

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO ENGENHARIA QUÍMICA E DE ALIMENTOS
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Geovanna Ceregatti

**VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA FORMA DE PRODUTOS
COM ALTO VALOR NUTRICIONAL**

Florianópolis - SC
2022
Geovanna Ceregatti

**VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA FORMA DE PRODUTOS
COM ALTO VALOR NUTRICIONAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia de Alimentos,
Departamento de Engenharia Química e
Engenharia de Alimentos do Centro
Tecnológico da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito para
obtenção de título de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.
Orientador: Prof. Dr. João Borges Laurindo
Coorientadoras: Dra. Aline Iamin Gomide
Dra. Raquel da Silva Simão

Florianópolis – SC

2022

Geovanna Ceregatti

**VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA FORMA DE PRODUTOS
COM ALTO VALOR NUTRICIONAL**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Borges Laurindo
Universidade Federal de Santa Catarina

Membros:

Ma. Amanda Galvão Maciel
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Alan Ambrosi
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 19 de dezembro de 2022.

“Na caverna que você tem medo de entrar
está o tesouro que você procura.” Joseph

Campbell

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço à toda minha família, em especial meu pai Pedro, minha mãe Neide e minha irmã Thayara que nunca mediram esforços para me ajudar a tornar esse sonho em realidade.

Agradeço ao meu orientador e as coorientadoras por fornecer conhecimento e orientação ao longo de toda realização deste trabalho.

Manifesto aqui toda minha gratidão a todos os professores que fizeram parte da minha formação dentro da Universidade.

Quero agradecer aos meus amigos em especial à Slene. Obrigada por todos os conselhos úteis, bem como palavras motivacionais e puxões de orelha. As risadas que compartilhei durante esse momento difícil na faculdade, também me ajudaram a passar o dia. Obrigada por tudo. Este TCC também é de vocês!

RESUMO

No Brasil, a produção agroindustrial é de suma importância, gerando várias toneladas de produtos e conseqüentemente várias toneladas de subprodutos, chamados de resíduos. Esses resíduos podem ser cascas, sementes, bagaços e engaços, gerados pelas indústrias alimentícias no processamento de sucos, compotas, extração de óleo, geleias e doces. Apesar desses resíduos serem ricos em nutrientes e compostos bioativos, eles são, geralmente, descartados de forma irregular, prejudicando o meio ambiente e tendo conseqüências para o efeito estufa e aquecimento global. Uma alternativa para minimizar esse impacto ambiental seria a inserção desses subprodutos na produção de alimentos, pois além de aproveitar a matéria-prima integralmente e agregar valor ao resíduo, disponibiliza alimentos com alto valor nutricional. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo fornecer uma revisão da literatura sobre o potencial de aplicação de diversos resíduos agroindustriais para elaboração de produtos com alto valor nutricional. Foram destacadas as características nutricionais dos seguintes resíduos: (i) bagaço de uva; (ii) torta de sementes oleaginosas; e (iii) cascas de frutas cítricas. Este trabalho também apresentou diversas pesquisas sobre o aproveitamento desses resíduos para formulação de produtos alimentícios, ressaltando o alto valor nutricional e alta qualidade sensorial dos produtos desenvolvidos. Mesmo com todas essas

informações, percebe-se a necessidade de novas aplicações desses resíduos para garantir variedade e viabilidade de comercialização de alimentos enriquecidos com resíduos agroindustriais.

Palavras-chave: Subprodutos do agronegócio; Aproveitamento residual; Alimentos funcionais; Compostos bioativos.

ABSTRACT

In Brazil, agro-industrial production is of paramount importance, generating several tons of products and consequently several tons of by-products, called waste. These residues can be peels, seeds, bagasse and stems, generated by the food industries in the processing of juices, jams, oil extraction, jellies and sweets. Although these residues are rich in nutrients and bioactive compounds, they are generally disposed of irregularly, harming the environment and having consequences for the greenhouse effect and global warming. An alternative to minimize this environmental impact would be the insertion of these by-products in food production, as in addition to fully using the raw material and adding value to the waste, it provides food with high nutritional value. Thus, the present study aimed to provide a literature review on the potential application of various agro-industrial residues for the preparation of products with high nutritional value. The nutritional characteristics of the following residues were highlighted: (i) grape pomace; (ii) oilseed cake; and (iii) citrus fruit peels. This work also presented several studies on the use of these residues for the formulation of food products, emphasizing the high nutritional value and high sensory quality of the products developed. Even with all this information, it is clear the need for new applications of these residues to ensure variety and viability of commercialization of foods enriched with agro-industrial residues.

Keywords: Agribusiness by-products; Waste reuse; Functional foods; Bioactive compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ranking do Valor Bruto da Produção - 2021 19
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIB Produto Interno Bruto

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FAO

SUMÁRIO

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15	2
OBJETIVOS	17	2.1
OBJETIVO GERAL	17	2.2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18	3.1
AGROINDÚSTRIA NO BRASIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS	18	3.2
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA AGROINDÚSTRIA	19	3.3
RESÍDUOS DE ALTO VALOR NUTRICIONAL	21	3.3.1
Bagaço de uva	21	3.3.2
Torta de sementes oleaginosas	24	3.3.3
Casca de frutas	28	4
CONCLUSÃO	33	5
REFERÊNCIAS	34	

15

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio visa transformar matérias-primas da pecuária, aquicultura, silvicultura e agricultura em produtos alimentícios para prolongar sua disponibilidade e agregar valor. Esse tipo de negócio consiste em um ambiente físico equipado para a preparação e transformação das matérias-primas agrícolas, onde tudo deve ser configurado para agregar valor ao produto. Dessa forma, a agricultura moderna deu origem ao agronegócio, e sua contínua modernização elevou o setor à importância econômica, atingindo 21,1% do PIB brasileiro em 2018 (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2019) e, no mesmo ano, o agronegócio brasileiro passou a equivaler a 86,6% do PIB da Argentina, segunda maior economia da América do Sul (EMPRAPA, 2020; LUZ et al., 2022). Por consequência, o agronegócio é visto como um dos propulsores da economia nacional, tendo valores significativos na sociedade brasileira, de modo a gerar empregos e garantir renda aos brasileiros (SANTOS et al, 2017).

Mesmo com todas as vantagens econômicas que esse setor vem trazendo para a economia brasileira, ainda há diversos aspectos negativos, como por exemplo para o meio ambiente, pois a agroindústria gera um grande volume de carga poluidora e uma grande quantidade de resíduos, os quais, geralmente, são descartados de forma irregular. Por isso, o desenvolvimento de tecnologias para minimizar os impactos causados pela disposição inadequada dos resíduos é tão importante (MAGALHÕES et al, 2019). A maior parte desses resíduos descartados inadequadamente gera poluição para as águas subterrâneas e superficiais, além de gases que contribuem para o efeito estufa e intensificam o aquecimento global. Sendo assim, é fundamental que esses resíduos sejam aproveitados, podendo ser destinados, por exemplo, para a conversão em energia ou enriquecimento de alimentos (RICARDINO, 2020).

Além de reduzir o impacto ambiental, o aproveitamento de resíduos para o enriquecimento de alimentos é uma alternativa atraente do ponto de vista nutricional e econômico, haja vista que os resíduos são ricos em compostos bioativos, como antioxidantes, antitumorais, anti-inflamatórios, antidiabéticos, entre outros, bem como em ácidos orgânicos, triacilgliceróis, enzimas, proteínas, fibras dietéticas e outras biomoléculas, aumentando, assim, o valor nutricional

16

dos produtos, diversificando sua oferta e agregando valor ao resíduo (MARZO et al., 2019). Desse modo, o interesse na aplicação de resíduos agroindustriais para desenvolvimento de produtos alimentícios com alto valor nutricional tem aumentado nos últimos anos e, por isso, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas nesta temática.

Portanto, é importante fornecer um panorama geral da literatura sobre o reaproveitamento dos resíduos agroindustriais para o desenvolvimento de produtos com alto valor nutricional, a fim de que se possa destacar as tendências atuais e, desse modo, direcionar a realização de novas pesquisas.

17

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Providenciar uma revisão da literatura sobre o potencial de aplicação de resíduos agroindustriais para o desenvolvimento de produtos com alto valor nutricional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever alguns dos principais resíduos de alto valor nutricional gerados a partir da indústria de vegetais;
- b) Identificar os principais compostos nutricionais presentes nesses resíduos;
- c) Apresentar as aplicações desses resíduos na indústria de alimentos; d) Destacar a importância do aproveitamento de resíduos para uma produção sustentável.

