



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Potencial de Aplicação dos Subprodutos do Processamento da Maçã: Mapeamento das Pesquisas Científicas no Contexto Brasileiro

Application Potential of Apple Processing By-products: Mapping of Scientific Research in the Brazilian Context

Guilherme Semionato Galicio¹¹, Débora Graciele Pizápio¹, Michele Rosset²

¹Instituto Federal do Paraná, CEP 85690-740, Palmas - PR, Brasil

² Instituto Federal do Paraná, CEP 83403-515, Colombo - PR, Brasil

Resumo: A maçã é uma fruta bastante consumida mundialmente e teve seu início de cultivo no país na década de 1920. Vários incentivos governamentais foram disponibilizados, principalmente para a região Sul do país (SC em especial), em decorrência do clima. Quase 90% da produção nacional é consumida “*in natura*” e o restante é industrializado para produção de suco. Desse processamento são originados subprodutos com alto valor nutricional que podem ser utilizados na alimentação humana e também para obtenção de compostos bioativos e até biocombustíveis. O presente trabalho tem como objetivo mapear as pesquisas realizadas nos últimos anos, através de uma revisão sistemática de literatura, que investigaram as possibilidades de aplicações dos subprodutos da maçã no contexto brasileiro. Após o levantamento dos artigos publicados, observou-se que a utilização dos subprodutos de maçã cumpre com os três pilares da sustentabilidade: ambiental, reduzindo o descarte inadequado dos resíduos; econômico, agregando valor aos novos produtos e gerando renda adicional para agricultores e indústria e; social, como fonte de compostos bioativos que auxiliam na promoção da saúde.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Reaproveitamento. Economia Circular. Subproduto Agroindustrial.

Abstract: Apples are a fruit widely consumed worldwide, and their cultivation in the country began in the 1920s. Various government incentives were made available, especially for the southern region of the country (particularly Santa Catarina), due to the climate. Almost 90% of the national production is consumed fresh, and the remainder is industrialized for juice production. This processing results in by-products with high nutritional value that can be used for human consumption and for obtaining bioactive compounds and even biofuels. This study aims to map the research conducted in recent years, by systematic literature review, that investigated the possibilities of applying apple by-products in the Brazilian context. After reviewing the published articles, it was observed that the use of apple by-products fulfills the three pillars of sustainability:

¹ guilherme.galicio@ifpr.edu.br

environmental, by reducing the improper disposal of waste; economic, by adding value to new products and generating additional income for farmers and the industry; and social, as a source of bioactive compounds that help promote health.

Keywords: Sustainability. Reuse. Circular economy. Agro-industrial by-product.

1 INTRODUÇÃO

A maçã é uma fruta amplamente consumida no mundo, cerca de 11,6 kg por habitante no ano de 2021, de acordo com a FAO. Os primeiros registros de cultivos comerciais no Brasil se deram em 1926, no município de Valinhos–SP (Petri et al., 2011). No final da década de 1960 e início da década de 1970, houve grande impulso para o desenvolvimento comercial da cultura de maçã, dado principalmente pela implementação do Projeto de Fruticultura de Clima Temperado Profit, pelo Estado de Santa Catarina, por meio da Lei nº 4.263 de 1968. O propósito desta lei era promover e estimular a fruticultura na região e juntamente com a Lei Federal nº 5.106 de 1966, que dispunha sobre incentivos fiscais, permitiu a dedução de 50% do imposto de renda devido, para investimento em florestamento e reflorestamento, podendo ser realizado com árvores frutíferas, incluindo o cultivo de macieiras e isso ajudou a impulsionar significativamente a expansão comercial desta cultura tanto em Santa Catarina quanto para o restante do país (Petri et. al 2011; Lei Estadual 4263/1968 SC; Lei Federal 5106/1966).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam que a produção de maçã no ano de 2022 atingiu um total de 1.047.217 toneladas. Esta produção estava concentrada nos Estados de Santa Catarina, seguidos do Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais e São Paulo, respectivamente (IBGE, 2022). Um dos fatores que propiciam a sua produção é o clima. A macieira é uma planta de estrutura vegetativa perene, resultante do crescimento acumulado ao longo de vários anos. Este crescimento está relacionado ao vigor da planta, sua adaptação às condições climáticas locais, espaçamento de plantio, condições do solo, disponibilidade de água e práticas de manejo (Nachtigall et. al., 2009).

Cerca de 80% a 90% da produção de maçã no Brasil é destinado para consumo *in natura*, enquanto o restante passa por processos industriais, principalmente para a

produção de sucos (Lucas, 2017). Durante o processamento da fruta para a fabricação de sucos concentrados e integrais, cerca de 15% resultam em resíduos que possuem consideráveis valores nutricionais, porém tradicionalmente são direcionados para alimentação animal ou compostagem (Kreutz, 2021).

A gestão desses subprodutos oriundos do seu processamento após a extração do suco tem se tornado um desafio tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental e várias estratégias recentes vêm sendo aplicadas para reaproveitar esses resíduos, incluindo sua utilização que vai desde compostos bioativos até biocombustíveis (Woiciechowski et al, 2013). Em razão do grande volume de descarte, o uso dos “resíduos” orgânicos tem chamado a atenção tanto da indústria como da comunidade científica. No país, estudos vêm sendo realizados para o desenvolvimento de novos produtos a partir desses “resíduos”, contribuindo para a produção de alimentos mais saudáveis e nutritivos, ao mesmo tempo que reduz os impactos ambientais (Giannoni et al, 2017).

