteínas totais, lipídeos, cinzas e fibras foram realizadas de acordo com as metodologias propostas pela AOAC (Horwitz & Latimer, 2006). A determinação de umidade foi realizada em balança determinadora de umidade por infravermelho (Marte Científica; Modelo ID50 – Modo AUTO). Os carboidratos metabolizáveis (CHOAVLDF) foram calculados por diferença. As análises foram realizadas em duplicata.

2.2.5 Propriedades tecnológicas

As propriedades tecnológicas das amostras secas foram avaliadas seguindo a metodologia de Seibel & Beléia (2009), com adaptações:

a) Para o índice de absorção de água (IAA), 1 g de amostra foi misturado com 10 mL de água destilada à temperatura ambiente em tubos de centrífuga previamente pesados. Os tubos foram mantidos sob agitação contínua durante 30 min em agitador horizontal Titer Plate Shaker (Barnstead International, Dubuque, EUA) a 75 rpm e temperatura ambiente e centrifugados a 1000 g por 10 min em centrífuga 5500A (Revan Instrumentos Científicos, Campinas, Brasil). O sobrenadante foi descartado e o sedimento úmido foi pesado. O IAA foi obtido pela razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca e expresso em g de água absorvida/g de matéria seca.

b) Para o índice de absorção de óleo (IAO), foi utilizada a mesma técnica de determinação do IAA, substituindo-se a água por óleo de soja comercial. O IAO foi obtido pela razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca e expresso em g de óleo absorvido/g de matéria seca.

c) Para a determinação da atividade emulsificante (AE), 0,5 g de amostra, 5 mL de água destilada e 5 mL de óleo de soja comercial foram misturados e emulsificados em béquer de 100 mL em agitador TE 102 Turrtec (Tecnal, Piracicaba, Brasil) por 1 min, a 18000 rpm. A suspensão foi centrifugada em tubos graduados a 400 g por 10 min em centrífuga 5500A (Revan Instrumentos Científicos, Campinas, Brasil), nos quais o volume da camada emulsificada e o volume total foram lidos para obtenção da AE (expressa em porcentagem), de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Atividade emulsificante} = \frac{\text{Volume da camada emulsificada} \times 100}{\text{Volume total do tubo}}$$

2.2.6 Determinação da cor

As cores das amostras secas foram avaliadas instrumentalmente no espaço CIELa*b*, utilizando-se colorímetro MiniScan XE Plus (Hunter Lab, Reston, EUA), onde os valores de a* variam do verde ao vermelho, os valores de b* variam do azul ao amarelo e os valores de L variam de 0 (preto) a 100 (branco).

2.2.7 Determinação de ácidos graxos saturados e insaturados

Amostras de *okara* foram convertidas em ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES) usando os métodos descritos por Lee et al. (2012) e Cabezas et al. (2023). Em resumo, os FAMES foram obtidos empregando-se uma solução de cloreto de acetila a 10% em metanol e tolueno, com aquecimento a 70 °C por 120 minutos. Depois disso, foram adicionados carbonato de potássio a 6% e tolueno e seguiu-se uma centrifugação a 1.500 g por 5 minutos, resultando em camadas orgânicas contendo os FAMES, que foram segregadas em frascos individuais e armazenado a -20 °C para posterior análise.

Os FAMES foram analisados por cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama (Perkin-Elmer Autosystem-1:A, Massachusetts, EUA). A separação foi realizada em uma coluna capilar Omegawax™ 320 (30 m x 0,32 mm i.d., espessura de filme de 0,25 µm) com polietilenoglicol como fase estacionária (Supelco, Bellefonte, EUA). As amostras foram injetadas (1,0 µL) no modo de divisão em uma proporção de divisão de 1:50 com hélio como gás de arraste a um fluxo constante de 9 psig. As temperaturas do detector e do forno injetor foram fixadas em 255 °C e 250 °C, respectivamente. O perfil de temperatura do forno foi de 150 °C por 1 min, que aumentou 6 °C/min até 190 °C. A temperatura continuou a aumentar em 1 °C/min até 210 °C e manteve-se por 23 min. Os FAMES individuais foram identificados comparando seus tempos de retenção com os de uma mistura padrão de FAME. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A determinação de ácidos graxos foi realizada no laboratório do grupo de pesquisa BIANDOCARNE, do departamento de Produção Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Complutense de Madrid.

2.2.8 Análise estatística

A análise prévia da normalidade e da homogeneidade de variância de todas as variáveis foi realizada por meio dos testes de Shapiro-Wilks e Barlett, respectivamente. Os dados foram analisados por ANOVA de uma via, com tratamento como efeito fixo e o teste de Tukey foi usado para a comparação entre as médias ($p < 0,05$). O software R (R Core Team, 2022) foi utilizado para as análises estatísticas de composição centesimal, propriedades funcionais, cor e rendimento. Os dados de ácidos graxos foram analisados usando Graphpad Prism v. 9.1. (Graphpad Software, La Jolla, Califórnia, EUA).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Análise microbiológica, composição centesimal, rendimento e cor

As análises microbiológicas não detectaram a presença *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, permitindo a obtenção de produtos seguros do ponto de vista microbiológico. A composição centesimal dos *okaras* secos obtidos pelos diferentes métodos e os rendimentos dos tratamentos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal (média ± desvio padrão) das amostras de *okara* secas por diferentes métodos e rendimento dos tratamentos (b.u.)

Componente %	Tratamentos				p-valor
	T1	T2	T3	T4	
Temperatura	150 °C	-	105 °C	70 °C	
Potência	-	70 W	-	-	
Tempo	50 min	40 min	4 h	2 h	
Umidade	19,31±5,081 ^a	4,29±0,365 ^c	12,69±1,258 ^b	25,75±11,249 ^a	0,010
Proteínas	28,70±1,698 ^b	38,42±3,658 ^a	32,73±1,226 ^{ab}	27,36±4,644 ^b	0,001
Lipídeos	4,93±0,313 ^c	9,96±1,560 ^b	12,71±0,379 ^a	11,41±1,388 ^{ab}	0,001
Cinzas	3,08±0,278 ^c	3,98±0,064 ^a	3,52±0,058 ^b	2,99±0,686 ^c	0,014
Fibras	12,88±1,811	15,19± 0,944	14,72± 1,563	13,33± 2,971	0,332
CHOAVLDF¹	21,58 ±3,763 ^b	30,06± 3,199 ^a	23,31±1,134 ^b	24,08±6,598 ^b	0,056
Rendimento (%)	25,91±2,424 ^a	17,02±1,480 ^b	17,85±0,585 ^b	26,33±4,779 ^a	0,001

T1 - Forno convencional elétrico; T2 - Forno micro-ondas; T3 - Estufa com circulação de ar; T4 - Desidratador caseiro. ¹Carboidratos metabolizáveis calculados por diferença. ^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pela autora

O tratamento de secagem com micro-ondas (T2) foi o mais efetivo para a remoção da umidade e, conseqüentemente, o de menor rendimento, junto com T3. Apesar de o tratamento com forno elétrico (T1) ter apresentado teor de umidade superior ao T2, o produto obtido apresentou melhor aspecto visual e manipulação mais fácil. Os teores de umidade encontrados na literatura também são bastante variáveis, pois resultam de diferentes métodos de secagem com diferentes tempos, temperaturas e equipamentos, o que dificulta comparações (Cantuária et al., 2008; Ostermann Porcel et al., 2017).