18

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AGROINDÚSTRIA NO BRASIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

No cenário econômico brasileiro atual, o agronegócio é um pilar crucial, representando, aproximadamente, 27% do PIB brasileiro em 2020, ou seja, 1,98 trilhões de reais. A maior parcela dessa porcentagem vem do ramo agrícola, que corresponde a 70% do valor total, seguido pela pecuária, que representa 30% (CEPEA/USP, 2021; CNA, 2021).

Uma pesquisa realizada pela FAO (*Food and Agriculture Organization*) reportou uma projeção de aumento de 60% da produtividade agrícola em 2050 comparado ao período de 2005 a 2007. Outro dado mostrado pela organização é sobre o uso da terra para a agricultura nos países em desenvolvimento, que aumentará em 13% até 2030 (ALEXANDRATOS et al., 2012). Esse aumento estimado é acompanhado pela produção de resíduos agrícolas, que apresenta riscos para o meio ambiente e para a saúde humana. O descarte inadequado e a não reutilização dos resíduos afeta as águas superficiais e subterrâneas. Quando atinge o solo, a biomassa estimula a emissão de gases, agravando ainda mais o efeito estufa e o aquecimento global (TRIPHATI et al., 2019).

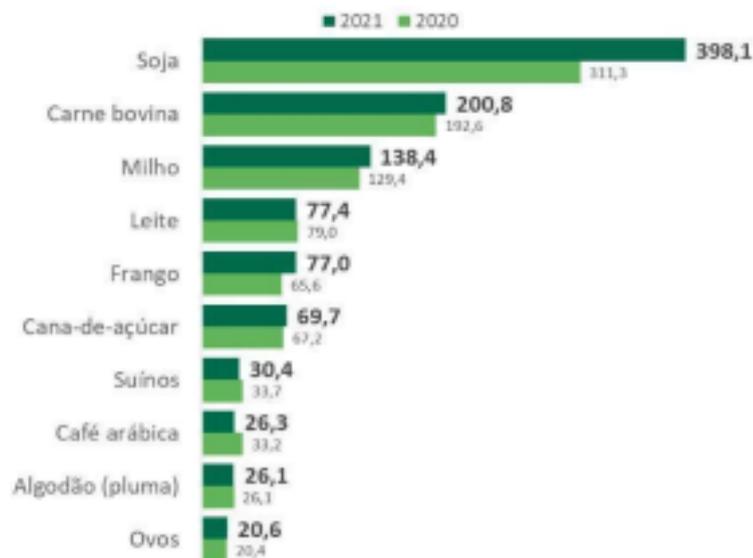
Os resíduos agroindustriais são provenientes da produção de alimentos, fibras, couro, madeira, açúcar, álcool etc., e sua geração é, muitas vezes, sazonal e influenciada pela maturação das culturas ou disponibilidade das matérias-primas. Os resíduos sólidos incluem resíduos de processo e resíduos de embalagens, lodo de sistemas de tratamento de efluentes e resíduos de cantinas, pátios e escritórios de agronegócios (COSTA FILHO et al., 2017; ALENCAR et al., 2020). A geração de resíduos agroindustriais pode ocorrer nas etapas de colheita (10%), transporte e industrialização (50%) e na casa dos consumidores devido ao desperdício (10%). Dessa forma, o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapassa 85% (RICARDINO et al., 2020).

A Figura 1 apresenta o ranking da produção agrícola brasileira no período de 2020 a 2021. A soja destaca-se como o produto com maior volume de produção. O segundo lugar do ranking é da pecuária de corte, o terceiro do milho, seguido da pecuária de leite e da cana. O sexto, sétimo e oitavo lugar ficam com o frango, o café e a carne suína, respectivamente (IBGE, 2021). Como

19

consequência desse crescimento na produção desses produtos agrícolas, a geração de resíduos agroindustriais também cresce, principalmente no setor de extração de óleo de sementes e subprodutos do leite. Esses resíduos têm fácil acesso e preço de mercado relativamente baixo. Dessa forma, várias pesquisas estão sendo realizadas com a finalidade de aproveitar esses resíduos em diversos produtos da indústria de alimentos, química e farmacêutica (GOUVEIA et al., 2015).

Figura 1. Ranking do Valor Bruto de Produção em 2020 e 2021 no Brasil em milhões



Fonte: IBGE (2021)

3.2 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA AGROINDÚSTRIA

Diversas pesquisas demonstram que o aproveitamento de resíduos, subprodutos e coprodutos agroindustriais reduz o desperdício na indústria de alimentos e colabora com o desenvolvimento de novas tecnologias, além de diversificar a oferta de produtos alimentícios. Esse tipo de aproveitamento reduz a produção de lixo orgânico, beneficia a renda familiar e contribui com a segurança alimentar. Os resíduos podem ser utilizados no setor de panificação para produção de biscoitos e bolos, na indústria de laticínios para produção de queijos ou na produção de bebidas fermentadas (DAMIANI et al., 2013; DAMIANI et al., 2020; COSTA FILHO et al., 2017; SOUZA et al., 2011). Além disso, esses

20

Os resíduos podem ser destinados para queima e, assim, produção de energia que pode ser utilizada na própria indústria ou para o abastecimento da rede elétrica de cidades (RICARDINO et al., 2020).

A compostagem é uma das principais alternativas para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais, atendendo a demanda por fertilizantes orgânicos. Porém, o custo-benefício desses fertilizantes dificulta sua utilização na agricultura familiar e por pequenos estabelecimentos, deixando de ser uma prática eficaz na redução de resíduos (TEODORO et al., 2021). Por isso, é importante a pesquisa focada na reutilização dos resíduos agroindustriais em

outros setores das indústrias.

A maior parte dos resíduos agrícolas é de natureza lignocelulósica, composta basicamente por celulose, hemicelulose e lignina, polímeros muito importantes na indústria alimentícia (DIAZ et al., 2018; ALENCAR et al., 2020). Esses resíduos incluem, principalmente, cascas e caroços, ricos em matéria orgânica que podem servir como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais (DAMIANI et al., 2020). Prakash et al. (2018) utilizam cascas de banana para produção de bioetanol e os resultados foram satisfatórios. Rodrigues et al. (2021) destacam a importância do aproveitamento de cascas de frutas como manga, banana e maracujá para incorporação nas formulações de alimentos processados, como produtos panificáveis, lácteos, cárneos, geleias e sopas. As cascas de frutas são ricas em fibras alimentares que podem resultar em um produto com alto valor nutricional e alterar a textura dos produtos, estabilizando as emulsões e aumentando a vida útil do produto. Miguel et al. (2008) utilizaram os resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado na produção de geleia, compota e doce glaceado. Os doces produzidos apresentaram maiores teores de cinzas, proteínas e fibra alimentar, além de serem bem aceitos sensorialmente pelos avaliadores.

Outro destaque para resíduos da agroindústria alimentícia são os resíduos de vinícolas, que são fontes de compostos fenólicos. Como a indústria de vinhos utiliza apenas 70% da totalidade das uvas, há um bom volume de resíduos ricos em compostos bioativos, prontos para serem reaproveitados pela indústria de alimentação animal e humana (MAKRIS et al., 2007; MELO et al., 2011).

21

Portanto, devido à grande diversidade de resíduos ricos em compostos bioativos e fibras, há um crescente incentivo para reutilização destes resíduos não só para produção de energia elétrica e compostagem, mas também para a inserção e enriquecimento de alimentos com alto valor nutricional.

3.3 RESÍDUOS DE ALTO VALOR NUTRICIONAL

A agroindústria é responsável pela produção de uma grande quantidade de resíduos, incluindo, principalmente, cascas, sementes, bagaço, bem como

outros resíduos sólidos gerados a partir do processamento de diversas culturas (cana-de-açúcar, arroz, uva, cevada, etc.). A maioria dos resíduos agroindustriais possui alto valor nutricional, sendo ricos em proteínas, carboidratos, fibras e compostos bioativos que podem ser reaproveitados pelas indústrias farmacêutica, alimentícia e química (SARAIVA et al., 2018).

