UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MARTHA GOMES PAULINO

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FARINHAS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

JOÃO PESSOA
2026

MARTHA GOMES PAULINO

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FARINHAS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba para obtenção do título de Tecnóloga de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Alice da Silva Xavier Costa

JOÃO PESSOA
2026

MARTHA GOMES PAULINO

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FARINHAS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 07 de agosto de 2026.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
ANA ALICE DA SILVA XAVIER COSTA
Data: 13/08/2026 19:00:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Ana Alice da Silva Xavier Costa
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
ADRIANA MARIA FERNANDES DE OLIVEIRA GOLZ
Data: 13/08/2026 12:42:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Adriana Maria Fernandes de Oliveira Golzio
Examinadora

gov.br Documento assinado digitalmente
FERNANDA VANESSA GOMES DA SILVA
Data: 13/08/2026 14:50:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva
Examinadora

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P328p Paulino, Martha Gomes.
Potencial antioxidante de farinhas de resíduos agroindustriais / Martha Gomes Paulino. - João Pessoa, 2026.
24 f. : il.

Orientação: Ana Alice da Silva Xavier Costa.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Atividade antioxidante. 2. Resíduos agroindustriais. 3. Farinha. I. Costa, Ana Alice da Silva Xavier. II. Título.

UFPB/CTDR CDU 664.641

Elaborado por Rodrigo Araújo de Sá Pereira - CRB-755/O

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido força, coragem e perseverança durante toda essa caminhada. Nos momentos mais difíceis, quando pensei que não conseguiria chegar até o fim, foi minha fé que me ajudou a continuar e acreditar que seria possível concluir essa etapa tão importante da minha vida.

Agradeço à minha mãe, por todo amor, apoio, incentivo e por estar ao meu lado em todos os momentos. Sua presença e seu carinho foram fundamentais para que eu não desistisse diante das dificuldades e continuasse seguindo em frente.

Aos meus colegas da universidade, agradeço a companhia, amizade, apoio e por todos os momentos compartilhados durante essa trajetória. As dificuldades se tornaram mais leves graças às pessoas que estiveram comigo nessa caminhada.

Agradeço também a todos os professores e técnicos do CTDR que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional, compartilhando conhecimentos, experiências, ensinamentos e contribuição durante minha formação e pelas experiências que foram importantes para meu aprendizado que levarei comigo para além da universidade.

De maneira especial, agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Ana Alice da Silva Xavier Costa, por sua dedicação, paciência, orientação e por todo o conhecimento compartilhado durante a realização deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para a construção e conclusão desta etapa.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este momento se tornasse possível. Cada palavra de incentivo, gesto de apoio e ensinamento fizeram parte dessa conquista, que representa não apenas a conclusão de um trabalho, mas também o encerramento de uma importante etapa da minha vida.

Resumo

O crescimento das atividades agroindustriais tem contribuído para o aumento da geração de resíduos orgânicos, como cascas, sementes e bagaços de frutas, que frequentemente são descartados de forma inadequada, ocasionando impactos ambientais, econômicos e sociais. Entretanto, esses subprodutos apresentam elevado potencial para aproveitamento, uma vez que são fontes de compostos bioativos, como compostos fenólicos, flavonoides e vitaminas antioxidantes. Nesse contexto, a produção de farinhas a partir de resíduos agroindustriais surge como uma alternativa sustentável, agregando valor a materiais que seriam descartados e possibilitando sua aplicação na elaboração de alimentos com potencial de aplicação como ingrediente funcional. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre o potencial antioxidante de farinhas obtidas a partir de resíduos agroindustriais. Trata-se de uma revisão bibliográfica de caráter descritivo, realizada por meio de consultas às bases de dados Portal de Periódicos da CAPES e documentos de organizações nacionais utilizando descritores resíduos agroindustriais, compostos fenólicos, atividade antioxidante, farinhas de resíduos e alimentos funcionais. Foram selecionados artigos científicos e documentos técnicos publicados, preferencialmente, entre 2015 e 2025, além de estudos clássicos relevantes ao tema. Os estudos analisados demonstraram que resíduos provenientes de frutas, como tangerina, jabuticaba, manga e acerola, podem ser transformados em farinhas ricas em compostos antioxidantes, apresentando potencial para aplicação na formulação de novos produtos alimentícios. Além de contribuir para o enriquecimento nutricional dos alimentos, o aproveitamento desses resíduos favorece a redução do desperdício, a valorização de subprodutos e o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis na cadeia agroindustrial.

Palavras-chave: atividade antioxidante, resíduos agroindustriais, farinha

ABSTRACT

The growth of agro-industrial activities has contributed to the increase in the generation of organic waste, such as fruit peels, seeds, and pomace, which are often improperly discarded, causing environmental, economic, and social impacts. However, these by-products have significant potential for utilization, as they are sources of bioactive compounds, such as phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant vitamins. In this context, the production of flours from agro-industrial waste emerges as a sustainable alternative, adding value to materials that would otherwise be discarded and enabling their application in the development of foods with potential use as functional ingredients. The present study aimed to conduct a literature review on the antioxidant potential of flours obtained from agro-industrial waste. This is a descriptive literature review conducted through searches of the CAPES Journals Portal and documents from national organizations, using the descriptors agro-industrial waste, phenolic compounds, antioxidant activity, waste-based flours, and functional foods. Scientific articles and technical documents published preferably between 2015 and 2025, as well as relevant classic studies on the subject, were selected. The studies analyzed demonstrated that waste from fruits such as tangerine, jabuticaba, mango, and acerola can be transformed into flours rich in antioxidant compounds, showing potential for application in the formulation of new food products. In addition to contributing to the nutritional enrichment of foods, the utilization of these wastes promotes waste reduction, the valorization of by-products, and the development of more sustainable practices throughout the agro-industrial chain.