Nesse contexto, a pergunta de pesquisa é: o que os estudos dos últimos anos trazem a respeito dos subprodutos de maçã e seu potencial de aplicação? O presente artigo tem como objetivo mapear as pesquisas realizadas nos últimos anos que investigaram as possibilidades de aplicações dos subprodutos da maçã no contexto brasileiro. Ao mapear as pesquisas existentes, este estudo se justifica por apresentar o potencial inerente da aplicabilidade desses subprodutos.

Do ponto de vista dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), pode ser relacionado com o ODS nº 2 (fome zero e agricultura sustentável): “garantir a segurança alimentar, acabando com a fome e promovendo sistemas alimentares sustentáveis”. Também faz menção ao ODS nº 12 (consumo e produção responsáveis): “promover o consumo e a produção responsáveis, incluindo o uso eficiente de recursos naturais”.

1.1 PANORAMA ATUAL

As pesquisas científicas com enfoque para reaproveitamento dos resíduos agroindustriais podem desempenhar um papel essencial na promoção da sustentabilidade



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



e segurança alimentar e na diminuição do desperdício. No caso dos estudos sobre subprodutos de maçã, como cascas, sementes e polpa residual, as indústrias de alimentos e cosméticos têm demonstrado muito interesse, devido ao seu alto valor nutricional e propriedades funcionais. Por exemplo, as cascas de maçã são ricas em compostos fenólicos, fibras dietéticas e antioxidantes, interessantes na fabricação de produtos alimentares funcionais e suplementos nutricionais. Também apresentam propriedades anti-inflamatórias e anti carcinogênicas, que podem contribuir para a saúde humana e reduzir o risco de doenças crônicas (Krasnova, 2019; Wolfe et al., 2003).

A farinha de casca de maçã incorporada em produtos de panificação, como pães e bolos, melhora significativamente o valor nutricional e as propriedades funcionais dos alimentos. Pesquisas demonstraram que, a adição de 5% de farinha de casca de maçã na massa de pães integrais aumenta o teor de fibras dietéticas e a capacidade antioxidante do produto final, sem comprometer a aceitação sensorial. Também podem ser feitos *chips* e barras de cereais com subprodutos de maçã, como forma de melhorar o seu aproveitamento e aumentar o consumo de alimentos funcionais (Kowalska et al., 2017; Catana et al., 2018).

Ainda sobre aplicações nutricionais, podem ser formulados suplementos alimentares e ingredientes funcionais. Compostos fenólicos (quercetina e ácido clorogênico), servem de base para extratos antioxidantes, que podem ser usados em suplementos dietéticos. A pectina obtida, por exemplo, é um prebiótico natural, contribuindo para a modulação do microbioma intestinal. Os subprodutos de maçã oferecem benefícios significativos à saúde, alinhando-se às tendências de consumo consciente e sustentável (Bhushan et al., 2018; Lyu et al., 2020).

Ao combinar subprodutos de maçã com outros subprodutos de frutas e vegetais surgem novos produtos alimentícios e ingredientes funcionais. Pesquisas indicam que a mistura de casca de maçã com subprodutos de cenoura pode aumentar o teor de fibra e compostos antioxidantes em produtos de panificação; combinados com cascas de laranja para fabricar marmeladas e geleias melhoram a textura e o sabor e adicionam valor nutricional extra ao produto pois há compostos bioativos presentes nos diferentes subprodutos (Ktenioudaki et al., 2013).

Há também a produção de bebidas funcionais, combinando subprodutos de maçã com subprodutos de beterraba e uva, resultando em bebidas ricas em polifenóis, com elevada capacidade antioxidante e propriedades probióticas, contribuindo para a saúde digestiva e imunológica. Se utilizados com cascas de tomate dão origem a novos ingredientes alimentares, como extratos antioxidantes que, adicionados a produtos cárneos, aumentam sua vida útil e melhoram a segurança alimentar. Essas abordagens destacam o potencial dos subprodutos de maçã quando combinados com outros resíduos vegetais, promovendo a sustentabilidade e a inovação na indústria alimentícia (Kauser et al., 2024).

Outra substância extraída da casca da maçã é a pectina, um polissacarídeo usado como agente gelificante em diversas aplicações alimentares e farmacêuticas e, conforme Canteri-Schemin et al (2005), é comparável à pectina comercial. A extração de forma ecológica (assistida por ultrassom) rende mais e é mais eficiente, o que diminui os impactos ambientais (Minjares-Fuentes et al., 2014).

Os subprodutos da maçã também podem ser utilizados na produção de biocombustíveis e biopolímeros. As sementes e polpa residual geram bioetanol, um combustível renovável que pode substituir parcialmente os combustíveis fósseis e também biopolímeros como o ácido polilático (PLA), uma alternativa ao uso de plástico convencional (Taherzadeh et al., 2007).

O gerenciamento e uso adequados dos subprodutos é vital para redução da poluição e também para obtenção de benefícios econômicos, sociais, nutricionais e energéticos. Essas abordagens não só promovem a economia circular, mas também agregam valor aos subprodutos da indústria de processamento de maçã, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica (Arias, 2020).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é uma revisão sistemática com enfoque descritivo das pesquisas realizadas nos últimos anos que investigam o potencial de aplicações dos subprodutos de maçã no contexto brasileiro.