O *okara* desidratado pelo forno micro-ondas também apresentou a maior concentração de proteínas, o que o torna um excelente candidato a ser utilizado no preparo de alimentos como pães, bolachas e massas alimentícias, aumentando seu valor nutricional devido ao enriquecimento proteico. Os diferentes teores de lipídeos encontrados podem ser justificados pela maior ou menor extração desses componentes pelo solvente (éter etílico), em função de alterações estruturais que os métodos aplicados possam ter provocado nas amostras.

Os teores de fibras não se alteraram com os diferentes métodos de secagem, provavelmente em função da drástica digestão utilizada na determinação deste componente eliminar interferentes e fornecer um resultado mais constante. Caso os *okaras* desidratados por qualquer um dos tratamentos testados sejam adicionados a formulações alimentícias como ingredientes funcionais, eles poderão originar

alimentos “fonte de fibras” ou “com alto teor de fibras”, se estes alcançarem as proporções de 3 g/100g e 6 g/100 g, respectivamente (Brasil, 2012). Estudos que avaliaram efeito da desidratação de *okara* por micro-ondas encontraram produtos com 34,6% de proteínas, 3,4% de cinzas e 21,1% de carboidratos (Ostermann-Porcel et al., 2017) e 8,9% de lipídeos (Guimarães et al., 2020).

2.3.2 Propriedades tecnológicas

As propriedades tecnológicas dos *okaras* secos pelos diferentes métodos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades tecnológicas das amostras de *okara* secas por diferentes métodos

Propriedades tecnológicas	Tratamentos				p-valor
	T1	T2	T3	T4	
Temperatura	150 °C	-	105 °C	70 °C	
Potência	-	70W	-	-	
Tempo	50 min	40 min	4 h	2h	
Índice de Absorção de Água (g)	4,36±0,198 ^b	4,44±0,220 ^b	5,06±0,295 ^b	6,25±0,870 ^a	0,001
Índice de Absorção de Óleo (g)	1,77±0,042 ^b	1,72±0,026 ^b	1,86±0,051 ^a	1,95±0,210 ^a	0,057
Atividade Emulsificante (%)	47,10±2,192 ^a	46,57±3,719 ^a	31,70±2,439 ^b	11,09±0,141 ^c	0,001

T1 - Forno convencional elétrico; T2 - Forno micro-ondas; T3 - Estufa com circulação de ar; T4 - Desidratador caseiro. ^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pela autora

Conforme o esperado, o *okara* obtido em desidratador caseiro apresentou o maior índice de absorção de água (IAA), já que, nesse tratamento a temperatura utilizada foi mais baixa e, provavelmente, preservou melhor a conformação estrutural das proteínas, uma vez que essa propriedade é afetada pela desnaturação térmica (Dala Paula et al., 2021c).

Com base nisso, o T4 é o mais indicado quando se deseja utilizar o *okara* como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios onde se deseja que ocorra a formação de gel como, por exemplo, doces em pastas e geleias, almôndegas, salsicha, hambúrguer e produtos de confeitaria como pães, bolos, biscoito tipo cookies, e como ingrediente do novo nicho alimentício dos alimentos baseados em plantas (plant-based) (Bastos, 2021; Deivid et al., 2019; Leite Junior et al., 2013; Yoshida et al., 2014).

O IAA é uma das propriedades de hidratação das proteínas, e está relacionada à disponibilidade dos grupos hidrofílicos dos aminoácidos em se ligar às moléculas de água e formar gel (Priulli, 2020). No entanto, outros componentes do *okara* podem influenciar neste parâmetro, como as fibras e os polissacarídeos, que também apresentam capacidade de absorver água (Ahmed et al., 2018; Mateos-Aparicio et al., 2010).

Os maiores índices de absorção de óleo (IAO) foram encontrados para os *okaras* obtidos pelos tratamentos T3 e T4, apontando para a possibilidade de sua utilização em produtos de panificação devido à influência que os lipídeos podem exercer sobre o sabor, a textura e a extensão da vida útil dos produtos (Priulli, 2020).

A atividade emulsificante (AE) mede a capacidade das proteínas em formar emulsão ao se adsorverem na interface óleo/água (Lin et al., 2020). Esta propriedade está relacionada à solubilidade das proteínas e, portanto, com a presença de grupos hidrofóbicos e hidrofílicos de seus aminoácidos constituintes (Chandra & Samsher, 2013). Os resultados encontrados neste experimento indicaram as secagens por forno elétrico (T1) e micro-ondas (T2) como os melhores procedimentos para obter *okara* seco para ser utilizado no preparo de produtos emulsionados tais como *dressings* e maionese.

2.3.3 Determinação da cor

Os parâmetros de cor dos *okaras* secos pelos diferentes métodos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de cor instrumental das amostras de *okara* secas por diferentes métodos

Parâmetros	Tratamentos				p-valor
	T1	T2	T3	T4	
Temperatura	150 °C	-	105 °C	70 °C	
Potência	-	70 W	-	-	
Tempo	50 min	40 mi	4 h	2 h	
Luminosidade (L)	73,06±1,702 ^c	76,28±1,348 ^{ab}	75,63±1,224 ^{bc}	78,41±0,681 ^a	0,001
Intensidade de vermelho (a*)	7,48±0,866 ^a	6,55±0,544 ^a	6,90±0,447 ^a	4,56±0,262 ^b	0,001
Intensidade de amarelo (b*)	29,45±1,763 ^a	29,72±0,993 ^a	31,03±0,515 ^a	25,04±0,830 ^b	0,001

T1 - Forno convencional elétrico; T2 - Forno micro-ondas; T3 - Estufa com circulação de ar; T4 - Desidratador caseiro. ^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pela autora.

O *okara* obtido por T4 apresentou os menores valores de a^* e b^* e o maior valor de L (embora não tenha diferido de T2), indicando a maior preservação da cor, provavelmente em função da baixa temperatura de secagem e da circulação de ar, condições características de funcionamento do desidratador caseiro.

As alterações de cor encontradas em T1 podem estar relacionadas à reação de Maillard, uma reação não enzimática dependente da temperatura, que ocorre entre açúcares redutores e grupos amino de aminoácidos ou proteínas, resultando na formação de pigmentos marrons (melanoidinas) (Muliterno et al., 2017). Considerando a presença de proteínas e açúcares redutores no *okara* e as temperaturas utilizadas na secagem, a ocorrência dessa reação era esperada, o que pode levar ao comprometimento dos aminoácidos hidrofílicos (lisina, arginina e histidina), com preservação de aminoácidos hidrofóbicos (Dala Paula et al., 2021c).

Essa reação pode gerar impacto nas propriedades nutricionais dos alimentos, em especial do aminoácido essencial lisina e, por isso, pode-se associar a preservação da cor com a preservação do valor nutricional e funcional (Dala Paula et al., 2021c). Em geral, um aumento de temperatura de 10 °C dobra ou triplica a velocidade de reação de Maillard, portanto, visando obter um produto com menor escurecimento, as temperaturas de secagem devem ficar entre 50 °C e 70 °C (Perusselo et al., 2012), conforme utilizado para a realização do T4, em desidratador.

