



VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS DE CAMBUCI E SEU ACOPLAMENTO SUSTENTÁVEL

Palavras-Chave: Biomassa; Biorefinaria; Bioeconomia, Valorização Energética

Thuanny Alini Camargo Parisoto [FEA – UNICAMP]

Luana R. Fröner-Lacerda [FEA- UNICAMP]

Vinícius F. Lacerda [FEAGRI- UNICAMP]

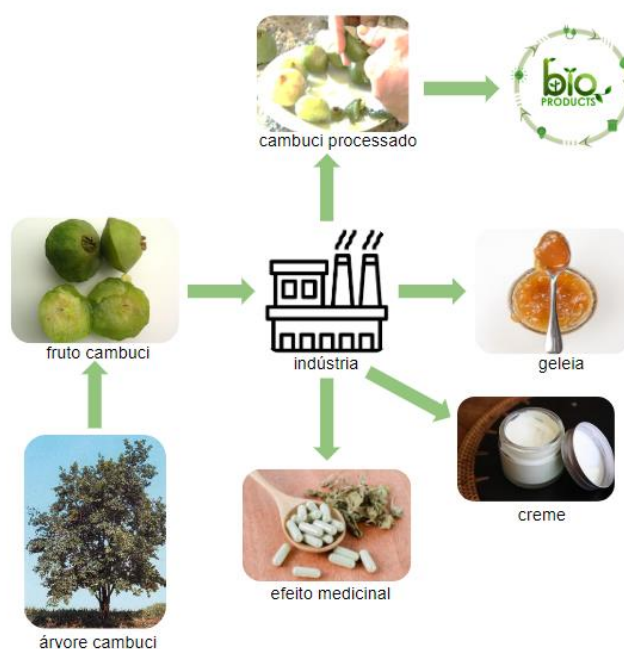
Prof.^a Dr.^a Tânia Forster-Carneiro (orientador/a) [FEA – UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

O volume de resíduos gerados pelas atividades industriais no processamento de alimentos tem relação direta com o crescimento que o mercado experimentará nos seguintes anos. Na atualidade as indústrias que realizam o processamento de produtos agropecuários destinados ao consumo humano, já tem problemas ao lidar com o grande volume de resíduos e efluentes que são gerados produtos de suas atividades inerentes. Algumas indústrias alimentares podem gerar mais da metade de resíduos em relação à matéria-prima utilizada (BUSSOLO DE SOUZA et al., 2018; JIMÉNEZ-CASTRO et al., 2020) Somado à problemática de resíduos e efluentes industriais, a crescente demanda energética em todos as esferas da sociedade incluindo o setor industrial, tem levado ao uso indiscriminado de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, a mudanças climáticas drásticas, que induzem o aquecimento global, devido principalmente às emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE). No caso do Brasil, que tem uma das matrizes energéticas mais limpas de todo o planeta, ainda a participação das fontes não renováveis continua sendo elevada.

O Cambuci (*Camponesia phaea*) é um fruto nativo brasileiro, espécie do bioma mata atlântica. Encontrado em larga escala na região da serra do mar paulista, sua coloração varia de verde claro a amarelo, é de aroma agradável, porém existem algumas limitações quanto ao consumo in natura devido à sua alta acidez. Por outro lado, o fruto é de grande potencial de industrialização devido ao alto rendimento da polpa, teor de pectina e ácido ascórbico, dessa forma sua polpa é bastante utilizada hoje na produção de geleias. Também o Cambuci possui uma grande quantidade de compostos fenólicos, alto teor de ácido elágico, ácido sirínico e derivados de quercetina na polpa que possuem alta capacidade antioxidante (Aschemann et al., 2021; Bianchini et al., 2016; Curi et al., 2018; Souza et al., 2010). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o aproveitamento e valorização energética dos resíduos sólidos e/ou líquidos provenientes das indústrias de processamento de Cambuci e identificar tendências nas pesquisas relacionadas ao Cambuci, bem como os principais países e áreas de pesquisas. Como pode ser observado na figura abaixo