A busca foi realizada no mês de maio de 2024, utilizando as bases de dados *Google Scholar*, *Capes* e *Scielo*. Os descritores utilizados foram: “subprodutos de maçã”, “resíduos de maçã”, “reaproveitamento de maçã”, “bagaço de maçã”, “casca de maçã”, utilizando o operador booleano “OR”. Como critérios de inclusão foram selecionados os artigos publicados entre 2016 e 2024, sobre pesquisas realizadas no Brasil, em idioma português. Como critérios de exclusão, foram retirados os artigos de revisão, artigos em duplicidade e estudos incompletos. Observa-se na Figura 1, a maneira como foi realizada a identificação dos artigos nos bancos de dados.

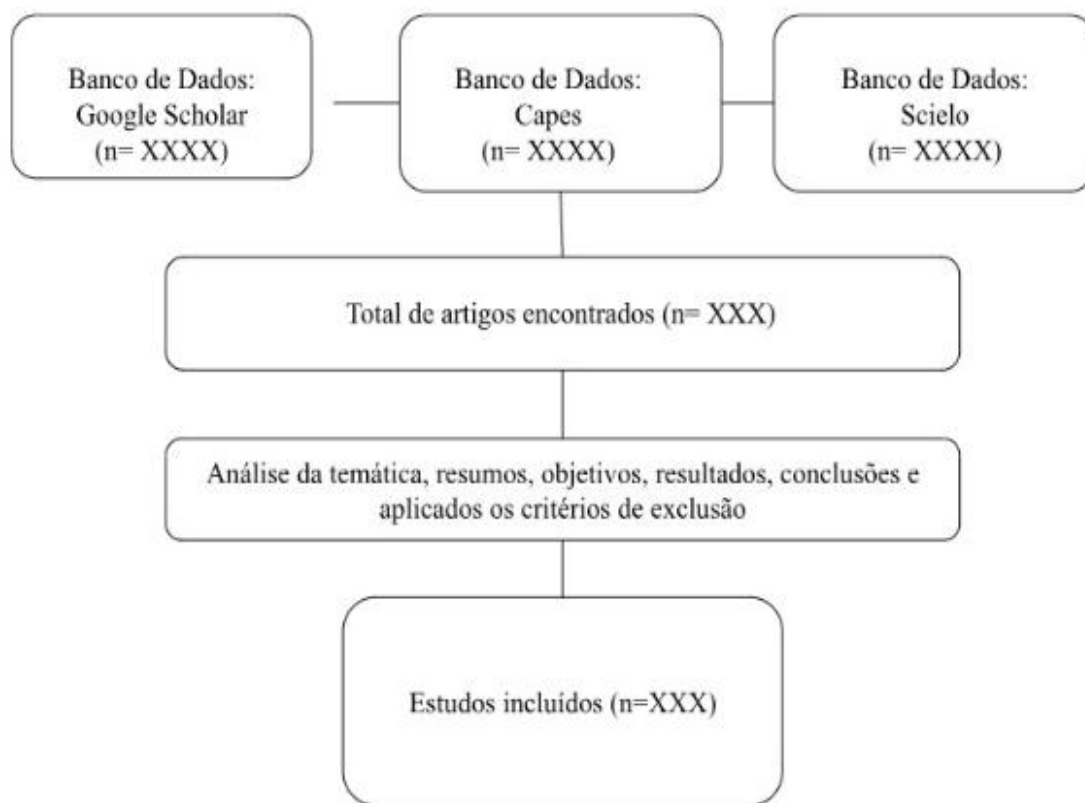


Figura 1: Identificação dos artigos nos bancos de dados.

Fonte: elaborado pelos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a distribuição de artigos coletados de cada base de dados, especificando a quantidade obtida em cada uma delas.



Tabela 1 - Distribuição de artigos conforme a Base de Dados consultada.

Base de dados	Nº de Títulos por Base de Dados
Artigo (CAPES)	3
Artigo (Google Scholar)	16
Artigo (SCIELO)	4
TOTAL GERAL	23

Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da análise das temáticas, resumos, objetivos, resultados, conclusões e aplicados os critérios de exclusão, foram encontrados os artigos que serviram de base para a discussão e análise do tema estudado (Quadro 1). Uma breve análise mostrou que oito Estados Brasileiros estiveram envolvidos nos estudos analisados. O Rio Grande do Sul foi o Estado que mais contribuiu para pesquisas nessa temática, com 6 publicações, seguido pelos Estados de Santa Catarina (5), São Paulo (4), Minas Gerais (3), Tocantins (2), Maranhão, Mato Grosso do Sul e Paraná (1), conforme Figura 2. Se nota que, o ano de 2021 foi o período com maior número de publicações e no ano de 2022 não houve nenhuma publicação nesse sentido, demonstrando que conforme os anos passam, não há uma lógica crescente de publicações a cada ano, conforme pode ser observado na Figura 3.