2.3.4 Determinação de ácidos graxos saturados e insaturados

A somatória de ácidos graxos poli-insaturados não foi afetada pelos tratamentos de secagem do *okara* (Tabela 4), o que representa um resultado positivo, já que a soja é fonte de ácidos graxos poli-insaturados como os ômega-6, considerados essenciais para humanos, devendo ser consumido em quantidades adequadas por meio da alimentação (Dala Paula et al., 2021b; Izar et al., 2021). Portanto, o uso de *okara* desidratado como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios pode representar um enriquecimento nutricional em função do aumento de proteínas e de ácidos graxos poli-insaturados importantes para a saúde.

Tabela 4 - Composição de ácidos graxos das amostras de *okara* secas por diferentes métodos (b.s.)

Ácidos graxos %	Tratamentos				p-valor
	T1	T2	T3	T4	
Temperatura	150 °C	-	105 °C	70 °C	
Potência	-	70 W	-	-	
Tempo	50 min	40 min	4 h	2 h	
Saturados	17,92 ^u	18,50 ^{au}	18,87 ^{au}	21,29 ^a	0,004
Monoinsaturados	24,76 ^u	25,18 ^{au}	25,01 ^{au}	26,87 ^a	0,002
Poli-insaturados	57,65	56,15	53,70	50,16	0,008

T1 - Forno convencional elétrico; T2 - Forno de micro-ondas; T3 - Estufa com circulação de ar; T4 - Desidratador caseiro. ^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pela autora

Considerando os resultados encontrados neste estudo, sugerimos o uso do desidratador caseiro para a desidratação do *okara*, com base em suas vantagens de custo acessível, facilidade de operação, capacidade e menor risco de acidentes por queimaduras, e recomendamos a utilização de um tempo maior de processo para uma maior redução da umidade.

2.4 Conclusão

As análises microbiológicas não detectaram a presença *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, permitindo a obtenção de produtos seguros do ponto de vista microbiológico. O tratamento por micro-ondas apresentou menor rendimento, mas originou um *okara* com maior concentração de proteínas, sendo indicado para o enriquecimento nutricional de formulações alimentícias. A desidratação por forno convencional ou por micro-ondas originou um *okara* mais apropriado para a elaboração de produtos emulsionados enquanto, para a elaboração de géis e produtos de panificação, a secagem em desidratador caseiro mostrou-se a mais apropriada. A secagem em desidratador caseiro também provocou pouca alteração na cor do produto, sendo indicada quando se deseja preservar a coloração original das formulações alimentícias.

2.5 Referências

- Ahmed, H., Satheesh, H. N., & Dibaba, K. (2018). Functional, physical and sensory properties of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. *Croatian Journal of Food and Science and Technology*, *10*(1), 23-32. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2018.10.1.05>
- Bastos, A. (2021). *Pesquisa viabiliza o uso de subproduto da soja como ingrediente para alimentos plant-based*. Brasília, DF: Embrapa. Retirado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65266022/pesquisa-viabiliza-uso-de-subproduto-da-soja-como-ingrediente-para-alimentos-plant-based>
- Berghout, J. A. M., Boom, R. M., & Van Der Goot, A. J. (2014). The potential of aqueous fractionation of lupin seeds for high-protein foods. *Food Chemistry*, *15*(159), 64-70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.166>
- Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2022). *Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos* (Instrução Normativa n. 161, de 6 de julho de 2022). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2012). *Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar* (RDC n. 54, de 12 de novembro de 2012). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Companhia Nacional de Abastecimento. (2023). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/23* (versão 9). Retirado de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>
- Cabezas, A., De la Fuente, J., Diaz, M. T., Bermejo-Poza, R., del Olmo, D. M., Mateos, J., Llanes, N., & Jimeno, V. (2023). Effect of the inclusion of rumen-protected amino acids in the diet of growing beef cattle on animal performance and meat quality. *Frontiers in Animal Science*, *4*, 1269775.

- Cantuária, C. C., Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. F. A., Pakr, K. J., & Araújo, A. F. (2008). Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10(2), 111-120. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v10n2p111-120>
- Chandra, S., & Samsheer, L. (2013). Assessment of functional properties of different flours. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 4849-4852. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6905>
- Chen, M., Lu, J., Liu, F., Nsor-Atindana, J., Xu, F., Goff, H. D., Ma, J., & Zhong, F. (2019). Study on the emulsifying stability and interfacial adsorption of pea proteins. *Food Hydrocolloids*, 88, 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.09.003>
- Dala-Paula, M. B., Gozzi, P. W., Kringel, H. D., Peloso, F. E., & Custódio, B. F. (2021a). Água. In M. B. Dala-Paula (Org.), *Química & bioquímica de alimentos* (cap. 1; p. 15-16). Alfenas: Universidade Federal de Alfenas.
- Dala-Paula, M. B., Gozzi, P. W., Kringel, H. D., Peloso, F. E., & Custódio, B. F. (2021b). Lipídeos. In M. B. Dala-Paula (Org.), *Química & bioquímica de alimentos* (cap. 3; p. 69-106). Alfenas: Universidade Federal de Alfenas.
- Dala-Paula, M. B., Gozzi, P. W., Kringel, H. D., Peloso, F. E., & Custódio, B. F. (2021c). Reações de escurecimento não enzimático em alimentos. In M. B. Dala-Paula (Org.), *Química & bioquímica de alimentos* (cap. 8; p. 228-235). Alfenas: Universidade Federal de Alfenas.
- Devide, C. J., Pedrão, R. M., Seibel, F. N., & Assis, R. Q. (2019). Incorporação de okara na formulação de hambúrguer de frango: Influências nas características físicas e químicas. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 13(1), 2752-2766. <https://doi.org/10.3895/rbta.v13n1.6952>

- Downes, F. P., & Ito, K. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (4. ed.). Washington, DC: American Public Health Association.
- Guimarães, R. M., Ida, E. I., Falcão, H. G., Rezende, T. A. M., Silva, J. S., Alves, C. C. F., Silva, M. A. P., & Egea, M. B. (2020). Evaluating technological quality of okara flours obtained by different drying processes. *LWT - Food Science and Technology*, *123*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109062>
- Guimarães, R. M., Oliveira, D. E. C., Resende, O., Silva, J. S., Rezende, T. A. M., & Egea, M. B. (2018a). Thermodynamic properties and drying kinetics of 'okara'. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *22*(6), 418-423. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n6p418-423>
- Guimarães, R. M., Silva, T. E., Lemes, A. C., Boldrin, M. C. F., Silva, M. A. P., Silva, F. G., & Egea, M. B. (2018b). Okara: a soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. *Food Science and Technology*, *92*, 593-599. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.058>
- Hirakuri, M. H., & Lazzarotto, J. J. (2014). *O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro*. Londrina: Embrapa Soja. Retirado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990000/o-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro>
- Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2006). *Official methods of analysis of AOAC International*. (18. ed.). Gaithersburg: AOAC International.
- Izar, M. C. O., Lottenberg, A. M., Giraldez, V. Z. R.; Santos Filho, R. D. S., Machado, R. M., Bertolami, A., Assad, M. H. V., Saraiva, J. F. K., Faludi, A. A., Moreira, A. S. B., Geloneze, B., Magnoni, C. D., Scherr, C., Amaral, C. K., Araújo, D. B., Cintra, D. E. C., Nakandakare, E. R., Fonseca, F. A. H., Mota, I. C. P., ... Machado, V. A. (2021). Posicionamento sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *116*(1), 160-212. <https://doi.org/10.36660/abc.20201340>

