

Relatório Científico:
**Estudo de proteínas vegetais
nacionais com potencial
para aplicação em alimentos
vegetais análogos**



Autores

MSc. Aurenice Maria Mota da Silva

MSc. Nathan Hargreaves Nogueira

MSc. Amanda Silva Carmo

Sidmara Siqueira Malagodi

Dra. Flavia Maria Netto

Dra. Mirna Lucia Gigante

Dra. Ana Carla Kawazoe Sato

Revisão

MSc. Cristiana Ambiel

Dra. Grazielle Grossi Bovi Karatay

Dra. Katherine Helena Oliveira de Matos

Dra. Lorena Silva Pinho

Projeto Gráfico

Fabio Cardoso

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

S586

Silva, Aurenice Maria Mota da e Outros

Estudo de proteínas vegetais nacionais com potencial para aplicação em alimentos vegetais análogos: relatório científico / Aurenice Maria Mota da Silva, Nathan Hargreaves Nogueira, Amanda Silva Carmo, Sidmara Siqueira Malagodi, Flavia Maria Netto, Mirna Lucia Gigante e Ana Carla Kawazoe Sato. – São Paulo: The Good Food Institute Brasil, 2023.

69 p.; IL.; Color

ISBN 978-65-87080-60-4.

1. Alimentos. 2. Cadeia Produtiva Alimentar. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Inovação. 5. Proteína Vegetal. 6. Alimentos Vegetais Análogos. 7. Plant Based. I. Título. II. Relatório científico. III. Critérios para avaliação técnica e econômica das proteínas. IV. Produção nacional das fontes vegetais avaliadas. V. Propriedades de interesse das fontes vegetais para atender ao mercado de alimentos vegetais análogos. VI. Qualidade nutricional. VII. Alergenicidade. VIII. Aspectos sensoriais. IX. Propriedades tecnológicas. X. Resíduos e subprodutos de fontes vegetais destinados à obtenção de proteínas vegetais. XI. Silva, Aurenice Maria Mota da. XII. Nogueira, Nathan Hargreaves. XIII. Carmo, Amanda Silva. XIV. Malagodi, Sidmara Siqueira. XV. Maria Netto, Flavia. XVI. Gigante, Mirna Lucia. XVII. Sato, Ana Carla Kawazoe. XVIII. IFC/Brasil.

CDU 664

CDD 664

Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154



O The Good Food Institute (GFI) é uma organização internacional sem fins lucrativos que trabalha para transformar o sistema de produção de alimentos. Nós atuamos no Brasil, Estados Unidos, Índia, Israel, em países da Europa e da região Ásia-Pacífico para construir um mundo onde proteínas alternativas não sejam mais alternativas. Somos financiados por filantropia, e todo nosso trabalho é prestado gratuitamente à sociedade. Nós existimos para tornar os sistemas alimentares melhores para o planeta, para as pessoas e para os animais. Para isso, identificamos as soluções mais efetivas, buscamos recursos e talentos e empoderamos parceiros em todo o sistema de alimentos, a fim de tornar as proteínas alternativas mais acessíveis. Reimaginar a forma como obtemos proteína para consumo humano é urgente e fundamental. Produtos análogos aos de origem animal obtidos a partir de plantas são uma das alternativas concretas para ajudarmos o Brasil na sua transição para uma agricultura segura, justa e sustentável.

Lado a lado com as proteínas sustentáveis de origem animal, podemos formar uma resposta consistente do nosso país e da nossa economia agrícola ao novo cenário, no qual diferentes fontes de obtenção de proteína para consumo humano conviverão. Esse é um mercado “e” e não um mercado “ou”: há espaço e demanda para atuação de todos.

Visando identificar os maiores desafios para o desenvolvimento de produtos vegetais análogos aos produtos animais com a qualidade, preço e as características sensoriais buscadas pelos consumidores, o GFI Brasil realizou uma pesquisa com profissionais das indústrias de ingredientes e de processamento de produtos vegetais. De acordo com a pesquisa “Oportunidades e Desafios na Produção de Produtos Vegetais e de Origem Animal”, 84% dos entrevistados disseram ser prioritário desenvolver novas fontes de proteínas vegetais nacionais. Assim, para acelerar o

desenvolvimento e a aplicação de novas fontes de proteínas vegetais produzidas nacionalmente, o GFI Brasil encomendou um estudo com foco em Proteínas Vegetais Nacionais. O estudo foi realizado por pesquisadores e professores da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O objetivo principal foi mapear matérias-primas vegetais cultivadas no Brasil, que tenham potencial para fornecer ingredientes proteicos para indústria de alimentos vegetais análogos, bem como, identificar as matérias-primas e resíduos vegetais de melhor desempenho tecnológico e econômico para aplicação em alimentos vegetais análogos. Esperamos que este estudo em proteínas vegetais nacionais seja uma referência sobre o potencial de 18 fontes de proteína para produção de novos ingredientes pelas indústrias, contribuindo assim para o desenvolvimento de novos ingredientes e produtos e para o crescimento do mercado de alimentos vegetais análogos.



Lista de figuras e tabelas	6
Lista de abreviaturas e acrônimos	7
Introdução	8
Metodologia da pesquisa	10
Coleta de dados	11
Critérios para avaliação técnica e econômica das proteínas	12
Análise dos resultados	14
Produção nacional das fontes vegetais avaliadas neste estudo	15
Propriedades de interesse das fontes vegetais para atender ao mercado de alimentos vegetais análogos	18
Qualidade nutricional.	21
Alergenicidade	23
Aspectos sensoriais.	24
Propriedades tecnológicas.	25
Resíduos e subprodutos de fontes vegetais destinados à obtenção de proteínas vegetais	27
Conclusões e perspectivas futuras	38
Referências	40
Apêndices	62

Lista de figuras e tabelas

Figuras	
Figura 1. Ranking das 10 matérias-primas vegetais mais produzidas no Brasil entre as avaliadas neste estudo	15
Figura 2. Ranking das 10 matérias-primas A) exportadas e B) importadas, entre as avaliadas neste estudo	17
Figura 3. Resumo das propriedades de interesse das fontes vegetais para atender ao mercado de alimentos vegetais análogos.	19
Figura 4. Informações gerais sobre o milho como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1	28
Figura 5. Produtos e resíduos do processamento a seco do milho para obtenção de farinhas e seus derivados	29
Figura 6. Produtos e resíduos do processamento do milho para obtenção de óleo de milho.	29
Figura 7. Produtos e resíduos do processamento do milho para obtenção de etanol de milho	30
Figura 8. Informações gerais sobre a mandioca como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1	31
Figura 9. Informações gerais sobre o arroz como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1	32
Figura 10. Produtos e resíduos do processamento de arroz.	33
Figura 11. Informações gerais sobre a batata como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1. . . .	34
Figura 12. Produtos e resíduos do processamento da batata para obtenção de amido de batata.	35
Figura 13. Informações gerais sobre a cevada como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1. . . .	36
Figura 14. Produtos e resíduos do processamento de cerveja	37
Tabelas	
Tabela 1. Critérios utilizados para a classificação por cores das diferentes fontes de proteínas	13

Lista de abreviaturas e acrônimos

BSG

“*Brewer spent grain*” em português refere-se ao resíduo úmido de cervejaria composto majoritariamente de bagaço de malte.

Conab

Companhia Nacional de Abastecimento.

DDG

“*Dried distilled grain*” em português refere-se ao grão de milho seco por destilação.

DDGS

“*Dried distiller grain with solubles*” em português refere-se ao grão residual de milho seco contendo os solúveis do mosto produzido nas destilarias.

EA

“*Emulsion activity*” em português refere-se à atividade emulsificante.

EAI

“*Emulsifying activity index*” em português refere-se ao índice de atividade emulsificante.

EC

“*Emulsifying capacity*” em português refere-se à capacidade emulsificante.

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EQ

Score químico.

ES

“*Emulsion stability*” em português refere-se à estabilidade da emulsão.

ESI

“*Emulsion stability index*” em português refere-se ao índice de estabilidade da emulsão.

FAO

“*Food and Agriculture Organization*” em português
“*Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura*”.

FC

“*Foam capacity*” em português refere-se à capacidade espumante.

FS

“*Foam stability*” em português refere-se à estabilidade da espuma.

GEE

Gás de efeito estufa.

IAC

Instituto Agrônomo de Campinas.

IBGE

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Mapa

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MDIC

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

PDCAAS

“*Protein digestibility-corrected amino acid score*” em português refere-se à digestibilidade da proteína corrigida pelo aminoácido limitante.

Taco

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.

WDG

“*Wet distillers grains*” em português corresponde ao grão residual de milho ainda úmido que é produzido nas destilarias.

Introdução



Em 2050, a produção mundial de alimentos precisa ser de 70% a 100% maior do que a atual para atender a população estimada de quase 10 bilhões de pessoas (Tilman *et al.*, 2011; FAO, 2009). Assim, é preciso repensar o atual sistema de produção de alimentos, uma vez que grande parte das terras cultiváveis na Terra são usadas como pasto ou para fornecer ração animal (FAO, 2020). A expansão territorial da atividade agropecuarista deve ser analisada com cautela, pois resulta em sérias implicações para o meio ambiente de curto e longo prazo, como o desmatamento, a perda da biodiversidade, a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e o consumo de recursos hídricos já escassos (Tilman *et al.*, 2011).

A atual forma de produção de alimentos gera grandes, e às vezes inevitáveis, subprodutos e resíduos: cerca de 38% dos resíduos são gerados durante o processamento de alimentos (Tassoni *et al.*, 2020). Além disso, em um documento apresentado em 2011, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO)

alega que cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são perdidos ou desperdiçados por ano ao longo de toda a cadeia produtiva, desde sua produção até chegar ao consumidor (FAO, 2011). Na América Latina, frutas e vegetais são os maiores responsáveis pelo desperdício de alimentos, representando 62% do desperdício. Raízes/tubérculos e cereais contribuem com 43% e 16% nesses índices, respectivamente (FAO, 2011). De modo geral, são considerados resíduos vegetais as cascas, caules, sementes, farelos e resíduos de aparas após a extração de óleo, amido, suco e açúcares, uma vez que estes não têm valor comercial e têm como principal destino o descarte em aterros sanitários (Ganesh *et al.*, 2022). Além dos resíduos, as cadeias de processamento de alimentos resultam em inúmeros subprodutos, que acabam sendo destinados à alimentação animal, como as tortas obtidas da extração de óleo, ou são comercializados com valor de mercado inferior, como os grãos quebrados durante o processamento de leguminosas, como o feijão.

Devido a esse cenário e à correlação positiva entre consumo de proteínas de origem vegetal e saúde, além do crescimento do público vegetariano, vegano e flexitariano, as proteínas vegetais estão ganhando cada vez mais a preferência dos consumidores e impulsionando pesquisas voltadas à exploração de novos ingredientes (Aiking, 2011; Alves & Tavares, 2019; Boland *et al.*, 2013). O Brasil é um forte candidato a assumir o protagonismo do mercado de alimentos vegetais análogos, uma vez que é um dos mais importantes produtores mundiais de alimentos, contribuindo para a alimentação de cerca de 1,5 bilhão de pessoas ao redor do mundo e com mais de 400 produtos provenientes da agricultura (Embrapa, 2021a). A grande extensão do país, que abrange diferentes regiões e climas, permite a produção de diferentes produtos agrícolas, sejam eles nativos, como o amendoim e a mandioca, ou de origem estrangeira, como o milho, a soja e o trigo. A grande diversidade agrícola nacional permite a exploração de fontes alternativas à soja e à ervilha, amplamente estudadas no desenvolvimento de alimentos vegetais análogos. No tocante à indústria de alimentos, o Brasil é atualmente o segundo maior exportador de alimentos industrializados: exporta para 190 países (ABIA, 2021), ficando atrás somente dos Estados Unidos, no entanto, nacionalmente, a grande maioria das proteínas vegetais comercializadas e utilizadas no desenvolvimento de produtos alternativos aos de origem animal ainda é oriunda de importação. Em pesquisa realizada pelo GFI Brasil e publicada no final do ano de 2021, o desenvolvimento de ingredientes nacionais foi apontado como a principal estratégia para o avanço do mercado de alimentos vegetais análogos no Brasil (Ambiel *et al.*, 2021). O desenvolvimento de cadeias agrícolas nacionais para exploração de fontes alternativas de proteínas e o desenvolvimento de

produtos processados a partir destas fontes podem contribuir não somente com o fortalecimento da agricultura nacional, mas também com a indústria de alimentos e a capacidade de exportação de produtos processados de interesse no mercado internacional.

Assim, o objetivo deste estudo é mapear fontes vegetais cultivadas no Brasil, que tenham potencial para serem ingredientes proteicos para indústria de alimentos vegetais análogos, bem como identificar as matérias-primas, resíduos e/ou subprodutos vegetais das indústrias de melhor performance tecnológica e econômica para aplicação em alimentos vegetais análogos. Este estudo tem o intuito de prover subsídios técnicos para novas pesquisas e aplicações de novos ingredientes pelas indústrias.



CAPÍTULO 1

Metodologia da pesquisa



Arroz

Coleta de dados



Este relatório traz um levantamento das seguintes 18 fontes vegetais cultivadas no Brasil: arroz, batata, três variedades de feijão (preto, caupi e mungo), grão-de-bico, amendoim, gergelim, milho, mandioca, trigo, cevada, aveia, centeio, canola, lentilha, sorgo e girassol. Foi realizada busca na literatura científica em diferentes bases de dados – *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science* –, com o objetivo de coletar dados referentes aos métodos de extração, composição, propriedades funcionais, alergenicidade, valor nutricional e características

sensoriais destas 18 fontes vegetais. Os dados de produção, importação e exportação apresentados neste relatório foram obtidos de fontes oficiais nacionais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e de associações de pré-processamento das diferentes matérias-primas.

Critérios para avaliação técnica e econômica das proteínas



O presente relatório aborda 18 diferentes fontes de proteínas vegetais, incluindo cereais (arroz, aveia, centeio, cevada, milho, sorgo e trigo), crucíferas (canola), leguminosas (amendoim, feijão preto, feijão caupi, feijão mungo, grão-de-bico e lentilha), raízes tuberosas (mandioca), sementes (de gergelim e de girassol) e tubérculos (batata). Para criar uma forma de comparação qualitativa entre as proteínas, foi estabelecida uma escala de cores que classifica em excelente, bom, médio, baixo e/ou ruim os critérios técnicos e econômicos das proteínas, conforme apresentados na Tabela 1.

Para o critério “concentração de proteína”, foi considerada a concentração de proteína presente na fonte vegetal íntegra (matéria-prima), antes do processamento. Em relação às propriedades tecnológicas, neste estudo foram avaliadas a solubilidade, capacidade emulsificante (EC), atividade emulsificante (EA), índice de atividade

emulsificante (EAI), estabilidade da emulsão (ES), índice de estabilidade da emulsão (ESI), capacidade espumante (FC), estabilidade da espuma (FS) e gelificantes, quando disponíveis. No entanto, a falta de padronização nas técnicas utilizadas pela literatura para avaliar propriedades emulsificantes, espumantes e gelificantes das proteínas vegetais dificulta a comparação dos dados apresentados nos diferentes trabalhos. Assim, considerando que proteínas pouco solúveis são relacionadas a propriedades tecnológicas inferiores (Silva *et al.*, 2021), proteínas insolúveis foram classificadas como “pobre/ruim” seguindo a classificação tecnológica apresentada na Tabela 1. Por outro lado, proteínas muito solúveis ou que apresentaram propriedades tecnológicas (propriedades emulsificante, espumante e/ou gelificante) boas mesmo em baixas concentrações foram classificadas como “excelente”.

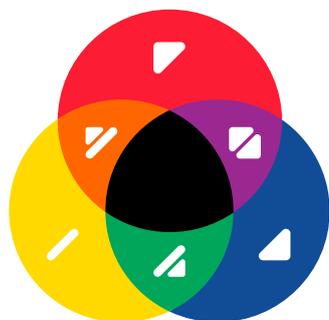
Tabela 1 - Escala de cores que classifica em excelente, bom, médio, baixo ou pobre/ruim os critérios técnicos e econômicos das fontes vegetais

Color ADD	Classificação	Concentração de Proteína na Fonte Vegetal	PDCAAS ¹	Alergenicidade	Sabor e Aroma	Solubilidade	Preço (R\$/kg de proteína)	Produção Nacional em 2021 (ton)
▲	Excelente	> 30%	> 0,8	Rara, somente em casos específicos	Agradável/Não perceptível	Excelente (mesmo a baixas concentrações)	< 15	> 1.000.000
▲	Bom	20% - 30%	0,60 - 0,79	Baixo potencial alergênico	Muito aceitável	Boa	15 - 30	100.000 - 1.000.000
▣	Médio	10% - 20%	0,40 - 0,59	Moderada alergenidade	Aceitável com sabor residual	Média	30 - 45	10.000 - 100.000
▣	Baixo	5% - 10%	0,2 - 0,39	Alta alergenidade (baixo risco)	Pouco aceitável	Pouco solúvel	45 - 55	1.000 - 10.000
▣	Pobre/Ruim	< 5%	< 0,20	Alta alergenidade (risco severo)	Desagradável	Insolúvel	> 55	< 1.000

¹ "Protein digestibility-corrected amino acid score" em português se refere à digestibilidade da proteína corrigida pelo aminoácido limitante.

Para fins de comparação, o preço por quilo de proteína foi determinado considerando o preço médio nacional por quilo da fonte vegetal e a quantidade de proteína presente na mesma. No entanto, vale ressaltar que, em grande parte das

fontes avaliadas no presente estudo, as matérias-primas de interesse para obtenção de proteína seriam os resíduos ou subprodutos, que são muitas vezes descartados ou destinados à alimentação animal.

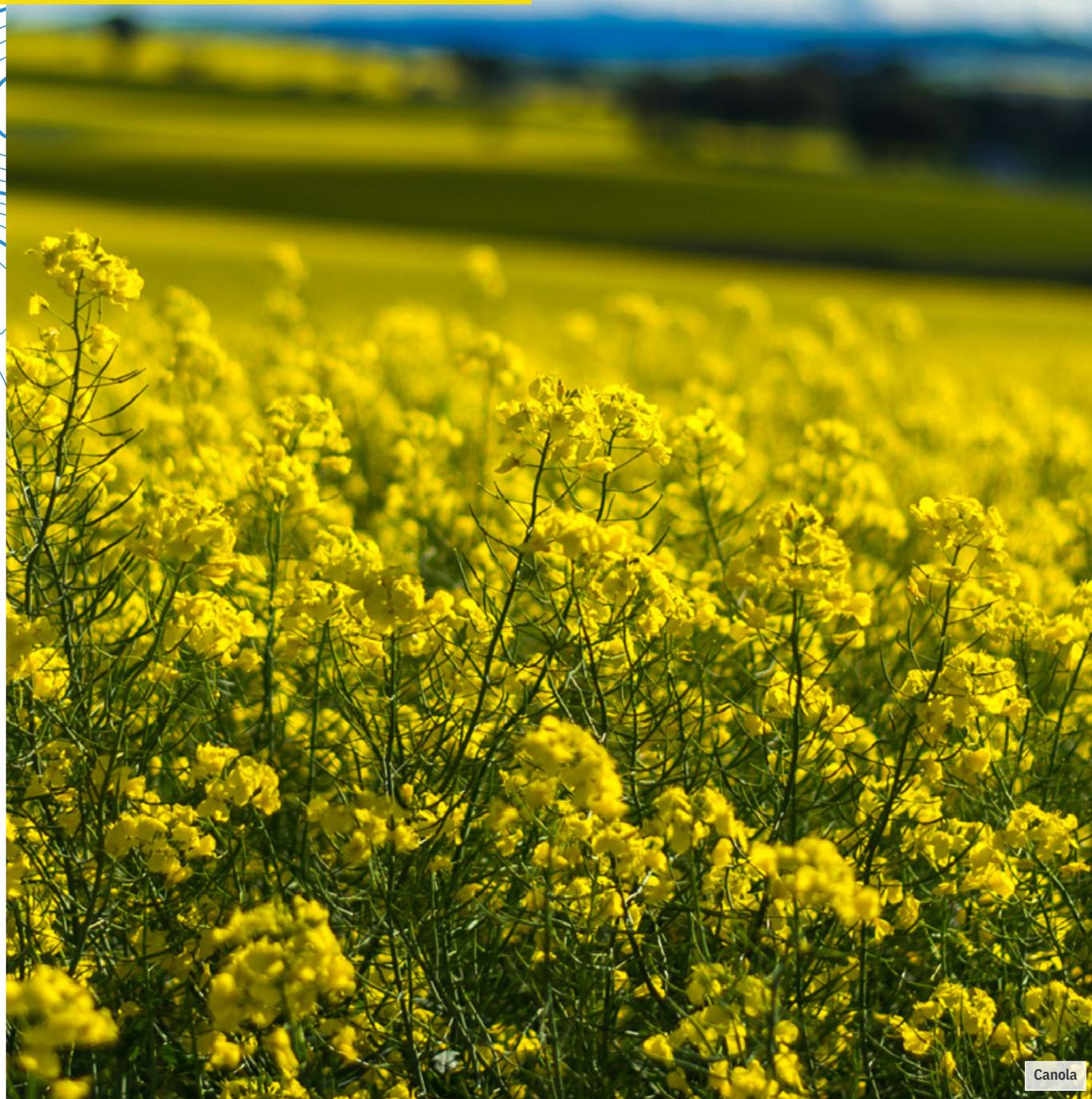


Acessibilidade cromática

Esta publicação utiliza, em alguns gráficos, um sistema de legenda acessível chamado [ColorADD®](#). Essa é uma linguagem universal e inclusiva que permite às pessoas com daltonismo identificar cores sempre que elas forem um fator de identificação, orientação ou escolha. Ao usar símbolos, esse sistema pode simular as propriedades aditivas da cor e representar cores e tonalidades primárias e secundárias.

CAPÍTULO 2

Análise dos resultados



Canola

Produção nacional das fontes vegetais avaliadas neste estudo

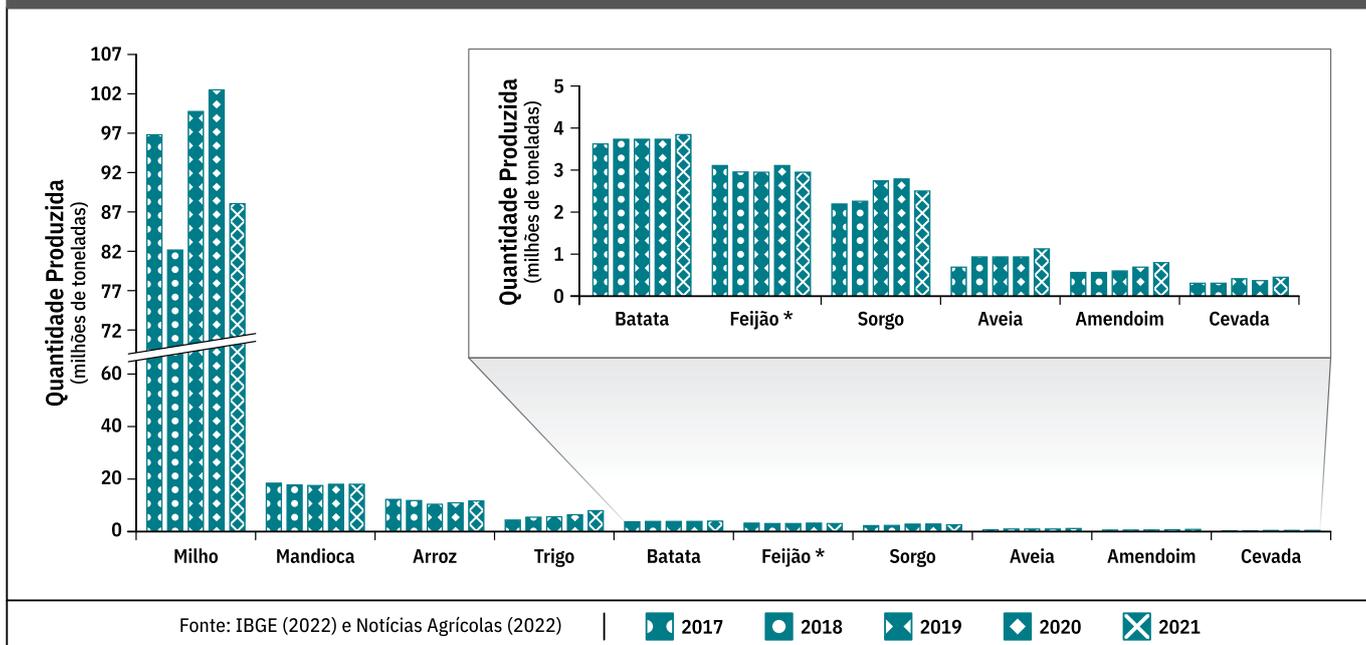


Centeio

A produção nacional dos produtos avaliados apresentou pouca oscilação, sendo que tendências de crescimento, ainda que discretas, foram observadas para aveia, amendoim, cevada e trigo (Apêndice 1).