Na indústria de alimentos, os resíduos podem ser utilizados para o enriquecimento de produtos, suplementação alimentar, ou também como substitutos de ingredientes emulsificantes e gelificantes (POJÍČ et al., 2018; SARAIVA et al., 2018). Dessa forma, a seguir serão abordados alguns dos principais resíduos com potencial para elaboração de produtos alimentícios com alto valor nutricional.

3.3.1 Bagaço de uva

O bagaço de uva é a parte sólida que resulta do esmagamento das uvas durante o processamento do vinho ou do suco, composto principalmente por cascas, sementes e engaços, tornando-se um subproduto valioso, mas também um problema de gestão de resíduos (KATO-SCHWARTZ et al., 2020; POSTINGHER et al., 2016). Há uma estimativa de que, aproximadamente, nove milhões de toneladas desse subproduto são produzidas mundialmente, o que corresponde entre 20% e 30% do peso inicial processado. Segundo Galanakis (2017), para uma produção de 6 litros de vinho são gerados, aproximadamente, 1 kg de bagaço de uva, que contém 0,43 kg de cascas ou

22

pele, 0,25 kg de caules e 0,23 kg de sementes. A quantidade de bagaço produzido depende do processo de prensagem e da variedade da uva. Com essa quantidade estimada de resíduos, a indústria começou, recentemente, a aproveitá-los para aplicação como fertilizantes, na alimentação animal e também como combustíveis para caldeiras. Ainda assim, grande parte dos resíduos é descartado incorretamente, ampliando a contaminação ambiental (POSTINGHER et al., 2016). Dessa forma, têm surgido vários estudos sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento de vinho e de sucos para a aplicação na alimentação humana, como estudos focados nos compostos antioxidantes, antitumorais, antimicrobianos, entre outros.

Bender et al. (2016) reportaram que o bagaço de uva, proveniente do processamento do suco, apresentou um alto teor de compostos fenólicos. Esses compostos atuam como um bom antioxidante natural, além de exercerem outras atividades biológicas, como a antimicrobiana e anti-inflamatória. Os autores também relataram uma grande quantidade de fibra alimentar no resíduo estudado. Kato-Schwartz et al. (2020) reportaram que os principais compostos bioativos encontrados no bagaço de uva foram polifenóis, antocianinas, resveratrol, flavonóis, catequinas e proantocianidinas. Os polifenóis de algumas variedades de uvas apresentam inibição contra algumas bactérias Gram positivas, como a *Listeria monocytogenes*, e também contra bactérias Gram negativas, como a *Klebsiella pneumoniae*, apresentando, assim, uma grande capacidade antibacteriana, podendo ser utilizado como um antibiótico natural (SILVA et al., 2018; KATO-SCHWARTZ et al., 2020).

O bagaço de uva também se mostrou importante para o controle da glicemia e consequente prevenção da diabetes. Kadouh et al. (2016) e Sun et al. (2016) avaliaram os extratos do bagaço da uva Tinta Cão, Syrah e Merlot e concluíram que o resíduo tem poder inibitório contra a α -glicosidase, enzima responsável pela digestão dos carboidratos e liberação de moléculas de α -D glicose. Doshi et al. (2015) e Rodriguez Lanzi et al. (2016) reportaram o grande potencial dos bagaços das uvas Pusa Navarang, Merlot e Malbec no tratamento da diabetes do tipo II.

Um aspecto importante desse resíduo é a alta concentração de fibras, representando cerca de 50% a 75% de sua massa seca. Observa-se que, após

23

No processamento para a produção do vinho, as suas fibras adquirem características estruturais diferentes das fibras comuns, sendo assim denominadas de fibras alimentares antioxidantes, por apresentarem compostos bioativos em sua estrutura. Dessa forma, o perfil nutricional do bagaço de uva passou a ser valorizado, podendo ser encontrado em produtos destinados à alimentação humana (SANT'ANNA et al., 2012; GALANAKIS, 2017).

O bagaço de uva é principalmente aproveitado na formulação de produtos alimentícios do setor de panificação. Carlini et al. (2021) avaliaram os

efeitos dos ácidos ascórbico e cítrico sobre diversas formulações de bolo produzido com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de bagaço de uva. O bolo de cenoura com farinha de bagaço de uva apresentou maior quantidade de compostos fenólicos e maior aceitabilidade sensorial, demonstrando potencial de mercado para essa formulação.

A farinha do bagaço de uva foi utilizada por Bender et al. (2016) na produção de um *snack* extrusado. A adição de 5% de fibra ao produto proporcionou resultados satisfatórios com relação aos atributos de textura e cor. Também se observou a presença significativa de resveratrol, luteolina e kaempferol, compostos antioxidantes com importantes propriedades biológicas, dando origem a um importante alimento de alto valor nutricional. Karnopp et al. (2015) também utilizaram a farinha do bagaço de uva para produtos de panificação. Neste estudo foram elaborados *cookies* com o acréscimo da farinha de bagaço de uva e, como resultado, observou-se um produto com alta atividade antioxidante e com alto teor de fibras quando comparados ao controle (produto sem adição de farinha). Huerta et al. (2018) avaliaram o efeito da aplicação da farinha do bagaço durante o armazenamento de uma pré-mistura para bolo. A adição da farinha resultou em um produto com maior teor de fibras, lipídeos e cinzas. Além disso, durante todo o armazenamento, o produto apresentou menor teor de umidade e de atividade de água em relação à formulação controle (sem adição da farinha).

O aproveitamento da farinha de bagaço tem sido investigado em outros setores além da panificação. Tseng et al. (2013) reportaram a utilização desse resíduo em iogurte e molho para salada com o objetivo de aumentar o teor de fibras. Os resultados foram satisfatórios, indicando que houve um aumento

24

considerável no teor de fibras e, além disso, foi observado maior teor de fenólicos totais, comparando com os produtos comerciais convencionais, podendo ser utilizado como ingrediente alimentar funcional para promover a saúde humana. Lutterodt et al. (2011) utilizaram a farinha da semente da uva para aplicação em óleos de peixe com o objetivo de aumentar as propriedades antioxidantes do produto. Os autores observaram um aumento de 18-137% da estabilidade oxidativa do produto.

Apesar de todos os esforços que têm sido realizados para possibilitar o

aproveitamento dos subprodutos da indústria de vinhos e sucos de uva, ainda há a necessidade de aprofundar os estudos sobre o aproveitamento desses resíduos em outros setores da indústria alimentícia, bem como sua aplicabilidade industrial, de modo a reduzir ainda mais o impacto ambiental e fornecer produtos com alto valor nutricional.

3.3.2 Torta de sementes oleaginosas

As sementes oleaginosas são ricas em compostos bioativos e proteínas. No Brasil, a produção de óleos de sementes oleaginosas começou a crescer e, dessa forma, os resíduos dessas produções também começaram a aumentar. A extração de óleo vegetal é realizada a partir da prensagem da semente, seguida pela extração com solventes e posterior purificação e refino do produto final. Essas etapas deixam um resíduo desengordurado, chamado de torta (SILVA et al., 2015). Segundo a FAO (2011), a produção de tortas no país passou de 16 milhões de toneladas, em 1992, para 56 milhões de toneladas em 2010, tendo como a maior parte a torta oriunda do óleo de soja.

As tortas oriundas da extração de óleo possuem alto valor nutricional, com um teor proteico de, aproximadamente, 15 a 50%. Sua composição físico química depende da variedade da semente, do tipo de extração e das condições ambientais de cultivo. Como possuem alto teor de proteína, esse tipo de resíduo é utilizado para fabricação de rações animais, tendo como foco ruminantes e peixes. Porém, como é um subproduto de alto valor agregado e rico em diversos nutrientes, pode ser destinado ao enriquecimento de alimentos para consumo

25

humano, sendo utilizado como ingrediente funcional e de origem natural (SARKIS et al., 2014).

O óleo vegetal pode ser extraído de diferentes tipos de sementes. A semente de abóbora possui ácidos graxos insaturados, que são um dos compostos essenciais para o metabolismo do ser humano. O óleo de semente de abóbora, por exemplo, apresenta uma composição em torno de 40% de ácido linoleico, composto que pode ajudar a combater o câncer, prevenir a diabetes e favorecer o ganho de massa muscular (VALE et al., 2019). Além de

ácidos graxos e compostos bioativos, a semente de abóbora possui alto teor de proteínas, cerca de 34%, podendo ser comparado a sementes já consumidas pela população, como a semente de girassol, que possui cerca de 20%. Essa grande quantidade de proteína na semente resulta em uma torta com grande potencial para fabricação de farinha que pode ser aproveitada para o enriquecimento de novos produtos (SEVERINO et al., 2019). Pericin et al. (2009) demonstraram em seus experimentos que a torta derivada da extração de óleo da semente da abóbora apresentou maior quantidade de compostos fenólicos e proteínas quando comparada à semente de abóbora.