- Kamble, D. B., & Rani, S. (2020). Bioactive components, in vitro digestibility, microstructure and application of soybean residue (okara): a review. *Legume Science*, 2(1), e32. <https://doi.org/10.1002/leg3.32>
- Kamble, D. B., Singh, R., Rani, S., & Pratap, D. (2019). Physicochemical properties, in vitro digestibility and structural attributes of okara-enriched functional pasta. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14232>
- Leite Júnior, B. R. C. L., Oliveira, P. M., Castro, R. L. E., Lamas, J. M. N., & Martins, E. M. F. (2013). Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. *Revista Vértices*, 15(2), 25-37. <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20130016>
- Lee, M. R. F., Tweed, J. K. S., Kim, E. J., & Scollan, N. D. (2012). Beef, chicken and lamb fatty acid analysis: a simplified direct bimethylation procedure using freeze-dried material. *Meat Science*, 92(4), 863-866.
- Li, B., Yang, W., Nie, Y., Kang, F. H. Goff, D., & Cui S. W. (2019). Effect of steam explosion on dietary fiber, polysaccharide, protein and physicochemical properties of okara. *Food Hydrocolloids*, 94, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.042>
- Lin, N., Liu, B., Liu, Z., & Qi, T. (2020). Effects of different drying methods on the structures and functional properties of phosphorylated Antarctic krill protein. *Journal of Food Science*, 85(11), 3690-3699. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15503>
- Loi, C. C., Eyres, G. T., & Birch, E. J. (2019). Effect of milk protein composition on physicochemical properties, creaming stability and volatile profile of a protein-stabilised oil-in-water emulsion. *Food Research International*, 120, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.026>
- Mateos-Aparicio, I., Redondo-Cuenca, A., & Villanueva-Suárez, M. J. (2010). Isolation and characterisation of cell wall polysaccharides from legume by-products: Okara

- (soymilk residue), pea pod and broad bean pod. *Food Chemistry*, 122(1), 339-345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.042>
- Mozafarpour, R., Koocheki, A., Milani, E., & Varidi, M. (2019). Extruded soy protein as a novel emulsifier: Structure, interfacial activity and emulsifying property. *Food Hydrocolloids*, 93, 361-373. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.036>
- Muliterno, M. M., Rodrigues, D., Lima, F. S., Ida, E. I., & Kurozawa, L. E. (2017). Conversion/degradation of isoflavones and color alterations during the drying of okara. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 512-519. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.09.031>
- Ostermann-Porcel, M. V., Rinaldoni, A. N., Rodriguez-Furlán, L. T., & Mercedes, E. C. (2017). Quality assessment of dried okara as a source of production of gluten-free flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(9), 2934-2941. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8131>
- Perussello, C. A., Mariani, V. C., & Amarante, Á. C. C. (2012). Numerical and experimental analysis of the heat and mass transfer during okara drying. *Applied Thermal Engineering*, 48, 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2012.04.025>
- Pinto, D. D. J., & Castro, P. S. (2008). Estudo preliminar da secagem do okara (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. *Brazilian Journal Food Technology*, 12, 125-131. Retirado de http://bjft.ital.sp.gov.br/especiais/especial_2009_2/v12ne_t0246.pdf
- Priulli, E. (2020). *Aproveitamento do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja (okara) na elaboração de tapioca* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- R Core Team. (2022). *R: a language and environment for statistical computing*. [Software de computador]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retirado de <https://www.R-project.org>

- Seibel, N. F. & Beléia, A. D. P. (2009). Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12(2), 113-122. <https://doi.org/10.4260/BJFT20093607>
- Taneja, A., Ye, A., & Singh, H. (2015). Influence of protein concentration on the stability of oil-in-water emulsions formed with aggregated milk proteins during spray drying. *Dairy Science and Technology*, 95, 279-293. <https://doi.org/10.1007/s13594-014-0208-z>
- Vong, W. C., & Liu, S. Q. (2016). Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.04.011>
- Yoshida, B. Y., Pereira, D. G., Castilho, S. P. G., & Seibel, N. F. (2014). Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. *Alimentos e Nutrição*, 25(1), 49-54.

APÊNDICE A - Referências das Considerações Gerais

BAS-BELLVER, C.; BARRERA, C.; BETORET, N.; SEGUI, L. Turning agri-food cooperative vegetable residues into functional powdered ingredients for the food industry. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 4, artigo 1284, p. 1-15, 2020. DOI: 10.3390/su12041284.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/23 (versão 9)**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 16 fev. 2024.

BELITZ, HD; GROSCH, W; SCHIEBERLE, P. **Food chemistry**. 4. ed. rev. Berlin: Springer, 2009. 1113 p.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010.

CHAUD, S. G; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 369-379, 2006. DOI: 10.1590/S0101-20612006000200020.

CHONG, C. H.; FIGIEL, A.; LAW, C. L.; WOJDYTO, A. Combined drying of apple cubes by using of heat pump, vacuum-microwave, and intermittent techniques. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 7, n. 4, p. 975-989, 2014. DOI: 10.1007/s11947-013-1123-7.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Introdução a química dos alimentos. *In*: **Química de alimentos de Fennema**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. Cap. 1, p. 48.

DEFUMAX EQUIPAMENTOS E PRODUTOS. **Manual de processamento**. Jaboticabal, [20--].

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 19, n. 3, 1999. DOI: 10.1590/S0101-20611999000300015.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 448 p.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

FIGUEIREDO, V. R. G.; YAMASHITA, F.; VANZELA, A. L. L.; IDA, E. I.; KUROZAWA, L. E. Action of multi-enzyme complex on protein extraction to obtain a

protein concentrate from okara. **Journal of Food Science and Technology**, New Delhi, v. 55, n. 4, p. 1508-1517, 2018. DOI: 10.1007/s13197-018-3067-4.

FUNG, W.-Y.; YUEN, K.-H.; LIONG, M.-T. Characterization of fibrous residues from agrowastes and the production of nanofibers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 58, n. 13, p. 8077-8084, 2010. DOI: 10.1021/jf1012506.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009. 511 p.

GIRI, S. K.; PRASAD, S. Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms. **Journal of Food Engineering**, London, v. 78, n. 2, p. 512-521, 2007. DOI: 10.1016/J.JFOODENG.2005.10.021.

GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; SILVA, J. S.; REZENDE, T. A. M.; EGEA, M. B. Thermodynamic properties and drying kinetics of 'okara'. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 6, p. 418-423, 2018. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n6p418-423.

IMEQUE EQUIPAMENTOS E PRODUTOS. **Manual de processamento**. São Paulo, 2010.

JANKOWIAK, L.; JONKMAN, J.; ROSSIER-MIRANDA, F. J.; VAN DER GOOT, A. J.; BOOM, R. M. Exergy driven process synthesis for isoflavone recovery from okara. **Energy**, Oxford, v. 74, p. 471-483, 2014.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-277-2331-2/>. Acesso em: 10 out. 2023.

KROEHNKE, J.; SZADZINSKA, J.; STASIAK, M.; KUBZDELA, R. E.; MARECIK, B. R.; MUSIELAK, G. Ultrasound-and microwave-assisted convective drying of carrots: process kinetics and product's quality analysis. **Ultrasonics Sonochemistry**, Amsterdam, v. 48, p. 249-258, 2018. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.05.040.