Entre as fontes listadas, o milho é o produto com maior volume de produção no Brasil (Figura 1). O Brasil também se destaca na produção mundial de milho, sendo o terceiro maior produtor mundial, atrás dos Estados Unidos e China (Embrapa, 2021a).

Figura 1. Ranking das 10 matérias-primas vegetais mais produzidas no Brasil entre as avaliadas neste estudo



* Corresponde ao total dos tipos de feijão produzidos nacionalmente (carioca, preto, caupi, jalo e branco)

Avaliando a produção desse grão por região, destaca-se o Centro-Oeste. O estado do Mato Grosso é responsável por mais de 30% da produção nacional que, com os estados do Paraná, Goiás e o Mato Grosso do Sul, somam quase 70% da produção total brasileira de milho (Apêndice 1).

Após o milho, a mandioca é a segunda cultura mais produzida no Brasil, sendo seguida pela cultura do arroz, trigo, batata, feijão e sorgo (Figura 1). O Brasil está entre os 10 maiores produtores mundiais de arroz e de sorgo. A maior parte da produção nacional de arroz é consumida internacionalmente, sendo que a região Sul é responsável por mais de 80% da produção nacional deste cereal (Apêndice 1). O sorgo, por outro lado, ainda é majoritariamente destinado à alimentação animal, sendo produzido principalmente nos estados de Goiás e Minas Gerais. Mundialmente, o Brasil também se destaca pela produção de feijão, estando entre os três maiores produtores mundiais de “*dry bean*” (FAO, 2020). Entre as variedades de feijão avaliadas com foco em aproveitamento proteico, o feijão mungo é o mais citado na literatura (Base *Scopus*), no entanto, sua produção é ainda incipiente no Brasil. Nacionalmente, o feijão carioca é o mais cultivado e consumido, mas as variedades caupi e preto se destacam pela sua importância na região Nordeste e nos estados do Rio de Janeiro e Rio Grande de Sul, respectivamente.

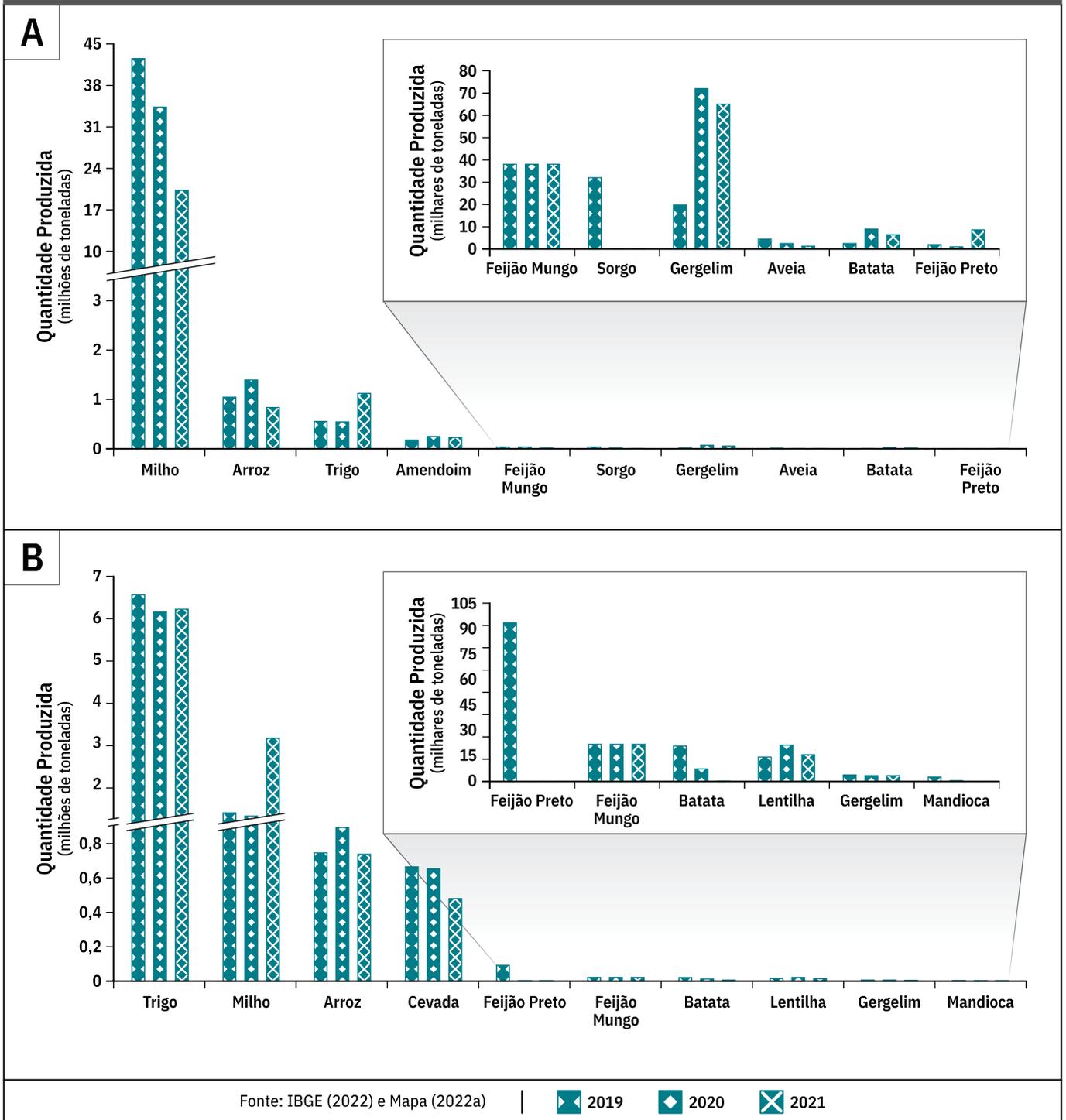
O grão-de-bico e a lentilha são leguminosas que se destacam pelo seu elevado teor de proteína, sendo oriundas do Oriente Médio e do Sudoeste Asiático, respectivamente. No Brasil, sua produção ainda não é significativa, não sendo encontrados dados oficiais. Alguns cultivares nacionais foram desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (Artiaga *et al.*,

2015), e são leguminosas de interesse para plantio no Centro-Oeste brasileiro, como opção de plantio para o inverno por não demandar grande quantidade de água.

O gergelim ainda não é muito cultivado no Brasil, mas tem produção crescente nos últimos anos, com potencial de ser cultivado como segunda safra, alternativamente à cultura do milho (Embrapa, 2021a). Apesar de apresentarem produção pequena no Brasil, o centeio e canola são possibilidades de produção no inverno (Embrapa, 2021b; EBC, 2018), sendo cultivados em países frios e com temperaturas amenas, respectivamente.

Apesar de ser um grande produtor de produtos agrícolas com exportação relevante, o Brasil ainda é importador de diversas matérias-primas. A Figura 2 apresenta as 10 matérias-primas, entre as avaliadas neste estudo, mais importadas e exportadas nos últimos anos. Apesar de o trigo ser o quarto produto com maior produção nacional entre os avaliados neste estudo, o Brasil ainda é muito dependente da sua importação, uma vez que é base de inúmeros produtos de panificação consumidos no cotidiano dos brasileiros. Outros produtos, como o arroz e o milho, também aparecem na lista de produtos com importação e exportação expressiva. As importações destes materiais podem ser relacionadas a diversos fatores, como a sazonalidade, safra dos produtos agrícolas, preço no mercado internacional e aumento de exportação.

Figura 2. Ranking das 10 matérias-primas A) exportadas e B) importadas entre as avaliadas neste estudo



Propriedades de interesse das fontes vegetais para atender ao mercado de alimentos vegetais análogos



Em matrizes vegetais, as proteínas desempenham funções de armazenamento ou de proteção, sendo essas funções distintas daquelas desempenhadas em matrizes animais. Assim, é normal que haja diferença na composição entre as fontes de proteínas animais e vegetais. Os carboidratos são os constituintes mais abundantes nas fontes vegetais, no entanto, entre as espécies vegetais avaliadas no presente estudo, a maioria apresenta bons índices de proteínas na sua fonte, como é o caso da canola, da cevada, do gergelim e do girassol, além das leguminosas, como o amendoim, o grão-de-bico, os diferentes tipos de feijão e a lentilha (Apêndice 2).

Do ponto de vista de desenvolvimento de alimentos vegetais análogos, é interessante nivelar as diversas fontes de proteínas vegetais (leguminosas, cereais, raízes tuberosas, crucifera, tubérculos e sementes) em termos de qualidade nutricional, alergenicidade, tecnofuncionalidade e contribuição sensorial para que possam ser feitas as substituições sem que ocorra perda significativa na qualidade do produto. A Figura 3 apresenta um resumo das principais características a serem consideradas em proteínas de origem vegetal. As fontes vegetais avaliadas neste estudo foram classificadas com base nos critérios apresentados na Tabela 1, sendo que os dados completos podem ser encontrados nos Apêndices 2 e 3 deste documento.

Figura 3. Resumo das propriedades de interesse das fontes vegetais para atender o mercado de alimentos vegetais análogos

Fonte Vegetal	Proteína na Fonte Vegetal ¹	PDCAAS ²	Alergenicidade ²	Sabor e Aroma ²	Solubilidade ²	Preço (R\$/kg de proteína) ³	Produção Nacional em 2021 (ton) ⁴
Amendoim							
Arroz							
Aveia							
Batata							
Canola							
Centeio							
Cevada							
Feijão Preto							
Feijão Caupi							
Feijão Mungo							
Grão-de-bico							
Gergelim							
Girassol							
Lentilha							
Mandioca		*	*				
Milho							
Sorgo							
Trigo							

Legenda de cores: Excelente Bom Médio Baixo Ruim

* Informações não encontradas

¹ Corresponde à quantidade de proteína (g/100g) presente na fonte vegetal. Fonte: Nepa (2004) e Philippi (2002).

² Fonte: artigos científicos (Apêndice 2).

³ Fonte: Conab [s.d].

⁴ Fonte: IBGE (2022).

O consumo de vegetais é cada vez mais incentivado por médicos e especialistas em dietética, uma vez que estudos provam a importância de uma dieta baseada em plantas no controle da síndrome metabólica (expressão clínica da resistência à insulina), diminuição da hipertensão, dislipidemia, obesidade e controle glicêmico (Hoffman & Falvo, 2004; Micha *et al.*, 2010; Rizzo *et al.*, 2011; Adeva-Andany *et al.*, 2022).

Apesar desses benefícios, existem alguns fatores que impactam a substituição de proteínas de origem animal por proteínas derivadas de plantas, como a qualidade nutricional e a alergenicidade. Além disso, a substituição de proteína de origem animal por proteínas vegetais em formulações de alimentos é um desafio devido a fatores como aspectos sensoriais (sabor, aroma e amargor) e propriedades tecnológicas.

A seguir, são destacados os principais fatores relacionados aos aspectos nutricionais, de alergenicidade, sensoriais e propriedades tecnológicas, como propriedades emulsificantes e gelificantes, a serem consideradas quando se pretende utilizar proteínas de plantas na alimentação humana.



Qualidade nutricional



Para que a proteína presente em um alimento seja considerada de alta qualidade, ela precisa estar presente em quantidades significativas e possuir os aminoácidos essenciais nas quantidades necessárias para o organismo humano, ser totalmente ou majoritariamente digerível/absorvível e não apresentar compostos indesejáveis, como os fatores antinutricionais. O escore químico (EQ) é a medida referente à composição de aminoácidos de uma proteína comparada com a de um padrão de aminoácido referência. Já o escore químico de aminoácidos, corrigido pela digestibilidade proteica (do inglês *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS)) é relacionado à composição dos aminoácidos presentes em uma fonte de proteína corrigido pela digestibilidade proteica.

A composição aminoacídica das fontes vegetais varia muito conforme a variedade, local do cultivo, solo, época do ano e tipo de processamento. Entre as fontes listadas, as proteínas da batata se destacam por ter um elevado valor de PDCAAS (Apêndice 2), uma vez que apresentam um perfil de aminoácidos considerado adequado, incluindo lisina, metionina, treonina e triptofano, além de apresentarem boa digestibilidade (84%), sendo comparáveis às proteínas do ovo e do leite (Hussain *et al.*, 2021). A canola também se destaca pelo seu valor de PDCAAS, possuindo mais de 400 mg de aminoácidos essenciais por grama de proteína, além de conter grande quantidade de aminoácidos sulfurados (Chmielewska *et al.*, 2021).

De modo geral, as leguminosas são consideradas boas fontes de proteínas, sendo ricas em lisina, enquanto os cereais são deficientes em lisina, porém ricos em aminoácidos sulfurados, sendo complementares quando se avalia a composição nutricional. No entanto, essas fontes apresentam uma limitação, quando avaliadas em relação ao PDCAAS, principalmente relacionada à sua baixa digestibilidade. A conformação estrutural das proteínas de leguminosas, bem como a presença de inibidores de proteases, pode limitar a ação de enzimas digestivas. Além disso, leguminosas frequentemente apresentam outros compostos classificados como antinutricionais, como fitatos, saponinas e/ou polifenóis, que diminuem e/ou impedem a absorção de nutrientes (Bessada *et al.*, 2019). Vale ressaltar que, é possível reduzir ou até mesmo eliminar estes compostos antinutricionais com processamento adequado, como descascamento, imersão em água, tratamentos hidrotérmicos, germinação e fermentação (Patterson *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2022). De modo análogo, nos cereais, a presença de compostos antinutricionais, como taninos, a sequência de aminoácidos e a estrutura secundária e terciária das proteínas são relacionados à sua baixa digestibilidade (Day, 2013).



Feijão

Alergenicidade



Muitas vezes, produtos de origem vegetal são utilizados como alternativas pelos consumidores alérgicos aos produtos de origem animal. No entanto, com o aumento do consumo de produtos proteicos alternativos aos de origem animal, alergias a diferentes fontes vegetais têm sido relatadas. Proteínas de armazenamento, como as vicilinas e as leguminas, presentes em oleaginosas, e as prolaminas, presentes nas leguminosas e cereais, são grande parte das proteínas relacionadas à alergenidade (Breiteneder & Radauer, 2004; Maruyama, 2021). Proteínas ligadas à fração lipídica de alguns vegetais, bem como peptídeos relacionados aos mecanismos de defesas de plantas, também são relatados como alergênicos (Maruyama, 2021). Entre as fontes

avaliadas no presente estudo, o amendoim, o feijão preto e o mungo, o grão-de-bico, o gergelim, a lentilha, o milho e o trigo foram relatados como tendo alergenidade estabelecida, ou seja, foram mapeados os aminoácidos (ou a sequência deles) que podem desencadear respostas alérgicas (Apêndice 2). Apesar da alergenidade de outras fontes, como a canola e o centeio, não ser bem definida, a similaridade das frações proteicas com a de outras fontes, como a mostarda e o trigo, respectivamente, indica que se deve ter cautela no consumo dessas fontes. Um baixo potencial alergênico foi reportado para o arroz, a aveia, a batata, o girassol e o sorgo, sendo identificados alguns casos específicos de alergia (Apêndice 2).

Aspectos sensoriais



O sabor dos ingredientes proteicos depende da fonte, métodos de extração e tratamentos diversos no decorrer de sua obtenção. O sabor conferido por estes ingredientes depende do produto ao qual é adicionado e da formulação, uma vez que estes podem interagir com os demais ingredientes da formulação. Além disso, deve-se considerar que as informações sensoriais reportadas na literatura para as proteínas de diferentes fontes vegetais dependem do painel sensorial utilizado: provadores treinados ou não (Clapperton & Piggott, 1979; Fiorentini *et al.*, 2020; Losó *et al.*, 2012). De modo geral, para as leguminosas, o sabor “*beany*” é descrito com frequência (Chang *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2021).

Tal termo remete ao sabor semelhante ao feijão e é relacionado principalmente à degradação de lipídios e/ou de aminoácidos (Murat *et al.*, 2013). Para os cereais, a adstringência e amargor são frequentemente relatados (Huang & Zayas, 1991; Holtekjølén *et al.*, 2008; Kaleda *et al.*, 2021), sendo relacionados à presença de fenólicos. Nesta categoria, se destacam o arroz, que foi relatado como tendo sabor agradável (Nadathur & Carolan, 2016), mas granuloso (Hu *et al.*, 2019), e o sorgo, com sabor neutro (Pereira *et al.*, 2017). Entre as fontes avaliadas, feijão caupi, gergelim, girassol e trigo apresentam sabor sem ou com menor impacto de características sensoriais consideradas desagradáveis (Apêndice 2).

Propriedades tecnológicas



Além do aspecto nutricional, as proteínas podem servir vários propósitos tecnológicos, sendo mais comum a função de conferir textura e/ou estabilizar formulações de alimentos. A base molecular para a funcionalidade das proteínas está relacionada à sua estrutura, conformação e sua capacidade de interagir com outros ingredientes. Devido à presença de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos em uma mesma molécula, as proteínas são capazes de reter água em sua estrutura, formar espumas, géis e podem se ligar à gordura. Isso pode atribuir às proteínas excelentes propriedades interfaciais e emulsificantes (Lam & Nickerson, 2013). Além disso, as proteínas podem ser utilizadas como agentes formadores de espuma, filmes e como espessantes, contribuindo para a

qualidade e atributos sensoriais dos alimentos (Miquelim *et al.*, 2010; Joshi *et al.*, 2012; Evangelho *et al.*, 2017; Guerrero *et al.*, 2010).

Em relação às propriedades funcionais tecnológicas, as proteínas obtidas de fontes vegetais costumam apresentar menor solubilidade quando comparadas às proteínas de origem animal (Silva *et al.*, 2021). No entanto, a conformação da proteína é muito variável e depende não somente da fonte de proteína ou dos fatores intrínsecos à molécula (como composição e sequência de aminoácidos, estruturas secundárias e terciárias, presença de ligações de sulfeto e outras), mas é profundamente afetada pelos métodos de extração e recuperação e por fatores ambientais,

como pH do meio e tratamento térmico (Coelho & Salas-Mellado, 2018). A extração alcalina é o processo mais simples para extração de proteínas de fontes vegetais, além de possuir um baixo custo e ser altamente escalonável. Nesse processo, para obter altos rendimentos de extração, elevados valores de pH (> 10) e temperatura (> 70 °C) são frequentemente utilizados, o que pode prejudicar as propriedades tecnológicas das proteínas obtidas (Silva *et al.*, 2021). Nesse sentido, têm-se buscado processos de menor impacto nas propriedades tecnológicas, como é o caso do fracionamento a seco, extração assistida por ultrassom e o uso de enzimas (Pojić *et al.*, 2018). A utilização de enzimas para obtenção de concentrados proteicos é bem atrativa porque utiliza condições brandas de processo (pH 7-8, > 50 °C) sem que haja geração de soluções altamente ácidas ou alcalinas, tendo, portanto, baixo efeito poluidor. Além disso, é possível atingir elevados níveis de separação e pureza através desta técnica (Yu *et al.*, 2020).

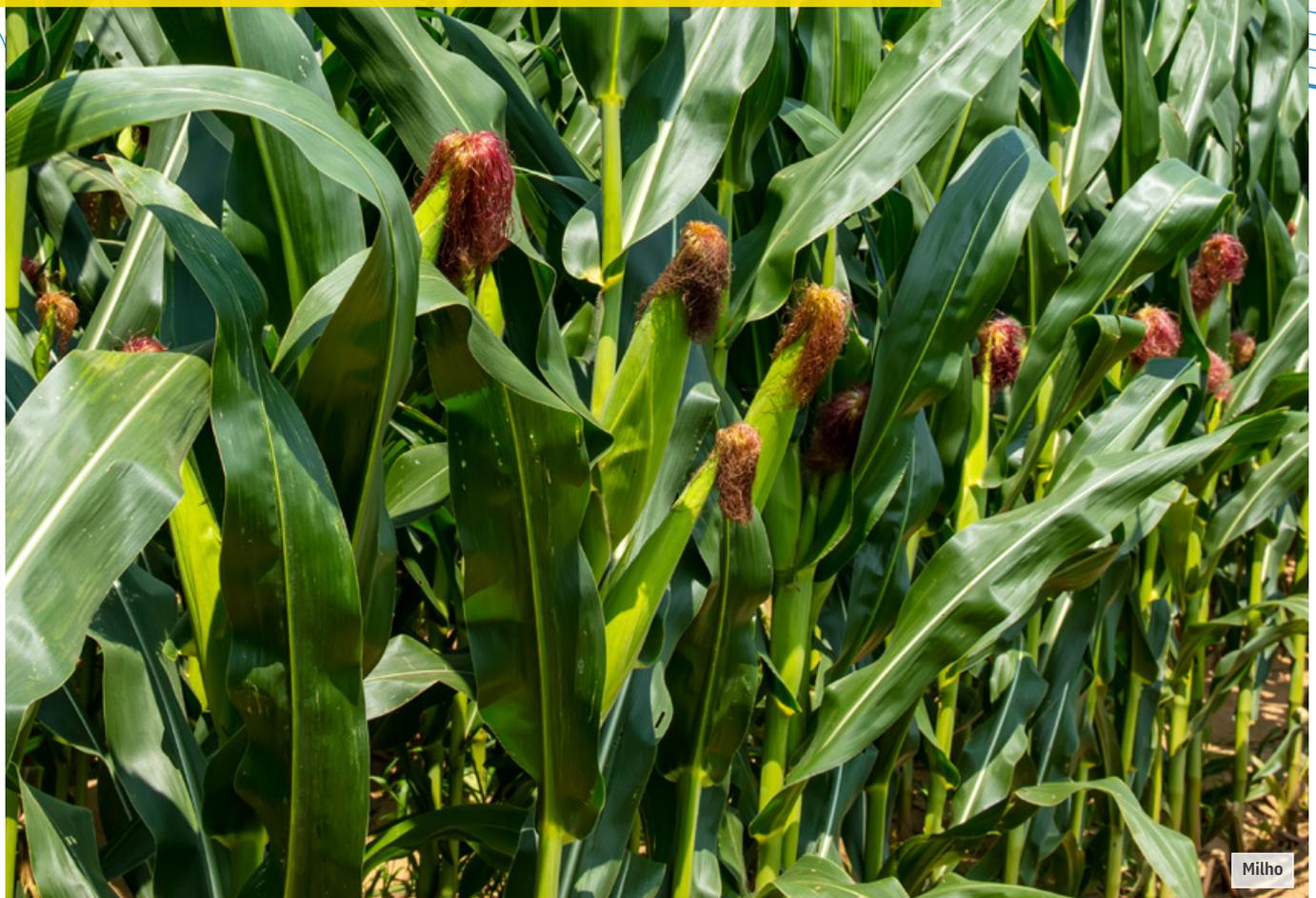
De modo geral, os processos de extração têm influência direta nas estruturas secundária e terciária das proteínas. Particularmente, em processos que utilizam proteases, até a sequência de aminoácidos (estrutura primária) é afetada. Assim, torna-se muito difícil chegar a uma conclusão sobre a funcionalidade das proteínas vegetais sem que seja considerado o processo utilizado para sua obtenção. Além disso, a falta de padronização das metodologias utilizadas para quantificação das propriedades tecnofuncionais das proteínas vegetais dificulta a comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos. Visando minimizar essas divergências, a Embrapa Agroindústria de Alimentos elaborou um guia para caracterização tecnológica e funcional de ingredientes proteicos para o mercado de produtos de origem vegetal (Silva *et al.*, 2022).