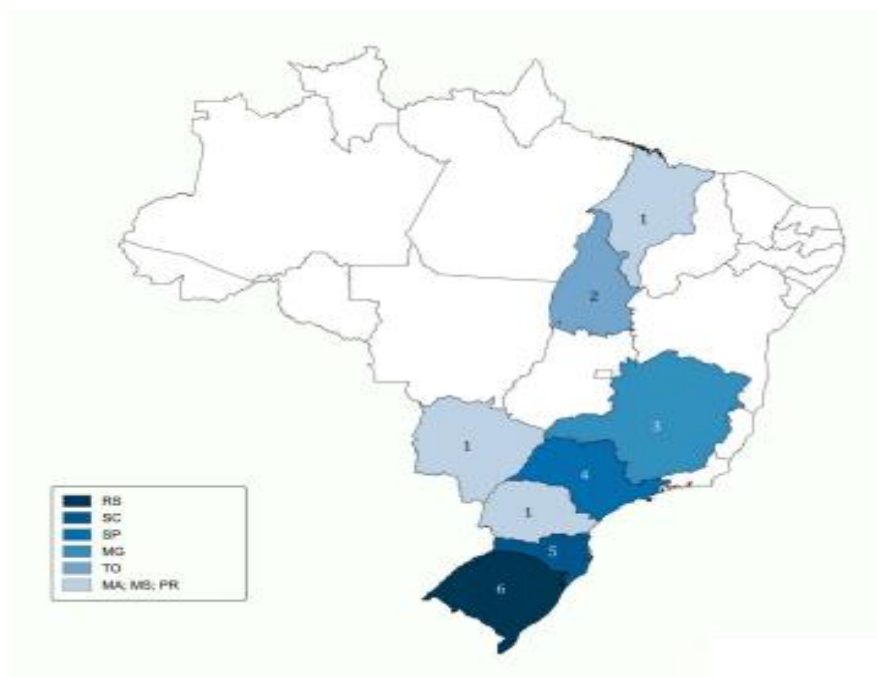


Figura 2: Distribuição de artigos científicos por Estados Brasileiros **Fonte:** Elaborado pelos autores.

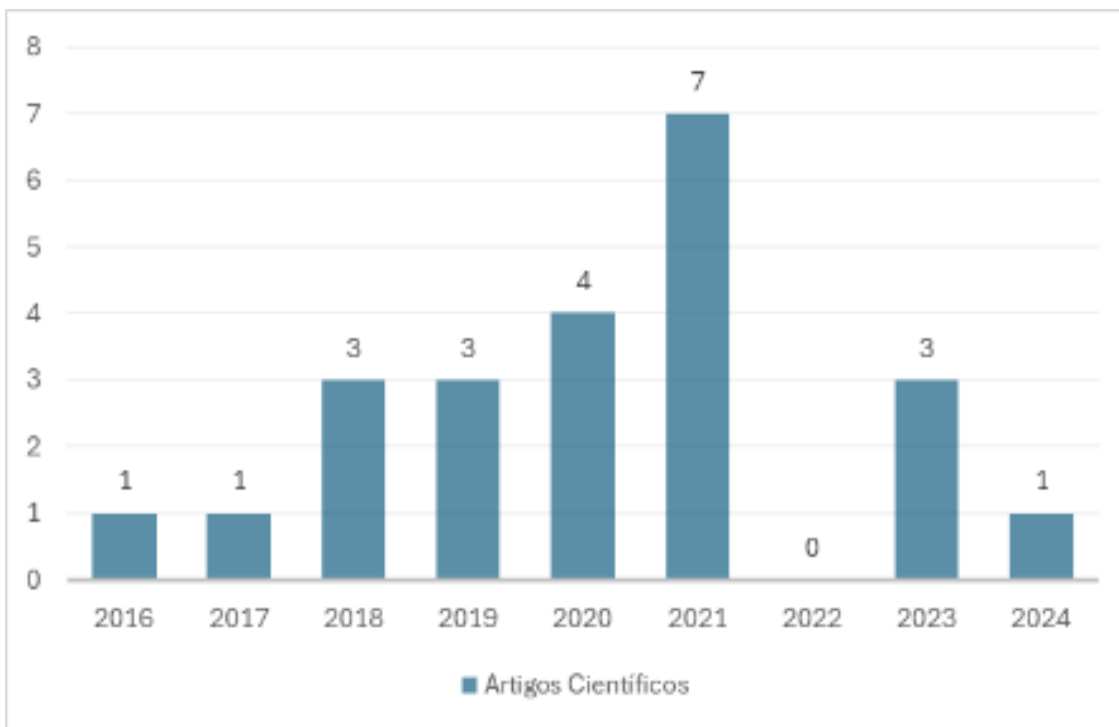


Figura 3: Distribuição da produção de artigos científicos ao longo dos anos **Fonte:** elaborado pelos autores.

Quadro 1 - Visão geral dos estudos realizados a respeito dos subprodutos de maçã. **Fonte:** elaborado pelos autores.



TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVOS DA PESQUISA	ASPECTOS FUNDAMENTAIS	MUNICÍPIO/ ESTADO/ UNIVERSIDADE
DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ALIMENTÍCIO COM APROVEITAMENTO INTEGRAL DO ALIMENTO	Daniel; Ghisleni (2016)	- desenvolver um produto alimentício com aproveitamento integral do alimento, a partir de uma receita padrão	- a adição de cascas na geleia aumentou o teor de fibras na porção, o valor energético e os carboidratos. A adição de cascas aumentou em 15% no rendimento total da geleia. Conclusão: Tais dados sugerem que a geleia com cascas é uma alternativa no aproveitamento integral dos alimentos, pois atende os objetivos de reduzir desperdício, aumentar rendimento, agregar valores nutricionais, além de ter ótima aceitação pelos avaliadores.	Erechim - RS (URI)
EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA NOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS E COMPOSTOS FENÓLICOS DE FARINHAS DE RESÍDUOS DE FRUTAS DURANTE ARMAZENAMENTO	Aranha et al. (2017)	- avaliar o efeito da irradiação na qualidade microbiológica, nas propriedades físico-químicas e nos compostos fenólicos da farinha de resíduos de frutas (abacaxi, melão, mamão e maçã), durante seu armazenamento.	- as doses mais eficazes, com a manutenção da qualidade microbiológica e características físico-químicas da farinha, foram as doses de 2 e 3 kg.	Piracicaba - SP (ESALQ)
CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NA COLHEITA E NO BENEFICIAMENTO DA MACIEIRA PARA FINS ENERGÉTICOS EM LEITOS FLUIDIZADOS POLIDISPERSOS.	Sgorla et al. (2018)	- caracterizar e avaliar o potencial energético de diferentes resíduos obtidos da colheita e no beneficiamento da macieira para fluidização em leitos polidispersos.	- As matérias-primas utilizadas nos experimentos foram provenientes da colheita (galhos e folhas) e do beneficiamento da macieira (descartes - frutos não comerciais) da variedade fuji. - a utilização dos resíduos da produção de maçã apresenta grande potencial em processos de termoquímicos, sendo que a gaseificação em leito fluidizado, como o objetivo de gerar gás para mover turbina e gerar energia elétrica, é a alternativa mais passiva de execução em grande escala. No entanto, é necessário que sejam feitas análises mais profundas quanto às frações químicas e energéticas presentes nos galhos e folhas de macieira e na maçã de descarte para maior eficiência e rendimento nos diferentes processos de biorrefinaria, além de uma análise financeira.	Vacaria - RS (PUC, UERGS, FCT/UNL e UNISINOS)



DOCE EM MASSA MISTO DE JABUTICABA E MAÇÃ ADICIONADO DE ALBEDO DE MELANCIA	Soares et al. (2018)	- elaborar, caracterizar e avaliar a qualidade do doce em massa misto de jabuticaba e maçã adicionado de albedo (parte branca, entre a casca e a polpa) de melancia.	- o doce foi seguro para consumo humano e apresentou boa aceitação pelos provadores, sendo tecnologicamente viável sua produção	Rio Pomba - MG (IFSEMG)
MARACUJÁ E MAÇÃ: DE RESÍDUOS AO POTENCIAL ANTIOXIDANTE, ANTIMICROBIANO E ANTI-ALZHEIMER	Lima et al. (2018)	- determinar o potencial de aproveitamento de resíduos de maracujá (<i>Passiflora edulis</i>) e de variedades de maçã (<i>Malus domestica</i>) na produção de farinhas funcionais.	- todos os resíduos mostraram potencial para aproveitamento como produto funcional, seja como fonte de antioxidantes, conservante natural (antimicrobiano) para alimentos secos ou uso suplementar no tratamento de Alzheimer.	Belo Horizonte - MG (UNIBH)
EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE BAGAÇO DA MAÇÃ E HIDROLATO DE CANELA ENCAPSULADO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E REOLÓGICAS DE BEBIDA LÁCTEA	Saqueti et al. (2019)	- desenvolver e caracterizar bebidas lácteas adicionadas de farinha do bagaço da maçã e hidrolato da canela encapsulado.	- o bagaço de maçã contribuiu para o aumento da viscosidade aparente. O uso de subprodutos, tais como o bagaço de maçã e o hidrolato da canela, mostrou ser promissor para melhorar o valor nutricional de bebidas lácteas.	Maringá - PR (UEM)
REPRODUÇÃO EXPERIMENTAL DE ANOMALIAS CONGÊNITAS NA PROGENIE DE VACAS ALIMENTADAS COM BAGAÇO DE MAÇÃ DURANTE A GESTAÇÃO	Wicpolt et al. (2019)	- descrever e discutir os resultados do experimento realizado em vacas prenhes que foram alimentadas com 25 kg/dia de bagaço de maçã.	- amostras do bagaço de maçã utilizado na experimentação foram congeladas e enviadas para avaliação de resíduos agrotóxicos, onde foi encontrado resultado positivo para o fungicida carbendazim.	Lages - SC (UDESC)
MALFORMAÇÕES ÓSSEAS EM BEZERROS E SUA RELAÇÃO COM A INGESTÃO DE BAGAÇO DE MAÇÃ POR VACAS PRENHES	Wicpolt et al. (2019)	- relatar a ocorrência de três surtos de malformação óssea em bezerros nascidos de vacas alimentadas com bagaço de maçã.	- descrever seus fatores epidemiológicos, clínicos e patológicos.	Lages - SC (UDESC)