LECHEVALIER, V.; CROGUENNEC, T.; ANTON, M.; NAU, F. Processed egg products. *In*: NYS, Y.; BAIN, M.; IMMERSEEL, F. V. (Eds.). **Improving the safety and quality of eggs and egg products**. Cambridge: Woodhead, 2011. v. 1: Egg chemistry, production and consumption. Cap. 23, p. 538-581. DOI: 10.1533/9780857093912.4.538.

LEITE JÚNIOR, B. R. C. L.; OLIVEIRA, P. M.; CASTRO, R. L. E.; LAMAS, J. M. N.; MARTINS, E. M. F. Desenvolvimento e caracterização de doce de goiaba cremoso adicionado de farinha de okara. **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 15, n. 2, p. 25-37, 2013. DOI: 10.5935/1809-2667.20130016.

LI, S.; ZHU, D.; LI, K.; YANG, Y.; LEI, Z.; ZHANG, Z. Soybean curd residue: composition, utilization, and related limiting factors. **ISRN Industrial Engineering**, New York, v. 2013, artigo 423590, p. 1-8, 2013. DOI: 10.1155/2013/423590.

LI, T.; RUI, X.; WANG, K.; JIANG, M.; CHEN, X.; LI, W.; DONG, M. Study of the dynamic states of water and effects of high-pressure homogenization on water distribution in tofu by using low-field nuclear magnetic resonance. **Innovative Food Science and Emerging Technology**, Amsterdam, v. 30, p. 61-68, 2015. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.03.008.

MATEOS-APARICIO, I.; REDONDO-CUENCA, A.; VILLANUEVA-SUÁREZ, M. J.; ZAPATA-REVILLA, M. A.; TENORIO-SANZ, M. D. Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds. **LWT - Food Science and Technology**, San Jose, v. 43, n. 9, p. 1467-1470, 2010. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.05.008.

MA, C. Y. Soybean: soy concentrates and isolates. *In*: WRIGLEY, N. C.; CORKE, H.; SEETHARAMAN, K.; FAUBION, J. (Eds.). **Encyclopedia of food grains**. Amsterdam: Elsevier, 2004. p. 168-174.

MENEZES, R. R.; SOUTO, P. M.; KIMINAMI, R. H. G. A. Sinterização de cerâmicas em microondas. Parte I: aspectos fundamentais. **Cerâmica**, São Paulo, v. 53, artigo 325, p. 1-10, 2007. DOI: 10.1590/S0366-69132007000100002.

MENEZES, M. F., SIMEONI, C. P., POLETTO, G., BARIN, J., CICHOSKI, A., & MENEZES, C. Radiação micro-ondas aplicações em alimentos e impactos microbiológicos na carne. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, 2014. Ed. especial. DOI: 10.5902/2236117013044.

MISTRY, H.; THI-SUBBU, G.; DEY, S.; BISHNOI, P.; CASTILLO, J. L. Modeling of transient natural convection heat transfer in electric ovens. **Applied Thermal Engineering**, Oxford, v. 26, n. 17-18, p. 2448-2456, 2006. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2006.02.007.

MONTEIRO, R. L.; CARCIOFI, B. A. M.; MARSAIOLI Jr, A.; LAURINDO, J. B. How to make a microwave vacuum dryer with turntable. **Journal of Food Engineering**, London, v. 166, p. 276-284, 2015. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.06.029.

MORAES, G. V.; JORGE, G. M.; GONZAGA, R. V.; SANTOS, D. A. Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. **Research, Society and Development**. v. 11, n. 14, artigo e238111436225, p. 1-12, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36225.

MOSES, J. A.; NORTON, T.; ALAGUSUNDARAM, K.; TIWARI, B. K. Novel drying techniques for the food industry. **Food Engineering Reviews**, New York, v. 6, n. 3, p. 43-55, 2014. DOI: 10.1007/s12393-014-9078-7.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidades.org>. Acesso em: 29 nov. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em 5 nov. 2023.

NAKORNPANOM, N. N.; HONGSPRABHAS, P. Effect of soy residue (okara) on in vitro protein digestibility and oil release in high-calorie emulsion stabilized by heated mixed proteins. **Food Research International**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 26-32, 2010. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.08.002.

NICHELE, P. G.; MELLO, F. R. **Bromatologia**. Porto Alegre: Sagah, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595027800/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

NISHINARI, K.; FANG, Y.; GUO, S.; PHILLIPS, G. O. Soy proteins: a review on composition, aggregation and emulsification. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 39, p. 301-318, 2014. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.01.013.

NOGUEIRA, G. D. R. Estudo de técnicas híbridas de desidratação de resíduos de acerola. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

OSTERMANN-PORCEL, M. V.; RINALDONI, A. N.; RODRIGUEZ-FURLÁN, L. T.; MERCEDES, E. C. Quality assessment of dried okara as a source of production of gluten-free flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 97, n. 9, p. 2934-2941, 2017. DOI: 10.1002/jsfa.8131.

O'TOOLE, D. K. Soybean: soymilk, tofu, and okara. *In*: WRIGLEY, C. (Ed.). **Encyclopedia of grain science**. Amsterdam: Elsevier, 2004. p. 186-195. DOI: 10.1016/B0-12-765490-9/00173-7.

OLIVEIRA, M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; LEITE, R. S.; CAMPOS FILHO, P. J.; VICENTINI, M. B. Quantificação dos teores de açúcares, oligossacarídeos e amido em genótipos/cultivares de soja (*Glycine Max (L) Merrill*) especiais para alimentação humana. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, p. 23-29, 2010. DOI: 10.4260/BJFT2010130100004.

ONWUDE, D. I.; HASHIM, N.; ABDAN, K.; JANIUS, R.; CHEN, G. The effectiveness of combined infrared and hot-air drying strategies for sweet potato. **Journal of Food Engineering**, London, v. 241, p. 75-87, 2019. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.08.008.

ORDOÑEZ PEREDA, J. A. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1: Componentes dos alimentos e processos.

PALMER, R. G.; HYMOWITZ, T. **Soybean**: germplasm, breeding, and genetics. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2015. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00214-6.

PELOSO, E. F.; GOZZI, W. P.; DALA-PAULA, B. M. Proteínas. *In*: DALA-PAULA, M. B. (Org.). **Química & bioquímica de alimentos**. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2021. Cap. 4, p. 109-158.

PIMENTEL, C. V. M. B.; ELIAS, M. F.; PHILIPPI, S. T. **Alimentos funcionais e compostos bioativos**. São Paulo: Manole, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555761955/>. Acesso em: 29 set. 2023.

PINTO, D. D. J.; CASTRO, P. S. Estudo preliminar da secagem do okara (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, n. 18, p. 125-131, 2008.

PRÉSTAMO, G.; RUPÉREZ, P.; ESPINOSA-MARTOS, I.; VILLANUEVA, M. J.; LASUNCIÓN, M. A. The effects of okara on rat growth, cecal fermentation, and serum lipids. **European Food Research and Technology**, Heidelberg, v. 225, p. 925-928, 2007. DOI: 10.1007/s00217-006-0497-4.

PRIULLI, E. **Aproveitamento do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja (okara) na elaboração de tapioca**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.

PUECHKAMUT, Y.; PANYATHITIPONG, W. Characteristics of proteins from fresh and dried residues of soy milk production. **Kasetsart Journal - Natural Science**, Bangkok, v. 46, n. 5, p. 804-811, 2012.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007001000016.