Considerando a importância do conhecimento das propriedades tecnológicas das proteínas de diferentes fontes vegetais para a utilização como ingredientes em formulações de alimentos vegetais análogos, os resultados desta pesquisa mostraram que, de modo geral, as proteínas obtidas de cereais apresentam melhores propriedades emulsificantes que as obtidas de leguminosas (Apêndice 3), enquanto a maior parte dos estudos envolvendo propriedades gelificantes de proteínas de plantas avalia proteínas de leguminosas. Comercialmente, a proteína de ervilha, leguminosa rica em globulinas, é muito utilizada na indústria de alimentos vegetais análogos em formulações de salsichas e hambúrgueres, principalmente devido às suas propriedades gelificantes; assim, acredita-se que proteínas de outras leguminosas podem apresentar características semelhantes. Já proteínas de cereais, como o milho e o sorgo, possuem frações significativas de prolaminas (frações proteicas com forte caráter hidrofóbico), sendo aplicadas em molhos e “leites vegetais” devido às suas propriedades emulsificantes.



CAPÍTULO 3

Resíduos e subprodutos de fontes vegetais destinados à obtenção de proteínas vegetais

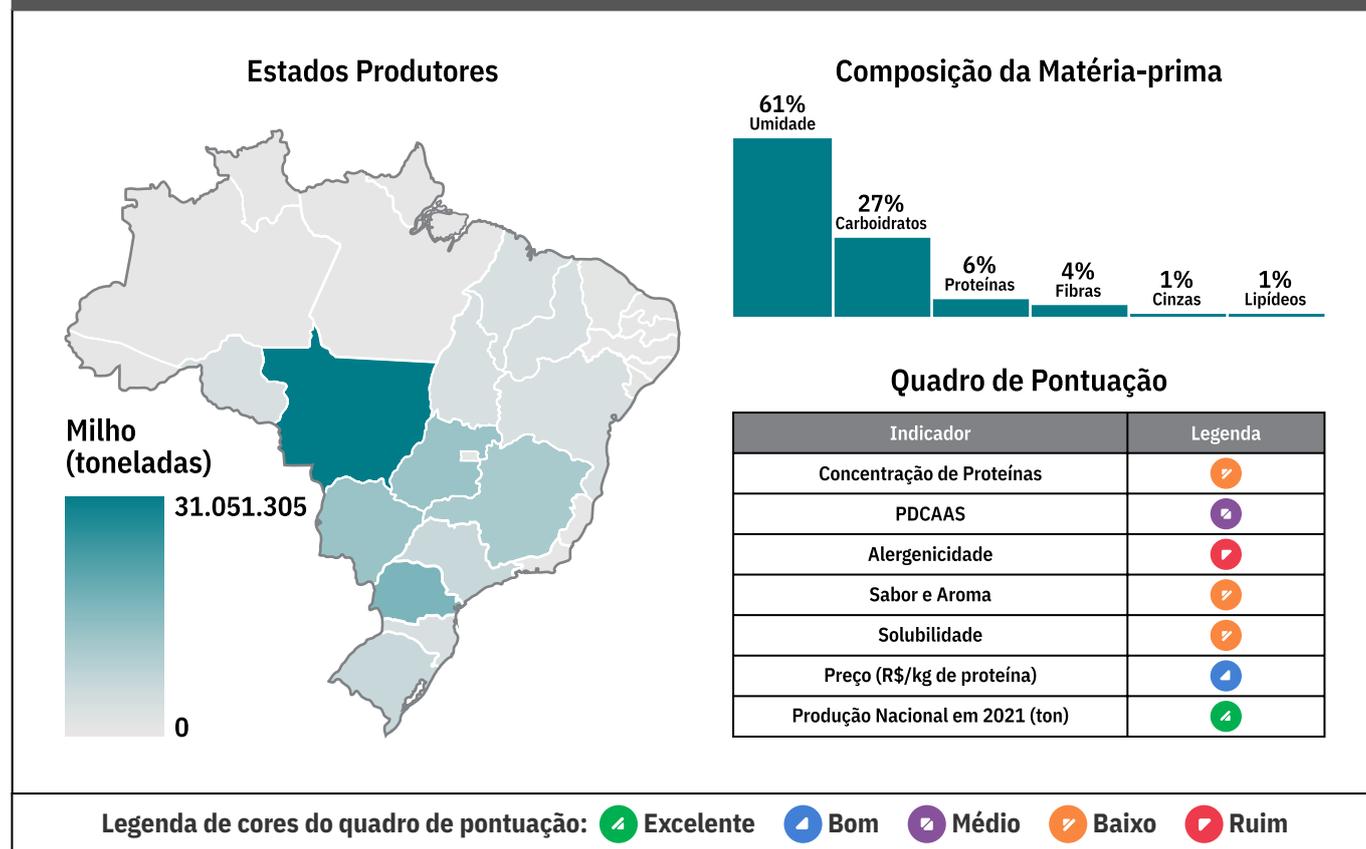


As proteínas são valiosos constituintes de matérias-primas vegetais que, atualmente, ainda são subutilizadas, sendo muitas vezes destinadas à alimentação animal após o processamento de diversos alimentos, como na obtenção de óleo, farinha e amido (Apêndice 4). Uma variedade de proteínas pode ser obtida a partir dos resíduos ou subprodutos do processamento de alimentos, otimizando o uso de recursos e contribuindo para uma agricultura mais sustentável (Waglay *et al.*, 2014; Colantuono, 2018; Los *et al.*, 2020), como é o caso de oleaginosas (amendoim, canola,

gergelim, girassol etc.) que, após a remoção do óleo, resultam em tortas com teor de proteína entre 37% e 63% (em base seca) e das indústrias de produção de amido, que utilizam de fontes vegetais, como milho, mandioca e batata.

O milho merece destaque por ser a cultura com maior volume de produção no Brasil, sendo produzido em todas as regiões do país, mas tendo predominância nos estados do Centro-Oeste, como Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul (Figura 4).

Figura 4. Informações gerais sobre o milho como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1



O milho pode ser beneficiado por vias secas ou úmidas para a obtenção de diferentes produtos como farinhas (fubá) (Figura 5), óleo (Figura 6) e etanol (Figura 7). Além dos processos apresentados, ainda é possível a produção de

outros produtos, como o amido de milho, obtido a partir do processo de moagem úmida, após a separação do glúten, enquanto flocos podem ser obtidos a partir da hidratação da farinha.

Figura 5. Produtos e resíduos do processamento a seco do milho para obtenção de farinhas e seus derivados

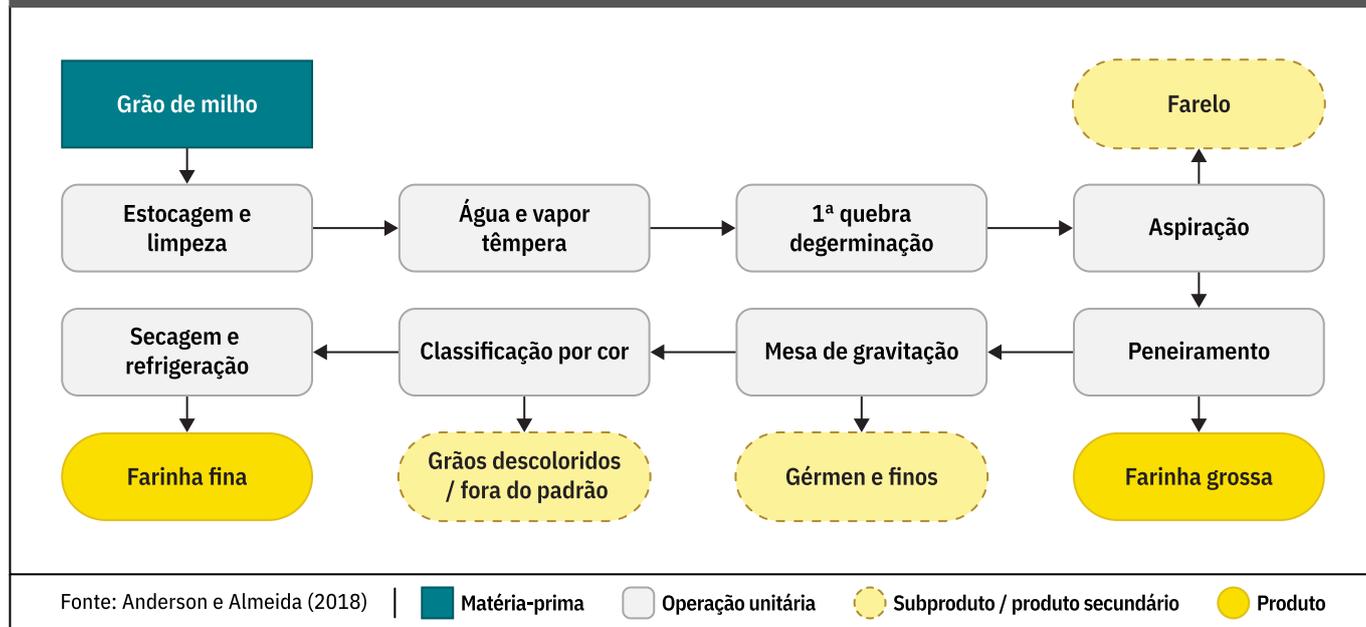
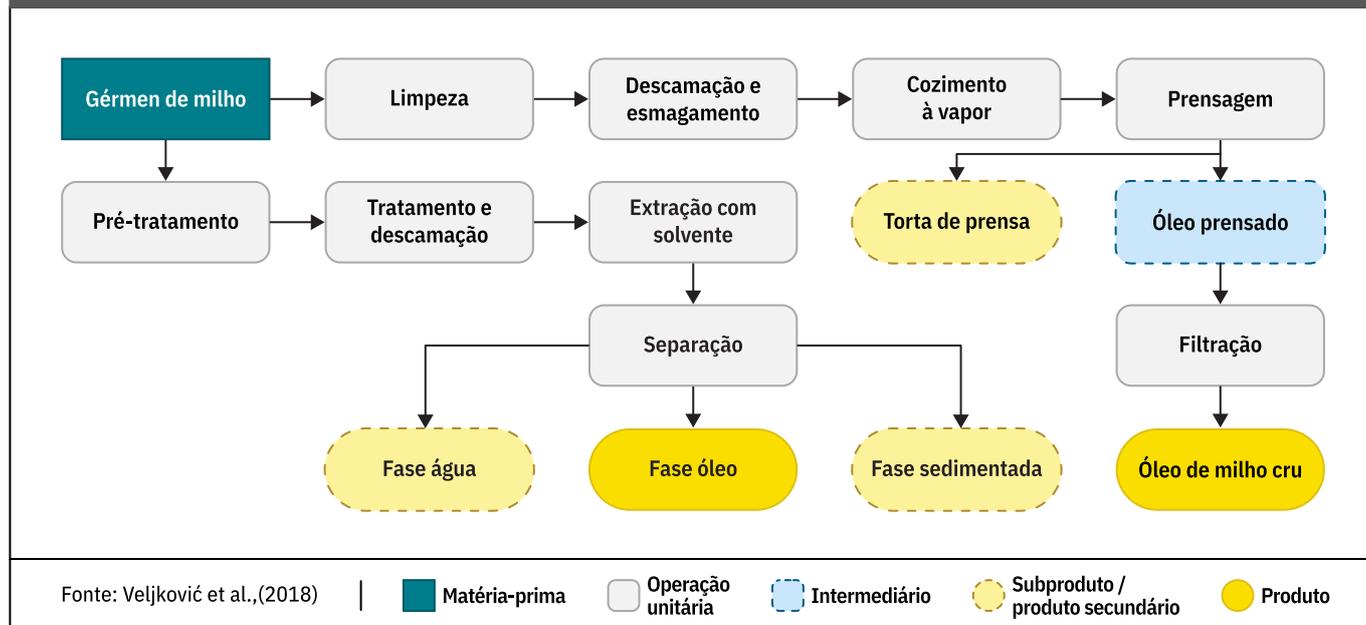
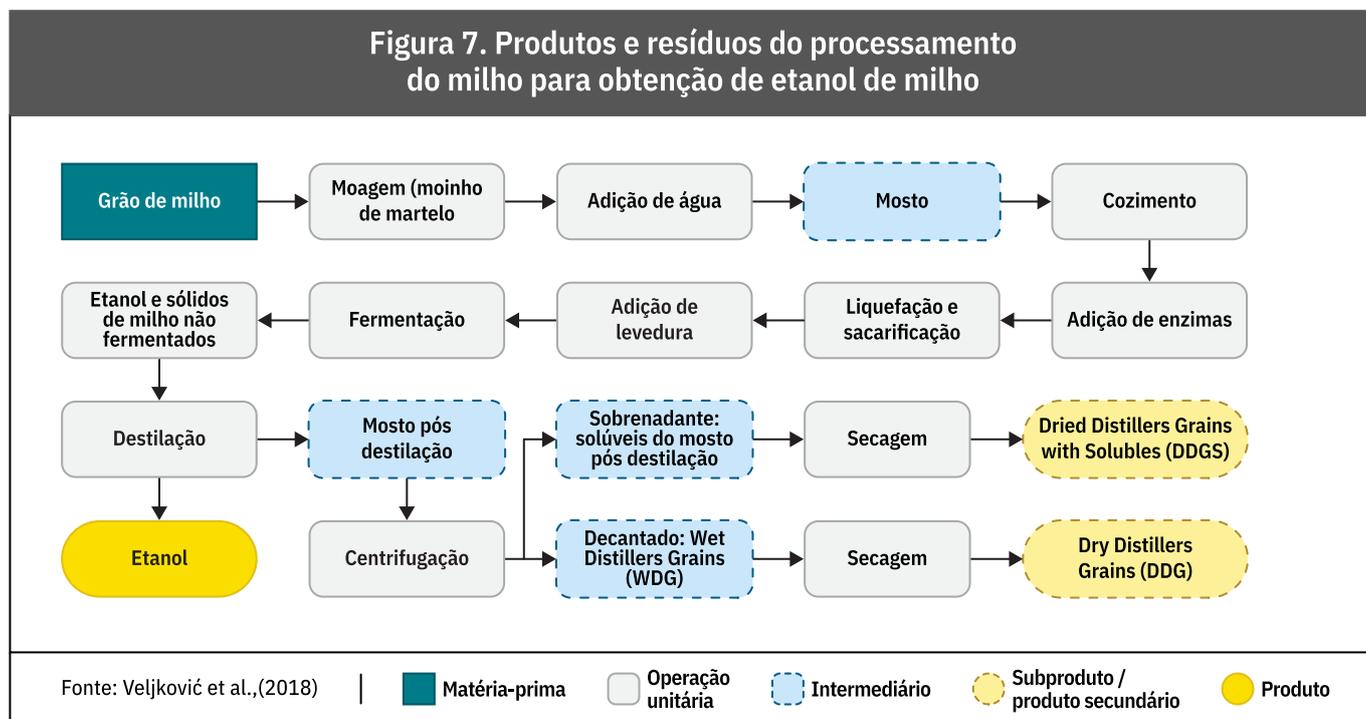


Figura 6. Produtos e resíduos do processamento do milho para obtenção de óleo de milho



No mercado nacional, o milho tem sido destinado à fabricação de etanol (Figura 7), representando em 2022, 13% do total de biocombustível nacional (REDAÇÃO AGRISHOW, 2022). No ano anterior, este montante era igual a 8% (Mapa, 2021), indicando um mercado em ascensão. Este processo gera como subproduto, o DDG (do inglês *Dried Distillers Grains* – ou seja, Grãos Secos de Destilaria, que são grãos residuais de milho seco produzido nas destilarias), que é o grão de milho seco após o processo de fermentação e destilação, que, segundo os produtores, possui de 26% a 30% de proteína.

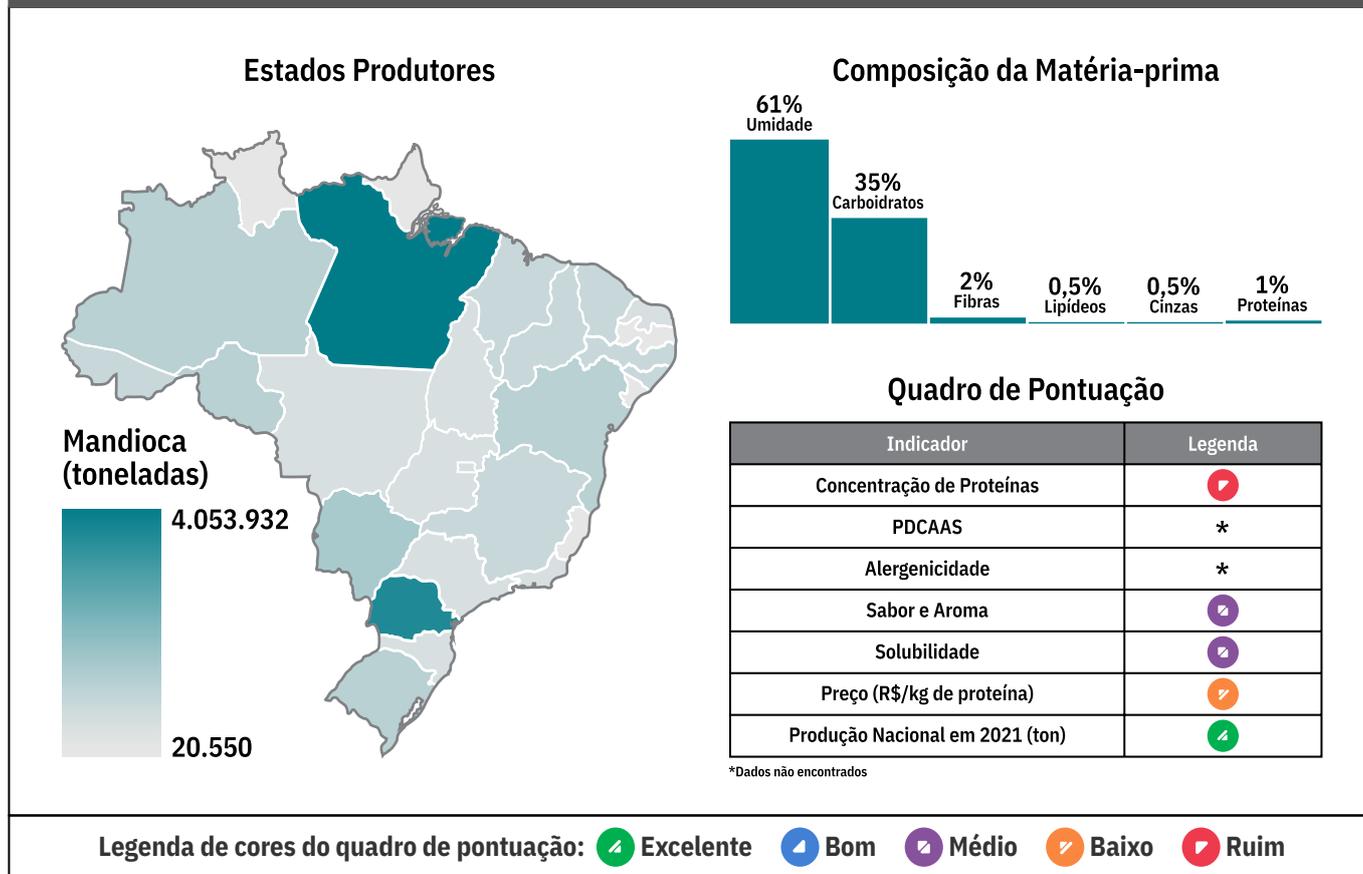


As proteínas do milho contêm considerável quantidade de zeínas, proteínas do tipo prolamina com boas propriedades interfaciais que têm sido alvo de estudos relacionados ao recobrimento de alimentos, como queijos, e produção de plástico biodegradáveis (Fontes, 2022), principalmente devido à sua baixa solubilidade em água e à resistência ao ataque bacteriano. Devido à sua inerente hidrofobicidade e biodegradabilidade, as nanopartículas de zeína têm sido aplicadas com sucesso como carreadores para liberação controlada de fármacos hidrofóbicos e como biomaterial para o desenvolvimento de sistemas de liberação coloidais. Em relação aos alimentos vegetais análogos, as proteínas do milho podem

ser utilizadas como agentes mascaradores de sabor (Flozein Products, 2021).

Outra matéria-prima que merece destaque por ser produzida em todas as regiões do Brasil é a mandioca (Figura 8). Apesar de haver pouca concentração de proteína nessa raiz (~ 1%), a grande disponibilidade dessa matéria-prima a torna uma fonte interessante de proteínas para consumo humano.