<p>AVALIAÇÃO DE POLIFENÓIS, ATIVIDADE ANTIBACTERIANA, PH E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO E ÁGUA DO RESÍDUO DE SUCO DE MAÇÃ.</p>	<p>Kreutz et al (2020)</p>	<p>- caracterizar dois resíduos sólidos orgânicos provenientes do processamento de suco de maçã (casca e a torta do processamento do suco). - Avaliar a concentração de compostos fenólicos no resíduo da produção do suco de maçã, oriundas de uma indústria de processamento no Rio Grande do Sul, e aproveitamento como fonte importante de nutrientes.</p>	<p>- a casca e a torta do processamento do suco foram analisadas quanto à concentração de polifenóis, pH, capacidade de absorção de óleo e água e quanto à presença de compostos com atividade antibacteriana.; - o presente estudo indica que o resíduo de maçã liofilizado apresentou importante concentração de compostos fenólicos em sua composição. - Os resultados obtidos indicam baixa concentração de compostos com atividade antibacteriana neste resíduo. - o resíduo de maçã liofilizado, tanto da torta quanto da casca possui um alto valor nutricional em relação aos polifenóis; - possibilidade de utilizar este produto como alimento aos seres humanos e agregando valor para a indústria processadora.</p>	<p>Encantado - RS (UERGS)</p>
<p>AVALIAÇÃO FÍSICA E SENSORIAL DE CHIPS DESIDRATADOS DE MAÇÃ SABOR NATURAL E CANELA</p>	<p>Borges et al. (2020)</p>	<p>- avaliar fichas físicas e sensorialmente o chip desidratado de maçã sabor natural e canela.</p>	<p>- resultados demonstraram o potencial de produção e comercialização da maçã desidratada tanto sabor natural quanto sabor canela.</p>	<p>São João Evangelista - MG (IFMG)</p>
<p>CARVÃO ATIVADO DE BAGAÇO DE MAÇÃ PARA REMOÇÃO DE FÁRMACOS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL</p>	<p>Ruschel (2020)</p>	<p>- preparação de carvão ativado a partir de bagaço de maçã (CABM) e a sua aplicação na remoção dos seguintes fármacos: diclofenaco (DFC), cafeína (CAF), sulfametoxazol (SMZ), acetaminofeno (ACT) e ibuprofeno (IBU).</p>	<p>- o carvão possui uma maior quantidade de fármaco adsorvido (qe) em ensaios onde foram utilizados 10 mg, pH neutro e 1440 min. Além disso, o ponto de saturação não foi atingido no estudo da concentração inicial, visto que se observa crescimento linear durante todo o experimento, o que sugere que o que tenderia a aumentar se colocado em contato com maiores concentrações de contaminantes.</p>	<p>Porto Alegre - RS (UFRGS)</p>
<p>TEORES DE MINERAIS NA CASCA E NA POLPA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE MACIEIRA</p>	<p>Sachini et al. (2020)</p>	<p>- quantificar teores minerais na casca e na polpa, em frutos de cultivares de macieiras com potencial de produção no Sul do Brasil.</p>	<p>- Entre os minerais avaliados, considerando o consumo de um fruto de 115 g (exceto carpelo e sementes), o potássio supre a maior porcentagem da ingestão diária recomendada para o organismo, seguido do fósforo e do magnésio. O cálcio presente em macas apresenta baixa contribuição para o suprimento da ingestão diária. Devido às maiores concentrações dos minerais na casca em relação à polpa, o consumo dos frutos inteiros aumenta o percentual de minerais ingeridos. Ainda, os minerais avaliados</p>	<p>Lages - SC (UDESC)</p>



			apresentaram diferenças significativas em função da cultivar.	
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE PECTINASE A PARTIR DO RESÍDUO DA CASCA DA MAÇÃ POR FERMENTAÇÃO DE ESTADO SÓLIDO.	Da costa et al. (2021)	- avaliar a utilização da casca da maçã como substrato para produção de pectinase em estado sólido utilizando <i>Aspergillus niger</i> .	- a viabilidade da produção de pectinase a partir da casca da maçã na produção de enzimas pectinolíticas produzidas por fermentação em estado sólido pelo <i>Aspergillus niger</i> .	Bento Gonçalves - RS (UERGS)
BISCOITO TIPO "COOKIE" COM ADIÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS	Duarte et al. (2021)	- produzir biscoitos do tipo cookie com adição de farinha de resíduos de frutas. As frutas selecionadas foram maçã, banana, abacaxi e maracujá.	- foram produzidas 3 (três) formulações de biscoitos, sendo que no biscoito Tipo II (20% de farinhas) foi possível observar acréscimo de fibras em relação ao biscoito padrão (0% de farinhas) e que o mesmo pode suprir a necessidade diária do consumo de fibras para adultos.	Presidente Prudente - SP (UNOESTE)
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FERMENTAÇÃO ACÉTICA COM DIFERENTES CASCAS DE FRUTAS	Viroli et al. (2021)	- produzir, caracterizar e correlacionar o extrato seco total com a densidade do fermentado acético produzido a partir das cascas de abacaxi e maçã.	- os fermentados acéticos produzidos possuem características físico-químicas semelhantes aos produzidos industrialmente, o que os torna adequados para consumo como vinagres comerciais.	Paraíso do Tocantins - TO (IFTO)
DESENVOLVIMENTO , ANÁLISE BROMATOLÓGICA E SENSORIAL DE BISCOITO ELABORADO À BASE DE FARINHA DE MAÇÃ (MALUS COMMUNIS)	Serra et al. (2021)	- elaborar e avaliar a aceitação de biscoito produzido à base de farinha de maçã.	- o produto obtido pode ser incluso comercialmente sob o ponto de vista sensorial, além de apresentar um ótimo perfil nutricional, visando o tratamento e prevenção de doenças como diabetes, dislipidemias e distúrbios intestinais.	Campo Grande - MS (UCDB)
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE LIMÃO E MAÇÃ COMO CONSERVADORES EM PÃO DE FORMA - ESTUDO PRELIMINAR	Souza et al. (2021)	- investigar os efeitos da adição de extratos dos resíduos de maçã e limão na formulação de pães de forma.	- o extrato de maçã teve melhor desempenho, pois pode melhorar a textura e ajudar a retardar o crescimento de fungos em pães de forma.	Campinas - SP (UNICAMP)
CARACTERIZAÇÃO DO VINAGRE ARTESANAL PRODUZIDO COM	Viroli et al. (2021)	- produziu e caracterizou um vinagre elaborado a partir das cascas de maçã.	- o vinagre produzido com casca de maçã apresentou resultado dentro do estabelecido pela legislação brasileira.	Palmas - TO (IFTO)