RASHAD, M. M.; MAHMOUD, A. E.; ABDU, H. M.; NOOMAN, M. U. Improvement of nutritional quality and antioxidant activities of yeast fermented soybean curd residue. **African Journal of Biotechnology**, Sapele, v. 10, n. 28, p. 5504-5513, 2011. DOI: 10.5897/AJB10.1658.

RIGO, M.; TOZATTI, P.; BEZERRA, J. R. M. V.; FARINAZZO, F.; DALLA SANTA, O. R.; CORDOVA, K. R. V. Avaliação química e sensorial de formulações de biscoitos com okara. **Ambiência**, Guarapuava, v. 10, n. 1, p. 147-156, 2014. DOI: 10.5935/ambiencia.2014.01.12.

SANTOS, C. G. P.; MIGUEL, D. P.; SILVA, N. A.; BORGES, D. O.; TEIXEIRA, T. R. M. Processamento de "Hambúrgueres" à base de resíduo de soja "okara": análises físico-química, sensorial e microbiológica. **Fazu em Revista**, Uberaba, v. 11, p. 13-17, 2017.

SASAKI, M.; FANG, Z.; FUKUSHIMA, Y.; ADSCHIRI, T.; ARAI, K. Dissolution and hydrolysis of cellulose in subcritical and supercritical water. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, DC, v. 39, n. 8, p. 2883-2890, 2000. DOI: 10.1021/ie990690j.

SCARPINELLA, C.; GUERRA, S.; SAUER, I. O setor elétrico e a questão ambiental: economia de mercado, economia de comando, economia real. **Economia**, Curitiba, v. 29, p. 239-256, 2003.

SEIBEL, N. F.; LIMA, A. R. Aplicações do okara na alimentação humana e valoração através de modificações estruturais. *In: ANDRADE, D. F. (Ed.). **Ciência e tecnologia dos alimentos***. Belo Horizonte: Poisson, 2022. v. 14, p. 47-58. DOI: 10.36229/978-65-5866-209-9.CAP.06.

SETCHELL, K. D. R. The history and basic science development of soy isoflavones. **Menopause**, New York, v. 24, n. 12, p. 1338-1350, 2017. DOI: 10.1097/GME.0000000000001018.

SONG, J.; WANG, X.; LI, D.; MENG, L.; LIU, C. Degradation of carotenoids in pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) slices as influenced by microwave vacuum drying. **International Journal of Food Properties**, New York, v. 20, n. 7, p. 1479-1487, 2017. DOI: 10.1080/10942912.2016.1212875.

SONGSRIROTE, K.; NAVIRIYA, T.; RUNGWIPOOSANA, T.; GUTRASAENG, C. The study of properties and nutrient determination of hydrogel made of soybean meal (okara) using microwave-assisted heating. **Material Today: Proceedings**, Amsterdam, v. 4, n. 5, pt. 2, p. 6518-6527, 2017. DOI: 10.1016/j.matpr.2017.06.162.

SUREL, O.; COUPLET, B. Influence of the dehydration process on active compounds of okara during its fractionation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 8, p. 1343-1349, 2005. DOI: 10.1002/jsfa.2097.

VACA mecânica permite merenda escolar mais enriquecida. **Revista Gestão Universitária**, [S./], 22 out. 2005. Disponível em: <http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/vaca-mecanica-permite-merenda-escolar-mais-enriquecida>. Acesso em: 12 jan. 2024.

VENÂNCIO, D. P.; PANDOLFI, M. A. C. Clean Label na comercialização de produtos. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 17, n. 2, p. 535-541, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i2.907.

VENTURINI FILHO, W. G.; BARROS, E. A. Caracterização físico-química e sensorial de extrato hidrossolúvel de soja obtido por diferentes métodos de processamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 2038-2051, 2016. DOI: 10.3895/rbta.v10n1.2016.

VONG, W. C.; LIU, S. Q. Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 52, p. 139-147, 2016. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.04.011.

WALISZEWSKI, K. N.; PARDIO, V.; CARREON, E. Physicochemical and sensory properties of corn tortillas made from nixtamalized corn flour fortified with spent soymilk residue (okara). **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 67, n. 8, p. 3194-3197, 2002. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb08881.x.

WILKENS, W. F.; MATTICK, L. R.; HAND, D. B. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. **Food Technology**, v. 21, p. 1630-1633, 1967.

ZHOU, L.; CAO, Z.; BI, J.; YI, J.; CHEN, Q.; WU, X.; ZHOU, M. Degradation kinetics of total phenolic compounds, capsaicinoids and antioxidant activity in red pepper during hot air and infrared drying process. **International Journal of Food Science & Technology**, Chichester, v. 51, n. 4, p. 842-853, 2016. DOI: 10.1111/ijfs.13050.

ZHOU, X.; RAMASWAMY, H.; QU, Y.; XU, R.; WANG, S. Combined radio frequency-vacuum and hot air drying of kiwifruits: effect on drying uniformity, energy efficiency and product quality. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 56, artigo 102182, p. 1-10, 2019. DOI: 10.1016/j.ifset.2019.102182.

ANEXO A – Normas de Publicação da Revista Food Science and Technology

Normas de Colaboração

A Food Science and Technology (CTA) publica artigos científicos na área. Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, escritos com texto claro e conciso, devendo observar as disposições normativas relacionadas neste documento.

Política editorial

A Food Science and Technology (CTA) aceita submissões de artigos que contenham resultados de pesquisa original e artigos de revisão e adota a política de revisão por pares, anônima.

A rejeição de artigos pode ser feita pelo Editor Chefe, Editor Adjunto e pelos Editores Associados.

O aceite dos trabalhos depende do parecer de pelo menos dois revisores indicados pela Comissão Editorial. Os pareceres dos revisores serão encaminhados aos autores para que verifiquem as sugestões e procedam às modificações que se fizerem necessárias. Em caso de discordância, a decisão final caberá ao Editor responsável pelo artigo ou, se esse considerar necessário, outro revisor será consultado e os três pareceres serão analisados pela Diretoria de Publicações da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia – sbCTA, que tomará a decisão final.

Os trabalhos aceitos serão publicados na versão *on-line* da Revista e no SciELO, dentro um prazo médio de 12 meses.

Autoria

A autoria deve ser limitada a aqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o desenvolvimento do trabalho.

O autor para correspondência deve ter obtido permissão de todos os autores para realizar a submissão do artigo e para realizar qualquer alteração na autoria do mesmo.

Termo de concordância e cessão de direitos de reprodução gráfica

O autor para correspondência deverá assinar e encaminhar à Diretoria de Publicações da sbCTA o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica em nome de todos os autores. Assinando o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica, os autores concordam com o seguinte, descrito no Termo:

- Que o trabalho não foi submetido para avaliação por outra publicação de mesma finalidade;
- A submissão do trabalho e a nomeação do autor para correspondência indicado;
- A cessão dos direitos de reprodução gráfica para a sbCTA, caso o trabalho seja aceito para publicação.

Conteúdo da publicação

Artigos originais

O trabalho deve apresentar o resultado claro e sucinto de pesquisa realizada com respaldo do método científico.

Artigos de revisão

O trabalho deve apresentar um *overview* relativo à temática desta revista, normalmente com foco em literatura publicada nos últimos cinco anos.