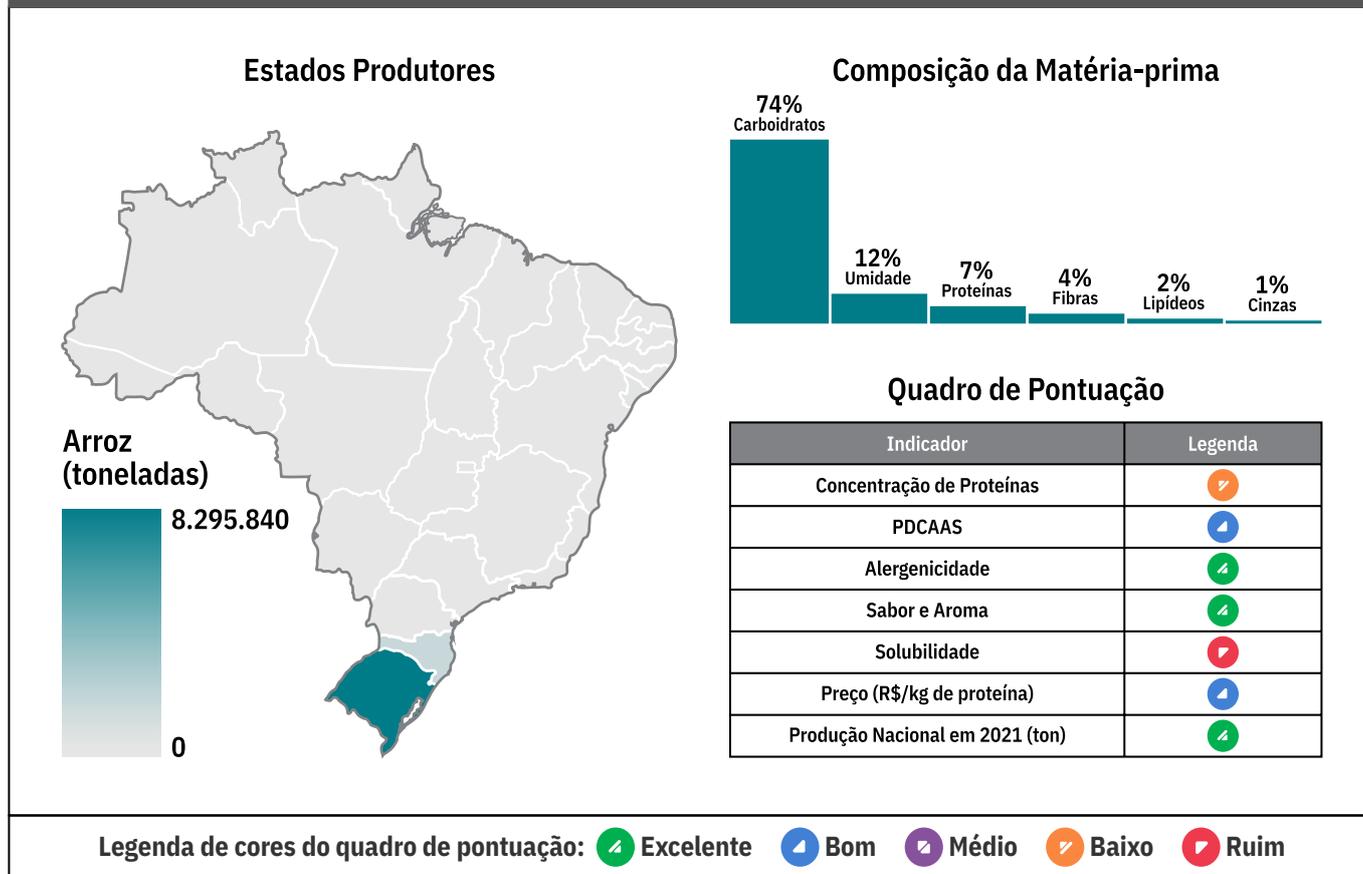
Figura 8. Informações gerais sobre a mandioca como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1



Os principais produtos obtidos a partir da mandioca são: farinhas, fécula e polvilho. De forma análoga às proteínas obtidas a partir da coagulação e precipitação da proteína presente no “suco da batata” (subproduto da obtenção da fécula) (Pęksa & Miedzianka, 2021), acredita-se que a proteína da raiz da mandioca pode apresentar um potencial industrial para agregação de valor de subproduto da indústria da obtenção da fécula de mandioca. Além disso, o plantio da mandioca resulta em uma grande quantidade de folhas, cascas e caule. Durante o cultivo da mandioca, aproximadamente 10 toneladas de folhas secas são produzidas por hectare, que são comumente deixadas no campo, sem nenhum destino industrial (Oresegun *et al.*, 2016). Estas folhas têm grande potencial como

fonte proteica, uma vez que apresentam mais de 20% de proteína, em base seca.

Figura 9. Informações gerais sobre o arroz como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1

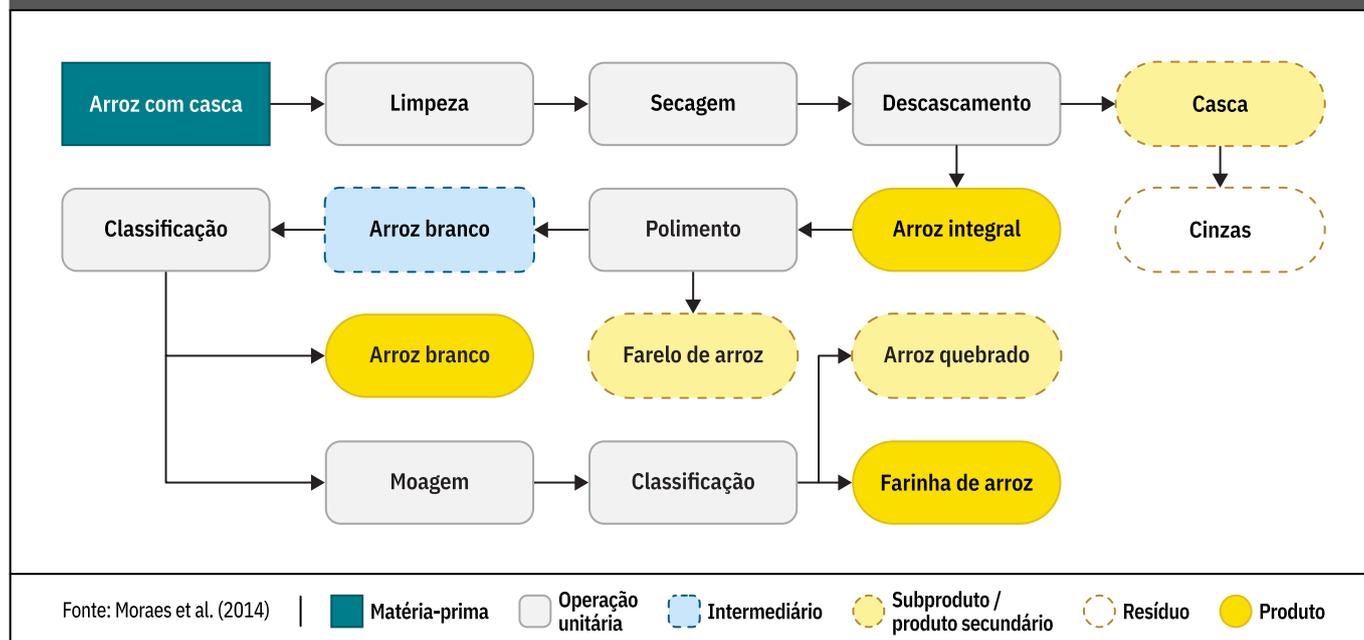


O arroz é um produto amplamente consumido em todo o território nacional por se tratar de um ingrediente básico da culinária brasileira. No entanto, a produção de arroz se concentra na região Sul, sendo o estado de Rio Grande do Sul responsável por mais de 80% da produção nacional (Figura 9).

O arroz é consumido principalmente na forma de grãos brancos ou parboilizados, nos quais a casca é removida e ocorre o polimento do grão (Fabian & Ju, 2011). O principal subproduto do processamento do arroz são os grãos quebrados que são destinados à produção de farinha branca de arroz para formulações isentas de glúten, enquanto seu principal resíduo é o farelo de

arroz, constituído principalmente de cascas e de pó de arroz provenientes do polimento do grão (Figura 10).

Figura 10. Produtos e resíduos do processamento de arroz



O farelo de arroz é rico em proteínas, lipídios, fibras alimentares, vitaminas e minerais. A composição do farelo de arroz é de 15%-20% de lipídios, 34%-52% de carboidratos, 7%-11% de fibras, 6%-10% de cinzas, 8%-12% de umidade e 11%-16% de proteínas altamente nutritivas (Amagliani *et al.*, 2017). A recuperação das proteínas do farelo de arroz para obtenção de concentrados proteicos é altamente recomendada, uma vez que suas proteínas têm grande potencial para serem usadas como ingredientes alimentares funcionais e suplemento nutricional (Fabian & Ju, 2011). Por ser considerado hipoalergênico, é um ingrediente adequado para formulações de alimentos infantis e para dietas com restrição ao glúten (Phimolsiripol *et al.*, 2012; Hirano *et al.*, 2016). Além disso, as proteínas do arroz têm sido reportadas como de grande capacidade antioxidante (Gomes & Kurosawa, 2020).

Esforços são conduzidos no intuito de valorizar esse ingrediente. Não obstante, cada vez mais

empresas focam na extração e disponibilização comercial de concentrados proteicos de farelo de arroz (Amagliani *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021). O maior desafio na aplicação das proteínas do farelo de arroz é a baixa solubilidade e a forte agregação e/ou extensa ligação cruzada de ligações dissulfeto (Ju *et al.*, 2001). Além disso, o farelo de arroz contém alto teor de fitatos (1,7%) e fibras (12%) (Juliano, 1985), componentes que podem se ligar fortemente às proteínas, dificultando a obtenção de proteínas com pureza elevada.

A batata também é um vegetal largamente produzido no Brasil. Essa matéria-prima figura como a quinta variedade mais produzida no Brasil com culturas em estados do Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste (Figura 11), totalizando um volume de produção nacional de mais de 3,7 milhões de toneladas.

A batata é comercializada na forma *in natura* ou industrializada de diferentes maneiras, como

chips, preparações prontas para fritar, formulações de purês e como ingredientes em receitas. A Figura 12 apresenta uma das principais formas de processamento da batata para a produção da fécula. A recuperação de proteínas a partir da água de batata é de particular interesse, pois a fabricação de amido a partir de 1000 kg de batata libera 5 m³ a 12 m³ de água residual, que contém de 30% a 41% de proteína em base seca (Waglay *et al.*, 2014).

Figura 11. Informações gerais sobre a batata como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1

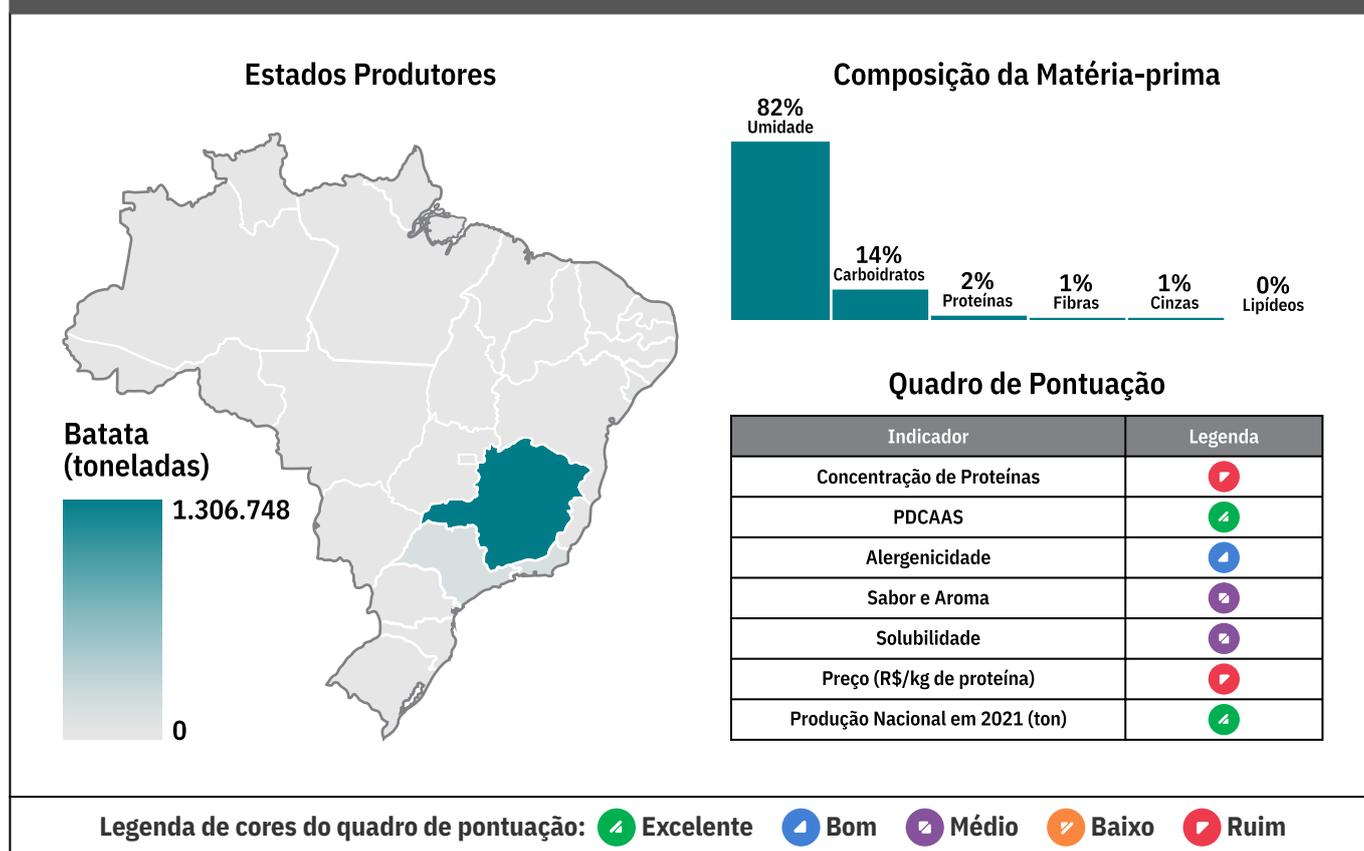
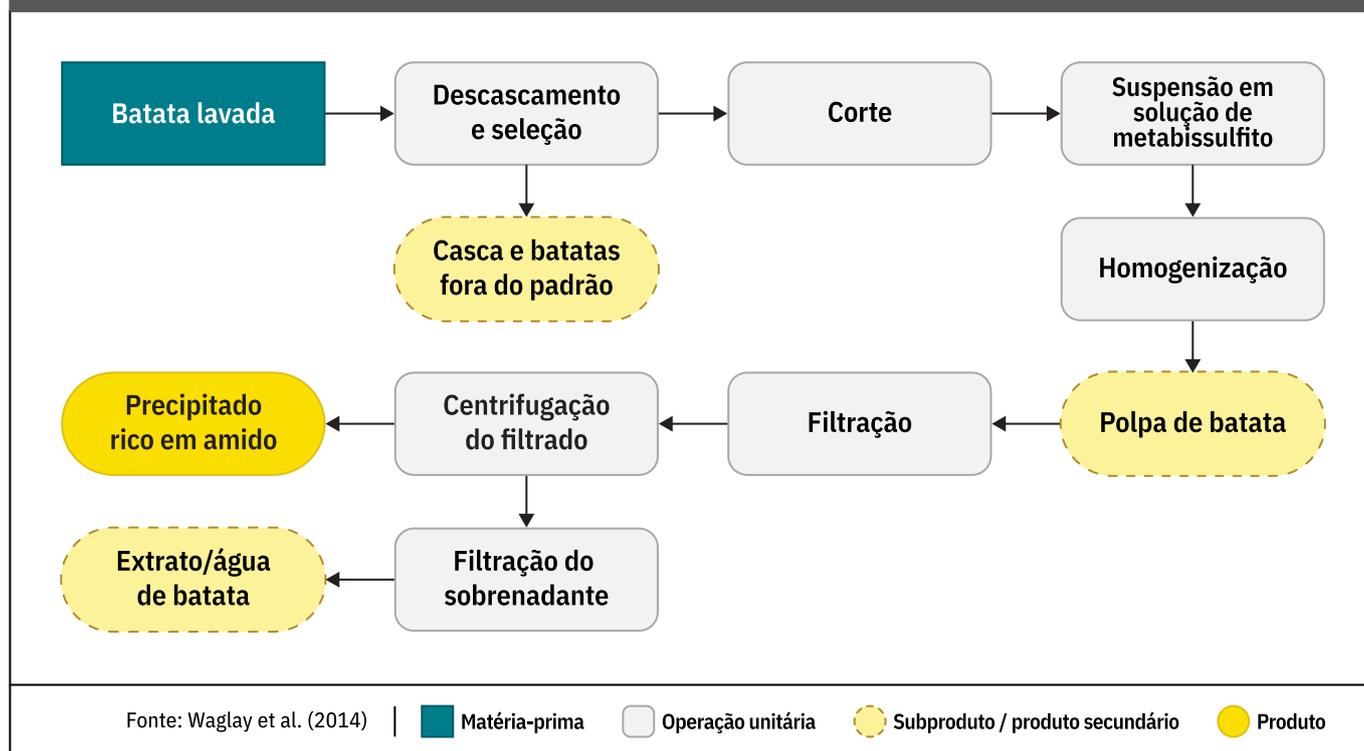


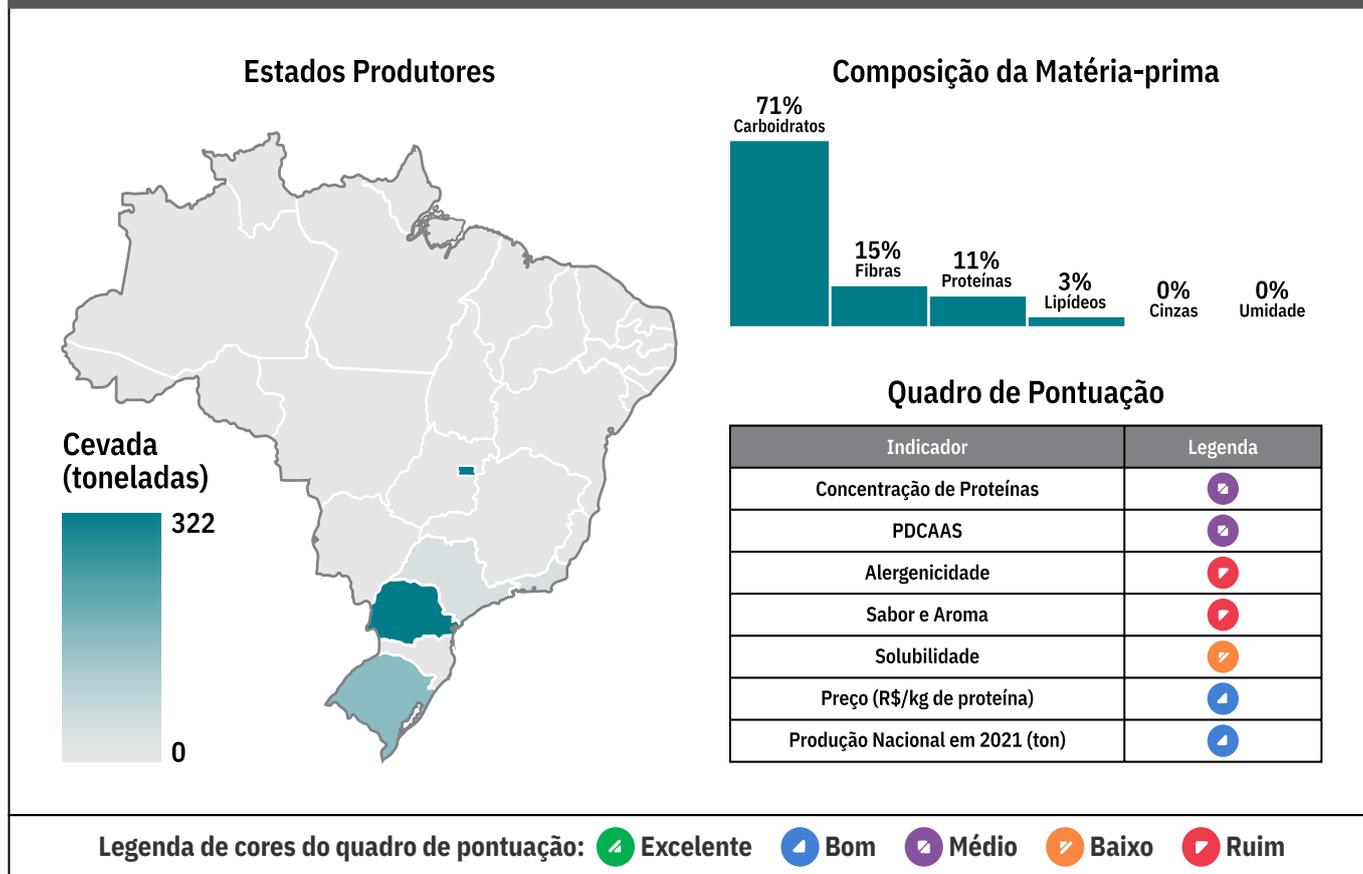
Figura 12. Produtos e resíduos do processamento da batata para obtenção de amido de batata



Em comparação com outras fontes vegetais, as proteínas da batata são consideradas de excelente qualidade nutricional, uma vez que contêm uma alta proporção de lisina, um aminoácido essencial que muitas vezes falta nos alimentos de origem vegetal (Peksa *et al.*, 2009) e, assim como as do farelo de arroz, têm baixa ou nenhuma alergenicidade reportada (Majamaa *et al.*, 2001), sendo um ingrediente particularmente interessante para alimentos destinados a crianças e atletas. As proteínas de batata são comumente compostas por duas frações majoritárias, patatina (até 40% do peso total de proteína), cuja massa molecular varia de 39 kDa a 45 kDa e inibidores de protease (~ 50%), cujo peso molecular compreende de 4 kDa a 25 kDa, além de outras proteínas de alto peso molecular (~ 10%) (Bártová & Bártá, 2009).

Industrialmente, a recuperação das proteínas do extrato de batata é realizada por uma combinação de coagulação térmica e precipitação ácida (Cheng *et al.*, 2010, Miedzianka *et al.*, 2012). Embora a precipitação térmica/ácida resulte em um alto rendimento de recuperação de proteínas, muitas vezes leva à perda completa da funcionalidade da proteína, o que limita sua aplicação na alimentação humana (Cheng *et al.*, 2010, Miedzianka *et al.*, 2012).

Figura 13. Informações gerais sobre a cevada como fonte de proteína vegetal: composição da matéria-prima, produção nacional e classificação de acordo com o critério de cores apresentados na Tabela 1

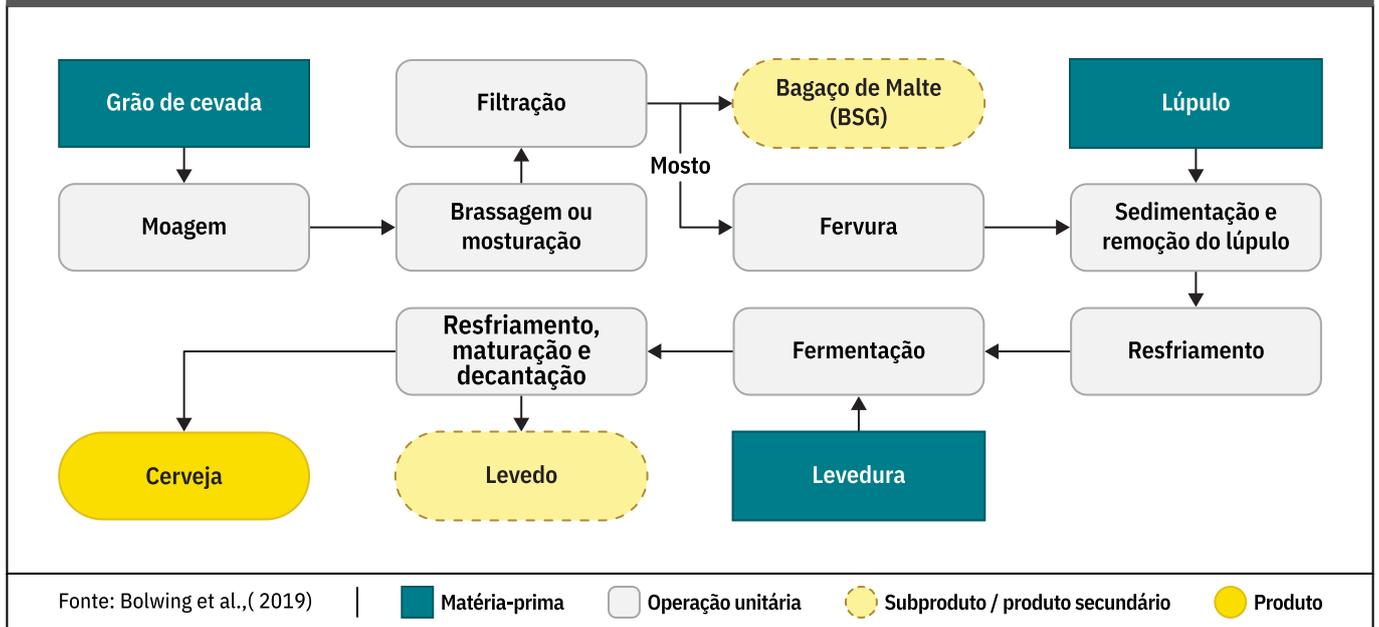


No Brasil, as regiões Sul e Sudeste são as únicas produtoras de cevada, sendo o estado do Paraná o líder de produção (Figura 13). Foram mais de 450 toneladas produzidas no ano de 2021 (Figura 1). Esses valores, somados ao volume importado pelo Brasil (terceiro lugar em volume de importações) (Figura 2), permitem dimensionar a importância dessa espécie vegetal dentro das matérias-primas estudadas neste relatório.