CASCA DE MAÇÃ				
BIOENERGIA E SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE SUCO DE MAÇÃ	Sforça et al. (2021)	- identificar as rotas tecnológicas mais promissoras para a valorização de bagaço de maçã.	- a obtenção dos seguintes produtos de valor agregado: pectina, antioxidantes, etanol, metano, xilitol, ácido acético, fibras dietéticas, emulsificantes, compostos fenólicos, xiloglucano, filmes de base biológica e objetos 3D.	Campinas - SP (UNICAMP)
SUBPRODUTOS DE FRUTAS E VEGETAIS COMO INGREDIENTES FUNCIONAIS: QUAIS SÃO AS LIMITAÇÕES PARA O PROCESSAMENTO INDUSTRIAL EM GRANDE ESCALA COMO PÓ?	Carlini et al. (2023)	- analisar hipóteses quanto às principais barreiras ao processamento industrial de partes comestíveis de subprodutos alimentares tornados pó.	- estudos aplicados com uma visão holística sobre a utilização de subprodutos alimentares, em conjunto com maior acompanhamento de comunicação, podem resultar em melhor conhecimento e, conseqüentemente, atingir consumidores e mercados para esses subprodutos alimentares.	Encantado - RS (UERGS)
COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS SILAGENS DE BAGAÇO DE MAÇÃ COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MATÉRIA SECA INICIAL	Rinaldi; Campos; Fonseca (2023)	- avaliar a composição bromatológica das silagens produzidas com bagaço de maçã com diferentes níveis de matéria seca (MS).	- a MS inicial do material influencia diretamente na composição bromatológica da silagem e que valores próximos a 35% de MS permitem a produção de uma silagem com boa qualidade.	Videira - SC (IFC)
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS A PARTIR DA CASCA E DA POLPA DA MAÇÃ GALA.	Pezini et al (2023)	- produzir e caracterizar farinhas a partir da casca e da polpa da maçã Gala e elencar suas possíveis aplicações em alimentos.	- as farinhas obtidas da casca e da polpa de maçã sugerem potencial aplicação em alimentos como pães, bolos, biscoitos, cookies, cupcakes, barras de cereal, geleias, bebidas lácteas, entre outros, a fim de enriquecer e aumentar as propriedades nutricionais e funcionais dos alimentos.	Pinhalzinho - SC (UDESC)
AValiação DA ESTABILIDADE DAS ANTOCIANINAS EM RESÍDUOS DE MAÇÃ	Silva et al. (2024)	- avaliar a capacidade antioxidante a partir da determinação das antocianinas extraídas de extratos de resíduos da maçã cv. Gala.	- resultados obtidos indicaram a possibilidade da utilização dos resíduos de maçã cv. Gala como fonte de antioxidantes naturais.	São Luiz - MA (CEUMA)

Os estudos a respeito do potencial de aplicação dos subprodutos de maçã nos últimos anos no Brasil têm demonstrado uma tendência da maioria das pesquisas serem direcionadas para a questão alimentar (nutrição e suplementação). De maneira geral, os

subprodutos de maçã como bagaço, cascas ou resíduos do processamento de suco, vem demonstrando potencialidades para o aumento do valor nutricional e conservadores de produtos alimentícios como lácteos, biscoitos, pães, doces e geleias (Daniel; Ghisleni, 2016; Pezini et al 2023; Soares et al, 2018; Saqueti et al, 2019; Duarte et al, 2021; Souza et al 2021). Ademais acrescenta-se a produção de pectinase e vinagre a partir da casca de maçã (Da costa et al, 2021; Viroli, 2021)

Esses subprodutos são ricos em compostos bioativos que podem contribuir na melhora da saúde humana, com potenciais antioxidantes, antimicrobianos e com excelentes perfis nutricionais que podem auxiliar no tratamento e prevenção de doenças como diabetes, dislipidemias e distúrbios intestinais e até mesmo para o uso suplementar no tratamento de Alzheimer (Lima et al, 2018; Kreutz et al, 2020; Serra et al 2021; Sforça et al, 2021; Silva et al, 2021).

Além dos benefícios nutricionais e de suplementação, os subprodutos da maçã também foram estudados para aplicação em contextos não alimentícios, como por exemplo, em processos termoquímicos com o objetivo de gerar gás para mover turbinas e geração de energia elétrica provenientes de galhos, folhas e descartes de frutos não comercializados (Sgorla et al, 2018).

Estudos também indicaram potencial para a preparação de carvão ativado a partir de bagaço de maçã e a sua aplicação na remoção de fármacos da água (Ruschel, 2020).

4 CONCLUSÕES

A utilização dos subprodutos de maçã cumpre com os três pilares da sustentabilidade: (a) ambiental - ajudando a reduzir o descarte inadequado dos resíduos, (b) econômico - agregando valor aos novos produtos e gerando renda adicional para agricultores e indústria e; (c) social - sendo fonte disponível de compostos bioativos que auxiliam na promoção da saúde.