Keywords: antioxidant activity, agro-industrial waste, flour

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 Objetivo geral 9
2.2 Objetivos específicos 9
3 METODOLOGIA 9
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10
4.1 Resíduos Agroindustriais 10
4.2 Produção de Farinhas de Resíduos Agroindustriais 11
4.3 Compostos Bioativos e Antioxidantes 11
4.4 Farinhas obtidas de diferentes resíduos de frutas 13
4.4.1 Farinha da casca de tangerina 13
4.4.2 Farinha do resíduo de jabuticaba 14
4.4.3 Farinha de casca e semente de manga 14
4.4.4 Farinha de resíduo acerola 14
4.5 Métodos de Avaliação da Capacidade Antioxidante 15
4.5.1 Método FRAP 15
4.5.2 Método ABTS 16
4.5.2 Método DPPH 17
4.5.3 Sistema β-Caroteno/ácido linoleico 17
4.6 Aplicação das farinhas em alimentos 18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos alimentares correspondem a materiais ricos em matéria orgânica gerados durante o processamento de matérias-primas de origem vegetal, como frutas e hortaliças. No contexto agroindustrial, é comum o descarte de cascas, talos e sementes provenientes da produção de sucos, néctares, polpas, doces e demais derivados, bem como do beneficiamento de hortaliças e leguminosas. Esses materiais, quando não destinados adequadamente, contribuem para o aumento do volume de resíduos orgânicos, gerando preocupações ambientais e econômicas, embora também possam ser direcionados para alternativas como compostagem e alimentação animal (DIAMIANI; MARTINS; BECKER, 2020).

Nesse cenário, a geração de resíduos orgânicos pela agroindústria representa um desafio crescente, especialmente diante da intensificação das atividades produtivas e do avanço tecnológico. Tal realidade reforça a necessidade de estratégias que minimizem os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses subprodutos, bem como promovam o uso mais eficiente dos recursos naturais, alinhando-se às demandas por sustentabilidade no setor agroindustrial (RICARDINO; SOUZA; NETO, 2020).

Por outro lado, diversos resíduos agroindustriais vêm sendo reconhecidos não apenas como passivos ambientais, mas como matérias-primas de baixo custo e elevado potencial funcional. Resíduos oriundos do processamento de frutas como cítricos, uva, manga e abacate, por exemplo, são ricos em compostos bioativos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, o que os torna relevantes para aplicação na indústria de alimentos. Dessa forma, o aproveitamento desses subprodutos surge como uma alternativa tecnológica e sustentável, contribuindo simultaneamente para a redução do impacto ambiental e para a obtenção de ingredientes de interesse industrial (SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020).

Nesse contexto de valorização de resíduos, diferentes estratégias vêm sendo investigadas para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, destacando-se a produção de farinhas como uma das alternativas mais promissoras. Essa abordagem permite a incorporação parcial desses ingredientes em formulações alimentícias, ampliando seu uso tecnológico e funcional. Além disso, o aproveitamento integral das matérias-primas contribui para a redução do desperdício e fortalece práticas mais sustentáveis nos âmbitos ambiental, social e econômico (RICARDINO; SOUZA; NETO, 2020; SANTOS; ABREU; TORRES, 2020).

Dessa forma, a sistematização das evidências científicas disponíveis torna-se necessária para compreender o potencial antioxidante. Assim, o presente trabalho tem como objetivo revisar a literatura científica acerca da obtenção de farinhas a partir de resíduos agroindustriais de frutas, com ênfase em seu potencial antioxidante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre o potencial antioxidante de farinhas obtidas a partir de resíduos agroindustriais.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever os métodos de processamento empregados na obtenção de farinhas a partir de resíduos agroindustriais;
- Revisar estudos sobre o potencial antioxidante de farinhas produzidas a partir de resíduos de frutas.

3 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica de caráter descritivo, desenvolvidas com o objetivo de reunir e analisar informações cientificas sobre o potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de consultas em bases de dados científicas e fontes institucionais reconhecidas, incluindo Portal de Periódicos da CAPES e documentos disponibilizados por organizações nacionais e internacionais relacionadas a capacidade antioxidante de farinhas de resíduos agroindustriais.

Para a busca dos estudos foram utilizados descritores em português resíduos agroindustriais, compostos fenólicos, atividade antioxidante, farinhas de resíduos e alimentos funcionais.