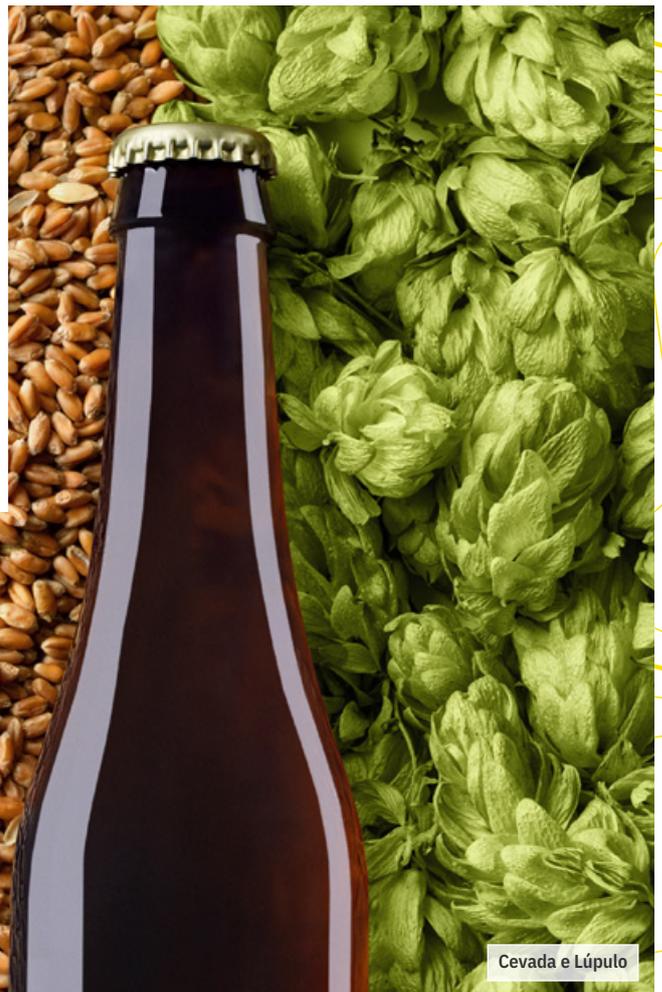
A alta demanda por cevada se dá ao fato de que o Brasil é um grande produtor de cerveja (o 3º do mundo) e a cevada é a principal matéria-prima para a produção da cerveja nacional (Embrapa, [s.d]). O bagaço de malte resultante do processo de brasagem (do inglês: *brewer spent grain*,

BSG) é o mais abundante subproduto gerado no processo de fabricação de cerveja, com uma geração em bases secas de 15 kg-20 kg por 100 L de cerveja fabricada (Wen *et al.*, 2019) (Figura 14). Considerando o volume de produção de cerveja, dados do último relatório da FAO indicaram que mais de 3,7 bilhões de toneladas de BSG foram produzidas em todo o mundo no ano passado, enquanto, na Europa, a produção anual de BSG foi estimada em ~ 1 bilhão de toneladas (FAOSTAT, 2022). O BSG é um material rico em fibras e seu conteúdo de proteína varia de 11% a 30% em base seca (Wen *et al.*, 2019).

Figura 14. Produtos e resíduos do processamento de cerveja



Estudos têm mostrado que as proteínas do BSG e seus hidrolisados têm um potencial promissor como ingredientes alimentares funcionais para a saúde (Cermeño *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2017). No entanto, ainda existem poucos trabalhos dedicados às propriedades tecnológicas da fração proteica dessa matéria-prima. Acredita-se que a dificuldade em separar a parte proteica da fibrosa do BSG e a baixa solubilidade de suas frações sejam os principais desafios.



CAPÍTULO 4

Conclusões e perspectivas futuras



Sorgo



O Brasil tem uma grande variedade de fontes vegetais com potencial para a obtenção de proteínas. Merecem destaque o milho, a mandioca, arroz e a batata, por serem as que mais movimentam a economia nacional devido ao volume produzido. A obtenção de proteínas a partir de subprodutos e resíduos da cadeia produtiva de outros produtos, como a de produção de etanol, óleo, amido e/ou farinha, contribui para um sistema mais sustentável e de menor impacto para o meio ambiente.

O deliberado uso de proteínas de origem vegetal em substituição à animal ainda é um desafio a ser superado principalmente devido ao sabor, qualidade nutricional e propriedades tecnológicas destas proteínas. Através de métodos de extração e combinações de diferentes fontes é possível superar os desafios do mercado de alimentos vegetais análogos.

Referências



ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Números do setor. 2022. Disponível em: <https://www.abia.org.br/numeros-setor>. Acesso em: 18 maio 2023.

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias do Milho. Folheto eletrônico n. 13, p. 146-150, 2015.

ACHOURI, A. *et al.* Sesame protein isolate: Fractionation, secondary structure and functional properties. **Food Research International**, Amsterdam, v. 46, n. 1, p. 360-369, 2012. DOI 10.1016/j.foodres.2012.01.001.

ADATIA, A. *et al.* Sesame allergy: current perspectives. **Journal of Asthma and Allergy**, Princeton, v. 10, p. 141-151, 2017. DOI 10.2147/JAA.S113612.

ADEVA-ANDANY, M. M. *et al.* The differential effect of animal versus vegetable dietary protein on the clinical manifestations of diabetic kidney disease in humans. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 48, p. 21-35, 2022.

AIKING, H. Future protein supply. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 22, n. 2/3, p. 112-120, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422441000107X>. DOI 10.1016/j.tifs.2010.04.005.

AIDER, M.; BARBANA, C. . Canola proteins: Composition, extraction, functional properties, bioactivity, applications as a food ingredient and allergenicity: A practical and critical review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 21–39, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224410002608?via%3Dihub>. DOI 10.1016/j.tifs.2010.11.002.

- ALEXANDRINO, T. D. *et al.* Fractioning of the sunflower flour components: Physical, chemical and nutritional evaluation of the fractions. *LWT*, Amsterdam, v. 84, p. 426-432, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643817303778>. DOI 10.1016/J.LWT.2017.05.062.
- ALVES, A. C.; TAVARES, G. M. Mixing animal and plant proteins: Is this a way to improve protein techno-functionalities? *Food Hydrocolloids*, Amsterdam, v. 97, Artigo 105171, 2019.
- ALY, A. *et al.* . Addition of Whole Barley Flour as a Partial Substitute of Wheat Flour to Enhance the Nutritional Value of Biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, v. 14, n. 5, artigo 103112, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535221001271>. DOI 10.1016/j.arabjc.2021.103112.
- AMAGLIANI, L. *et al.* The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review. *Trends in Food Science and Technology*, Amsterdam, v. 64, p. 1-12, 2017.
- AMBIEL, C.; MATOS, K.; CASSELLI, R. **Oportunidades e desafios na produção de produtos feitos de plantas análogos aos produtos animais.** São Paulo: The Good Food Institute Brasil, 2021.
- ANDERSON, B.; ALMEIDA, H. Corn dry milling: Processes, products, and applications. *Corn: Chemistry and Technology*. 3. Ed, p. 405-433, 2019.
- ANYANGO, A. S. *et al.* Impact of cowpea addition on the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score and other protein quality parameters of traditional African foods made from non-tannin and tannin sorghum. *Food Chemistry*, Amsterdam, v. 124, n. 3, p. 775-780. 2011. DOI 10.1016/j.foodchem.2010.06.094.
- ARTIAGA, O P. *et al.* Avaliação de genótipos de grão-de-bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. *Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 10, n. 1, p. 102-109, 2015.
- BABIKER, E.; KATO, A. Improvement of the functional properties of sorghum protein by protein-polysaccharide and protein-protein complexes. *Nahrung*, s.l., v. 42, n. 5, p. 286-289, 1998. DOI 10.1002/(SICI)1521-3803(199810)42:05<286AID-FOOD286>3.0.CO;2-E.
- BAI, Y. *et al.* Effect of tempering moisture and infrared heating temperature on the nutritional properties of desi chickpea and hull-less barley flours, and their blends. *Food Research International*, Amsterdam, v. 108, p. 430-439, 2018. DOI 10.1016/j.foodres.2018.02.061.
- BAIER, A. C. **Centeio.** Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1996. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164469/1/FL-06813.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

- BALANDRÁN-QUINTANA, R. R. *et al.* Plant-Based Proteins. **Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications**. Elsevier, v. 1, p. 97-130, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128166956000040>. DOI 10.1016/B978-0-12-816695-6.00004-0.
- BATTAIS, F. *et al.* Food allergy to wheat: identification of immunoglobulin G-binding proteins with sequential extracts and purified proteins from wheat flour. **Allergy**, [s.l.], v. 33, n. 7, p. 962-970, 2003. DOI 10.1046/j.1365-2222.2003.01592.x.
- BÁRTOVÁ, V.; BÁRTA, J. A. N. Chemical composition and nutritional value of protein concentrates isolated from potato (*Solanum tuberosum* L.) fruit juice by precipitation with ethanol or ferric chloride. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Amsterdam, v. 57, n. 19, p. 9028-9034, 2009.
- BENTO, J. *et al.* Pre-gelatinized flours of black and carioca bean by-products: Development of gluten-free instant pasta and baked snacks. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, Amsterdam, v. 25, artigo 100383, 2021. DOI 10.1016/j.ijgfs.2021.100383.
- BESSADA, S.F. *et al.* Pulses and food security: dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 93, p.53-68, 2019.
- BILGI, B. *et al.* Solubility and emulsifying properties of barley protein concentrate. **European Food Research and Technology**, s.l., v. 218, p. 437-441, 2004. DOI 10.1007/s00217-004-0895-4.
- BOKKA, S. K. *et al.* Specific panallergen peptide of Sorghum Polcalcin showing IgE response identified based on in silico and in vivo peptide mapping. **Bioscience Reports**, Portland, v. 39, n. 11, artigo BSR20191835, 2019. DOI 10.1042/BSR20191835.
- BOLAND, M. J. *et al.* The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 62-73, 2013.
- BOYE, J. *et al.* Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. **Food Research International**, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 537-546, 2010. DOI 10.1016/j.foodres.2009.07.021.
- BREITENEDER, H.; RADAUER, C. A classification of plant food allergens. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, Maryland Heights, v. 113, n. 5, p. 821-830, 2004.
- BRISHTI, F. *et al.* Evaluation of the functional properties of mung bean protein isolate for development of textured vegetable protein. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 24, n. 4, p. 1595-1605, 2017.

- BRISHTI, F. *et al.* Effects of drying techniques on the physicochemical, functional, thermal, structural and rheological properties of mung bean (*Vigna radiata*) protein isolate powder. **Food Research International**, Burlington, v. 138(B), artigo 109783, 2020. DOI 10.1016/j.foodres.2020.109783.
- CAMPBELL, L. *et al.* Effect of addition of thermally modified cowpea protein on sensory acceptability and textural properties of wheat bread and sponge cake. **Food Chemistry**, Cambridge, v. 194, p. 1230-1237, 2016. DOI 10.1016/j.foodchem.2015.09.002.
- CARBONARO, M. *et al.* Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties. **Food Research International**, Cambridge, v. 76, Part 3, p. 13-28, 2015. DOI 10.1016/j.foodres.2014.11.007.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Girassol - Derivados proteicos**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 27p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/445734/girassol-derivados-proteicos>.
- CARVALHO, J. O. M.; CEREDA, M. P. **Subprodutos da mandioca-composição dos resíduos sólidos**. Rondônia: Embrapa Rondônia, 2005.
- CERMEÑO, M. *et al.* Identification of bioactive peptides from brewers' spent grain and contribution of Leu/Ile to bioactive potency. **Journal of Functional Foods**, Amsterdam, v. 60, artigo 103455, 2019.
- CIFTCI, O.; SUNA, E. Functional components of peanuts (*Arachis Hypogaea* L.) and health benefits: A review. **Journal of Food Processing and Preservation**, Konak, v. 46, n. 11, p. e15488, 2022. DOI: 10.1016/j.fufo.2022.100140.
- CHANG, C. *et al.* Reduction of off-flavours and the impact on the functionalities of lentil protein isolate by acetone, ethanol, and isopropanol treatments. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 277, p. 84-95, 2019.
- CHENG, Y.; XIONG, Y. L.; CHEN, J. Antioxidant and emulsifying properties of potato protein hydrolysate in soybean oil-in-water emulsions. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 120, n. 1, p. 101-108, 2010.
- CHMIELEWSKA, A. *et al.* Canola/rapeseed protein—nutritional value, functionality and food application: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Abingdon-on Thames, v. 61, n. 22, p. 3836-3856, 2021.
- CLAPPERTON, J. F.; PIGGOTT, J. R. Flavour characterization by trained and untrained assessors. **Journal of the Institute of Brewing**, Hoboken, v. 85, n. 5, p. 275-277, 1979.
- COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. How extraction method affects the physicochemical and functional properties of chia proteins. **LWT**, Amsterdam, v. 96, p. 26-33, 2018.

- COLANTUONO, A. Vegetable by-products as a resource for the development of functional foods. In: FERRANTI, P.; BERRY, E. M.; ANDERSON, J. R. (ed.). **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**. Amsterdam: Elsevier, p. 360-363, 2018.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos**. Brasília: Conab, [s.d]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=20>. Acesso em: 15 mai. 2023.
- CONFORT, S.; HOWELL, N. Gelation properties of salt soluble meat protein and soluble wheat protein mixtures. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 149-159, 2003. DOI 10.1016/S0268-005X(02)00047-4.
- DABBOUR, N. *et al.* Changes in functionalities, conformational characteristics and antioxidative capacities of sunflower protein by controlled enzymolysis and ultrasonication action. **Ultrasonics Sonochemistry**, Amsterdam, v. 58, artigo 104625, 2019. DOI 10.1016/j.ultsonch.2019.104625.
- DADON, S. *et al.* Food allergy and cross-reactivity-chickpea as a test case. **Food Chemistry**, Cambridge, v. 165, p. 483-488, 2014. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.05.138.
- DAPČEVIĆ-HADNADEV, T. *et al.* The healthy components of cereal by-products and their functional properties. In **Sustainable Recovery and Reutilization of Cereal Processing By-Products**, Cambridge, pp. 27–61, 2018. DOI 10.1016/B978-0-08-102162-0.00002-2.
- DA SILVA, L. S.; TAYLOR, J. R. N. Sorghum Bran as a Potential Source of Kafirin. **Cereal Chemistry**, Manhattan, v. 81, n. 3, p. 322–327, 2004. DOI 10.1094/CCHEM.2004.81.3.322.
- DAY, L. Proteins from land plants: Potential resources for human nutrition and food security. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 25-42, 2013.
- DAY, L. *et al.* Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 119, p. 428-442, 2022. DOI 10.1016/j.tifs.2021.12.020.
- DECKER, E. A. *et al.* Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 112(S2), p.58-64, 2014. DOI. 10.1017/S000711451400227X.
- DEMARCHI, J. J. A. A. Produção, valor nutritivo e características do sorgo (sorghum bicolor l. Moench.), colhido em cinco, estádios de maturação, e de suas silagens. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, SP, 1993.

- DI, Y. *et al.* Impact of germination on structural, functional properties and in vitro protein digestibility of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein. *LWT*, Amsterdam, v. 154, artigo 112651, 2022. DOI 10.1016/j.lwt.2021.112651.
- DOURADO, D. P. *et al.* Potencialidade da casca da mandioca como resíduo proveniente de fecularia. In: **Congresso Técnico Científico Da Engenharia e Da Agronomia**, [Palmas, TO], 2019.
- DRESKIN, S. *et al.* The importance of the 2S albumins for allergenicity and cross-reactivity of peanuts, tree nuts, and sesame seeds. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Cambridge, v. 147, n. 4, p. 1154-1163, 2021. DOI 10.1016/j.jaci.2020.11.004.
- DUZGUN, M. *et al.* The Impact of Esterification Degree and Source of Pectins on Complex Coacervation as a Tool to Mask the Bitterness of Potato Protein Isolates. *Food Biophysics*, [s.l.], v. 15, p. 376–385, 2020. DOI 10.1007/s11483-020-09631-1.
- EBC – EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. Embrapa aponta canola como alternativa de cultivo no cerrado. *Brasil Rural*. Brasília, 2018. Disponível em: <https://radios.ebc.com.br/brasil-rural/2018/09/embrapa-aponta-canola-como-alternativa-de-cultivo-no-cerrado>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- EL-ADAWY, T. A. Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. *Food Chemistry*, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 7-14, 1997. DOI 10.1016/0308-8146(95)00197-2.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O Agro no Brasil e no Mundo**. Brasília: Embrapa, 2021a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cevada**. Brasília: Embrapa, [s.d]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do gergelim no Brasil cresce 230% em um ano**. Brasília, 29 nov. 2021b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64027841/cultivo-do-gergelim-no-brasil-cresce-230-em-um-ano>. Acesso em: 12 maio 2023.
- ERTL, P. *et al.* An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*, Dornburger, v. 10, n. 12, p. 2033-2039, 2016. DOI 10.1017/S1751731116000902.

- ESCAMILLA-SILVA, E. *et al.* Simplified process for the production of sesame protein concentrate. Differential scanning calorimetry and nutritional, physicochemical and functional properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l], v. 83, p. 972-979, 2003. 10.1002/JSFA.1434.
- ESTEVES, S.. **Concentrados protéico-energéticos mais utilizados na formulação de rações para bovinos**, 15 f. Palestra apresentada no PROCISNE, São Carlos, 2000. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/45281/1/PROCISNE2000.00045.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- EVANGELHO, J. A. *et al.* Black bean (**Phaseolus vulgaris** L.) protein hydrolysates: Physicochemical and functional properties. **Food Chemistry**, v. 124, p. 460-467, 2017.
- FABIAN, C.; JU, Y. H. A review on rice bran protein: Its properties and extraction methods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Abingdon-on Thames, v. 51, n. 9, p. 816-827, 2011.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **How to Feed the World in 2050**. Rome: FAO, 2009. Disponível em: [https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How to Feed the World in 2050.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf). Acesso em: 12 dez. 2022.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global food losses and food waste**. Rome: FAO, 2011. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of Food and Agriculture 2020: overcoming water challenges in agriculture**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. Beer industry. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- FERNANDES, A. M. *et al.* Como plantar batata. **Embrapa Hortaliças** Sistemas de produção, 8. ISSN 1678-880X Versão eletrônica, 2ª edição, s. d. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/publica/produtos/sistemasdeproducao/sistemaproducaobatata.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- FERNANDES, K. *et al.* Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 56-65, 2008. DOI 10.1590/S0101-20612008000500010.
- FERREIRA, S. M. R. *et al.* Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Chacao, v. 59, n. 4, 2009 Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000400012.

- FERREIRA, C. *et al.* Quality of black beans as a function of long-term storage and moldy development: Chemical and functional properties of flour and isolated Protein. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 246, p. 473-480, 2018. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.11.118.
- FIORENTINI, M.; KINCHLA, A. J.; NOLDEN, A. A. Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plant-based meat analogs and meat extenders: a scoping review. **Foods**, v. 9, n. 9, 1334, 2020.
- FLEDDERMANN, M. *et al.* Nutritional evaluation of rapeseed protein compared to soy protein for quality, plasma amino acids, and nitrogen balance - A randomized cross-over intervention study in humans. **Clinical Nutrition**, Dornburger, v. 32, n. 4, p. 519–526, 2013. DOI 10.1016/j.clnu.2012.11.005.
- FLOZEIN PRODUCTS. Página inicial. **Flo Chemical Corporation**, 2021. Disponível em: <https://www.zeinproducts.com/>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- FLORES-JIMENEZ, N. *et al.* Effect of high-intensity ultrasound on the compositional, physicochemical, biochemical, functional and structural properties of canola (*Brassica napus* L.) protein isolate. **Food Research International**, Amsterdam, v. 121, p. 947-956, 2019. DOI 10.1016/j.foodres.2019.01.025.
- FONTES, H. Universidade de São Paulo. **Método inovador para extrair proteína do milho deve inserir mais bioplásticos no mercado**. São Carlos, 2022. Disponível em: <http://www.saocarlos.usp.br/metodo-inovador-para-extrair-proteina-do-milho-deve-inserir-mais-bioplásticos-no-mercado/>. Acesso em: 9 dez. 2021.
- GAGLIARDI, A. *et al.* Characterization and refinement of zein-based gels. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 101, artigo 105555, 2020. DOI 10.1016/j.foodhyd.2019.105555.
- GANESH, K. S.; SRIDHAR, A.; VISHALI, S. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities – a review. **Chemosphere**, Amsterdam, v. 287, pt. 3, 132221, 2022.
- GE, J. *et al.* . Physicochemical and pH-dependent functional properties of proteins isolated from eight traditional Chinese beans. **Food Hydrocolloids**, Shangai, v. 112, artigo 106288, 2021. DOI 10.1016/j.foodhyd.2020.106288.
- GEORGET, E. *et al.* Some Functional Properties of Kafirin Extracted from a- High- Tannin Sorghum Cultivar. **Journal of Cereal Science**, s.l., v. 55, p. 106-111, 2016. DOI 10.20286/NOVA-JMBS-050202.
- GOES, R. H. T. e B. de *et al.* **Alimentos e alimentação animal**. Dourados: Editora UFGD, 2013. Disponível em: <https://www.bibliotecaagpatea.org.br/zootecnia/nutricao/livros/ALIMENTOS%20E%20ALIMENTACAO%20ANIMAL.pdf>. Acesso: 17 mai 2023.

- GOMES, M. H. G.; KUROZAWA, L. E. Improvement of the functional and antioxidant properties of rice protein by enzymatic hydrolysis for the microencapsulation of linseed oil. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 267, artigo 109761, 2020.
- GUERRERO, P. *et al.* Mechanical and thermal properties of soy protein films processed by casting and compression. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 100, n. 1, p. 145-151, 2010.
- GUHMANN, L. C. *et al.* Foaming characteristics of oat protein and modification by partial hydrolysis. **European Food Research and Technology**, Hofmann, v. 244, p. 2095–2106, 2018. DOI 10.1007/s00217-018-3118-0.
- GUO, M. *et al.* Generation of meat-like flavourings from enzymatic hydrolysates of proteins from Brassica sp. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 119, n. 1, p. 167-172, 2010. DOI 10.1016/j.foodchem.2009.05.089.
- GUPTA, A. *et al.* Germination reduces black gram (*Vigna mungo*) and mung bean (*Vigna radiata*) vicilin immunoreactivity. **LWT**, Cambridge, v. 135, artigo 110217, 2021. DOI 10.1016/j.lwt.2020.110217.
- HAN, S.W. *et al.* Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. **Food Chemistry**, Seoul, v. 172, p. 766-769, 2015. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.09.127.
- HE, W. *et al.* Limited hydrolysis and conjugation of zein with chitosan oligosaccharide by enzymatic reaction to improve functional properties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 348, artigo 129035, 2021. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.129035.
- HILDEBRAND, H. *et al.* Adult and Pediatric Food Allergy to Chickpea, Pea, Lentil, and Lupine: A Scoping Review. **Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice**, Cambridge, v. 9, n. 1, p. 290 – 301, 2021. DOI 10.1016/j.jaip.2020.10.046.
- HIRANO, K. *et al.* Evaluation of allergenic potential for rice seed protein components utilizing a rice proteome database and an allergen database in combination with IgE-binding of recombinant proteins. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Abingdon-on-Thames, v. 80, n. 3, p. 564-573, 2016.
- HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Protein: which is best? **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 3, n. 3, p. 118-130, 2004.
- HOLTEKJØLEN, A. K. *et al.* Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 110, n. 2, p. 414-421, 2008.
- HONJOYA, S. *et al.* Allergie au sésame : revue générale. **Revue Française d'Allergologie**, Paris, v. 61, n. 6, p. 415 – 461, 2021. DOI 10.1016/j.reval.2021.04.004.