Embora a utilização do subproduto de maçã apresenta vantagens para a sustentabilidade, algumas lacunas e desafios estão presentes. A viabilidade financeira para a infraestrutura e tecnologia de processamento e entendimento da cadeia de

abastecimento desses subprodutos podem ser inexistentes em algumas regiões do Brasil, limitando a sua aplicação. Há necessidade de novos estudos sobre este assunto. Existe também a demanda de mais pesquisas para explorar o potencial dos subprodutos de maçã em áreas não alimentícias, ampliando ainda mais a visibilidade econômica, social e benefícios ambientais do uso desses resíduos.

Esta revisão poderá fornecer contribuições significativas para futuros estudos focados em estratégias sustentáveis para a aplicação e gestão eficaz de resíduos da agroindústria, não somente da maçã.

REFERÊNCIAS

- Arias, L. V. A. (2020) Development of energetic functional food product from agro-industrial by-products. Campinas - SP. UNICAMP. Faculdade de Engenharia Agrícola. Tese de doutorado.
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. A., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, 5(11), 121-136.
- Petri, J. L.; Leite, G. B. (2008). Macieira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 4, dez. 2008.
- Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, B., & Ahuja, P. S. (2008). Processing of apple pomace for bioactive molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(4), 285-296.
- Canteri-Schemin, M. H., Fertoni, H. C. R., Waszczyński, N., & Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 259-266.
- Catana, M., Catana, L., Iorga, E., Lazăr, M. A., Lazăr, A. G., Teodorescu, R. I., Asana, A. C., Belc, N. (2018). Achieving of functional ingredient from apple wastes resulting from the apple juice industry. *AgroLife Scientific Journal*, 7(1), 9-17.
- FAOSTAT, FAO (2021). Recuperado de <https://www.helgilibrary.com/indicators/apple-consumption-per-capita/world/#:~:text=Apple%20consumption%20per%20capita%20reached,of%204.29%20kg%20in%201961>. Acesso em 07 de junho de 2024.
- Giannoni, J. A., Imamura, K. B., Venâncio, A. C., Nascimento, R. R., Freitas, V. J., & Marinelli, P. S. (2018). Aproveitamento de resíduos orgânicos para o desenvolvimento de "beijinho" a base de mandioca amarela e rosada. *Revista Da Associação Brasileira De Nutrição - RASBRAN*, 8(2), 50-57.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2022). Produção de Maçã no Brasil. Recuperado de <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/br>. Acesso em 07 de junho de 2024.

Kauser, S., Murtaza, M. A., Hussain, A., Imran, M. (2024). Apple pomace, a bioresource of functional and nutritional components with potential of utilization in different food formulations: A review. *Food Chemistry Advances* (4).

Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2017). What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 150-159.

Krasnova, I., Seglina, D. (2019) Content of phenolic compounds and antioxidant activity in fresh apple, pomace and pomace water extract - effect of cultivar. *SCIENDO - Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, Vol. 73(6), 513-518.

Kreutz, D. H. (2021) Utilização de subprodutos da industrialização de maçã para o desenvolvimento de um adoçante natural. Dissertação (Mestrado) – UERGS, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado.

Ktenioudaki, A., O'Shea, N. & Gallagher, E. (2013) Rheological properties of wheat dough supplemented with functional by-products of food processing: Brewer's spent grain and apple pomace. *Journal of Food Engineering*, 116(2) - 362-368.

Lei Federal Nº 5.106, de 2 de Setembro de 1966 - Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. Recuperado de (<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5106-2-setembro-1966-368482-norma-actualizada-pl.html>). Acesso em 01 de junho de 2024.

Lei Ordinária 4263/1968 - Cria o Projeto de Fruticultura de Clima Temperado Vinculado à Secretaria de Agricultura de SC e dá Outras Providências. Recuperado de (<https://leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-4263-1968-santa-catarina-cria-o-projeto-de-fruticultura-de-clima-temperado-vinculado-a-secretaria-de-agricultura-e-da-outras-providencias>). Acesso em 01 de junho de 2024.

Lucas, R. F. (2017) Produção Nacional de Maçãs. *Revista Campo & Negócios Online*. Recuperado de (<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-nacional-de-macas/>). Acesso em 29 de maio de 2024.

Lyu, F., Luiz, S. F., & Rosenthal, A. (2020). Apple pomace as a functional ingredient in food products. *Food Research International*, 128, 108770.

Minjares-Fuentes, R., Femenia, A., Garau, M. C., Meza-Velázquez, J. A., & Simal, S. (2014). Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape pomace using citric acid: A response surface methodology approach. *Carbohydrate Polymers*, 106, 179-189.



Nachtigall, G.R, et al. (2009). Macieira. Embrapa Uva e Vinho – Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E). Recuperado de (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/575085>). Acesso em 30 de maio de 2024..

Petri, J. L. et al. (2011). Avanços na cultura da macieira no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. spe1, p. 48–56, out.

Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 512-531.

Taherzadeh, M. J., Karimi, K. (2007). Enzyme-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: A review. *BioResources*, 2(4), 707-738.

Woiciechowski, A. L., Carvalho, J. C., Spier, M. R. (2013). Emprego de Resíduos Agroindustriais em Bioprocessos Alimentares. In: *Biotecnologia de Alimentos*. Cap. 6, 1a Ed., Atheneu Editora.

Wolfe, K., Wu, X., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 609-614.