Figura 1: Esquema de processamento e rotas para o fruto cambuci



Autoria própria, 2023

METODOLOGIA:

Nesse trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica em publicações científicas indexadas nas bases da Scielo, Chemical Abstracts, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI, SCOPUS, e Google Scholar e especialmente foi realizada uma análise focada em artigos de revisão e pesquisas publicadas entre 2003 e 2022. A busca foi realizada na base de dados Scopus© utilizando as seguintes palavras e termos: cambuci OR campomanesia AND phaea OR "O. Berg Landrum" OR "(O. Berg) Landrum" OR cambucizeiro. Além disso, foi utilizado o filtro por tipo de documento, selecionando "artigo" e "revisão"

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

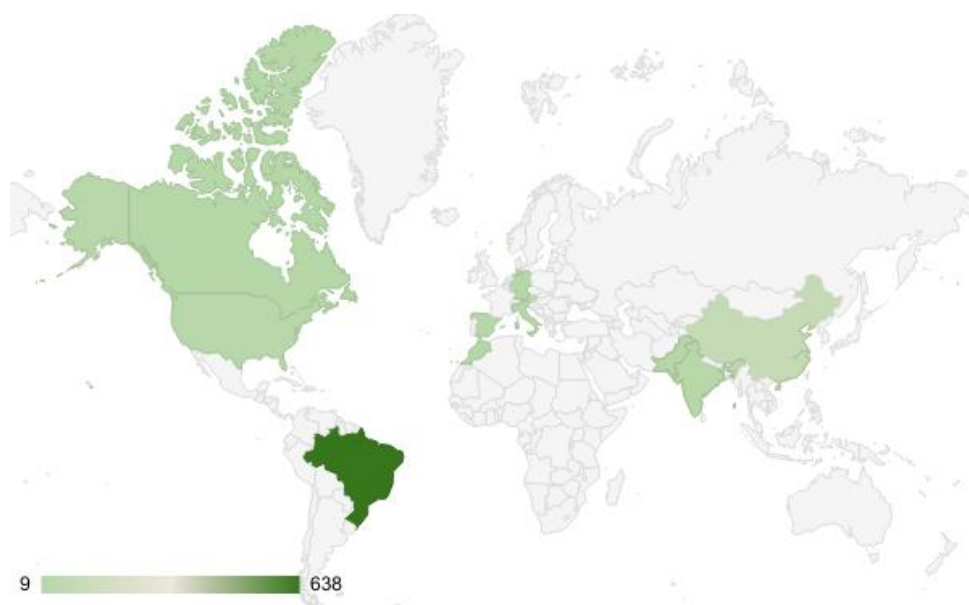
Os arquivos contabilizados foram exclusivamente artigos e resenhas publicados entre 2000 - 2022. Foram encontrados mais de 150 documentos, entre artigos e revisões publicadas na base Scopus. O Brasil é líder absoluto em número de publicações, responsável por mais de 100 documentos relacionados às ciências agrícolas e biológicas, bioquímica, genética e biologia molecular; e química. Na segunda posição está a China, com pesquisas em ciências agrícolas e biológicas e ciências ambientais. O terceiro lugar corresponde à Áustria, com pesquisas em farmacologia, toxicologia e ciências farmacêuticas. Em 2004 e 2007, as publicações cessaram, voltando a ocorrer a partir de 2005.

O número de publicações ficou abaixo de 7 por 13 anos até 2016, quando começou um crescente interesse pelo cambuci, demonstrado pelo crescimento de publicações. O ano de 2021 foi o ano que apresentou o maior número de publicações, atingindo a marca de 45 documentos. O aumento das publicações está relacionado ao surgimento de novas áreas de pesquisa. Até 2017, as áreas de

pesquisa se alternavam, atingindo o máximo de 4 por ano, o que mudou em 2019 com a publicação de documentos por novas áreas de pesquisa. Isso se repetiu nos outros anos. A principal área de publicação é Ciências Agrárias e Biológicas, tendo sido publicados um total de mais de 110 artigos.