- HORRSZWALD, A. *et al.* Protein profile and sensorial properties of rye breads. **European Food Research and Technology**, [s.l.], v. 229, p. 875–886, 2009. DOI 10.1007/s00217-009-1129-6.
- HOUDÉ, M. *et al.* . Barley protein concentrates: Extraction, structural and functional properties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 254, p. 367–376, 2018. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.01.156.
- HU, Y. *et al.* Modification of rice protein with glutaminase for improved structural and sensory properties. **International Journal of Food Science and Technology**, Hoboken, v. 54, n. 7, p. 2458-2467, 2019a.
- HU, Z. *et al.* Improvement of the solubility and emulsifying properties of rice bran protein by phosphorylation with sodium trimetaphosphate. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 96, p. 288-299, 2019b. DOI 10.1016/j.foodhyd.2019.05.037.
- HUANG, C. J.; ZAYAS, J. F. Phenolic acid contributions to taste characteristics of corn germ protein flour products. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 56, n. 5, p. 1308-1310, 1991.
- HUSSAIN, M. *et al.* Potato protein: an emerging source of high quality and allergy free protein, and its possible future based products. **Food Research International**, Amsterdam, v. 148, artigo 110583, 2021.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE: Produção Agrícola - Lavoura Temporária** . Brasília, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193>. Acesso: 20 nov. 2022.
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, L.M. *et al.* Design future foods using plant protein blends for best nutritional and technological functionality. **Trends in Food Science & Technology**, [s.l.], v. 113, p. 139-150, 2021. DOI 10.1016/j.tifs.2021.04.049.
- JOSHI, M. *et al.* Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 134, n. 3, p. 1343-1353, 2012.
- JU, Z. Y.; HETTIARACHCHY, N. S.; RATH, N. Extraction, denaturation and hydrophobic properties of rice flour proteins. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 66, n. 2, p. 229-232, 2001.
- JULIANO, B. O. Rice bran. In: JULIANO, B. O. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. Washington, DC: American Association for Clinical Chemistry, 1985. p. 647-680.
- KALEDA, A. *et al.* Physicochemical, textural, and sensorial properties of fibrous meat analogs from oat-pea protein blends extruded at different moistures, temperatures, and screw speeds. **Future Foods**, Amsterdam, v. 4, artigo 100092, 2021.

- KASERA, R. *et al.* Kidney Bean: A Major Sensitizer among Legumes in Asthma and Rhinitis Patients from India. **Journal of Asthma**, San Francisco, v. 48, n. 5, p. 462-468, 2011. DOI 10.1371/journal.pone.0027193.
- KLEBA, S.; ISMAIL, P. Report on Minnesota Plant Based Proteins for Food. **AURI - Agricultural Utilization Research Institute**. Plant Protein Report, Minnesota, 5 jun. 2018. Disponível em: https://www.auri.org/wp-content/uploads/2018/06/Plant-Protein-Report_finalized.pdf. Acesso em 20 nov. 2022.
- KORTEKANGAS, A. *et al.* Phytase treatment of a protein-enriched rice bran fraction improves heat-induced gelation properties at alkaline conditions. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 105, artigo 105787, 2020. DOI 10.1016/j.foodhyd.2020.105787.
- KUMAR, Y. *et al.* Anti-nutritional compounds in pulses: implications and alleviation methods. **Legume Science**, Hoboken, v. 4, n. 2, e111, 2022.
- KUMARI, D. *et al.* Sensitization to blackgram in patients with bronchial asthma and rhinitis: clinical evaluation and characterization of allergens. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, [s.l.], v. 94, n. 4, p. 452-460, 2005. DOI 10.1111/j.1398-9995.2006.00990.x.
- KUMARI, D. *et al.* Isolation and characterization of a 28 kDa major allergen from blackgram (Phaseolus mungo). **Immunobiology**, Cambridge, v. 217, n. 9, p. 895–904, 2012. DOI 10.1016/j.imbio.2011.12.011.
- LAM, S.H.R & NICKERSON, M. Food proteins: A review on their emulsifying properties using a structure–function approach. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 2, p. 975-984, 2013.
- LAVINE, E.; BEN-SHOSHAN, M. Allergy to sunflower seed and sunflower butter as proposed vehicle for sensitization. **Allergy, Asthma & Clinical Immunology**, [s.l.], v. 11, n. 2, 2015. DOI 10.1186/s13223-014-0065-6.
- LEDUC, V. *et al.* Identification of oleosins as major allergens in sesame seed allergic patients. **Allergy**, [s.l.], v. 61, n. 3, p. 349 – 356, 2006. DOI 10.1111/j.1398-9995.2006.01013.x.
- LEE, E. *et al.* Clinical and Laboratory Findings of Barley Allergy in Korean Children: a Single Hospital Based Retrospective Study. **Journal of Korean Medical Science**, Sosong District of Pyongyang, v. 35, n. 3, 2020. DOI 10.3346%2Fjkms.2020.35.e23.
- LEE, S. *et al.* A 50 kDa Maize γ -Zein Has Marked Cross-Reactivity with the Almond Major Protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington D. C., v. 53, n. 20, p. 7965–7970, 2005. DOI 10.1021/jf0479618.

- LEHMANN, K. *et al.* Structure and stability of 2S albumin-type peanut allergens: implications for the severity of peanut allergic reactions. **Biochemical Journal**, Portland, v. 395, n. 3, p. 463-472, 2006. DOI 10.1042/bj20051728.
- LI, J. *et al.* Effect of pH-shifting treatment on structural and heat induced gel properties of peanut protein isolate. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 325, artigo 126921, 2020. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.126921.
- LIM, Z. *et al.* Gelation in protein extracts from cold acclimated and non-acclimated winter rye (*Secale cereale* L. cv Musketeer). **Cryobiology**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 156–166, 2013. DOI 10.1016/j.cryobiol.2013.01.001.
- LIU, N. *et al.* Combined effects of limited enzymatic hydrolysis and high hydrostatic pressure on the structural and emulsifying properties of rice proteins. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 77, artigo 102975, 2022. DOI 10.1016/j.fset.2022.102975.
- LIU, Z. *et al.* Modification of the structural and functional properties of wheat gluten protein using a planetary ball mill. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 363, artigo 130251, 2021. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.130251.
- LÓPEZ, M. C. S *et al.* Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. **Nutrición Hospitalaria**, v. 21, n. 4, p. 455-460, 2016. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21n1/original7.pdf>.
- LÓPEZ-TORREJÓN, G. *et al.* Len c 1, a major allergen and vicilin from lentil seeds: Protein isolation and cDNA cloning. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, Cambridge, v. 112, n. 6, p. 1208-1215, 2003. DOI 10.1016/j.jaci.2003.08.035.
- LOS, F. G. B. *et al.* Enzymatic hydrolysis of Carioca bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein as an alternative to commercially rejected grains. **LWT**, Amsterdam, v. 125, 109191, 2020.
- LOSÓ, V. *et al.* Comparison of the performance of a trained and an untrained sensory panel on sweetcorn varieties with the panelcheck software. **Applied Studies in Agribusiness and Commerce**, Debrecen, v. 6, n. 1-2, p. 77-83, 2012.
- MACHADO, F. S. *et al.* Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, s.l., v. 66, n. 1, p. 244-252, 2014. DOI 10.1590/S0102-09352014000100033.

- MAJAMAA, H. *et al.* Positive skin and oral challenge responses to potato and occurrence of immunoglobulin E antibodies to patatin (Sol t 1) in infants with atopic dermatitis. **Pediatric Allergy and Immunology**, Hoboken, v. 12, n. 5, p. 283-288, 2001.
- MAKINEN, O. E. *et al.* Protein From Oat: Structure, Processes, Functionality, and Nutrition. **Sustainable Protein Source**, Cambridge, p. 105-119, 2017. DOI 10.1016/B978-0-12-802778-3.00006-8.
- MALIK, M. *et al.* Polyphenol removal from sunflower seed and kernel: Effect on functional and rheological properties of protein isolates. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 63, p. 705-715, 2017. DOI 10.1016/j.foodhyd.2016.10.026.
- MANSOUR, E. *et al.* Utilization of pumpkin seed and rapeseed proteins in the preparation of bologna type sausages. **Acta Alimentaria**, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 25-36, 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262184029_Utilization_of_pumpkin_seed_and_rapeseed_proteins_in_the_preparation_of_Bologna_type_sausages.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Produção de etanol de milho avança no país como opção sustentável e de valor agregado. **Gov.BR**, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/10/producao-de-etanol-de-milho-avanca-no-pais-como-opcao-sustentavel-e-de-valor-agregado>. Acessado em: 20 nov. 2022.
- MARISCAL-MORENO, R. *et al.* Physicochemical and Nutritional Evaluation of Bread Incorporated with Ayocote Bean (*Phaseolus coccineus*) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Processes**, [s.l.], v. 9, n. 10, artigo 1782, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/10/1782>. DOI 10.3390/pr9101782.
- MARUYAMA, N. Components of plant-derived food allergens: structure, diagnostics, and immunotherapy. **Allergology International**, Amsterdam, v. 70, n. 3, p. 291-302, 2021.
- MATTE, W. D. *et al.* Subprodutos da mandioca como alimento alternativo para frangos de corte. **Pubvet**, Londrina, v. 15, n. 8, p. 1-11, artigo a895, 2021. DOI 10.31533/pubvet.v15n08a895.1-11.
- MESFIN, N. *et al.* Effect of germination, roasting, and variety on physicochemical, techno-functional, and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolate powder. **Helyon**, Amsterdam, v. 7, n. 9, artigo e08081, 2021. DOI 10.1016/j.helyon.2021.e08081.

- MICHA, R.; WALLACE, S. K.; MOZAFFARIAN, D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and Diabetes Mellitus. **Circulation**, New York, v. 121, n. 21, p. 2271-2283, 2010.
- MIEDZIANKA, J.; POKSA, A.; ANIOŁOWSKA, M. Properties of acetylated potato protein preparations. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 133, n. 4, p. 1283-1291, 2012.
- MIQUELIM, J.N. *et al.* pH Influence on the stability of foams with protein–polysaccharide complexes at their interfaces. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 24, p. 398-405, 2010.
- MISRA, A. *et al.* Potential allergens of green gram (*Vigna radiata* L. Millsp) identified as members of cupin superfamily and seed albumin. **Clinical & Experimental Allergy Journal**, [s.l.], v. 41, n. 8, p. 1157–1168, 2011. DOI 10.1111/j.1365-2222-2011.03780.x.
- MONDOULET, F. *et al.* Influence of Thermal Processing on the Allergenicity of Peanut Proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington D.C., v. 53, n. 11, p. 4547-4553, 2005. DOI 10.1021/jf050091p.
- MORAES, C. A. M. *et al.* Review of the rice production cycle: By-products and the main applications focusing on rice husk combustion and ash recycling. **Waste Management and Research**, Thousand Oaks, v. 32, n. 11, p. 1034-1048, 2014a.
- MORAES, E. A. *et al.* In vivo protein quality of new sorghum genotypes for human consumption. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 134, n. 3, p. 1549-1555, 2012. DOI 10.1016/j.foodchem.2012.03.079.
- MURAT, C. *et al.* Characterisation of odour active compounds along extraction process from pea flour to pea protein extract. **Food Research International**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 31-41, 2013.
- MUSSATTO, S. I. *et al.* Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 1–14, 2006. DOI 10.1016/J.JCS.2005.06.001.
- NADATHUR, S.; CAROLA, R. Chapter 23 - Flavors, Taste Preferences, and the Consumer: Taste Modulation and Influencing Change in Dietary Patterns for a Sustainable Earth. **In: Sustainable Protein Sources**. Cambridge: Academic Press, 2016. p. 377-389. DOI 10.1016/B978-0-12-802778-3.00023-8.
- NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (US). Drugs and Lactation Database (LactMed). Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501922/>.
- NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Tabela brasileira de composição de alimentos (Taco). 1. ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2004. p. 42.

- NIETO, T. *et al.* Improved thermal gelation of oat protein with the formation of controlled phase-separated networks using dextrin and carrageenan polysaccharides. **Food Research International**, Amsterdam, v. 82, p. 95-103, 2016. DOI 10.1016/j.foodres.2016.01.027.
- NOSWORTHY, G. *et al.* Determination of the protein quality of cooked Canadian pulses. **Food Science & Nutrition**, [s.l.], v. 5, p. 896-903, 2017. DOI 10.1002/fsn.3.473.
- NOSWORTHY, M. G. *et al.* Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of red and green lentils (*Lens culinaris*). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 240, p. 588-593, 2018. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.07.129.
- NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Ibrafe**: recorde de exportação de feijão preto. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/feijao-e-graos-especiais/320218-ibrafe-recorde-de-exportacao-de-feijao-preto.html#.ZGjbInbMK3B>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- NUTRIENT. Differences Among Oat Hulls of Different Varieties. Government of Manitoba, 2001. Disponível em: <https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/beef/print,nutrient-differences-among-oat-hulls-of-different-varieties.html>. Acesso em: 20 jan 2023.
- ORESEGUN, A. *et al.* Nutritional and anti-nutritional composition of cassava leaf protein concentrate from six cassava varieties for use in aqua feed. **Cogent Food & Agriculture**, Abingdon-on-Thames, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2016.
- PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bittream/doc/489376/1/Circ75.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- PAPE, S. M. GRAS Notice for a Mung Bean Protein Isolate. **Food and Drug Administration**, San Francisco, n. 684, p. 1–39, 2016. Disponível em: <https://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/ucm542218.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- PASCUAL, C. *et al.* Allergy to lentils in Mediterranean pediatric patients. **Allergy**, Cambridge, v. 103, p. 154-158, 1999. DOI 10.1016/s0091-6749999070539-7.
- PASINI, G. *et al.* IgE-mediated allergy to corn: a 50 kDa protein, belonging to the Reduced Soluble Proteins, is a major allergen. **Allergy**, [s.l.], v. 57, n. 2, p. 98-106, 2002. DOI 10.1034/j.1398-9995.2002.1o3413.x.
- PATTERSON, C. A.; CURRAN, J.; DER, T. Effect of processing on antinutrient compounds in pulses. **Cereal Chemistry**, New York, v. 94, n. 1, p. 2-20, 2017.

- PEDÓ, I. *et al.* Protein evaluation of four oat (*Avena sativa* L.) cultivars adapted for cultivation in the south of Brazil. **Plant Foods for Human Nutrition**, Campinas, v. 53, n. 4, p. 297–304, 1990. DOI 10.1023/A:1008032013635.
- PEKSA, A. *et al.* The Properties of Potato Protein. **Foods**, v. 3, n. esp. 1, p. 79-87, 2009.
- PEKSA, A.; MIEDZIANKA, J. Potato industry by-products as a source of protein with beneficial nutritional, functional, health-promoting and antimicrobial properties. **Applied Sciences**, Basel, v. 11, n. 08, p. 3497, 2 abr. 2021.
- PEREIRA, E. *et al.* Aceitação sensorial de pão de forma a base de farinha de sorgo. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 3, n. 2, p. 49–55, 2017. Disponível em: <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/438>.
- PEREIRA FILHO, I.; RODRIGUES, J. A. S. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 2015. 327p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215310/1/500-perguntas-sorgo.pdf>. Acessado em: 17 mai. 2023.
- PEYRANO, F. *et al.* Physicochemical and functional properties of cowpea protein isolates treated with temperature or high hydrostatic pressure. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 33, p. 38-46, 2016. DOI 10.1016/j.ifset.2015.10.014.
- PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2. ed. São Paulo: Coronário, 2002.
- PHIMOLSIRIPOL, Y. *et al.* Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. **Journal of Cereal Science**, Amsterdam, v. 56, n. 2, p. 389-395, 2012.
- POJIĆ, M.; MIŠAN, A.; TIWARI, B. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 75, p. 93-104, 2018.
- PROTONOTARIOU, S. *et al.* Physical properties and sensory evaluation of bread containing micronized whole wheat flour. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 318, artigo 126497, 2020. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.126497.
- QAZANFARZADEH, Z. *et al.* Functional properties of rye prolamins (secalins) and their improvement by protein lipophilization through Capric Acid covalent binding. **Foods**, s.l., v. 10, n. 3, 515p, 2021. DOI 10.3390/foods10030515.

- QUEIROGA, V. de P. *et al.* **Gergelim**: A Importância da cultura. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2017.
Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1082318>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- QUEIROZ, V. *et al.* Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH] na alimentação humana. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 3, p. 180-195, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54954/1/Potencial-funcional.pdf>.
- QUEIROZ, V. A. V. *et al.* . Nutritional composition of sorghum [*sorghum bicolor* (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress. **Journal of Cereal Science**, Sete Lagoas, v. 65, p. 103-111, 2015. DOI 10.1016/j.jcs.2015.06.018..
- RAMOS, P. *et al.* Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento: 1. Consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, 2000. DOI 10.1590/S1516-35982000000100038.
- REDAÇÃO AGRISHOW. Etanol de milho: como é feito e quais são suas vantagens? **Agrishow**, [s. l.], 2022.
Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/graos/etanol-de-milho-como-e-feito-e-quais-sao-suas-vantagens>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- RIZZO, N. S. *et al.* Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome: the Adventist Health Study 2. **Diabetes Care**, Arlington, v. 34, n. 5, p. 1225-1227, 2011.
- ROBLES-RAMÍREZ, M. *et al.* Barley bread with improved sensory and antioxidant properties. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, Amsterdam, v. 22, artigo 100279, 2020. DOI 10.1016/j.ijgfs.2020.100279.
- ROSENFELDER, P. Nutritive value of wheat and wheat by-products in pig nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 185, n. 3–4, p. 107–125, 2013. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2013.07.011.
- RUIZ SEGURA, J. *et al.* Food allergen sensitization patterns in a large allergic population in Mexico. **Allergologia et immunopathologia**, Cambridge, v. 48, n. 6, p. 553-559, 2020. DOI 10.1016/j.aller.2020.02.004.
- SÁ, D. *et al.* Cold-pressed sesame seed meal as a protein source: Effect of processing on the protein digestibility, amino acid profile, and functional properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 111, artigo 104634, 2022. DOI 10.1016/J.FCA.2022.104634.

- SANCHEZ-VELAZQUEZ, L. *et al.* Impact of in vitro gastrointestinal digestion on peptide profile and bioactivity of cooked and non-cooked oat protein concentrates. **Current Research in Food Science**, [s.l.], v. 4, artigo 110070, 2021. DOI 10.1016/j.crfs.2021.02.003.
- SHAKOOR, Z. *et al.* Prevalence of IgG-mediated food intolerance among patients with allergic symptoms. **Annals of Saudi Medicine**, [s.l.], v. 36, n. 6, p. 386–390, 2016. DOI 10.3346/jkms.2020.35.e23.
- SHARMA, L. *et al.* Assessment of functionality of sesame meal and sesame protein isolate from Indian cultivar. **Journal of Food Measurement and Characterization**, s.l., v. 10, p. 520–526, 2016. DOI 10.1007/s11694-016-9330-SHEVIKANI, K. *et al.* Cowpea protein isolates: Functional properties and application in gluten-free rice muffins. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 63, n. 2, p. 927–933, 2015. DOI 10.1016/j.lwt.2015.04.058.
- SICHERER, S. H. *et al.* Prevalence of peanut and tree nut allergy in the United States determined by means of a random digit dial telephone survey: a 5-year follow-up study. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, Cambridge, v. 112, n. 6, p. 1203–1207, 2003. DOI 10.1016/s0091-6749(03)02026-8
- SILVA, A. M. M.; ALMEIDA, F. S.; SATO, A. C. K. Functional characterization of commercial plant proteins and their application on stabilization of emulsions. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 292, 110277, 2021.
- SILVA, C. M. *et al.* **Guia para caracterização tecnológica-funcional de ingredientes proteicos para o mercado de produtos de origem vegetal** – documentos 145. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2022.
- SIMONS, C. *et al.* Acceptability and characterization of extruded pinto, navy and black beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 95, n. 11, p. 2287–2291, 2015. DOI 10.1002/jsfa.6948.
- SINGT, A. *et al.* Effect of germination time and temperature on the functionality and protein solubility of sorghum flour. **Journal of Cereal Science**, Fargo, v. 76, p. 131–139, 2017. DOI 10.101/j.jcs.2017.06.003.
- STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais, [s.d]. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo4.pdf.
- SORITA, G. **Biorrefino do subproduto do processamento do amendoim (*Arachis hypogea* L.) para a recuperação de compostos de alto valor agregado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2021

- SOUSA, A. G. *et al.* Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, Goiânia, v. 44, n. 7, p. 2339-2343, 2011. DOI 10.1016/j.foodres.2011.02.013.
- SOYAK AYTEKIN, N. *et al.* IgE mediated legume allergy in east Mediterranean children: A reflection of multiple food allergies. **Pediatric Allergy and Immunology**, [s.l.], v. 33, n. 4, 2022. DOI 10.1111/pai.13775.
- SU, G. *et al.* Comparison of hydrolysis characteristics on defatted peanut meal proteins between a protease extract from *Aspergillus oryzae* and commercial proteases. **Food Chemistry**, Cambridge, v. 126, n. 3, p. 1306-1311, 2011. DOI 10.1016/j.foodchem.2010.11.083.
- TASSONI, A. *et al.* State-of-the-art production chains for peas, beans and chickpeas—valorization of agro-industrial residues and applications of derived extracts. **Molecules**, Basel, v. 25, n. 6, 1383, 2020.
- TAVANO, O. *et al.* In vitro versus in vivo protein digestibility techniques for calculating PDCAAS (protein digestibility-corrected amino acid score) applied to chickpea fractions. **Food Research International**, Amsterdam, v. 89, p. 756-763, 2016. DOI 10.1016/j.foodres.2016.10.005.
- TAYLOR, J. R. N.; TAYLOR, J. Proteins From Sorghum and Millets. In: **Proteins in Food Processing**. 2 ed. Elsevier: Amsterdam, 2017. p. 113-142.
- TIAN, T. *et al.* Co-precipitates proteins prepared by soy and wheat: Structural characterisation and functional properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 212, p. 536-546, 2022. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2022.05.149.
- TILMAN, D. *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.
- TOOMER, O. T. Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*).. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s.l.], v. 58, n. 17, p. 3042-3053, 2018. DOI 10.1080/10408398.2017.1339015.
- TURCK, D. *et al.* Safety of mung bean protein as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. **EFSA Journal**, v. 19, n. 10, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0673>. DOI 10.2903/j.efsa.2021.2846.
- VELJKOVIĆ, V. B. *et al.* Biodiesel production from corn oil: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdam, v. 91, p. 531-548, 2018.