Durante a realização desta pesquisa, utilizou-se a ferramenta SciSummary como apoio à extração de dados dos artigos selecionados, bem como o ChatGPT, empregado como suporte na organização das informações. Após o uso das ferramentas, a autora revisou e ajustou todo o conteúdo conforme necessário, como verificação das informações fornecidas pelas ferramentas com os artigos originais, correção de dados mal interpretados, reorganização do conteúdo e

remoção de informações repetidas ou irrelevantes. A autora assume total responsabilidade pelo conteúdo deste documento.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Resíduos Agroindustriais

O artigo 3º, inciso XVI da Lei Federal nº 12.305/2010, define resíduos como

> Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

No setor agroindustrial, o processamento de frutas para a produção de sucos e polpas pode gerar entre 30% e 40% de resíduos. A quantidade e a composição desses materiais variam de acordo com o tipo de fruta processada, podendo incluir cascas, sementes, caroços e até mesmo partes da polpa. Apesar de serem considerados resíduos, essas partes das frutas podem apresentar substâncias importantes para o organismo, como compostos fenólicos, vitamina C, carotenoides e outros compostos com ação antioxidante. Esses componentes podem estar presentes em concentrações elevadas nas cascas e sementes, demonstrando seu potencial nutricional e funcional e reforçando a importância de seu aproveitamento na produção de novos alimentos (NASCIMENTO FILHO, 2015).

Nesse contexto, os subprodutos de frutas e vegetais estão entre os resíduos alimentares mais abundantes, sendo gerados principalmente durante a produção de sucos, óleos, vinhos e açúcar. Esses materiais são frequentemente descartados, utilizados na alimentação animal ou destinados à compostagem. Entretanto, por apresentarem compostos de interesse, como polifenóis, vitaminas e minerais, também podem ser aproveitados na elaboração de novos produtos. Considerando o grande volume gerado, estimado em milhões de toneladas por ano, seu reaproveitamento pode contribuir para a redução do desperdício e para a adoção de práticas mais sustentáveis na indústria de alimentos (DILUCIA et al., 2020).

Além disso, segundo Silva e Pierre (2021), existe uma grande variedade de possibilidades para o aproveitamento das cascas de frutas. Esses resíduos podem ser utilizados na indústria alimentícia, como na produção de pães, bem como no artesanato, na elaboração de peças decorativas, na produção de embalagens ecológicas e na alimentação de animais, como bovinos, ovinos e peixes. Dessa forma, os autores destacam que o aproveitamento desses

resíduos pode agregar valor às frutas, reduzir o desperdício e possibilitar a produção de novos produtos.

4.2 Produção de Farinhas de Resíduos Agroindustriais

De acordo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), farinha é o "produto obtido de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos (BRASIL, 2022).

As farinhas obtidas de frutas e seus resíduos apresentam grande potencial de utilização na indústria de alimentos, podendo ser utilizadas de forma natural ou adicionadas a diferentes preparações, contribuindo para o enriquecimento nutricional de alimentos e produtos. Além disso, o aproveitamento de partes não convencionais das plantas e de resíduos provenientes do processamento de alimentos pode contribuir para a geração de renda, a redução do desperdício e a agregação de valor nutricional às preparações (RAMOS et al., 2020).

4.3 Compostos Bioativos e Antioxidantes

Os antioxidantes são compostos capazes de retardar ou impedir a oxidação de substratos oxidáveis, atuando na redução da concentração de radicais livres no organismo na quelação de íons metálicos, contribuindo, dessa forma, para a prevenção da peroxidação lipídica. Os radicais livres podem reagir com moléculas biológicas e provocar danos celulares, estando associados ao desenvolvimento de doenças degenerativas, câncer, processos inflamatórios, aterosclerose e ao envelhecimento precoce (TONIN; SUZUKI; TEIXEIRA, 2020).

Os antioxidantes constituem um grupo diversificado de compostos, incluindo vitaminas, minerais, pigmentos naturais, enzimas e outros componentes de origem vegetal. Essas substâncias podem ser categorizadas em antioxidantes primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos. Eles podem ser de origem endógena, divididos em enzimáticos e não enzimáticos, como glutationa, ubiquinona e bilirrubina, entre outros. Origem exógena, obtidas por meio da alimentação, como as vitaminas C e E, β-carotenos, flavonoides, polifenóis e taninos (LUIGGI, 2015).

Frutas e hortaliças constituem importantes fontes de compostos antioxidantes, substâncias que exercem papel essencial na proteção do organismo contra o estresse oxidativo. Dentre os principais antioxidantes naturais, destacam-se as vitaminas A, C e E, que atuam na prevenção de danos celulares e auxiliam na redução do risco de desenvolvimento de diversas

doenças. Além disso, a ingestão desses compostos está relacionada à promoção da saúde e à melhoria da qualidade de vida (SILVA et al., 2015).

Os carotenoides correspondem a um grupo de pigmentos naturais lipossolúveis responsáveis por conferir tonalidades amarelas, laranjas e vermelhas a diversos alimentos. Esses compostos podem ser classificados em carotenos, formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio. Sua atividade antioxidante está relacionada à capacidade de neutralizar radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete. Essa ação ocorre principalmente devido à presença de ligações duplas conjugadas em sua estrutura química, que favorecem a interação com essas espécies reativas. O β-caroteno apresenta atividade antioxidante, além de demonstrar maior ação quimiopreventiva quando comparado à vitamina A. Entretanto, alguns fatores podem interferir em sua ação antioxidante, como elevadas concentrações de oxigênio nos tecidos, que podem favorecer a oxidação do β-caroteno. Além disso, concentrações plasmáticas superiores a 4–5 μM podem resultar em um efeito pró-oxidante (LOBO, 2021).