A chia é outra semente que pode ser utilizada na extração de óleo e, dessa forma, muitos resíduos são gerados nesse processamento. Essa semente é rica em compostos fenólicos, como o ácido clorogênico, ácido caféico, quercetina, kaempferol, tocoferóis, polifenóis, carotenóides e fosfolipídios (IXTAINA et al., 2015). A semente é composta basicamente por 33% de lipídeos, 24% de proteínas e 5% de cinzas (SEGURA-CAMPOS et al., 2014). Marconi et al. (2016) analisaram a torta obtida da extração do óleo de sementes de chia e reportaram uma concentração de lipídeos de 3,1% (valor abaixo do encontrado na semente), 25,7% de proteínas, 6,2% de cinzas e 53,9% de carboidratos, componentes com a maior concentração na torta de extração. Essas análises demonstram que tanto a semente da chia quanto a torta da extração de óleo são boas fontes de carboidratos e proteínas.

O gergelim é outra semente que possui altos teores de compostos fenólicos, como os lignofenóis e carboxifenóis. Também há a presença de lignana, como a sesamina e a sesamolina, além de conter ácidos como caféico, p-cumárico e ferúlico e traços de ácido p-hidrobenczoico (QUEIROGA et

26

al., 2014). A torta de gergelim obtida no processo de extração do óleo possui elevado teor de vitaminas do complexo B e alta concentração de aminoácidos, especialmente a metionina. São ricos em fibras e minerais, como o cálcio, podendo ser aproveitados para enriquecimento de alimentos (SILVA et al., 2015). Além disso, esse resíduo contém alto teor proteico, dependendo do processo de extração que a torta passou. Considerando a produção anual de sementes de gergelim no mundo (~6 milhões de toneladas), aproximadamente 18% do peso total é separado como torta (~1 milhão de toneladas). Como a

farinha de semente de gergelim contém aproximadamente 33% de proteína, cerca de 330.000 toneladas de proteína vegetal de subprodutos de sementes de gergelim podem ser recuperadas anualmente e utilizadas em formulações alimentícias (SÁ et al., 2021).

A linhaça, outra semente oleaginosa, é uma boa fonte de compostos bioativos, proteínas, além de apresentar alta atividade antioxidante (WANG et al., 2016). A linhaça é bastante produzida no Brasil, sendo o Rio Grande do Sul o estado responsável pela maior parte da produção, com uma média de 900 kg por hectare (SCHU et al., 2019). Esse grande volume de produção gera uma grande quantidade de resíduos, principalmente na indústria de extração de óleos, onde é gerada a torta. Assim como as outras sementes, a torta de linhaça é composta por diversos polifenóis como o ácido protocatecuico, gálico, vanílico, gentístico, p-hidrobenczóico, siríngico, p-cumárico, o-cumárico, ferúlico, sinápico, cafeico, clorogênico, herbacetin e kaempfero, além de ser fonte proteica, apresentando-se como um ótimo componente para a elaboração de produtos funcionais (MANNUCCI et al., 2019; SCHU et al., 2019).

Severino et al. (2019) produziram bolos utilizando a farinha da torta de semente de abóbora como ingrediente, resultando em um produto de alto valor nutricional. No estudo de Silva et al. (2015), os autores sugeriram o uso da farinha da torta de gergelim nas formulações de pães e biscoitos. As formulações desenvolvidas resultaram em produtos com alta concentração de proteína e aceitação sensorial desejável. Freire et al. (2014) utilizaram a farinha da torta de linhaça para a produção de pães do tipo forma funcionais, os quais apresentaram resultados satisfatórios com relação aos aspectos sensoriais, tecnológicos e

27

nutricionais, sendo um produto rico em fibras e proteínas com menor valor calórico.

A alta concentração proteica das tortas de sementes oleaginosas tem atraído a atenção do setor de proteínas alternativas à animal. A obtenção de proteínas animais tem sido bastante criticada devido aos altos custos de produção e impactos ambientais negativos decorrentes da pecuária, como mudanças climáticas, esgotamento da água doce e perdas de biodiversidade, além do impacto na saúde humana e das questões acerca do bem-estar animal

(SUN et al., 2012; ALEMAYEHU; BENDEVIS; JACOBSEN, 2015). Portanto, a utilização de proteínas vegetais se apresenta como uma grande tendência mundial, especialmente quando essas proteínas são provenientes de resíduos da agroindústria, permitindo assim uma produção sustentável de alimentos proteicos que são indispensáveis para a manutenção da saúde humana. Nesse sentido, essas proteínas alternativas têm sido incorporadas em formulações para elaboração de produtos *plant-based*.

Spada et al. (2014) estudaram o desenvolvimento de sobremesa à base de soja com e sem adição de mucilagem de chia. Os autores observaram que a adição de mucilagem de chia não resultou em alterações significativas nas características sensoriais do produto, tornando viável sua comercialização. Cavalcante et al. (2022) produziram hambúrguer *plant-based* usando sementes de chia como ingrediente. O produto desenvolvido apresentou altos índices de carboidratos, proteínas e fibras quando comparado com produtos similares. Nagagata et al. (2020) elaboraram uma formulação para hambúrguer à base de grão de bico utilizando linhaça marrom e encontraram uma melhor textura e um produto mais nutricional quando comparado a produtos similares disponíveis no comércio brasileiro

Comercialmente, as sementes de chia são muito encontradas em formulações de hambúrgueres vegetais, como no caso das marcas “*Gerônimo*”, “*Veggie Roots*”. As sementes de abóbora serão utilizadas para a fabricação de ovos *plant-based* pela empresa “*Spero Foods*”. O gergelim está sendo utilizado na fabricação de sorvetes da empresa “*Yamo*”. Por sua vez, a linhaça está sendo utilizada na fabricação de ovo em pó pela empresa “*Just*” (FERRARI et al., 2022; GUERRERO et al., 2018).

28

Apesar das pesquisas e de produtos que contêm essas sementes em suas formulações, há poucos produtos às utilizando, tendo, assim, um mercado muito amplo para exploração e para desenvolvimento de novos produtos à base dessas sementes.

3.3.3 Casca de frutas

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma

produção aproximada de 44 milhões de toneladas, estando apenas atrás da China e da Índia (RANDOLPHO et al., 2020). De acordo com a FAO (2012), 45% das frutas e hortaliças produzidas mundialmente são perdidas, o que equivale a 1,3 bilhões de toneladas de frutas desperdiçadas por ano.

O setor de processamento de frutas é um dos principais responsáveis pela geração de resíduos da agroindústria. A maior parte desses resíduos provém da produção de sucos e polpas, cerca de 30% a 40%, e são compostos por cascas, bagaço e caroço (OLIVEIRA et al., 2021). Uma maneira de reduzir o desperdício é o aproveitamento dos resíduos, produzindo, por exemplo, farinha de casca de fruta para aplicação em biscoitos e *cookies* (ARAUJO et al., 2019). Para compreender melhor a utilização das cascas de frutas em produtos alimentícios foi realizada uma pesquisa mais aprofundada de algumas frutas, como o abacaxi, a manga e as frutas cítricas.

3.3.3.1 ABACAXI

O abacaxi é uma das frutas tropicais mais populares do Brasil, tendo uma produção de 2 milhões de toneladas por ano (FAO STAT, 2021). Apesar de toda essa produção, cerca de 38% do peso do produto é descartado, incluindo a coroa, a casca, o cilindro central e suas extremidades. A maior parte desse descarte provém de indústrias de sucos, compotas, geleias e doces, que utilizam apenas a polpa do fruto para a sua produção (OLIVEIRA et al., 2021).