- VIEIRA, E. F. *et al.* Protective ability against oxidative stress of brewers' spent grain protein hydrolysates. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 228, p. 602-609, 2017.
- WAGLAY, A.; KARBOUNE, S.; ALLI, I. Potato protein isolates: recovery and characterization of their properties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 142, p. 373-382, 2014.
- WANASUNDARA, J. *et al.* Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. **Oilseeds & Fats Crops and Lipids**, Les Ulis, v. 23, n. 4, 2016. DOI 10.1051/ocl/2016028.
- WANG, H. *et al.* Study on gelation properties of highland barley protein. **Science and Technology of Food Industry**, Beijing, v. 387, artigo 132835, 2013. DOI 10.13386/j.issn1002-0306.2013.16.027.
- WANG, Y. *et al.* Effect of wheat gluten addition on the texture, surface tackiness, protein structure, and sensory properties of frozen cooked noodles. **LWT**, Amsterdam, v. 161, artigo113348, 2020. DOI 10.1016/j.lwt.2022.113348.
- WEI, F. *et al.* Construction of foam-templated oleogels based on rice bran protein. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 124(A), artigo 107245, 2022. DOI 10.1016/j.foodhyd.2021.107245.
- WEN, C. *et al.* A mini-review on brewer's spent grain protein: isolation, physicochemical properties, application of protein, and functional properties of hydrolysates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 84, n. 12, p. 3330-3340, 2019.
- WU, H. *et al.* Comparative studies on the functional properties of various protein concentrate preparations of peanut protein. **Food Research International**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 343-348, 2009. DOI 10.1016/j.foodres.2008.12.006.
- WU, Y. *et al.* Analysis of Headspace Volatiles of Corn Gluten Meal. **Cereal Chemistry**, Amsterdam, v. 80, p. 567-569, 2003. DOI 10.1094/CCHEM.2003.80.5.567.
- WU, Y. *et al.* Corn Gluten Meal Odorants and Volatiles After Treatment to Improve Flavor. **Cereal Chemistry**, Amsterdam, v. 83, n. 3, p. 228-234, 2006. DOI 10.1094/CC-83-0228.
- XU, M. *et al.* HS-SPME-GC-MS/olfactometry combined with chemometrics to assess the impact of germination on flavor attributes of chickpea, lentil, and yellow pea flours. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 280, p. 83-95, 2019.
- YANG, M. *et al.* Comparison of physicochemical properties and volatile flavor compounds of pea protein and mung bean protein-based yogurt. **LWT**, Amsterdam, v. 152, n. 3, 112390, 2021.

- YOSHIE-STARK, Y. *et al.* Functional and bioactive properties of rapeseed protein concentrates and sensory analysis of food application with rapeseed protein concentrates. **LWT-Food Science and Technology International**, Amsterdam, v. 39, n. 5, p. 503-512, 2006. DOI 10.1016/j.lwt.2005.03.006.
- YOUSIF, A. *et al.* Influence of sorghum flour addition on flat bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 134, n. 2, p. 880-887, 2012. DOI 10.1016/j.foodchem.2012.02.199.
- YU, D. *et al.* Recovery of protein hydrolysates from brewer's spent grain using enzyme and ultrasonication. **International Journal of Food Science and Technology**, Hoboken, v. 55, n. 1, p. 357-368, 2020.
- YUNO-OHTA, N. *et al.* Heat-induced gels of rice globulin: Comparison of gel properties with soybean and sesame globulins. **Journal of Food Science**, s.l., v. 59, p. 366-377, 1994. DOI 10.1111/j.135-2621.1994.tb06968.x.
- ZHANG, D. *et al.* Comparative study of potato protein concentrates extracted using ammonium sulfate and isoelectric precipitation. **International Journal of Food Properties**, s.l., v. 20, p. 2113-2127, 2017. DOI 10.1080/10942912.2016.1230873.
- ZHANG, R. *et al.* Comprehensive utilization of corn starch processing by-products: A review. **Grain and Oil Science and Technology**, s.l., v. 4, n. 3, p. 89-107, 2021. DOI 10.106/j.gaost.2021.08.0
- ZHANG, H. *et al.* Emulsifying properties of chickpea protein isolates: Influence of pH and NaCl. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p.146-152, 2009. DOI 10.1016/j.foodhyd.2007.12.005.
- ZHANG, Y. *et al.* Influence of molecular structure and interface behavior on foam properties of rice bran protein nanoparticles. **LWT**, Amsterdam, v. 163, artigo 113537, 2022. DOI 10.1016/j.lwt.2022.113537.
- ZHAO, X. *et al.* Effect of high-intensity ultrasound on the structural, rheological, emulsifying and gelling properties of insoluble potato protein isolates. **Ultrasonics sonochemistry**, Amsterdam, v. 85, artigo 105969, 2022. DOI 10.1016/j.ultsonch.2022.105969.
- ZHONG, L. *et al.* Characterization and functional evaluation of oat protein isolate-Pleurotus ostreatus β -glucan conjugates formed via Maillard reaction. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 87, p. 459-469, 2018. DOI 10.1016/j.foodhyd.2018.08.034.
- ZIMMERMANN, A. *et al.* Comprehensive proteome analysis of bread deciphering the allergenic potential of bread wheat, spelt and rye. **Journal of Proteomics**, Cambridge, v. 69, n. 6, p. 1854-1864, 2021. DOI 10.1016/j.prot.2021.104318.

ZITOUNI, N. *et al.* Influence of refining steps on trace allergenic protein content in sunflower oil. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, Cambridge, v. 106, n. 5, p. 962-967, 2000. DOI 10.1067/mai.2000.110229.

ZORZI, C.*et al.* Sunflower protein concentrate: A possible and beneficial ingredient for gluten-free bread. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 66, artigo 102539, 2020. DOI 10.1016/j.ifset.2020.102539.

ZWIJNENBERG, H. *et al.* Native protein recovery from potato fruit juice by ultrafiltration. **Desalination**, Amsterdam, v. 144, n. 1-3, p. 331-334, 2002. DOI 10.1016/S0011.9164(02)00338-7.

Apêndices



Apêndice 1 - Volume de produção das matérias-primas vegetais (ton) por unidade federativa (Brasil) entre os anos de 2019 e 2021

UF	Ano	Amendoim	Arroz	Aveia	Batata	Canola	Centeio	Cevada	Feijão*	**F. preto	**F. caupi	Gergelim	Girassol	Mandioca	Milho	Sorgo	Trigo
AC	2019	122	4.540	0	0	0	0	0	3.025	0	3.600	0	0	628.422	75.412	0	0
	2020	120	4.626	0	0	0	0	0	2.941	0	2.900	0	0	586.202	79.067	0	0
	2021	122	4.473	0	0	0	0	0	2.855	0	2.800	0	0	532.059	105.885	0	0
AL	2019	5.316	20.177	0	0	0	0	0	9.802	0	3.500	0	0	384.152	54.122	1.155	0
	2020	5.276	16.072	0	25	0	0	0	10.735	0	3.800	0	0	532.553	61.097	912	0
	2021	5.138	24.436	0	47	0	0	0	13.403	0	2.600	0	0	508.652	81.642	912	0
AP	2019	0	820	0	0	0	0	0	805	0	0	0	0	108.530	1.138	0	0
	2020	0	835	0	0	0	0	0	812	0	0	0	0	112.244	1.150	0	0
	2021	0	815	0	0	0	0	0	3.820	0	0	0	0	113.506	1.186	0	0
AM	2019	0	1.100	0	0	0	0	0	1.432	0	2.600	0	0	876.452	6.683	0	0
	2020	0	1.680	0	0	0	0	0	1.508	0	2.400	0	0	890.124	6.824	0	0
	2021	0	1.147	0	0	0	0	0	1.169	0	2.400	0	0	720.488	6.363	0	0
BA	2019	5.918	471	0	300.257	0	0	0	179.570	0	109.600	0	0	648.444	1.886.858	106.056	14.600
	2020	5.297	744	0	390.789	0	0	0	194.060	0	82.500	0	0	706.887	2.646.955	127.809	17.000
	2021	5.026	732	0	393.914	0	0	0	164.055	0	113.500	0	0	766.772	2.450.133	123.788	17.737
CE	2019	428	15.877	0	0	0	0	0	110.067	0	144.900	0	0	642.188	423.601	1.120	0
	2020	602	16.394	0	0	0	0	0	124.746	0	110.800	0	0	641.142	633.317	3.500	0
	2021	531	19.362	0	0	0	0	0	110.981	0	103.500	0	0	560.249	414.411	10.440	0
DF	2019	0	0	0	4.250	0	0	315	33.609	2.800	300	0	1.680	20.550	499.800	24.000	6.870
	2020	0	0	0	4.250	0	0	315	46.484	2.700	100	0	1.680	20.550	486.138	48.000	11.400
	2021	0	0	0	4.250	0	0	315	27.240	2.700	100	0	1.050	20.550	324.000	35.100	10.500
ES	2019	3	353	0	5.746	0	0	0	9.766	4.400	0	0	0	118.470	37.533	0	0
	2020	3	345	0	5.937	0	0	0	9.421	0	0	0	0	127.529	39.422	0	0
	2021	3	371	0	7.118	0	0	0	9.920	0	0	0	0	126.760	41.670	0	0
GO	2019	0	165.383	0	218.084	0	0	0	341.045	0	17.300	2.000	44.477	184.776	11.979.032	1.110.706	67.953
	2020	0	144.419	0	183.104	0	0	0	351.454	0	15.600	2.000	38.320	182.254	11.838.775	1.173.014	110.884
	2021	0	124.510	0	177.618	0	0	0	340.325	0	8.100	1.500	36.661	180.820	10.750.433	1.140.088	84.035
MA	2019	189	155.552	0	0	0	0	0	31.047	0	27.100	0	0	464.148	1.803.512	21.882	0
	2020	260	154.856	0	0	0	0	0	27.260	0	26.900	0	0	434.344	2.177.432	20.274	0
	2021	256	168.014	0	0	0	0	0	26.707	0	29.200	0	0	440.241	2.267.556	21.081	0
MT	2019	1.993	444.634	0	0	0	0	0	278.957	0	150.600	94.000	75.706	287.237	31.504.274	136.840	0
	2020	2.718	378.442	0	0	0	0	0	335.345	0	156.300	55.000	30.296	270.376	33.650.671	162.006	0
	2021	2.040	392.293	0	0	0	0	0	355.501	0	75.700	58.400	17.264	258.812	31.051.305	141.198	288
MS	2019	6.135	53.825	38.582	0	0	0	0	31.323	0	0	0	35	807.343	9.963.206	35.102	43.120
	2020	7.875	51.298	46.510	0	0	0	0	34.262	0	0	0	0	906.533	10.696.608	32.144	73.198
	2021	8.171	67.115	20.847	0	0	0	0	12.957	0	0	0	0	997.672	5.418.082	72.195	21.470
MG	2019	7.314	7.438	16.600	1.199.571	0	0	2.095	531.604	12.500	8.900	0	4.073	525.053	7.468.417	843.932	242.367
	2020	12.429	7.936	4.247	1.267.243	0	0	0	553.065	12.100	9.300	0	2.569	518.141	7.689.309	862.632	296.770
	2021	21.290	8.302	3.164	1.306.748	0	0	0	536.826	11.600	7.700	0	3.544	547.267	6.788.836	565.017	207.262

UF	Ano	Amendoim	Arroz	Aveia	Batata	Canola	Centeio	Cevada	Feijão*	**F. preto	**F. caupi	Gergelim	Girassol	Mandioca	Milho	Sorgo	Trigo
PA	2019	106	94.508	0	0	0	0	0	20.883	0	17.100	0	0	3.711.214	827.720	39.771	0
	2020	104	112.470	0	0	0	0	0	19.891	0	18.100	0	0	3.813.369	893.065	47.056	0
	2021	104	113.734	0	0	0	0	0	20.759	0	18.700	0	0	4.053.932	1.122.835	54.785	0
PB	2019	368	2.073	0	15	0	0	0	21.143	1.000	33.000	0	0	143.990	39.414	0	0
	2020	696	2.772	0	158	0	0	0	36.103	600	19.300	0	0	141.910	77.585	0	0
	2021	284	3.651	0	0	0	0	0	21.366	1.000	24.700	0	0	131.811	48.172	0	0
PR	2019	5.029	138.446	191.861	763.181	1.000	7.098	247.733	635.728	351.900	0	0	14	3.270.654	16.519.549	370	2.408.810
	2020	5.603	150.967	192.962	744.147	1.000	6.974	278.661	624.587	336.400	0	0	40	3.474.295	15.786.934	7.207	3.130.147
	2021	4.857	152.888	211.891	769.378	1.500	7.130	321.516	631.295	417.500	0	0	77	3.404.917	10.528.860	4.723	3.231.985
PE	2019	93	3.022	0	0	0	0	0	47.498	11.200	48.200	0	0	400.096	30.489	2.264	0
	2020	73	3.622	0	0	0	0	0	64.684	11.200	32.100	0	0	433.938	92.173	2.441	0
	2021	78	5.772	0	0	0	0	0	71.155	7.800	38.400	0	0	421.311	66.731	49	0
PI	2019	50	78.444	0	0	0	0	0	78.642	0	85.700	0	0	365.109	1.835.613	62.810	0
	2020	52	103.759	0	0	0	0	0	82.984	0	59.400	0	0	444.433	2.199.753	37.836	0
	2021	31	97.188	0	0	0	0	0	53.280	0	83.500	0	0	405.718	2.145.035	21.261	0
RJ	2019	0	627	0	303	0	0	0	2.838	1.500	0	0	0	216.496	7.967	0	0
	2020	0	114	0	306	0	0	0	2.036	1.300	0	0	0	151.558	7.866	0	0
	2021	0	785	0	198	0	0	0	1.144	1.300	0	0	0	158.860	8.557	0	0
RN	2019	0	3.053	0	0	0	0	0	26.390	0	24.900	0	0	219.150	30.687	298	0
	2020	0	3.154	0	0	0	0	0	23.996	0	17.800	0	0	211.288	31.252	298	0
	2021	0	3.241	0	0	0	0	0	10.396	0	21.400	0	0	230.030	13.345	221	0
RS	2019	3.723	7.172.101	642.211	452.332	42.000	3.222	140.694	91.774	59.300	0	0	3.813	886.955	5.735.186	11.789	2.287.720
	2020	2.791	7.753.663	609.277	363.873	60.000	2.289	93.057	81.146	54.100	0	0	4.079	788.415	4.211.208	6.815	2.104.160
	2021	2.996	8.295.840	803.552	510.858	74.100	3.437	110.929	89.767	49.800	0	0	4.618	842.953	4.389.617	6.263	3.547.866
RO	2019	194	123.940	0	0	0	0	0	16.036	0	0	0	0	521.258	1.004.717	0	0
	2020	169	112.848	0	0	0	0	0	15.660	0	0	0	0	519.582	1.036.905	0	0
	2021	164	114.942	0	0	0	0	0	11.968	0	0	0	0	842.953	1.355.590	0	0
RR	2019	0	97.655	0	0	0	0	0	970	0	2.100	0	0	82.792	50.390	0	0
	2020	0	71.054	0	0	0	0	0	1.072	0	1.800	0	0	85.520	79.128	0	0
	2021	0	83.830	0	0	0	0	0	1.514	0	3.200	0	0	58.210	114.159	0	0
SC	2019	129	1.062.159	29.335	117.483	0	0	2.388	108.976	64.900	0	0	0	348.412	2.767.609	0	146.039
	2020	85	1.215.651	24.635	107.647	0	0	1.080	98.713	57.200	0	0	0	336.523	2.701.935	0	171.727
	2021	15	1.195.939	26.891	101.125	0	0	1.935	98.334	84.100	0	0	0	341.727	2.006.694	0	317.969
SP	2019	541.158	57.374	11.692	650.522	0	0	12.390	264.859	0	0	0	3.160	1.358.067	4.800.956	227.037	373.336
	2020	603.697	59.038	20.646	700.300	0	0	14.033	256.170	0	0	0	2.696	1.504.057	4.503.594	183.235	432.674
	2021	741.538	58.791	20.728	582.210	0	0	18.132	229.660	0	0	0	1.640	1.456.284	3.709.901	233.679	435.413
SE	2019	1.339	28.159	0	0	0	0	0	3.836	0	0	0	0	147.465	687.221	0	0
	2020	1.506	34.153	0	0	0	0	0	3.776	0	0	0	0	136.438	904.506	0	0
	2021	1.519	51.227	0	0	0	0	0	1.828	0	0	0	0	135.067	741.765	0	0
TO	2019	966	636.908	0	0	0	0	0	26.450	0	35.500	0	0	225.763	1.085.843	47.113	0
	2020	1.504	690.099	0	0	0	0	0	32.379	0	64.700	0	0	234.915	1.430.951	54.075	0
	2021	62	671.205	0	0	0	0	0	52.539	0	96.700	20.300	0	265.699	1.509.160	75.972	0

Legenda: * Corresponde ao total dos tipos de feijão produzidos nacionalmente (carioca, preto, caupi, jalo, branco etc.).

**F. preto/F. caupi: referem-se às safras 2019/2020, 2020/21 e 2021/2022.

Fonte: IBGE (2022); Conab [s.d.].

Apêndice 2 - Composição centesimal (g/100g), qualidade proteica (PDCAAS) e alergenicidade das matérias-primas vegetais

	COMPOSIÇÃO (%)						PDCAAS			ALERGENICIDADE
	Umidade	Carboidratos	Fibras	Lipídeos	Cinzas	Proteínas	Score	Ingrediente	Avaliação	
Amendoim*	6,4	20,3	8,0	43,9	2,2	27,2	0,56	NE	Escore químico x digestibilidade (FAO)	Bem estabelecida, com severidade alta. De 32 proteínas desta fonte, 17 delas são reconhecidamente alergênicas. 100 mcg é o suficiente para disparar reações adversas.
							0,70	NE	NE	
							0,82	NE	Modelo experimental	
Arroz*	12,2	77,5	4,8	1,9	1,2	7,3	0,45 – 0,47	Arroz cru	In vitro	Menor potencial alergênico. De 131 proteínas identificadas no endosperma, apenas 9 têm sequências similares aos alergênicos já catalogados. Relevância clínica improvável. Principais alergênicos: inibidores de protease e alfa-amilase.
							0,63	Proteína do endosperma	Modelo experimental	
							0,90	Proteína do farelo	Modelo experimental	
Aveia*	9,1	66,6	9,1	8,5	1,8	13,9	0,45 – 0,51	NE	Modelo experimental	Menor potencial alergênico. Incidência rara, limitada à infância. Principal alergênico: avenina, uma fração prolamina que também causa a doença celíaca.
							0,51	Farinha crua	IVPD X AAS (In vitro)	
							0,57	Concentrado proteico cozido	IVPD X AAS (In vitro)	
Batata*	82,9	14,7	1,2	-	0,6	1,8	0,93	Isolado proteico	NE	Menor potencial alergênico. Incidência rara, sendo classificada como GRAS (Geralmente reconhecido como seguro) e não alergênica pela FDA. Principal alergênico: patatina (alergia leve). Não classificada como alergênico para rotulagem. Menos alergênica que o ovo e o leite.
							0,99	Proteína concentrada do suco	NE	
							1,05	Concentrado proteico	NE	

	COMPOSIÇÃO (%)						PDCAAS			ALERGENICIDADE
	Umidade	Carboidratos	Fibras	Lipídeos	Cinzas	Proteínas	Score	Ingrediente	Avaliação	
Canola	5,8	10,10	11,0	47,6	2,9	22,3	0,86	Isolado proteico	Crianças (1 – 2 anos); TD (modelo experimental)	Conhecida em indivíduos hipersensíveis. Principal alérgico: napina, pertencente à família das proteínas albuminas 2S - intrinsecamente alérgicas. União Europeia e Canadá recomendam incluir a canola na rotulagem nutricional como potencial alérgico.
							0,87	CanolaPRO™	Crianças (2 – 5 anos)	
							1,00	Hidrolisado proteico	Crianças (1 – 2 anos); TD (modelo experimental)	
							1,04	Isolexx™	Crianças (2 – 5 anos)	
Centeio*	10,8	73,3	15,5	1,8	1,7	12,5	0,59	Extrato proteico	TD (modelo experimental)	Proteínas de alta semelhança com o trigo, porém de menor potencial alérgico. Possível resposta-IgE moderada a alta em pacientes sensíveis a alergias alimentares. Presença de glúten – reações não imunológicas como a doença celíaca.
Cevada	10,5	69,3	4,2	2,7	2,8	11,3	0,44	Farinha pré-descascada	IVPD X AAS (In vitro)	Incidência rara. Pode ser relevante em crianças e adolescentes - sintomas clínicos relativamente severos. Idade média dos pacientes com caracterização clínica de alergia é de 1 ano, motivada pela exposição precoce. Presença de glúten – reações não imunológicas como a doença celíaca.
							0,59	Extrato proteico	TD (modelo experimental)	
Feijão preto*	14,9	58,8	21,8	1,2	3,8	21,3	0,53	Feijão cozido	NE	Estabelecida. São 8 componentes alérgicos de tamanho entre 16 e 78 kDa, sendo 6 resistentes ao tratamento térmico (roasting). Principal alérgico: proteína de 28 kDa. Vicilina é um potencial alérgico alimentar passível de reação cruzada (lentilha e lima bean). Causa alergia respiratória em pacientes sensíveis.
Feijão caupi*	12,7	61,2	23,6	2,4	3,5	20,2	0,80	Feijão cru	NE	Baixo potencial alérgico.
Feijão mungo	3,9	65,7	NC	1,0	2,7	26,8	0,52	Proteína isolada do feijão cozido	Modelo experimental	Estabelecida. Proteínas com sequências semelhantes aos alérgenos soja, lentilha, ervilha e tremoco: São 4 as proteínas alérgicas, sendo Vig r2 (52 kDa, pI 5.7) e Vig r3 (50 kDa, pI 5.8) as duas principais.
							0,56	Proteína isolada do feijão cru	Modelo experimental	
							0,59	Proteína de feijão cozido	Score padrão da WHO/FAO	
							0,64	Proteína de feijão não cozido	Score padrão da WHO/FAO	
Grão-de-bico*	12,3	57,9	12,4	5,4	3,2	21,2	0,52	Grão-de-bico cozido	NE	Bem estabelecida. Reações cruzadas com lentilha e ervilha. Incidência relatada na Índia, Espanha, Europa, Ásia, Mediterrâneo e algumas regiões do Ocidente são motivadas pelo alto consumo.
							0,59	Farinha de grão-de-bico	NE	
							0,65	Farinha de grão-de-bico	IVPD X AAS (In vitro)	
							0,71	Proteína	NE	
Gergelim*	3,9	21,6	11,9	50,4	2,9	21,2	0,44	Proteína da semente (extração alcalina)	IVPD	Baixa prevalência, mas potencialmente severa (anafíxia). Principais alérgicos: oleosinas (17 e 15 kDa). Incidência nos EUA, Canadá, Oriente Médio (maior causa de anafíxia) e Israel (3ª mais comum alergia alimentar).
							0,55	Subproduto da extração do óleo (cozido, 32 % ptn)	IVPDCAAS (in vitro)	
							0,71	Subproduto da extração do óleo (não cozido, 32 % ptn)	IVPDCAAS (in vitro)	
							0,80	Concentrado proteico da torta desengordurada (extração alcalina)	Modelo matemático	
Girassol	NC	18,8	6,1	49,6	NC	22,8	0,59	Isolado proteico	NE	Rara, mas reportada. Proteína de 67 kDa é reportada como potencial alérgica.
							0,60	Farinha concentrada	NE	
							0,63	Farinha	NE	
Lentilha*	11,5	62,0	16,9	0,8	2,6	23,2	0,47	Lentilha verde forneada	Modelo experimental	Bem estabelecida e uma das mais relatadas no Mediterrâneo, motivada pelo alto consumo. Incidência também em países asiáticos. Em crianças, há relato de reações cruzadas. Principal alérgico: Len c1.
							0,53	Lentilha verde cozida	Modelo experimental	
							0,57	Lentilha verde extrusada	Modelo experimental	
							0,63	Lentilha verde integral cozida	NE	
Mandioca*	61,8	36,2	1,9	0,3	0,6	1,1	-	-	-	-
Milho*	63,5	28,6	3,9	0,6	0,7	6,6	0,42	Farinhas (10 – 70 % ptn)	NE	Estabelecida. Apresenta reação cruzada com trigo e cevada. Uma proteína de 9 kDa é considerada o alérgico principal e o inibidor de tripsina de 16 kDa é o alérgico minoritário. Uma proteína de 50 kDa também foi reportada como potencial alérgico em indivíduos hipersensíveis.
							0,40	Farinha de glúten	NE	
							0,46	Proteína	NE	
							0,52	NE	NE	
Sorgo	NC	67,4	14,2	3,2	1,7	13,5	0,22	Sorgo (cozimento úmido)	NE	Baixo potencial alérgico, sendo relativamente segura aos celíacos e aos alérgicos às proteínas tipo-trigo. Principais alérgicos: polcalcina, Sor h 1 e Sor h 13
							0,53	Farinhas (diversas variedades)	NE	
							0,33 – 0,47	Farinhas aquecidas 105°C/30 min (3 genótipos)	Estudos in vivo	
Trigo	NC	72,6	11,6	1,9	NC	13,7	0,47	-	NE	Inibidores de protease e alfa-amilases são os principais alérgicos. Presença de glúten – reações não imunológicas como a doença celíaca.
							0,42	Trigo (hard, winter)	NE	
							0,51	-	A partir de 6 meses de idade	

Legenda: NC: não contabilizado; amendoim: grão, cru; arroz: integral, cru; aveia: flocos, cru; batata: inglesa, cru; canola: semente; centeio: farinha, integral; cevada: farinha integral; feijão preto: cru; feijão caupi (Embrapa = fradinho): cru; feijão mungo (Embrapa = moyash): grão, em pó; grão-de-bico: cru; gergelim: semente; girassol: semente; lentilha: cru; mandioca: cru; milho: cru; sorgo: grão; trigo: farinha, integral. NE: não especificado.