Os compostos fenólicos são substâncias que apresentam em sua estrutura um anel aromático ligado a um ou mais grupos hidroxila. Entre os principais compostos fenólicos com ação antioxidante encontrados naturalmente, destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis. Os flavonoides estão presentes principalmente nas cascas e sementes das frutas e podem ser classificados em diferentes grupos, como flavanóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas (JIMÉNEZ et al., 2014).

As antocianinas são compostos fenólicos responsáveis pelas colorações laranja, azul, roxa e vermelha encontradas em diversos vegetais e frutas. Esses compostos fazem parte do metabolismo secundário das plantas e apresentam como uma de suas principais propriedades funcionais a ação antioxidante. Entre as frutas que possuem antocianinas, destaca-se a jabuticaba, que apresenta teor de 58,1 mg de antocianinas por 100 g de fruta fresca, enquanto a acerola apresenta 18,9 mg por 100 g de fruta fresca (LOBO, 2020; RUFINO et al., 2010).

A vitamina C ou ácido ascórbico é um composto hidrossolúvel. Desempenha importante função antioxidante ao atuar na neutralização de radicais livres. Essa vitamina está amplamente distribuída em alimentos de origem vegetal, sendo encontrada principalmente em frutas cítricas, vegetais folhosos verdes, cebola, brócolis, repolho e batata (MACEDO; MATOS, 2015).

A vitamina E é um composto lipossolúvel encontrado naturalmente em quatro formas de tocoferóis (α, β, γ e δ), sendo o α-tocoferol a forma biologicamente mais ativa e amplamente distribuída nos tecidos e no plasma sanguíneo. Sua principal propriedade química é a atividade antioxidante, atuando na neutralização de radicais livres e na proteção das células contra danos

oxidativos. Em razão dessa característica, é amplamente utilizada pela indústria alimentícia para auxiliar na conservação de alimentos processados. As principais fontes de vitamina E incluem óleos vegetais, como os de milho, girassol, soja e azeite de oliva, além de verduras, ovos, amendoim e arroz integral. (BIANCHI; ANTUNES, 1999; MACEDO; MATOS, 2015).

4.4 Farinhas obtidas de diferentes resíduos de frutas

A Tabela 1 apresenta um resumo dos resíduos agroindustriais utilizados como base para a produção de farinha e seus parâmetros de obtenção, retirados das pesquisas realizadas por Magalhães et al. (2021), Ramos et al., (2021), Ramos et al., (2023), Santos, Abreu e Torres (2020).

Tabela 1. Parâmetros utilizados na formulação das farinhas

Matérias-primas	Secagem	Temperatura	Equipamentos
Tangerina	20 min com interrupção de 2 min	Potência máxima	Micro-onda comercial
Jabuticaba'	16 a 20 horas	65 ° C	Estufa com circ. ar
Jabuticaba"	10 horas	60 ° C	Secador de bandeja com circ. ar
Manga	100 min e 40 min	80 ° C	Forno a gás
Acerola	6% umidade	60 ° C	Secador de bandeja

Fonte: Magalhães et al. (2021), Ramos et al., (2021), Ramos et al., (2023), Santos, Abreu e Torres (2020).

4.4.1 Farinha da casca de tangerina

A tangerina possui vários compostos bioativos presentes, destacando-se flavonoides, como hesperidina, nobiletina, tangeretina e sinensetina, além de compostos polimetoxiflavônicos, como a 5,7,4-trimetoxiflavona, os quais estão associados à atividade antioxidante e contribuem para o potencial funcional dessa fruta (CHEN et al., 2020).

O método de processamento da farinha de casca de tangerina foi detalhado na pesquisa conduzida por Ramos et al. (2023). Inicialmente passou por lavagem e sanitização com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 200 mg/L durante 15 minutos, seguida de enxágue. A secagem foi realizada em micro-ondas, na potência máxima, durante 20 minutos, com interrupções a cada 2 minutos para revolvimento do material, até a completa remoção da umidade. Após a secagem, as cascas foram trituradas e submetidas à peneiração em malha de 1

mm, obtendo-se uma farinha com granulometria padronizada. O produto foi acondicionado em recipientes de vidro fechados e protegido da luz e da umidade até sua utilização.

4.4.2 Farinha do resíduo de jabuticaba

Santos, Abreu e Torres (2020) produziram farinha a partir dos resíduos gerados no processamento de suco integral de jabuticaba. O material, constituído por polpa, casca e sementes, foi inicialmente pesado e posteriormente submetido à desidratação em estufa com circulação de ar, a 65 °C, durante 16 a 20 horas. Após a secagem, as sementes foram separadas e descartadas, enquanto a fração formada pela polpa e pela casca foi triturada e padronizada em granulometria de 56 mesh.

Outro procedimento para obtenção da farinha de jabuticaba foi relatado por Gomes (2021), a partir de resíduos provenientes do processamento de geleias dessa fruta. Os resíduos foram inicialmente armazenados sob congelamento, a -18 °C, em recipientes protegidos da luz, até o momento do processamento. Após o descongelamento, o material foi distribuído em pequenas porções sobre papel-manteiga, formando uma camada de aproximadamente 0,3 cm de espessura. Em seguida, foi submetido à secagem em secador de bandejas com circulação de ar forçado, a 60 °C, durante 10 horas, até atingir peso constante. O material seco foi triturado e acondicionado em recipientes protegidos da luz, sendo posteriormente armazenado em temperatura ambiente

4.4.3 Farinha de casca e semente de manga

Ramos et al. (2021) obtiveram farinhas a partir da casca e da semente da manga. Inicialmente, os frutos foram higienizados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L durante 15 minutos. Após o descascamento, as amêndoas foram separadas das demais partes do fruto e raladas manualmente. As cascas e as amêndoas foram submetidas à secagem em forno a gás, a 80 °C, durante 100 e 40 minutos, respectivamente, com revolvimento periódico para evitar o escurecimento excessivo e a queima do material. Após a secagem, as amostras foram trituradas e peneiradas em malha de 1 mm. As farinhas obtidas foram acondicionadas em recipientes de vidro e mantidas em ambiente seco e fresco..