Godim et al. (2005) avaliaram as diferentes partes do abacaxi e reportaram que a casca do fruto possui mais fibras, cálcio e proteínas do que a polpa. Um estudo mais recente também constatou que a casca do abacaxi é uma

boa fonte de fibras, apresentando maior concentração desse componente do que a polpa do fruto (LIMA et al., 2017). Além das fibras encontradas na casca do abacaxi, pode-se destacar a presença de minerais como o cálcio, sódio, magnésio e potássio, que correspondem a 4,74% da matéria seca (NERES et al., 2015). Segundo Bazzi et al. (2020), o teor de potássio presente na casca é o dobro quando comparado à polpa. Pode-se também destacar a presença de

uma enzima na casca do abacaxi, a bromelina, que é muito utilizada nas indústrias têxteis, químicas e de alimentos. Ela é uma enzima proteolítica com grande capacidade anti-inflamatória e ajuda na digestão de proteínas. Na indústria de alimentos, essa enzima é utilizada no amaciamento de carnes e na clarificação da cerveja (LIMA et al., 2017). Ela também pode ser utilizada para o tratamento de câncer, pois alguns estudos demonstraram resultados satisfatórios na diminuição do tumor e dos danos às células saudáveis, causando menores efeitos adversos que a quimioterapia (BAZZI et al., 2020). Apesar da casca do abacaxi apresentar grandes quantidades de nutrientes e proteínas, esse resíduo ainda é pouco aproveitado na elaboração de alimentos, sendo fornecido, principalmente, para alimentação animal (BAZZI et al., 2020; LIMA et al., 2017).

O aproveitamento da casca do abacaxi para alimentação humana é reportado em alguns trabalhos na literatura. Lima et al. (2017) utilizaram o suco da casca do abacaxi para a formulação de doces e geleia, os quais apresentaram menor teor calórico em relação aos doces elaborados com a polpa, além de uma boa aceitabilidade sensorial. Oliveira et al. (2014) secaram a casca do abacaxi para a produção de chá. O produto desenvolvido foi sensorialmente aceito pelos consumidores e apresentou alta atividade antioxidante, agregando alto valor ao produto. Carneiro et al. (2020) produziram um sorvete funcional probiótico a partir da farinha da casca do abacaxi, e o produto apresentou uma menor taxa de derretimento, maior porcentagem de fibras, maior rendimento e melhor incorporação de ar em comparação ao sorvete sem a farinha da casca de abacaxi. Além disso, a farinha do resíduo aumentou a viabilidade da cultura probiótica (*L. rhamnosus*) durante a estocagem do produto. Uma outra alternativa para o aproveitamento da farinha da casca de abacaxi foi reportada por Neres et al. (2015). Nesse estudo, o resíduo foi incorporado em uma

30

formulação de iogurte para produção de um alimento funcional, o qual pode ser uma opção para uma dieta saudável e rica em fibras.

3.3.3.2 MANGA

Mundialmente, a produção de manga foi uma das que apresentou maior aumento no ano de 2020, crescendo 6,3% em comparação ao ano anterior. Em 2019, o Brasil ocupou a sétima posição no *ranking* de produção mundial de manga, sendo que 75% da produção brasileira foi concentrada nos estados do nordeste (FAO STAT, 2021). Esse fruto é muito utilizado na indústria alimentícia para a produção de sucos e polpas, acarretando na geração de resíduos, como a casca e o caroço, que representam cerca de 28-43% do peso total da fruta (AZEVEDO et al., 2008). Considerando apenas a casca, esse valor corresponde de 15-20% (KIM et al., 2012).

Damiani et al. (2008) relataram que a casca da manga é uma excelente fonte de cálcio, sódio, potássio, ferro, fósforo, magnésio e manganês e apresenta maior quantidade de fibras, vitamina C, proteínas, carboidratos e pectina que a polpa (PINHEIRO et al., 2019). Moraes et al. (2016) destacaram que a casca da manga possui três vezes mais fibras que a polpa. Além disso, esse resíduo é rico em compostos bioativos, como os fenólicos, o que confere alta atividade antioxidante à essa parte da fruta. A casca de manga da variedade Ubá, por exemplo, apresenta um perfil variado de glicosídeos de xantona e de flavonóis (SOUZA et al., 2015).

Devido à composição da casca, ela pode ser incorporada no desenvolvimento de novos produtos com alto valor nutricional para o consumo humano (PEDRASSOLLI et al., 2017). Essa alternativa de aproveitamento tem sido relatada em diversos estudos (HERCULANO et al., 2022; SOUZA et al., 2015; CAMPOS et al., 2012). Herculano et al. (2022) utilizaram a farinha da casca da manga para a produção de barras de cereais. O produto desenvolvido apresentou uma qualidade físico-química adequada para o consumo humano, ou seja, a adição da farinha não alterou a acidez da barra de cereal, e o produto apresentou pH satisfatório e atividade de água abaixo do limite para multiplicação microbiana. Souza et al. (2015) produziram um extrato da casca de

manga, que pode ser utilizado como substituinte de antioxidantes sintéticos. O extrato apresentou maior concentração de compostos fenólicos em comparação

ao antioxidante sintético. Campos et al. (2012) estudaram a produção de doce de manga enriquecido com a casca do fruto em diferentes concentrações. O aumento da concentração elevou o teor de carotenóides e de compostos fenólicos, resultando, assim, em uma melhora nutricional do produto e confirmando o sucesso do uso da farinha de casca de manga na formulação do doce de manga.

3.3.3.3 FRUTAS CÍTRICAS

As frutas cítricas são compostas por, aproximadamente, 10% de casca, 17% de albedo (parte branca), 71% de polpa e 2% de sementes do peso total do fruto (SHARMA et al., 2019). Esse grupo inclui frutas como laranja doce, laranja azeda, limão siciliano, lima ácida, lima da Pérsia, tangerina ponkan e tangerina murcote, além das frutas híbridas e similares (LIMA et al., 2021). As frutas cítricas são cultivadas, principalmente, em regiões de clima tropical. Por exemplo, o Brasil é o maior produtor de laranja do mundo, totalizando 494 milhões de caixas de laranja em 2020, o que representa 81,5% do mercado internacional (USDA, 2020; LIMA et al., 2021). Esse grande volume de produção é destinado para o consumo domiciliar ou para as indústrias de processamento, especialmente as produtoras de sucos. Os resíduos oriundos da utilização dessas frutas equivalem a, aproximadamente, 50% da massa original dos frutos (VICTOR et al., 2020).

As frutas cítricas são ricas em nutrientes, como vitaminas, principalmente a vitamina C, minerais, como cálcio, potássio, sódio, fósforo e ferro, e fibras alimentares, além de terem grandes quantidades de compostos antioxidantes, como carotenoides, ácido ascórbico, fenóis e polifenóis, que ajudam na prevenção de doenças cardiovasculares e câncer. Essas frutas também apresentam ação anti-inflamatória e resposta satisfatória no tratamento da obesidade, devido à presença de flavonóides (YOSHIDA et al., 2013; LIMA et al., 2021). A maior quantidade desses compostos, que são benéficos à saúde humana, concentra-se na casca, como é o caso dos flavonóides, carotenóides,

limonoides, fenólicos, ácidos orgânicos, vitaminas, carboidratos e enzimas como a pectinesterase, fosfatase e peroxidase (BARROS et al., 2012;

SHARMA et al., 2017). Por isso, é importante o uso desse subproduto na alimentação humana para elaboração de produtos com alto valor nutricional, a fim de aumentar a oferta de produtos voltados para alimentação saudável.

Nogueira et al. (2018) produziram pães de mel com farinha da casca de laranja e obtiveram produtos com boa aceitabilidade sensorial, especialmente para o pão elaborado com maior concentração da farinha. Vale ressaltar que os pães produzidos estavam de acordo com os padrões da legislação brasileira. Já Urrutia et al. (2019) incorporaram a farinha da casca de laranja na formulação de bolos. Os resultados demonstraram que o produto desenvolvido era rico em polifenóis e fibras. Lima et al. (2021) investigaram a influência da adição de farinhas de cascas de frutas cítricas na aceitabilidade sensorial de cafés. Os autores concluíram que a incorporação desses resíduos contribuiu positivamente com a aceitabilidade do produto em relação à amostra controle (sem adição de farinha), em especial para o café adicionado de farinha da casca de lima ácida Tahiti e das laranjas kinkan doce e Bahia. A farinha de casca de tangerina de Ponkan foi utilizada na produção de biscoitos tipo *cookie* por Souza et al. (2017), resultando em um biscoito funcional, rico em fibras, e aceito sensorialmente pelos avaliadores.