Trabalhos envolvendo humanos

Quando houver apresentação de resultados de pesquisas envolvendo seres humanos, citar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Formatação dos manuscritos

A checagem das informações e a formatação do manuscrito são de responsabilidade dos autores. Artigos originais não podem exceder 16 páginas (excluindo referências). O manuscrito deve ser digitado em espaçamento duplo, em uma única coluna justificada, com margens de 2,5 cm. Linhas e páginas devem estar numeradas sequencialmente. (Verifique também o item Formatos de arquivo ao final deste documento.)

Primeira página

A primeira página do manuscrito submetido deve conter obrigatoriamente as seguintes informações, nesta ordem:

- Relevância do trabalho: breve texto de no máximo 100 palavras que descreva sucintamente a relevância do trabalho;
- Títulos do trabalho:
 - a. Título em inglês;
 - b. Título para cabeçalho (6 palavras no máximo).

Página de autoria

A página de autoria do manuscrito deverá conter as seguintes informações:

- Nome completo e *e-mail* de todos os autores;
- Nomes abreviados de todos os autores para citação (ex.: nome completo: José Antonio da Silva; nome abreviado: Silva, J. A.);
- Informação do autor para correspondência (indicar o nome completo, endereço postal completo, números de telefone e fax e endereço de *e-mail* do autor para correspondência);
- Nome das instituições onde o trabalho foi desenvolvido, sendo: nome completo da instituição (obrigatório), unidade (opcional), departamento (opcional), cidade (obrigatório), estado (obrigatório) e país (obrigatório).

Página de *Abstract*, *Practical Application* e *Keywords*

Abstract

O *abstract* deve:

- Estar em inglês;
- Estar em um único parágrafo de, no máximo, 200 palavras;
- Explicitar claramente o objetivo principal do trabalho;
- Delinear as principais conclusões da pesquisa;
- Se aplicável, indicar materiais, métodos e resultados;
- Sumarizar as conclusões;
- Não usar abreviações e siglas.

O *abstract* não deve conter:

- Notas de rodapé;
- Dados e valores estatísticos significativos;
- Referências bibliográficas.

Practical Application

Texto curto, com no máximo 85 caracteres, apontando as inovações e pontos importantes do trabalho. O *Practical Application* será publicado.

Keywords e palavras-chave

O artigo deve conter no mínimo três (3) e no máximo seis (6) *keywords*. *Keywords* devem estar em inglês. Para compor o *Keywords* de seu artigo, evite a utilização de termos já utilizados no título.

Páginas de texto

O trabalho deverá ser dividido nas seguintes partes, que devem ser numeradas na seguinte ordem:

1. Introdução;
2. Material e métodos, que deve incluir delineamento experimental e forma de análise estatística dos dados;
3. Resultados e discussão (podem ser separados);
4. Conclusões;
5. Referências bibliográficas;
6. Agradecimentos (opcional).

No texto:

- Abreviações, siglas e símbolos devem ser claramente definidos na primeira ocorrência;
- Notas de rodapé não são permitidas;
- Títulos e subtítulos são recomendados, sempre que necessários, mas devem ser utilizados com critério, sem se prejudicar a clareza do texto. Títulos e subtítulos devem ser numerados, respeitando-se a ordem em que aparecem;
- Equações devem ser geradas por programas apropriados e identificadas no texto com algarismos arábicos entre parêntesis, na ordem que aparecem. Elas devem ser citadas no corpo do texto em formato editável e devem estar em posição indicada pelo autor. Por favor, não envie imagens de equações em hipótese alguma. Equações enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as equações contidas no texto.

Tabelas, Figuras e Quadros

Tabelas, Figuras e Quadros devem formar um conjunto de no máximo sete elementos. Devem ser numerados com numerais arábicos, seguindo-se a ordem em que são citados. No Manuscrito.pdf – versão para avaliação – e no Manuscrito.doc – versão para produção –, tabelas, equações, figuras e quadros devem ser inseridos no texto completo e na posição preferida pelo autor e que também proporcione o melhor fluxo de leitura. Veja abaixo os detalhes para o envio desses itens na versão para produção.

Figuras e Quadros (versão para produção)

Figuras e Quadros devem ser citados no corpo do texto, em posição que proporcione o melhor fluxo de leitura, e ordenados numericamente, utilizando-se numerais arábicos; as respectivas legendas devem ser enviadas no texto principal de acordo com a indicação do autor. Ao enviar figuras com

fotos ou micrografias certifique-se que essas sejam escaneadas em alta resolução, para que cada imagem fique com no mínimo mil pixels de largura. Todas as fotos devem ser acompanhadas do nome do autor, pessoa física. Para representar fichas, esquemas ou fluxogramas devem ser utilizados Quadros.

Tabelas (versão para produção)

As tabelas devem ser citadas no corpo do texto e numeradas com algarismos arábicos. Devem estar inseridas no corpo do texto em posição indicada pelo autor. Tabelas enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as tabelas contidas no texto. As tabelas devem ser elaboradas utilizando-se o recurso Tabela do programa Microsoft Word 2007 ou posterior; não devem ser importadas do Excel ou Powerpoint e devem:

- Ter legenda com título da Tabela;
- Ser autoexplicativas;
- Ter o número de algarismos significativos definidos com critério estatístico que leve em conta o algarismo significativo do desvio padrão;
- Ser em número reduzido, para criar um texto consistente, de leitura fácil e contínua;
- Apresentar dados que não sejam apresentados na forma de gráfico;
- Utilizar o formato mais simples possível, não sendo permitido uso de sombreamento, cores ou linhas verticais e diagonais;
- Utilizar somente letras minúsculas sobrescritas para indicar notas de rodapé que informem abreviações, unidades etc. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir essa mesma ordem no rodapé.

Nomes proprietários

Matérias-primas, equipamentos especializados e programas de computador utilizados deverão ter sua origem (marca, modelo, cidade, país) especificada.

Unidades de medida

- Todas as unidades devem estar de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI);
- Temperaturas devem ser descritas em graus Celsius (°C).

Referências bibliográficas

Citações no texto

As citações bibliográficas inseridas no texto devem ser feitas de acordo com o sistema "Autor Data". Por exemplo, citação com um autor: Sayers (1970) ou (Sayers, 1970); com dois autores: Moraes & Furuie (2010) ou (Moraes & Furuie, 2010); e acima de dois autores apresenta-se o primeiro autor seguido da expressão "et al.". Nos casos de citação de autor entidade, cita-se o nome dela por extenso.

Lista de referências

A revista Food Science and Technology (CTA) adota o estilo de citações e referências bibliográficas da American Psychological Association - APA. A norma completa e os tutoriais podem ser obtidos no link <http://www.apastyle.org>.

A lista de referências deve ser elaborada primeiro em ordem alfabética e em seguida em ordem cronológica, se necessário. Múltiplas referências do mesmo autor no mesmo ano devem ser identificadas por letras "a", "b", "c" etc. apostas ao ano da publicação.

Artigos em preparação ou submetidos à avaliação não devem ser incluídos nas referências. Os nomes de todos os autores deverão ser listados nas referências, portanto não é permitido o uso da expressão “et al.”.

Segundo determinação da Diretoria de Publicações da sbCTA, os artigos aceitos cujas referências bibliográficas estejam fora do padrão determinado ou com informações incompletas NÃO SERÃO PUBLICADOS até que os autores adequem as referências às normas.