4.4.4 Farinha de resíduo acerola

No estudo realizado por Magalhães et al. (2021), utilizaram resíduos de acerola provenientes do despolpamento dos frutos para a obtenção da farinha. Após a seleção e sanitização dos frutos em solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm, realizou-se o

despolpamento mecânico, sendo a polpa destinada a outra finalidade e o resíduo, composto principalmente por cascas e sementes, utilizado para a produção da farinha. Esse material foi desidratado em secador de bandejas com circulação de ar forçado, a 60 ± 5 °C, até atingir aproximadamente 6% de umidade. Posteriormente, o resíduo seco foi triturado para obtenção da farinha, que foi acondicionada em recipientes de vidro e armazenada em temperatura ambiente, protegida da luz, até a realização das análises.

4.5 Métodos de Avaliação da Capacidade Antioxidante

A extração dos compostos presentes na farinha de jabuticaba para análise capacidade antioxidante foi realizada utilizando uma solução extratora sequencial composta por metanol 50% e acetona 70%, conforme metodologia descrita por Rufino et al. (2009). Em seguida, as amostras foram submetidas a banho de ultrassom por 30 minutos e o volume do extrato foi completado com água destilada. Todas as análises foram realizadas em triplicata (SANTOS; ABREU; TORRES, 2020).

De maneira semelhante, Gomes (2021), ao empregar uma metodologia proposta por Larrauri et al. (1997), com adaptações proposta por Rufino et al. (2010), descreveu de forma mais detalhada o procedimento de obtenção dos extratos. Inicialmente, foram pesados 10 g da amostra, foram adicionados 40 mL de uma solução de 50% de metanol e 50% de água. A mistura foi submetida â agitação de 200 rpm, à temperatura ambiente 25 °C, durante 60 minutos e em seguida, permaneceu em repouso sob refrigeração 8 °C por 30 minutos. Após esse período, o sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo remanescente foram adicionados 40 mL de solução de 70% de acetona e 30% de água, mantendo-se novamente a agitação a 200rpm por 60 minutos. O sobrenadante obtido na segunda extração foi reunido ao primeiro, completando-se o volume para 100 mL com água destilada. Todo o procedimento foi realizado ao abrigo da luz e os extratos foram armazenados a –18 °C até a realização das análises.

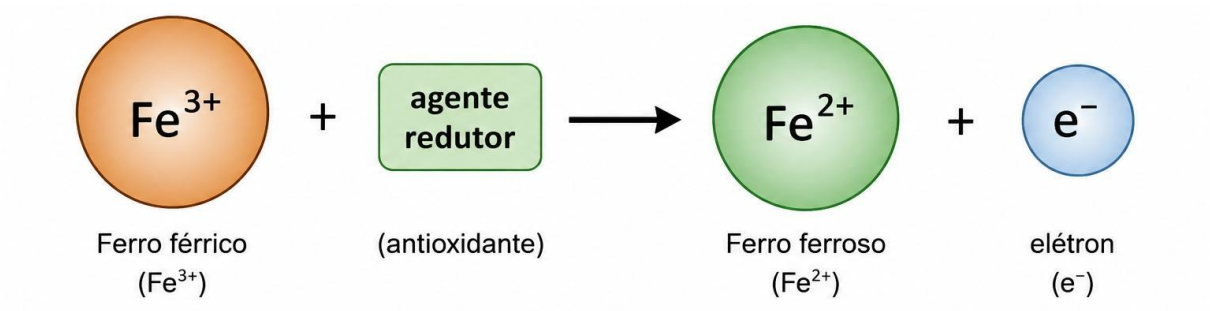
4.5.1 Método FRAP

Benzie e Strain (1999) desenvolveram uma metodologia para determinar a capacidade redutora do plasma como uma medida de seu poder antioxidante. O método consiste na redução do complexo férrico de tripiridiltriazina (Fe^{3+}-TPTZ) à sua forma ferrosa (Fe^{2+}), de coloração azul intensa, na presença de antioxidantes presentes na amostra, como representado na Figura 1. Inicialmente denominado FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma), o método foi posteriormente renomeado para Ferric Reducing Antioxidant Power, mantendo a sigla (FRAP),

por demonstrar aplicabilidade na determinação da capacidade antioxidante de diferentes tipos de amostras.

Ensaios demonstraram que pode ser aplicado não somente na avaliação da atividade antioxidante de extratos de alimentos e bebidas, mas também na determinação da eficiência antioxidante de substâncias puras, apresentando resultados comparáveis aos obtidos por metodologias mais complexas (Pulido et al., 2000).