A diferença entre o número de documentos abertos pela primeira e segunda áreas é de 50%, demonstrando assim o grande interesse pelo cambuci. A segunda área principal é a Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, com 30 documentos, seguida da Química, Ciências Ambientais e Farmacologia e Toxicologia e Farmacêutica, ambas com 21 documentos. O número de publicações pode ser observado de forma ilustrativa na figura 2 abaixo, por onde foi-se dividido em territórios e pela quantidade de arquivos produzidos publicados por cada país.

Figura 2: Publicações sobre Cambuci por país.



Autoria própria, 2023

E a partir das publicações encontradas no Brasil em outros países pode se construir uma tabela com algumas das principais utilizações do Cambuci, esses estudos podem ser encontrados na tabela (1) abaixo que apresenta um resumo sobre as principais revistas científicas que têm como base de interesse a utilização de cambuci.

Tabela 1: Rotas tecnológicas cambuci

Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusões	Referências
Examinar possível diferença de variedades de cambuci, indicadas pelos produtores, por meio de caracterização do fruto e a elaboração de geleia	A localização dos frutos é de Mogi Mirim, e foram separados em quatro categorias (A, B, C, D). Determinou-se a umidade, pH, acidez, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico. Foram realizados testes de aceitação com escala hedônica, com os frutos processados em geleias, que foram divididos em dois grupos: 50%50% e 40%60% açúcar e fruto	A umidade não variou muito em relação aos grupos A, B e D. Apenas o C apresentou uma variedade de umidade maior. pH variou de 2,75 a 2,97. O grupo C apresentou a maior variedade de sólidos solúveis totais (8,68°Brix). O grupo D apresentou a maior acidez (5,76) e a B com a menor acidez (2,55) gramas de ácido cítrico em 100 gramas de fruto. O teor de ácido ascórbico foi maior no grupo D (47,38 mg 100 g-1). No teste de aceitação as amostras com 60% de açúcar se mostram melhores em todos os quesitos	Exclusivamente a influência da água não apresenta parâmetros significativos sobre os frutos. Os valores de acidez do grupo B, podem indicar um melhor consumo in natura. As geleias que possuem 60% de açúcar indicou resultados menores para pH, acidez, luminosidade e foi melhor aceita no teste de aceitação.	Silva et al., 2012
Pode-se avaliar o efeito de sucos de frutas clarificados nativos brasileiros na resposta pós-prandial da glicemia a uma refeição com carboidratos em indivíduos saudáveis	Foram-se recrutadas 23 pessoas saudáveis, as frutas e polpas utilizadas nos testes foram, jabuticaba maracujá-alho e cambuci e camu-camu, cagaita, cupuaçu. As refeições continham 25g de carboidratos e 300ml de água como controle e/ou sucos frutas clarificados, que foram administrados após 10-12 de jejum. Para medida de níveis de glicose no sangue pós-prandial, foi-se utilizado o método de amostra de sangue capilar por picada no dedo	Sucos fartos em polifenóis são capazes de reduzir os níveis de glicose no sangue após ingestão de carboidratos, as concentrações séricas tiveram uma boa redução com os sucos de cambuci, jabuticaba, camu-camu e cagaita. A maior resposta de redução foi cagaita (64%) seguido pelo cambuci (36%)	Sucos de frutas, em especial da família Myrtaceae, conseguem diminuir a absorção pós-prandial de glicose a partir da inibição de enzimas de carboidratos através de polifenóis. O estudo mostra impacto positivo na saúde pública para pessoas que estão localizadas em áreas que são precárias a saúde.	Balisteiro et al., 2017