Exemplos de referências

Livro

Baccan, N., Aleixo, L. M., Stein, E., & Godinho, O. E. S. (1995). *Introdução à semimicroanálise qualitativa* (6. ed.). Campinas: EduCamp.

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. (2006). *Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO* (versão 2, 2. ed.). Campinas: UNICAMP/NEPA.

Capítulo de livro

Sgarbieri, V. C. (1987). Composição e valor nutritivo do feijão *Phaseolus vulgaris* L. In E. A. Bulisani (Ed.), *Feijão: fatores de produção e qualidade* (cap. 5; p. 257-326). Campinas: Fundação Cargill.

Artigo de periódico

Versantvoort, C. H., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J., & Sips, A. J. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31-40.

Sillick, T. J., & Schutte, N. S. (2006). Emotional intelligence and self-esteem mediate between perceived early parental love and adult happiness. *E-Journal of Applied Psychology*, 2(2), 38-48. Retrieved from <http://ojs.lib.swin.edu.au/index.php/ejap>

Trabalhos em meio eletrônico

Richardson, M. L. (2000). *Approaches to differential diagnosis in musculoskeletal imaging* (version 2.0). Seattle: University of Washington, School of Medicine. Retrieved from <http://www.rad.washington.edu/mskbook/index.html>

Legislação

Brasil, Ministério da Educação e Cultura. (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências* (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Teses e dissertações

Fazio, M. L. S. (2006). *Qualidade microbiológica e ocorrência de leveduras em polpas congeladas de frutas* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

Eventos

Sutopo, W., Nur Bahagia, S., Cakravastia, A., & Arisamadhi, T. M. A. (2008). A Buffer stock Model to Stabilizing Price of Commodity under Limited Time of Supply and Continuous Consumption. In *Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference* (APIEMS), Bali, Indonesia.

Formatos de arquivo

O texto principal do manuscrito deve ser submetido da seguinte forma:

Manuscrito.pdf: versão para avaliação

- Formato .pdf;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Texto completo do manuscrito (no máximo 16 páginas);
- Figuras, Quadros e Tabelas com as respectivas legendas devem ser submetidos junto ao texto completo e na posição preferida pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente;
- Deve ter a folha de rosto excluída;
- Deve ter os nomes de autores e instituições removidos da página de título;
- Deve ser nomeado manuscritoavaliacao.pdf.

Manuscrito.doc: versão para produção

- Formato Microsoft Word® 2007 ou posterior;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Figuras, Quadros, Tabelas, equações e respectivas legendas devem ser incorporados no texto na posição preferida pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente;
- Deve-se apresentar a folha de rosto em arquivo separado;
- Deve-se apresentar os nomes dos autores e instituições na primeira página;
- Deve ser nomeado manuscritoproducao.doc.

Cheque a preparação de seu manuscrito utilizando a Checklist_Autor_Food Science and Technology (CTA) ([Download Checklist for Authors](#)).

Após conferir a formatação e ter preparado os arquivos de acordo com as recomendações, siga para a etapa submissão *on-line* (veja abaixo).

Instruções gerais para submissão *on-line*

Taxa de submissão

A Food Science and Technology (CTA) cobrará taxa de publicação dos artigos aceitos de acordo com os seguintes critérios:

- USD 220.00 – De autores não associados à sbCTA;
- USD 200.00 – Se ao menos um autor for associado da sbCTA e estiver quite com a anuidade;

- USD 180.00 – Se ao menos dois autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 160.00 – Se ao menos três autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 140.00 – Se ao menos quatro autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade.

O processo de publicação do artigo só se inicia após o pagamento da taxa de publicação, que pode ser feito de duas formas, sendo o *e-mail* sempre o do autor que realizou a submissão:

- Autor no Brasil: através de boleto bancário, enviado por e-mail;
- Autor no exterior: através do site de pagamentos PayPal, enviado por e-mail.

Revisão do inglês

Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, com carta de comprovação de revisão assinada por especialista no idioma inglês (brasileiro ou estrangeiro). Todas as revisões de inglês devem ser acompanhadas de uma carta detalhando as alterações feitas no documento original.

Antes de realizar a submissão *on-line*, o autor para correspondência deverá preencher e assinar o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica. Esse termo pode ser baixado *on-line* no endereço http://cta.submitcentral.com.br/terms_sbcta_br.pdf.

Encaminhar o termo para o e-mail publicacoes@sbcta.org.br. O processo de avaliação não se inicia até que o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica seja recebido.

Submissão do manuscrito

O programa Submit para submissão dos artigos está otimizado para os seguintes navegadores, em sua versão mais atual: Internet Explorer, Firefox, Opera, Safari e Google Chrome.

Os autores devem acessar o programa Submit no endereço <http://cta.submitcentral.com.br> e, no painel do autor, clicar em iniciar uma nova submissão.

Siga passo a passo as indicações e copie com atenção os itens de seu manuscrito que são requeridos pelo sistema de submissão.

Passo 1: Título, Resumo e Palavras-chave

- Preencha o campo título;
- Cole ou digite o resumo no campo resumo;
- Adicione no mínimo três palavras-chave, preenchendo o campo palavras-chave e clicando no botão adicionar;
- Clique no botão continuar.

Passo 2: Autores e Instituições

- Preencha as informações de cada autor do trabalho. É necessário preencher todos os campos e clicar em adicionar antes de passar ao próximo autor. Para acertar a ordem, utilize as setas na coluna ordem;
- Marque o autor para correspondência clicando no botão autor para correspondência (troca);
- Informe pelo menos uma (1) instituição para cada autor. Se necessário, clique no botão editar instituições;
- Clique no botão continuar.

Passo 3: *Referees*

- Indique três revisores potenciais para avaliar seu trabalho – essa etapa pode ajudar muito a agilizar o início do processo de avaliação;
- Clique no botão continuar.

Passo 4: Envio de arquivos

- Cheque todos os arquivos, conferindo se estão formatados adequadamente, de acordo com as regras da Revista Food Science and Technology (CTA);
- Envie todos os arquivos do seu trabalho utilizando o botão procurar ou *browse*. Escolha o tipo de arquivo: Manuscrito em PDF sem os autores (para revisores); Manuscrito em DOC completo (para produção); Folha de Rosto; Figura; Tabela ou Arquivo suplementar;
- Clique no botão enviar. Repita a operação até ter enviado todos os arquivos;
- Clique no botão continuar.

Passo 5: Informações gerais

- Escolha o tipo de contribuição (artigo científico) da caixa de seleção;
- Escolha a área do trabalho da caixa de seleção;
- Confirme que assinou e enviou o Termo de Concordância e respostas às outras perguntas;
- Escreva sua carta ao editor;
- Clique no botão continuar.

Passo 6: Checar e submeter

- Verifique todas as informações e corrija-as, se necessário, clicando no botão editar;
- Baixe todos os arquivos e abra-os para certificar-se de que não estejam corrompidos;
- Marque a caixa, informando que baixou e abriu todos os arquivos;
- Clique no botão finalizar submissão para concluir o processo de submissão.

Uma confirmação será exibida. Você pode imprimir a confirmação de envio, que também será enviada a você via *e-mail*.

Contato

Diretoria de Publicações

Av. Brasil, 2880 – 13001-970 Campinas – SP, Brasil – Caixa Postal: 271

Fone/Fax: +55 (19) 3241-0527; +55 (19) 3241-5793

e-mail: publicacoes@sbcta.org.br

Revista de Acceso Abierto