Figura 1. Reação de redução



Fonte: própria autoria, 2026

4.5.2 Método ABTS

O ensaio original utilizando o radical ABTS*+ baseava-se na ativação da metamioglobina pelo peróxido de hidrogênio na presença de ABTS (2,2´azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), promovendo a formação do cátion radical, na presença ou ausência de antioxidantes. Entretanto, esse método foi criticado devido à possibilidade de antioxidantes com maior velocidade de reação também contribuírem para a redução do radical ferril da mioglobina, interferindo nos resultados obtidos. Assim, foi proposta uma versão mais adequada do ensaio, baseada na técnica de descoloração, na qual o radical ABTS+ é gerado previamente em uma forma estável antes de reagir com os compostos antioxidantes (Re et al., 1999).

A técnica aprimorada para a geração do radical ABTS*+ consiste na produção direta do cromóforo azul-esverdeado por meio da reação entre o ABTS e o persulfato de potássio. O radical formado apresenta máximos de absorção nos comprimentos de onda de 645, 734 e 815 nm, além do máximo frequentemente utilizado em 415 nm, sendo a absorbância determinada em espectrofotômetro nesses comprimentos de onda. A adição de antioxidantes ao cátion radical previamente formado promove sua redução à forma original do ABTS, em uma intensidade e velocidade que dependem da atividade antioxidante, da concentração do

antioxidante e do tempo de reação. Dessa forma, a extensão da descoloração, expressa como percentual de inibição do radical cátion ABTS*+, é determinada em função da concentração e do tempo de reação, sendo os resultados comparados com a reatividade do Trolox, utilizado como padrão. O método pode ser aplicado à avaliação da atividade antioxidante de compostos hidrossolúveis e lipossolúveis, substâncias puras e extratos de alimentos (Re et al., 1999).

4.5.2 Método DPPH

O método DPPH, desenvolvido por Blois (1958), é um dos ensaios mais utilizados para determinar a atividade antioxidante, sendo empregado em mais de 90% dos estudos que avaliam substâncias puras, misturas e matrizes complexas. O ensaio utiliza o radical livre estável α, α-difenil-β-picrilhidrazil (DPPH) e baseia-se na capacidade dos compostos antioxidantes de sequestrar esse radical por meio da doação de um átomo de hidrogênio, promovendo a redução do elétron desemparelhado presente na molécula e formando a hidrazina correspondente (Moon; Shibamoto, 2009; Kedare; Singh, 2011).

A estabilidade do DPPH deve-se à deslocalização do elétron desemparelhado ao longo de toda a molécula, característica que também confere à solução sua coloração violeta intensa, com absorção em torno de 520 nm. Quando o DPPH reage com uma substância antioxidante capaz de doar um átomo de hidrogênio, ocorre sua redução, resultando na diminuição da coloração violeta. Essa alteração é proporcional à capacidade antioxidante da amostra, permitindo a avaliação da atividade sequestradora de radicais livres (Kedare; Singh, 2011).

4.5.3 Sistema β-Caroteno/ácido linoleico

O sistema β-caroteno/ácido linoleico foi proposto por Marco (1968) e posteriormente modificado por Miller (1971), utilizando β-caroteno, ácido linoleico e monopalmitato de polioxietileno sorbitan (Tween 40). Esse ensaio espectrofotométrico baseia-se na oxidação do β-caroteno, evidenciada pela descoloração do pigmento em decorrência dos produtos gerados durante a degradação oxidativa do ácido linoleico (SILVA et al., 1999). Assim, o método determina a capacidade dos antioxidantes em inibir a formação de radicais livres produzidos durante a peroxidação do ácido linoleico, retardando a descoloração do β-caroteno (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

4.5.4 Análise atividade antioxidante

Para a avaliação da atividade antioxidante das farinhas de resíduos de acerola, casca de tangerina, casca de manga e amêndoa de manga, foram utilizados os métodos FRAP, ABTS e

DPPH. As farinhas apresentaram elevado teor de fibras alimentares e de compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante, o que viabiliza seu emprego no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (RAMOS et al., 2021; MAGALHÃES, 2021; RAMOS et al., 2023).

As análises da capacidade antioxidante da farinha do extrato da jabuticaba foram utilizados os métodos de DPPH, ABTS, β-Caroteno/ácido linoleico e FRAP a farinha do extrato de jabuticaba apresentou elevada atividade antioxidante, com destaque para a vitamina C e compostos bioativos em ambos os métodos avaliados e potencial para o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, além de contribuir para a redução de resíduos e para a sustentabilidade (GOMES, 2021; SANTOS; ABREU; TORRES, 2020).

4.6 Aplicação das farinhas em alimentos

A aplicação de farinhas obtidas a partir de resíduos agroindustriais em diferentes produtos alimentícios tem demonstrado resultados promissores, tanto em relação às características nutricionais quanto à aceitação sensorial. Na elaboração de brownies, Ramos et al. (2021) avaliaram a substituição de 70,6% da farinha de trigo por uma mistura de farinhas obtidas da casca e da semente da manga, sendo 58% de farinha da casca e 42% de farinha da semente. A utilização dessas farinhas resultou em brownies com teores elevados de energia, lipídios e fibras. Em relação às características sensoriais, o brownie tradicional apresentou coloração escura, aroma e sabor característicos de chocolate, além de textura crocante e interior úmido. Por outro lado, o brownie elaborado com as farinhas de casca e semente de manga apresentou coloração escura mais intensa, aroma e sabor levemente característicos de manga, além de textura semelhante à de um bolo solado, com menor crocância e interior mais seco.