33

4 CONCLUSÃO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais reduz o desperdício e evita seu descarte inadequado dos solos. Além disso, essa prática permite utilizar integralmente os alimentos, possibilitando o desenvolvimento de alternativas de produção sustentável, bem como o aproveitamento dos nutrientes presentes nos resíduos. Os estudos apresentados neste trabalho destacaram a riqueza nutricional de vários resíduos da agroindústria, mostrando seu potencial para elaboração de produtos funcionais e saudáveis. Esse tipo de produto é essencial para atender às demandas dos consumidores que estão cada vez mais preocupados com a saúde e com as questões ambientais. Ademais, os subprodutos agroindustriais apresentam baixo custo, sendo uma opção viável para enriquecer nutricionalmente os produtos sem que haja o encarecimento destes, abrindo mercado para diferentes classes sociais.

Apesar da diversidade de pesquisas realizadas nessa temática, são

necessários ainda mais esforços para impulsionar o aproveitamento desses resíduos nas indústrias de alimentos de modo a disponibilizar os produtos estudados para a sociedade.

34

5 REFERÊNCIAS

ALENCAR, S. N. V.; BATISTA, S. M. J.; NASCIMENTO, P. T.; CUNHA, C. N. M.; LEITE, L. C. A. Agro-industrial waste: a promising and sustainable alternative in the production of enzymes by microorganisms. Congresso Internacional da Agroindústria. 2020.

ALEMAYEHU, F. R.; BENDEVIS, M. A.; JACOBSEN, S. E. The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus spp.*) in East Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v. 201, n. 5, p. 321–329, 2015.

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Rome: FAO, 2012. 147 p. (FAO. Working paper, 12-03)

ARAUJO, P. C. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de casca de abacaxi pérola e maracujá rubi do cerrado. 2019. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, 2019.

AZEVEDO, L.C.DE; AZOUBEL, P.M.L; SILVA, I.R.A; ARAUJO, A.J. de B.; OLIVEIRA, S.B. Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy Atkins. *Anais do XXI CBCTA*, 2008.

BARROS, H. R. DE M.; FERREIRA, T. A. P. DE C.; GENOVESE, M. I. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. *Food Chemistry*, v. 134, n. 4, p. 1892–1898, out. 2012.

BAZZI, J; LEMES, K; SPEROTTO, L; GRIGOL, M; VARELA, V. Aproveitamento integral do abacaxi: uma revisão bibliográfica. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) 2020.

CALEJA, C; RIBEIRO, A; BARREIRO, M. F; FERREIRA, I. C. F. R. Phenolic compounds as nutraceuticals or functional food ingredients. *Current Pharmaceutical Design*, v. 23, n. 19, p. 2787–2806, 2017;

CAMPOS, H. G; MARCZAK, L. D. F; ZANCAN, K; GURAK, P. D. Elaboração e análise físico-química de barra de cereal com resíduo de manga. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

CARNEIRO, W. S. F. R; ANDRADE, E. R; FINKLER, C. L. L.

Aproveitamento da farinha de casca de abacaxi ananas comosus (L.) Merrill para a elaboração de sorvete funcional probiótico. Universidade Federal de Pernambuco, 2020.

35

CAVALCANTE, F., TOME, J., SILVA, K. R. M., FRANÇA, M. G. D. S., SILVA, P. V. D. S., HACKENHAAR, M. L. Hambúrguer Vegetariano Com Mandioca: Comparação da Composição Centesimal Com Produtos Similares Comercializados nos Municípios de Cuiabá e Várzea Grande—MT Mostra de Trabalhos do Curso de Nutrição do Univag, v. 7, 2022.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (USP) em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). 2021.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P.; SOUSA, F. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER-PDVAgro 2017. ISSN: 2526-7701. Oral. João Pessoa: Pernambuco, 2017, p. 1–8, 2017.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). PIB do agronegócio. 2020.

CNA. Comunicado Técnico do VBP, Novembro/2021. Dados até setembro e preços corrigidos pelos IGP-DI. Valor Bruto da Produção Agropecuária em 2020.

CARLINI, N. R. B. S.; SANTOS, Z. V.; SILVA, S. C.; VASCONCELOS, C. M.; BRANDELLI, A.; SANT'ANNA, V. Efeito dos ácidos ascórbico e cítrico em propriedades físico-químicas e sensoriais de bolos vegetarianos com suplementação de farinha de bagaço de uva. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2021, v. 24

BENDER, A. B. B.; LUVIELMO, M. DE M.; LOUREIRO, B. B.; SPERONI, C. F.; BOLIGON, A. A.; SILVA, L. P. DA; PENNA, N. G. Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. *Braz. J. Food Technol.*, v. 19, 2016;

BUCIĆ-KOJIĆ, A.; FERNANDES, F.; SILVA, T.; PLANINIC, M.; TISMA, M.; SELO, G.; SIBALIC, D.; PEREIRA, D. M.; ANDRADE, P. B. Enhancement of the anti-inflammatory properties of grape pomace treated by: *Trametes versicolor*. *Food and Function*, v. 11, n. 1, p. 680–688, 2020.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G. M.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. v. 43, 2013.

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações. EDUFT – Universidade Federal do

DIAZ, A. B.; BLANDINO, A.; CARO, I. Value added products from fermentation of sugars derived from agro-food residues. *Trends in Food Science and Technology*, v. 71, p. 52–64, 2018.

DOSHI, P.; ADSULE, P.; BANERJEE, K.; OULKAR, D. Phenolic compounds, antioxidant activity and insulinotropic effect of extracts prepared from grape (*Vitis vinifera* L) byproducts. *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, n. 1, p. 181–190, 2015.

EMBRAPA. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma abordagem sustentável. Documento 31. 2020.

FAO. Faostat. <http://www.fao.org>: Food and Agricultural Organization of the United States 2011.

FAO. The State of Food Insecurity in the World. Technical Platform on the Measurement and Reduction of Food Loss and Waste. Disponível em: <<https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>>. 2012.

FAO. The State of Food Insecurity in the World. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. World Food Programme (WFP) & International Fund for Agricultural Development (IFAD) (2012).

FAO STAT. Crops and livestock products. 2021. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/>>.

FERRARI, C. M; TRIBUZI, G. Proteínas e ingredientes alternativos no desenvolvimento de produtos plant-based: uma visão sobre sustentabilidade na cadeia de produção de alimentos e a valorização de ingredientes nativos do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. 2022.

FIGUEIREDO, M. S; MAIA, L. A; GUARDA, D. S; LISBOA, P. C; MOURA, E. G. Flaxseed secoisolariciresinol diglucoside (SDG) during lactation improves bone metabolism in offspring at adulthood. *Journal of Functional Foods*. v.29, pp.161–171, 2016.

FREIRE, C. C. L. L; ZAMBELLI, R. A; CHINELATE, G. C. B; RODRIGUES, M. C. P; PONTES, D. F. Flax (*Linum usitatissimum* L.) and Passion Fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) Flours Application In Breads Processing with Functional Properties. *Revista Brasileira de Agrotecnologia (Garanhuns - PE - Brasil)* v. 1, n.1, p. 01-09, jul-set, 2014.

GALANAKIS, C.M. Handbook of Grape Processing By-Products - Sustainable Solutions. 1ª ed., Academic Press, 2017.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p. 825-827, 2005.

GOUVEIA, L. G. T; FARIAS, I. S; RAMOS, L. C; SILVA, D. P; RUZENE, D. S. Perspectivas e aplicações de resíduos agroindustriais/agrícolas na obtenção de produtos de maior valor de mercado. *Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (SIMPROD)*, 2015.

GUERRERO, C. J. San Francisco company makes vegan scrambled egg substitute that tastes like real eggs. ABC news, EUA, 21 de julho de 2018. Disponível em: <https://abc7news.com/eggs-egg-substitute-perfect-scrambled-mung-bean/3795652/>

HERCULANO, L. F; VIERA, V. B; FREIRES, B. J. D. Elaboração e análise físico-química de barra de cereal com resíduo de manga. *Universidade Federal de Campina Grande*, 2022).

HUERTA, M.M.; ROSA, C.S.; PENNA, N.G. Pré-misturas para bolos com farinha do bagaço de uva: avaliação tecnológica e funcional. *Universidade Federal de Santa Maria*, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agropecuária*. 2021.