<p>Analisar características físicas, a composição química e o potencial nutricional do cambuci e posteriormente relacionar os resultados com frutos de espécies comumente utilizadas que fazem parte da mesma família botânica.</p>	<p>Os frutos (40 exemplares) foram extraídos de Caraguatatuba. Para análises características físicas foram separados 16 frutos e para análises químicas 24 frutos. As análises foram realizadas em triplicata. Foi-se realizado análises de valor calorífico, elementos inorgânicos</p>	<p>Os valores médios obtidos para as características físicas. Polpa 80,56, sementes 0,79%, casca 18,65% levando em consideração 16 frutos analisados. Fruto inteiro 55,81 g. O valor de ácido ascórbico é maior que o valor encontrado na família de espécies Myrtaceae, em exceção o kiwi e goiaba. O teor da fibra alimentar é parecido com os frutos de pera e goiaba. Para análises químicas o que se destaca é o valor de potássio, sódio, fósforo e cálcio</p>	<p>Foi descoberto adversidades para consumo in natura, ao qual é devido alta acidez e baixo teor de carboidratos. Contudo mostra-se promissor a industrialização, pois possui alto rendimento em polpa, concentrações de ácido ascórbico e fibras alimentares e minerais. Generalizando as amostras mostraram que possui semelhança química entre os frutos da a família Myrtaceae.</p>	<p>Vallilo, 2005</p>
---	---	--	---	----------------------

Autoria própria, 2023

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos mostraram que os estudos referentes ao Cambuci eram escassos até 2017, e com o passar dos anos essa fruta passou a ser tema de diversas publicações, principalmente na área de Ciências Agrárias e Biológicas, que foi predominante entre as publicações de Cambuci e o surgimento dessas novas áreas de pesquisa demonstra o potencial de crescimento do Cambuci em diferentes estudos.

A partir do estudo pode-se perceber que muito se pode ser aproveitado e estudo a partir do Cambuci, e por mais que as pesquisas venham se intensificando, a mesma carece de informações e aprofundamentos, necessita de estudos mais incisivos na área para que melhor possa-se desfrutar desta nova fruta que traz consigo grandes possibilidades.

BIBLIOGRAFIA

- Aschemann-Witzel, Jessica, et al. "Sustainable use of tropical fruits? Challenges and opportunities of applying the waste-to-value concept to international value chains." **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** (2021): 1-13.
- BALISTEIRO, Diully Mata et al. Effect of clarified Brazilian native fruit juices on postprandial glycemia in healthy subjects. **Food Research International**, v. 100, p. 196-203, 2017.
- Bianchini, Flavio Gabriel, et al. "Morphological and chemical characterization of the fruits of cambuci fruit." *Bragantia* 75.1 (2016): 10-18.
- BUSSOLO DE SOUZA, C. et al. Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 16, n. July, p. 90–99, out. 2018.
- Curi, Paula Nogueira, et al. "Optimization of native Brazilian fruit jelly through desirability-based mixture design." **Food Science and Technology** (2018): 388-395.
- De Souza Schmidt Goncalves, Any Elisa, Franco Maria Lajolo, and Maria Ines Genovese. "Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps." *Journal of agricultural and food chemistry* 58.8 (2010): 4666-4674.
- DONADO-PESTANA, Carlos M. et al. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current opinion in food science**, v. 19, p. 42-49, 2018.
- JIMÉNEZ-CASTRO, Maria P. et al. Produção de bioenergia a partir de resíduos industriais de laranja: um estudo de caso. **Biocombustíveis, Bioprodutos e Biorrefino**, v. 14, n. 6, pág. 1239-1253, 2020.
- SILVA, Igor Galvão et al. Estudo de caracterização do fruto cambuci [*Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum] e sua aplicação no processamento de geleia. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2012.
- VALLILO, Maria Isabel et al. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 241-244, 2005.