Além da aplicação em produtos de panificação, a farinha de casca de manga também foi utilizada na elaboração de macarrão. Nur Azura et al. (2020) desenvolveram quatro formulações, com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de manga nas proporções de 0% (controle), 10%, 20% e 30%. Os resultados demonstraram que a adição da farinha proporcionou aumento no teor de fibras e redução nos teores de gordura e carboidratos. Também foram avaliadas a qualidade de cozimento e as características sensoriais das formulações, sendo aquela com 20% de substituição a que apresentou maior aceitabilidade entre os avaliadores.

Ainda utilizando resíduos de manga, Gomes (2017) avaliou a aplicação de farinhas obtidas do tegumento e da semente de mangas das variedades Espada e Tommy Atkins na elaboração de barras de cereais. Foram desenvolvidas cinco formulações, sendo quatro com a incorporação de 50% de farinha de manga, correspondentes às farinhas do tegumento da

variedade Espada, do tegumento da variedade Tommy Atkins, da semente da variedade Espada e da semente da variedade Tommy Atkins, além de uma formulação controle, sem adição das farinhas de manga. As barras foram elaboradas com 50% de ingredientes secos, compostos por farelo de trigo e farinhas do tegumento e das sementes das duas variedades de manga, e 50% de ingredientes aglutinantes, constituídos por xarope de glicose e mel. Os resultados demonstraram aceitação satisfatória das barras de cereais elaboradas com as diferentes farinhas, indicando a possibilidade de utilização do tegumento e da semente da manga no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

A utilização de resíduos de outras frutas também tem apresentado resultados relevantes. Lima, Oliveira e Ferreira (2021) avaliaram a aplicação de 30 g de farinha da casca de tangerina em 180 g de farinha de arroz na elaboração de pão sem glúten, como alternativa destinada a indivíduos com restrições alimentares. Foram desenvolvidas duas formulações: uma padrão, sem adição do resíduo, e outra contendo a farinha da casca de tangerina. Embora o pão padrão tenha apresentado maior aceitação sensorial em relação à textura e ao sabor, as formulações apresentaram valores nutricionais semelhantes, demonstrando o potencial da casca de tangerina como ingrediente funcional. Os autores sugeriram a realização de novos estudos com diferentes níveis de adição da farinha, visando melhorar tanto o valor nutricional quanto a aceitação sensorial do produto.

Em produtos lácteos, Azevedo et al. (2020) desenvolveram três formulações de iogurte, contendo 0%, 5% e 10% de farinha de resíduo de manga. A formulação controle, sem adição da farinha, apresentou a maior aceitação sensorial, seguida pelas formulações com 5% e 10%. A adição da farinha promoveu alterações na aparência dos iogurtes, tornando-os visualmente diferentes do produto tradicional, que é mais conhecido, habitualmente consumido e comercializado. Observou-se também que, com o aumento da concentração da farinha, a coloração do iogurte se tornou mais escura. Entretanto, a adição do resíduo de manga não influenciou o aroma dos produtos. A formulação contendo 5% de farinha apresentou boa aceitação sensorial, demonstrando que a utilização do resíduo de manga pode ser uma alternativa para a elaboração de iogurtes.

Resultados semelhantes quanto à possibilidade de utilização de resíduos de frutas em produtos alimentícios foram observados por Pádua et al. (2017), que avaliaram a incorporação de farinha da casca de jabuticaba em iogurte. Os autores observaram que o produto apresentou características sensoriais bem aceitas pelos provadores, enquanto a adição da farinha contribuiu para alterações positivas no aspecto visual, especialmente na coloração. Os parâmetros de textura, composição centesimal e pH apresentaram valores semelhantes aos encontrados na

literatura. Além disso, foi identificada atividade antioxidante e a presença de compostos fenólicos, evidenciando o potencial da farinha da casca de jabuticaba como ingrediente para o desenvolvimento de produtos alimentícios com propriedades funcionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de farinhas a partir de resíduos agroindustriais representa uma estratégia promissora para o aproveitamento de subprodutos gerados pela indústria de alimentos, contribuindo simultaneamente para a redução dos impactos ambientais e para a agregação de valor a materiais que seriam descartados. A literatura revisada demonstra que resíduos provenientes de frutas, como tangerina, jabuticaba, manga e acerola, apresentam elevados teores de compostos bioativos, especialmente compostos fenólicos, flavonoides e vitaminas antioxidantes, conferindo às farinhas expressiva capacidade antioxidante.

Os estudos analisados também evidenciam que diferentes métodos de secagem e processamento permitem a obtenção de farinhas com características tecnológicas adequadas para aplicação em alimentos, preservando compostos de interesse funcional. Além disso, a utilização de diferentes métodos analíticos, como DPPH, ABTS e FRAP, possibilita uma avaliação mais abrangente da capacidade antioxidante, visto que não existe um ensaio único capaz de representar todos os mecanismos de ação antioxidante.