IXTAINA, V. Y., JULIO, L. M., WAGNER, J. R., NOLASCO, S. M., & TOMÁS, M. C. Physicochemical characterization and stability of chia oil microencapsulated with sodium caseinate and lactose by spray-drying. *Powder Technology*, 271, 26–34, 2015.

KADOUH, H. C.; SUN, S.; ZHU, W.; ZHOU, K. α -Glucosidase inhibiting activity and bioactive compounds of six red wine grape pomace extracts. *Journal of Functional Foods*, v.26, p. 577-584, 2016.

KARNOPP, A. R. ; FIGUEROA, A. M. ; LOS, P. R. ; TELES, J. C. ; SIMÕES, D. R. S. ; BARANA, A. C. ; KUBIAKI, F. T. ; OLIVEIRA, J. G. B.; GRANATO, D. Effects of wholewheat flour and bordeaux grape pomace (*Vitis labrusca* L.) on the sensory, physicochemical and functional properties of cookies. *Food Science and Technology*. 35, p. 750-756, 2015.

KATO-SCHWARTZ, C. G.; CORRÊA, R. C.G.; LIMA, D. S.; SÁ NAKANISHI, A. B.; GONÇALVES, G. A.; SEIXAS, F. A. V.; HAMINIUK, C. W. I.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Potential anti-diabetic properties of Merlot grape pomace extract: An in vitro, in silico and in vivo study of α -amylase and α -glucosidase inhibition. *Food Research International*, v. 137, p. 109462, 2020;

KIM, H.; KIM, H.; MOSADDIK, A.; GYAWALI, R.; AHN, K. S.; CHO, S.K.; Induction of apoptosis by ethanolic extract of mango peel and comparative

analysis of the chemical constituents of mango peel and flesh. *Food Chemistry*, 2012.

LIMA, P. C. C; SOUZA, B. S; SANTINI, A. T; OLIVEIRA, D. C. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi pérola minimamente processado. *HOLOS*, Ano 33, Vol. 02, 2017.

LIMA, A. G; PEREIRA, A. F. M; SOARES, A. G. Uso de farinhas de cascas de frutas cítricas para saborização de cafés em diferentes graus de torrefação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

LUTTERODT, H.; SLAVIN, M.; WHENT, M.; TURNER, E.; YU, L.L. Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. *Food Chemistry*. v. 128, p. 391-399. 2011.

LUZ, A; FOCHEZATTO, A. The spillover of the Agribusiness GDP in Brazil: an analysis of the sectoral importance via Input-Output Matrices. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 61(1): e253226, 2022.

MAGALHÕES, N; CAVALCANTE, A. V; ANDRADE, L. S; WANDERLEY, C. R. P; MARINHO, G; PESSOA, K. A. R. Citric acid production by *Aspergillus niger* AN 400 from agroindustry waste. *Eng Sanit Ambient*. v. 24 n.1. 101-107. 2019.

MCKENDRY, Peter. Energy production from biomass (part1). Overview of biomass. *Bioresource Technology*, v.83, p.37–46. 2002.

MAKRIS, D.P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v.20, p.125-132, 2007.

MARCONI, L. F. C. B; GONCALVES, O. H; TANAMATI, A. Caracterização de óleos comestíveis de alto valor agregado: propriedades físico-químicas, perfil cromatográfico e atividade antioxidante. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

MANFREDINI. V; MARTINS. V. D; BENFATO. M. S. Chá verde: Benefícios para a saúde humana. *Infarma*, v. 16, n. 9-10, p. 68-70, 2004;

MANNUCCI, A; CASTAGNA, A; SANTIN, M; SERRA, A; MELE, M; RANIERI, A. Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions. *LWT - Food Science and Technology*, (2019).

MARZO, C.; DÍAZ, A. B.; CARO, I.; BLANDINO, A. Valorization of agro industrial wastes to produce hydrolytic enzymes by fungal solid-state fermentation. *Waste Management and Research*, v. 37, n. 2, p. 149–156, 2019.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; OLDONI, T. L. C.; ZANUS, M. C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural*. v. 41, n. 6, 2011.

MIGUEL, A. C. A; ALBERTINI, S; BEGIATO, G. F; DIAS, J. R. P. S; SPOTO, M. H. F. Agroindustrial use for the solids wastes deriving from minimally processed melon. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(3): 733-737, 2008.

MORAES, A. L. S.; ALUSTAU, K. J. B.; HENRIQUES, L. O.; UCHÔA, C. G. B. L.; PERAZZO, H. B. Teor de sódio nos alimentos e seus efeitos no metabolismo humano: uma revisão bibliográfica. *Revista de Ciência e Saúde Nova Esperança*, v. 14, p. 115-122, 2016.

NAGAGATA, B. A., DE CARVALHO, C. F., SANTOS, L. P., SANTANA, I., DE LEMOS FREITAS, S. M., & GUIMARÃES, R. R. Desenvolvimento de burgers veganos: estudo com consumidores e pesquisa de mercado. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e622974542-e622974542, 2020.

NERES, J. P. G.; SOUZA, R. L. A. de; BEZERRA, C. F. logurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 70, n. 5, p. 262-269, set/out, 2015.

NOGUEIRA, L. P. S; ARAÚJO, M. A; MELO, J. R. L; ALBUQUERQUE, N. T; DINIZ, A. A. R; LOPES, M. F. Use of orange peel flour (*Citrus Sinensis* L.) in Gingebreads preparation. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental (Pombal - PB - Brasil)* v. 12, n.1, p.01 - 05, mai-ago, 2018.

NNOLIM, N. E.; OKOH, A. I.; NWODO, U. U. Proteolytic bacteria isolated from agro-waste dumpsites produced keratinolytic enzymes. *Biotechnology Reports*, v. 27, p. e00483, 2020.

OLIVEIRA, A. S. B; PEREIRA, N. R; ALMEIDA, S. B. Estudo da secagem de casca de abacaxi visando desenvolvimento de chá a partir do produto seco. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2014.

OLIVEIRA, V. C; MENDES, F.Q. Formulação de novos produtos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma revisão narrativa. *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - Volume 2*, 2021.

PAULINO, M.; ALVAREDA, E.; IRIBARNE, F.; MIRANDA, P.; ESPINOSA, V.; AGUILERA, S.; PARDO, H. Toward the understanding of the molecular basis for the inhibition of COX-1 and COX-2 by phenolic compounds present in Uruguayan propolis and grape pomace. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, v. 34, n. 12, p. 2643–2657, 2016.

PEDRASSOLLI, I. M.; JUNIOR, A. C. H.; PANDOLFI, M. A. C. Aproveitamento dos resíduos de manga das agroindústrias. SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, v. 3, n. 1, p. 7, 2017.

PEIXOTO C.M, DIAS M.I., ALVES M.J., CALHELHA R.C, BARROS, L. PINHO S.P., FERREIRA I.C.F.R. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. Food Chem. 2018 Jul 1;253:132- 138. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.01.163. PMID: 29502813.

PERICIN, D; KRIMER, V; TRIVIC, S; RADULOVIC, L. The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. Food Chemistry, v. 113, n. 2, p 450-456, 2009.

PINHEIRO, A. P. A. F; SILVA, D. L; SANTOS, F. G; MEDEIROS, J. L. O aproveitamento integral da manga (mangifera indica l.) no combate ao desperdício alimentar. Conexão Unifametro 2019: diversidades tecnológicas e seus impactos sustentáveis. XV semana acadêmica, 2019.

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 & Technology, 75, 93-104, 2018.

POSTINGHER, B.M.; TODESCATTO, K.; FONTANA, R.C.; RODRIGUES, T.S.; DILLON, A.J.P.; SALVADOR, M. Organic grape juice as raw material for development of an antioxidant edible flour. r Las. v.1, n.1. 2016.

PRAKASH, H.; CHAUHAN, S. P.; GENERAL, T.; SHARMA, A. K. Development of eco-friendly process for the production of bioethanol from banana peel using inhouse developed cocktail of thermo-alkali-stable depolymerizing enzymes. Bioprocess and Biosystems Engineering, v. 41, n. 7, p. 1003–1016, 2018.

QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. de T.; GONDIM, T. M. de S.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, F. de A. C. Equipamentos Utilizados no Sistema Produtivo do Gergelim em Diferentes Níveis Tecnológicos. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 319-337, 2014.