* Dados de composição obtidos da Tabela Taco (2004) que inclui o teor de fibra alimentar no total de carboidratos.

TD: true digestibility; IVPD: in vitro protein digestibility; AAS: amino acid score; IVPDCAAS: in vitro Protein digestibility-corrected amino acid score.

Fonte: Nepa (2004); Philippi (2002); Aider (2011); Aly (2021); Ge (2021); Queiroz (2015); López (2016); Ciftci et al (2022); Sousa et al (2011); Pedó et al (1990); Han et al (2015); Sanchez-Velazquez et al (2021); Kleba et al (2018); Hussain et al (2021); Jiménez-Muñoz et al (2021); Chmielewska et al (2021); Fleddermann et al (2013); Ertl et al (2016); Bai et al (2018); Nosworthy et al (2017); Anyango et al (2011); Pape (2016); Turck et al (2021); Tavano et al (2016); Day (2013); Di (2022); Sá (2022); Escamilla-Silva et al (2003); Alexandrino (2017); Nosworthy (2018); Taylor et al (2017); Balandrán-Quintana et al (2019); Day et al (2022); Toomer (2018); Sicherer et al (2003); Lehmann et al (2006); Mondoulet et al (2006); Hirano et al (2016); Makinen et al (2017); Majamaa et al (2001); Wanasundara et al (2016); Zimmermann et al (2021); Ruiz Segura et al (2020); National Library of Medicine (2006); Lee et al (2020); Shakoor et al (2016); Kumari et al (2012); Kumari et al (2005); Gupta et al (2021); Kaseera et al (2011); Carbonaro et al (2015); Misra et al (2011); Hildebrand et al (2021); Dadon et al (2014); Honjo et al (2021); Leduc et al (2006); Adatia et al (2017); Dreskin et al (2021); Lavine et al (2015); Zitouni et al (2000); Pascual et al (1999); Soyak Aytekin et al (2022); López-Torrejón et al (2003); Lee et al (2005); Pasini et al (2002); Bokka et al (2019); Battais et al (2003); Moraes et al (2012).

Apêndice 3 - Propriedades tecnofuncionais das proteínas vegetais

	Extração proteica				Solubilidade			Emulsificante				Espumante				Gelificante			Sensorial
	Mtd.	Ext.	Precip.	Ingred.	Mtd.	pH	Res.	Mtd.	pH	A/C	E	Mtd.	pH	C	E	Prod.	Cond. +	CMG	
Amendoim	pH	8,5	4,5	Isolado 96,6%	TPS	7	~80%	TBD	6,0 / 8,0	0,25 / 0,25 (OD)	19,2 / 20,4 min	Mistura	7,4	50 e 35% (0 e 60 min)	-	-	-	-	-
	pH	9,0	4,5	Isolado 85,9%	TPS	7	79,4%	-	-	-	-	-	-	-	-	14%; 90°C; 1h	pH 10	-	-
Arroz	pH	10	4,5	89,3% ptn	ESPEC.	-	~18%	TBD	7	15 m ² /g	25 min	-	-	-	-	-	-	-	-
	pH	Alcalina	4,5	88,9% ptn	TPS	7	~7%	TBD	7	1,8 m ² /g	50%	-	-	-	-	-	-	-	-
	pH	9	4,5	80,5% ptn	-	-	-	-	-	-	-	Mistura	7	~90%	~70%	-	-	-	-
	pH	9	4,5	74,3% ptn	-	-	-	-	-	-	-	Mistura	7	~540%	~58%	-	-	-	-
	Sal	7	(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10%; 95°C; 30 min	-	-	-
CAR	6 (nativo)	-	Farinha 24,4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14%; 95°C; 1h30min	-	-	-	
Aveia	pH	9,5	4,5	Isolado 90,1%	TPS	7	60,8%	TBD	7	40 m ² /g	30 min	-	-	-	-	-	-	-	-
	pH	9,2	Não precip.	Isolado 82,6%	TPS	7	73,3%	-	-	-	-	DFA	7	136 mm/min	-	-	-	-	-
	pH	9,2	5,0	Isolado 89,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%; 110°C; 30 min	pH 3; pH 7	-	-
Batata	pH/UF	5,7 - 6,0 (nativo)	4	Concentrado 85,8%	TPS	7	~70%	TBD	7	25 m ² /g	20 min	Mistura	7	140%	80 e 80% (30 e 60 min)	-	-	-	-
	-	-	-	Ptn. Insolúvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%; 85°C; 30 min	-	-	-
Canola	pH	Máx. solubilid.	Mín. solubilid.	Isolado	TPS	6 / 8	28 / 45%	VC	6 / 8	30,9 / 37,8%	23,1 / 37,9%	Mistura	6 / 8	190,3 / 235%	64,3 / 60% (30 min)	2-20%; 100°C; 1h; pH 2 - 10	pH 6 / 8	12 / 14%	Aplicações em salsicha: 1) adição de 2% de proteína de colza (58,8% ptn) resultou em melhor sabor e aroma em comparação ao concentrado e isolado de soja. 2) adição de 2,0 e 4,5% resultaram em sabor adstringente/amargo e oleoso/de palha, respectivamente.
Centeio	HA	-	-	Secalina 91%	TPS	7	~7%	TBD	7	77,9 m ² /g	21,0 min	Mistura	7	54%	39% (60 min)	-	-	-	-
	SO	Fenol	Acetato de amônio-metanol	Proteína	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Descongelamento e congelamento	pH 12,0 / 8, 10 e 13 mg/mL	-	-
Cevada	pH	11	4,5	Concentrado 70%	-	-	-	-	-	-	-	Mistura	5 / 8	87 / 70%	80 / 70% (30 min)	-	-	-	-
	pH	11,2	5,4	Concentrado 76,5%	TPS	6 / 8 (0,1%)	10 / 30%	AC	6 / 8	0 / 45%	0 / 41%	-	-	-	-	-	-	-	-
	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14%; pH ≥ 8; aquecim.	95°C / 40 min	-	-
Feijão preto	pH	9	4,5	Isolado 64,9%	TPS	7	78,2%	-	-	-	-	Mistura	-	272%	36% (30 min)	-	-	-	-
	pH	10	4,5	Isolado 82,1%	TPS	7	~66%	TBD	7	10 m ² /g	~250 min	Mistura	7	60%	75 / 55% (0 e 30 min)	2-20%; 100°C; 1h; pH 3 - 9	pH 7	10%	
Feijão caupi	pH	9	4,5	Isolado 87,7%	TPS	7	75%	TBD	7	8,9 m ² /g	37,5 min	Mistura	7	93%	88 / 70% (30 e 60 min)	-	-	-	-
	pH	8	4,5	Isolado 92,4%	TPS	7	91,5%	-	-	-	-	-	-	-	-	6-16 mg/m; 100°C; 30 min	pH 7	12%	
Feijão mungo	pH	9	4,5	Isolado 86,2%	TPS	6 / 8	15 / 100 mg/mL	TBD	-	23,6 m ² /g	72,6 min	-	-	-	-	8-20%; 10°C; 1h	-	-	-
	pH	9 e 11	4,0	Isolado 81,5%	TPS	-	-	AC	-	63,2%	62,7%	Mistura	-	89,7%	78 / 70% (30 e 60 min)	2-20%; 100°C; 1h	pH 7	12%	
Grão-de-bico	pH	8,3	5	Isolado	-	-	-	TBD	7	150 m ² /g	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	pH	9,5	4,5	Isolado 84%	-	-	61,1%	AC	-	70,3%	87,3%	Mistura	-	50%	76%	-	-	-	-
	pH	9	4,5	Proteína 73,6%	TPS	7	~55%	TBD	7	5,7 m ² /g	~20 min	SC	7	R5 = 35%; Gi = 85%; FE = 105%	2-20%; 100°C; 1h	-	-	14%	
Gergelim	pH/sal	7,5	4,5	Isolado 100%	TPS	7	~18%	TBD	7	16,8 m ² /g	17,4 min	SC	7,0	FE = 537%; FS = 88%	-	-	-	-	
	pH	9,0	5	Proteína	TPS	7	~3%	AC	-	~66%	~68%	Mistura	-	22%	~75 / 65% (30 e 60 min)	-	-	-	-
	pH	11	4,5	Isolado 90,5%	TPS	9 - 12	~45% (pH 9)	AC	9 - 12	~9%	~60%	Mistura	9 - 12	15% (pH9)	40 / 30% (30 e 60 min)	2-20%; 100°C; 1h; pH 9 - 12	9 / 12	25 / 14%	

	Extração proteica				Solubilidade			Emulsificante				Espumante				Gelificante			Sensorial
	Mtd.	Ext.	Precip.	Ingred.	Mtd.	pH	Res.	Mtd.	pH	A/C	E	Mtd.	pH	C	E	Prod.	Cond. +	CMG	
Grassol	pH	9	4,5	Isolado	TPS	6 / 8	-50 / 65%	TBD	6 / 8	25 / 35 m ² /g	25 / 31 min	Mistura	6 / 8	23 / 28%	7 / 1% (20 min)	-	-	-	Aplicação em pães: concentrado (75%) extraído da torta foi adicionado em concentrações de 5, 10 e 20% em pão sem glúten (farinha de arroz + amido de milho) – substituição aceitável em termos de aparência, cor, odor, textura, flavor, residual, aceitação global e índice de aceitação.
	pH	10	4,5	Isolado 78,4%	TPS	7	40%	AC	7	48%	45,4%	Mistura	7	34,9%	61 / 51 (30 e 60 min)	2-20%; 100°C ;1h	-	16%	
Lentilha	pH	9	4,5	Proteína 79,1%	TPS	7,0	-60%	TBD	7	5 m ² /g	17 min	SC	7		R5 = 42%; Gi = 102%; FE = 79%	2-20%; 100°C;1h	-	12%	Farinhas, concentrados e isolados: "beany, green and grassy".
Milho	Zeina				TPS	7	-10%	TBD	7	87 m ² /g	30 min	Mistura	7	10%	50% (30 min)	-	-	Corn gluten meal (subproduto da produção do amido de milho): indesejável; Isolado proteico do germen de milho obtido por extração alcalina e precipitação etanólica VS farinhas proteicas do germen de milho lavadas com ácido, tratadas termicamente e lavadas com etanol: isolado é mais ácido, menos amargo e mais adstringente.	
	Zeina				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10-20%; 35:65 sem aquec.	37°C		15 - 20 %
Sorgo	Farinha de sorgo não germinada 11 % proteína				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100°C; 8 min	-	8%	Aplicação em pães: 1) farinha de sorgo contendo 9.5 % ptn – pão de forma 100% sorgo apresentou melhor sabor (neutro) e odor; 2) Farinhas de sorgo vermelha 9,5% e branca 11,6 % ptn – flat bread (pão sírio/farãbe) com concentração de 30, 40 e 50% da farinha de sorgo apresentaram flavor e aceitabilidade geral maior ou igual ao pão de trigo; Aplicação em cookies: cookies com 58.3 e 66.6% de farinha de sorgo 7.8% ptn (+ farinha de arroz/amido de milho) apresentaram amargor residual, doçura, arenosidade, sabor de chocolate e qualidade global equivalentes ao cookie comercial; Farinha de sorgo - sabor neutro e suave; Alguns cultivares apresentam sabor amargo e adstringente (presença de taninos).
	pH	8	4,8	Proteína	TPS	6 / 8	15 / 60%	TBD	7,0	0,567 (OD)	1 min	-	-	-	-	-	-	-	
	HA	-	5,0	Kafirina	-	-	-	AC	-	-35%	-35%	Mistura	-	2,7%	0%	-	-	-	
Trigo	pH	11	4,5	Proteína	-	-	-	TBD	-	22 m ² /g	~65%	Mistura	-	~32%	~89% (20 min)	-	-	-	Aplicação em macarrão: adição de glúten em concentração de 1, 3 e 5% em macarrão cozido congelado – não se observou modificação do flavor quando comparado a não adição de glúten e pequena melhora da palatabilidade com 3% de adição; Aplicação em pães: processo de micronização (jet milled) da farinha integral de trigo reduziu o after taste.
	-	-	-	Glúten 75,1%	TPS	7	4,6% (ISN)	TBD	-	0,18 m ² /g	~82%	Mistura	-	~8 cm ³	~78% (10 min)	-	-	-	
	-	-	-	Proteína solúvel 76%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120°C; 10 min; 2 atm	-	19%	

Legenda: GB: grão-de-bico; Método (Mtd.); Extração (Ext.); Precipitação (Precip.); Resultado (Res.); Proteína (ptn); Atividade ou capacidade emulsificante/espumante (A/C); Estabilidade emulsificante/espumante (E); Produção (Prod.); Condição favorável (Cond. +); Concentração mínima gelificante (CMG); Aplicação (Aplic.); TPS: teor proteico do sobrenadante; TBD: turbidimétrico; AC/VC: altura/volume da camada emulsificada; SO: solvente orgânico; HA: hidroalcolóica; UF: ultrafiltração; CAR: classificação por ar; DFA: *dynaminc foam analyser*; SC: *sparging chamber*.

Fonte: Ge (2021); Wanasundara (2016); Su (2011); Hu (2019a); Nadathur *et al* (2016); Kaleda *et al* (2021); Zwijsenberg *et al* (2002); Duzgun *et al* (2020); Zhao *et al* (2022); Mansour *et al* (1996); Guo *et al* (2010); Yoshie-Stark *et al* (2006); Horstswald *et al* (2009); Robles-Ramírez *et al* (2020); Holtekjolen *et al* (2008); Bento *et al* (2021); Mariscal-Moreno *et al* (2021); Simons *et al* (2015); Campbell *et al* (2016); Yang *et al* (2021); Xu *et al* (2019); El-Adawy (1997); Zorzi *et al* (2020); Chang *et al* (2019); Wu *et al* (2006); Wu *et al* (2003); Huang *et al* (1991); Pereira *et al* (2017); Ferreira *et al* (2009); Pereira Filho *et al* (2015); Queiroz *et al* (2011); Yousif *et al* (2012); Wang *et al* (2020); Protonotariou *et al* (2020) Wu *et al* (2009); Li *et al* (2020); Liu *et al* (2022); Hu *et al* (2019b); Zhang *et al* (2022); Wei *et al* (2022); Yuno-Ohta *et al* (1994); Kortekangas *et al* (2020); Zhong *et al* (2018); Guhmann *et al* (2018); Nieto *et al* (2016); Zhang *et al* (2017); Flores-Jimenez *et al* (2019); Qazanfarzadeh *et al* (2021); Lim *et al* (2013); Houdé *et al* (2018); Wang *et al* (2013); Bilgi *et al* (2004); Ferreira *et al* (2018); Shevikani *et al* (2015); Peyrano *et al* (2016); Brishti *et al* (2020); Brishti *et al* (2017); Zhang *et al* (2009); Mesfin *et al* (2021); Boye *et al* (2010); Achouri *et al* (2012); Di *et al* (2022); Sharma *et al* (2016); Dabbour *et al* (2019); Malik *et al* (2017); He *et al* (2021); Gagliardi *et al* (2020); Singt *et al* (2017); Babiker *et al* (1998); Georget *et al* (2016); Tian *et al* (2022); Liu *et al* (2021); Confort *et al* (2003).

Apêndice 4 - Produtos e resíduos frequentes do processamento das fontes vegetais

	Transformação ou Etapa	Resíduos e/ou Subprodutos	Produtos principais	% m/m resíduos (em relação à m entrada)	Teor proteico dos resíduos	Destinação dos resíduos
Amendoim	Extração com solvente	Casca, pele e farelo	Farinha e óleo	Casca: 30 % Pele: 3 %	Farelo (deffated peanut meal): até 50 % ptn	D, R, AH
Arroz*	Descascamento e polimento	Casca, farelo e grãos quebrados	Arroz integral, arroz branco e farinha	Casca: 20 % Farelo: 10 % Grãos quebrados: 16 %	Farelo: 14 - 18 % (bs)	D, R, AH
Aveia	Descascamento e polimento	Casca e pó de aveia	Floco e farinha	Casca: até 30 %	Casca: 2- 4% (bs) Pó de aveia: traços	R
Batata	Diversos processamentos	Casca, polpa, suco de batata e hash	Amido	Casca: ~ 10 % ou 12,0 - 27,6 % bs Polpa: 14,2 - 17,0 % bs Suco de batata: 5 - 12m ³ por tonelada de batata	Casca: 2 - 10% (bu) Polpa: 4,9 - 6,1 % (bs) Suco de batata: 2,5 % Hash: 10,5 - 11 % (bs)	R, AH
Canola*	Extração com expeller, extração com solvente	Torta a partir do expeller e farelo a partir do solvente	Óleo	Variável	Farelo: 35- 37 % (bu)	R, AH
Centeio*	Moagem	Farelo	Farinha	-	Farelo 18,2 % (bs); 14 - 18 %	D, R
Cevada*	i. Malteação ii. Outros	i. Grãos gastos de cervejaria (BSG - do inglês Brewers Spent Grain) ii. Casca	Cerveja	BSG: ~31 %	BSG: 16 - 27 % (bs)	D, R, AH
Gergelim*	Extração com expeller	Torta (a partir da qual pode se obter farinha por moagem)	Óleo e Farinha obtida da torta	-	Torta: 39,7 %	D, R, AH
Girassol*	i. Extração com expeller ii. Prensagem solvente	i. Torta a partir do expeller e farelo a partir do solvente; ii. Casca e farelo (a partir do qual pode se obter farinha)	Óleo e Farinha	ii. Farelo: 40 % ii. Casca: 20-30 %	ii. Farelo desengordurado e descascado: 50 %	R, AH
Mandioca	Diversos processamentos	Folhas, caule e casca; i. Manipueira ii. Bagaço fibroso	i. Farinha ii. Fécula (ou polvilho doce)	Casca: 2 - 5 %	Bagaço: 2,3 %; Casca: 4,5 %, 6,9 %	R, AH
Milho*	Moagens: i. Seca ii. Úmida iii. Moagem úmida para biorrefinarias	Farelo, germen e grits descoloridos, glúten, líquor, fibra, steepwater solubles (SS), corn gluten meal (CGM) e corn gluten feed (CGF)	i. Farinha e grits ii, iii. Amido	Farelo: 12 %; Germen: 7,5 % ; Glúten: 5,6 %	Germen de milho desengordurado: 60 - 71 % CGF: 18 - 21 % (bs) Farelo: 10 - 13 % Germen: 12 - 21 %; Glúten: 19 - 24 % Líquor: 40 - 50 %	D, R, AH
Sorgo*	i. Decorticação ii. Remoção de folhas e paniculas iii. Prensagem dos talos	Materiais lignocelulósicos: i. Farelo ii. Talos e paniculas (cachos)	i,ii. Farinha; iii. Suco/xarope (a partir dos talos de sorgo doce)	Farelo: 7,9 %	Farelo: 10,2-10,4 % Paniculas: 7,95 - 9,64% (bs) Folhas: 4,86 - 12,50 % (bs)	R, AH
Trigo*	Moagem	Farelo e germen; glúten	Farinha	Parte externa do grão, aleurona, farelo de germen: 23-27%	Farelo: 15 - 22; Germen: 26 - 35 % bu	D, R, AH

Legenda: D: descarte, R: ração, AH: alimentação humana; bu: base úmida; bs: base seca

As letras (i, ii, e iii) representam as diferentes etapas do processamento e relacionam os produtos e subprodutos gerados a partir dessas etapas.

* Informações obtidas com especialistas das áreas de cereais e oleaginosas.

Fonte: Pereira Filho *et al* (2015); Esteves (2000); Carrão-Panizzi *et al* (1994); Sorita (2021); Baier (1996); Goes *et al* (2013); Decker *et al* (2014); Nutrient (2001); Fernandes [s.d]; Fernandes *et al* (2008); Mussatto *et al* (2006); Queiroga *et al* (2017); Carvalho *et al* (2005); Dourado *et al* (2019); Matte *et al* (2021); Ramos *et al* (2000); Paes (2006); abimILHO (2015); Strazzi [s.d]; Zhang *et al* (2021); Machado *et al* (2014); Da Silva *et al* (2004); Demarchi (1993); Rosenfelder (2013); Dapčević-hadnadev *et al* (2018).

The Good Food Institute Brasil

Alexandre Cabral	<i>Vice-presidente de Políticas Públicas</i>
Alysson Soares	<i>Especialista de Políticas Públicas</i>
Amanda Leitolis, Ph.D.	<i>Especialista de Ciência e Tecnologia</i>
Ana Carolina Rossettini	<i>Gerente de Desenvolvimento</i>
Ana Paula Rossettini	<i>Analista de Recursos Humanos</i>
Bruno Filgueira	<i>Analista de Engajamento Corporativo</i>
Camila do Nascimento	<i>Analista de Finanças e Operações</i>
Camila Lupetti	<i>Especialista de Engajamento Corporativo</i>
Cristiana Ambiel, MS.	<i>Gerente de Ciência e Tecnologia</i>
Fabio Cardoso	<i>Analista de Comunicação</i>
Gabriela Garcia, MS.	<i>Analista de Políticas Públicas</i>
Gabriel Mesquita	<i>Analista de ESG</i>
Graziele Grossi Bovi Karatay, Ph.D.	<i>Especialista de Ciência e Tecnologia</i>
Guilherme de Oliveira Vilela	<i>Especialista de Engajamento Corporativo</i>
Gustavo Guadagnini	<i>Presidente</i>
Isabela Pereira	<i>Analista de Ciência e Tecnologia</i>
Julia Cadete	<i>Analista de Operações</i>
Karine Seibel	<i>Gerente de Operações e Recursos Humanos</i>
Lorena Pinho, Ph.D.	<i>Analista de Ciência e Tecnologia</i>
Luciana Fontinelle, Ph.D.	<i>Especialista de Ciência e Tecnologia</i>
Lívia Brito, MS.	<i>Analista de Comunicação e Marketing</i>
Manuel Netto	<i>Analista de Políticas Públicas</i>
Mariana Bernal, MS.	<i>Analista de Políticas Públicas</i>
Mariana Demarco, MS.	<i>Analista de Ciência e Tecnologia</i>
Patrícia Santos	<i>Assistente Executiva</i>
Raquel Casselli	<i>Diretora de Engajamento Corporativo</i>
Victoria Gadelha, MBE.	<i>Analista de Comunicação</i>
Vinícius Gallon	<i>Gerente de Comunicação</i>

gfi / **Brasil**SM

 WWW.GFI.ORG.BR

 GFIBR@GFI.ORG