Nesse contexto, as farinhas de resíduos agroindustriais apresentam elevado potencial para aplicação como ingredientes em produtos alimentícios, contribuindo para o enriquecimento nutricional e desenvolvimento de alimentos com maior valor agregado. Paralelamente, seu aproveitamento está alinhado aos princípios da economia circular e da sustentabilidade, promovendo a valorização de resíduos e a redução do desperdício na cadeia agroindustrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, O. O. da C. et al. **Aproveitamento integral de resíduo de polpa de manga na elaboração e avaliação sensorial de leite fermentado**. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, e94963557, p. 1-19, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3557.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. **Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration**. *Methods in Enzymology*, San Diego, v. 299, p. 15-27, 1999.

BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. **Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta**. *Revista de Nutrição*, v. 12, n. 2, p. 123–130, maio 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: planalto.gov.br.

CHEN, Qiyang et al. **Profiling of flavonoid and antioxidant activity of fruit tissues from 27 Chinese local citrus cultivars**. *Plants*, Basel, v. 9, n. 2, p. 196, 2020. DOI: 10.3390/plants9020196.

DILUCIA, F. et al. **Sustainable Use of Fruit and Vegetable By-products to Enhance Food Packaging Performance.** Foods. 2020

DUARTE-ALMEIDA, J.M.; SANTOS, R.J.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. **Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema b-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.26, n.2, p.446-452, 2006.

GOMES, C. C. M. **Avaliação físico-química, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante de farinhas do resíduo de processamento de jabuticabas**. 2021. 31 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

GOMES, P. M. de A. et al. **Aproveitamento tecnológico da semente da manga para elaboração de barras de cereais.** 2017.

KEDARE, S. B.; SINGH, R. P. **Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay**. *Journal of Food Science and Technology*, v. 48, n. 4, p. 412-422, 2011. DOI: 10.1007/s13197-011-0251-1.

LIMA, K. N.; DE OLIVEIRA, M. L.; FERREIRA, M. C. M. **Análise sensorial e valor nutricional de pão sem glúten com farinha de casca de tangerina (Citrus reticulata**). *SaBios: Revista de Saúde e Biologia*, v. 16, p. 1–13, 2021.

LOBO, F. A. **Bases da fitoterapia e suplementação nutricional**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. E-book.

LUIGGI, F. G. **Extrato oleoso de urucum na alimentação de frangos de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2015.
MACEDO, P. D. G.; MATOS, S. P. de. **Bioquímica dos alimentos: composição, reações e práticas de conservação**. São Paulo: Érica, 2015.

MAGALHÃES, M. P. D.; GANDRA, K. M. B.; CUNHA, L. R. da; LIMA, E. M. F. **Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e188101420714, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.20714.

MOON, J. K.; SHIBAMOTO, T. **Antioxidant assays for plant and food components**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* Washington, v. 57, n. 5, p. 1655-1666, 2009. DOI: 10.1021/jf803537k.

NUR AZURA et al. **Physicichemical, cooking quality and sensory characterizarion of yellow alkaline noodle: Impact of mango peel powder level.** *Food Research,* v.4, n.1, p. 70-76, 2020.

PÁDUA, H. C.; SILVA, M. A. P. da; SOUZA, D. G.; MOURA, L. C. de; PLÁCIDO, G. R.; COUTO, G. V. L.; CALIARI, M. **Iogurte sabor banana (Musa AAB, subgrupo prata) enriquecido com farinha da casca de jabuticaba (Myrciaria jabuticaba (Vell.) Berg.)**. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 10, n. 1, p. 89-104, jan./abr. 2017.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. **Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.

RAMOS, S. A.; OLIVEIRA, L. F.; SILVA, M. R.; CAPOBIANGO, M. **Reaproveitamento de resíduos alimentares: desenvolvimento e caracterização de farinha de casca de tangerina (Citrus reticulata)**. *Scientia Plena*, v. 19, n. 4, p. 041501-1–041501-11, 2023.

RAMOS. R. V. R. et al. **Sustentabilidade: utilização de vegetais na forma integral ou da partes alimentícias não convencionais para elaboração de farinhas.** *Ciência e Tecnologia de alimentos.* 2020.

RAMOS, S. A. et al. **Caracterização físico-química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (Mangifera indica) e sua aplicação em brownie**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, e22310212436, 2021.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay**. *Free Radical Biology and Medicine*, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RICARDINO, I. E. F.; SOUZA, M. N. C.; NETO, I. F. da S. **Vantagens e possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais**. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 1, n. 8, p. 55–79, 2020.

RUFINO, M. S. M. Et al. **Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil**. *Food Chem*. 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MANCINI FILHO, J.; MOREIRA, A. V. B. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β-caroteno/ácido linoléico**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

SANTOS, T. A.; ABREU, J. P.; TORRES, T. L. **Avaliação das características físico-químicas, atividade antioxidante e fenólicos totais da farinha do extrato da jabuticaba (Myrciaria jaboticaba)**. *Científica Multidisciplinary Journal*, v. 8, n. 2, p. 1–13, 2020. DOI: 10.29247/2358-260X.2020v7i2.4730.

SHIRAHIGUE, L. D.; CECCATO-ANTONINI, S. R. **Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 50, n. 4, e20190857, 2020. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190857.

SILVA, E. B. et al. **Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 5, p. 93–98, 2015.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante**. *Química Nova*, v.22, n.1, p.95-103, 1999.

SILVA, L. S.; PIERRE, F. C. **Aplicabilidade do cupuaçu (theabroma grandiflorum (willd. Ex spreng.) Schum). Em produtos e subprodutos processado.** *Teklme e Logos,*12 (1). 2021.