RANDOLPHO, G. A; AMARAL, L. A; ARELHANO, L. E; SANTOS, E. F. Resíduos de frutas transformados em novos produtos alimentícios: uma revisão sistemática. Multitemas, Campo Grande, MS, v. 25, n. 61, p. 297-311, set./dez. 2020

RICARDINO, I. E. F; SOUZA, M. N. C; NETO, I. F. S. Vantagens e possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Vol. 1 – N. 8, 2020.

RODRIGUES, D. D; SEIBEL, N. F. Aproveitamento de resíduos

agroindustriais de origem vegetal para alimentação humana. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas*. 2021.

RODRIGUEZ L. C.; PERDICARO D.J.; ANTONIOLLI A.; FONTANA A.R.; MIATELLO R.M.; BOTTINI, R.; VAZQUEZ P. M. A. Grape pomace and grape pomace extract improve insulin signaling in high-fat-fructose fed rat induced metabolic syndrome. *Food Funct.* 2016 Mar;7(3):1544-53. doi: 10.1039/c5fo01065a. PMID: 26901521.

SÁ, A. G. A; CARCIOFI, B. A. M; MORENO, Y. M. F. Impact of food processing on the protein quality and functional properties of oilseed by products. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

SANT'ANNA, V., BRANDELLI, A., MARCZAK, L. D. F., TESSARO, I. C. Kinetic modeling of total polyphenol extraction from grape marc and characterization of the extracts. *Separation and Purification Technology*, v.100, p.82–87, 2012.

SANTOS, P. V. S; ARAÚJO, M. A. The importance of innovation applied to agribusiness: a review. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 5. n. 7. p. 31-47, 2017.

SARAIVA, B. R., VITAL, A. C. P., ANJO, F. A., CESARO, E. & MATUMOTO-PINTRO, P. T. Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. *Pubsaúde*, 1, a007, 2018.

SARKIS, J. R. Extração de compostos bioativos de tortas de nozes e sementes e aplicação de tecnologias elétricas no gergelim. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

SCHU, C. P; PAGNONCELLI, G. B; MONTANHER, P. F. Fermentação da torta de linhaça como estratégia para o enriquecimento nutricional e potencialização de atividade antioxidante. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

SEGURA-CAMPOS, M. R., CIAU-SOLÍS, N., ROSADO-RUBIO, G., CHEL-GUERRERO, L., & BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*, 5(3), 220–226, 2014.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; CHO, M. H.; LEE, Y. R. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. *Nutrition*, v. 34, p. 29–46, fev. 2017.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; LEE, Y. R. Extraction, characterization and biological activity of citrus flavonoids. *Reviews in Chemical Engineering*, v. 35, n. 2, p. 265–284, 25 fev. 2019.

SEVERINO, K. L. P.; CREPALDI, J.; ZEQUINI, V. M.; MONTEIRO, A. M.; PEDRO, M. A. M.; BENEDETTI, P. C.; CATTELAN, M. G.; VERONEZI, C. M. Potencial uso de sementes de abóbora (*cucurbita moschata*) como aproveitamento de resíduo. UNILAGO, 2019.

SILVA, D. R.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M. Processamento do gergelim: extração de óleo e aproveitamento dos resíduos para produção de alimentos. Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

SILVA, V.; IGREJAS, G.; FALCO, V.; SANTOS, T. P.; TORRES, C.; OLIVEIRA, A. M. P.; PEREIRA, J. E.; AMARAL, J. S.; POETA, P. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products. *Food Control*, v. 92, p. 516–522, 2018.

SOUZA, A.; SILVA, Y. P. A.; COSTA, N. V.; ALMEIDA, T. L.; ARTHUR, V.; LAGE, M. E.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Irradiação em Barras de Cereais Incorporadas com casca de abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. v.14, n.14, p.610-614, 2011.

SOUZA, M. E. A. O.; FERREIRA, S. R. S.; AZEVEDO, L. C. Potencial antioxidante de extratos da casca de manga (*mangifera indica*) da variedade tommy atkins obtidos por métodos a baixa e a alta pressão edimensionamento de uma coluna para extração supercrítica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

SOUZA, T. I. M.; BARBOSA, R. P. A.; OLIVEIRA, J. P.; AGUILAR, C. M.; VIEIRA, C. R. Obtenção e caracterização de uma farinha da casca e do albedo de tangerina Ponkan (*Citrus reticulata blanco*). II Simpósio de Engenharia de Alimentos da UFMG, 2017.

SPADA, J. C.; DICK, M.; PAGNO, C. H.; VIEIRA, A. C.; BERNSTEIN, A.; COGHETTO, C. C.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; CARDOZO, N. S. M.; FLORES, S. H. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. *Ciência Rural* [online]. 2014, v. 44, n. 2 pp. 374-379. Epub 11 Feb 2014. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200029>.

SUN, M. Nutritional assessment and effects of heat processing on digestibility of Chinese sweet potato protein. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 26, n. 1–2, p. 104–110, 2012.

SUN, S.; KADOUH, H. C.; ZHOU, K.; ZHU, W. Bioactivity-guided isolation and purification of α -glucosidase inhibitor, 6-O-D-glycosides, from Tinta Cão grape pomace. *Journal of Functional Foods*, v.23, p. 573-579, 2016.

TAKÓ, M.; KOTOGÁN A.; KRISCH J.; VÁGVÖLGYI C.; MONDAL K.C.; PAPP T. Enhanced production of industrial enzymes in *Mucoromycotina fungi*

during solid-state fermentation of agricultural wastes/by-products. *Acta Biologica Hungarica*, v. 66, n. 3, p. 348–360, 2015.

TEODORO, M. S; PEREIRA, A. M. L. Use of fish waste in the production of organic compounds for lettuce seedling production. *Eng. Sanit. Ambient.* 26, 2021.

TRIKAS, E. D. Extraction, separation and identification of anthocyanins from red wine by-pro- *Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 1* 505 duct and their biological activities. *Journal of Functional Foods*, v. 25, p. 548–558, 2016.

TRIPATHI, N; HILLS, C. D; SINGH, R. S; ATKINSON, C. J. Biomass waste utilisation in low-carbon products: harnessing a major potential resource. *Climate and Atmospheric Science*, 2019.

TSENG, A; Wine Grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, Volue 138, Issue 1, 356-365. 2013.

URRUTIA, M., RAMOS, A., HORST, M., SACKS, T., BEDIN, B., & BERNARDI, D. Formulação de bolos enriquecidos com farinhas produzidas com subprodutos da laranja. *Fag journal of health (FJH)*, 1(2), 121-129, 2019.

USDA - United States Department of Agriculture. *Citrus: World Markets and Trade*, 2020. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/brazil-citrus-semi-annual-3>>.

VALE, C. P; LOQUETE, F. C. C; ZAGO, M. G; CHIELLA, P. V; BERNARDI, B. M. Composition and properties of pumpkin seed. *FAG Journal of Health – ISSN 2674-550X*, v.1, n.4, p.79, 2019.

VANZELA, E. S. L; RAMIN, P; UMSZA-GUEZ, M. A; SANTOS, G. V; GOMES, E; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel ‘cajá-manga’ (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. *Ciênc. Technol. Aliment.*, Campinas, 31(2): 398-405, 2011.

VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Reaproveitamento de Resíduos Agroindustriais. In: *Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, IV COBESA, 2016.

VICTOR, M. M.; LEITE, J. L.; RAMOS, G. S.; DAVID, J. M.; CARDOSO, K. V. Utilização de biomassa em aulas de graduação de química orgânica experimental: extração de flavonoides a partir de resíduos de cascas de frutas cítricas. *Química Nova* [online]. 2020, v. 43, n. 10 pp. 1522-1528, 2020.

WANG. H; WANG. J; YE. C. Q; GUO. X; CHEN. G; LI. T; WANG. Y; FU.

and Oil Flaxseeds (*Linum usitatissimum* L.) Food Chemistry, v.214, n.0, p.227-233, 2016.

YOSHIDA, H; WATANABE, W.; OOMAGARI H.; TSURUTA E.; SHIDA M.; KUROKAWA M. Citrus flavonoid naringenin inhibits TLR2 expression in adipocytes. The Journal of Nutritional Biochemistry, v. 24, n. 7, p. 1276–1284, jul. 2013.