

CIRCULARIDADE PARA O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: UMA ANÁLISE COM BASE EM REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

ENILDE SANTOS DE AGUIAR

UEPA - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

ANA CAROLINA MORAES REIS

UEPA - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

FÁBIA MARIA DE SOUZA

ALINE DE OLIVEIRA FERREIRA

UEPA - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

HÉLIO RAYMUNDO FERREIRA FILHO

Introdução

O açaí é uma fruta originária da região Norte do Brasil, encontrada em palmeiras, geralmente, da espécie *Euterpe oleracea*, e a sua polpa é base alimentar de grande parte da população nortista, principalmente as ribeirinhas, que também têm sua base econômica voltada para a produção do fruto (Mindelo et al., 2018; Lemos et al., 2021). No país, o estado com maior produção do fruto é o estado do Pará, responsável por mais de 90% do total produzido (IBGE, 2019).

Problema de Pesquisa e Objetivo

Com o aumento da produção do açaí, aumenta também a quantidade de caroços fibrosos, que corresponde a 70% da sua massa total, e que não são descartados de forma ambientalmente adequada ou não possuem uma alternativa sustentável de utilização (Lopes, 2021). Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com base em produção científica nacional e internacional sobre as formas de reaproveitamento de resíduos de açaí, com foco no caroço de açaí, a fim de expor as possibilidades de tornar circular o caroço de açaí.

Fundamentação Teórica

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os resíduos de açaí não devem ser descartados como resíduo comum (Brasil, 2010). No entanto, o lançamento dos resíduos em vias públicas próximas aos pontos de vendas ou lixões a céu aberto é comum, comprometendo a qualidade de solos e corpos hídricos (Miranda et al., 2022). Com vistas à minimização da geração de resíduos, algumas estratégias podem ser adotadas, como é o caso dos preceitos da Economia Circular (EC), a qual visa o reaproveitamento de resíduos e sua reinserção na cadeia produtiva (Weetman, 2019).

Metodologia

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura (RSL), cuja questão norteadora é: Qual é o contexto da produção científica relevante relacionada ao tema “reaproveitamento de resíduos de açaí” nos últimos 5 (cinco) anos (2019 a 2023). As etapas da RSL foram desenvolvidas como: planejamento, execução e análise dos resultados. Para seleção de estudos, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos, configurando-se na primeira etapa de triagem, a segunda etapa de triagem correspondeu à exclusão dos artigos repetidos e, a terceira etapa de triagem correspondeu à leitura dos artigos.

Análise dos Resultados

Foram obtidos 85 artigos para a RSL, a partir da base Scielo foram obtidos 78 artigos, enquanto que a base Scopus compreendeu 7 artigos. Após a aplicação das etapas de triagem foram selecionados 19 artigos para leitura integral. Após a leitura dos artigos, percebeu-se que há uma tendência nos estudos para variadas áreas, que vão desde caracterizar o resíduo de açaí para uso na produção de materiais sustentáveis, seja na construção civil ou como compósito, até o seu uso como biocarvão para tratamento de água. O setor da construção civil apresentou maior volume de estudos relacionados.

Conclusão

Através da RSL foi possível verificar que o caroço de açaí pode ser reaproveitado no setor da construção civil, como compósito de materiais mais sustentáveis, biocarvão, carvão ativado e até mesmo na acústica de ambientes, entre outros. Nota-se que o caroço de açaí pode deixar de ser uma problemática ambiental para os municípios produtores, pois, conforme observados nos estudos analisados, seu reaproveitamento é viável em outros meios produtivos, o que contribui também para a circularidade e sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, S. S.; SANTOS, G. T. A.; TOLOSA, G. R.; et al. Acai residue as an ecologic filler to reinforcement of natural rubber biocomposites. *Materials Research*, v. 26, n. suppl 1, 2023. BARBOSA, A. D. M.; REBELO, V. S. M.; MARTORANO, L. G.; GIACON, V. M. Caracterização de partículas de açaí visando seu potencial uso na construção civil. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 24, 2019. HOMMA, A. K. O. et al. Açaí: novos desafios e tendências. *Amazônia: ciência & desenvolvimento*, v. 2, pág. 7-23, 2006.

Palavras Chave

Economia Circular, Caroço de açaí, Amazônia

Agradecimento a órgão de fomento

Agradecemos à UEPA pelo apoio. Através do suporte dessa instituição, muitos projetos de pesquisa e desenvolvimento têm sido realizados, contribuindo para o avanço da ciência e tecnologia no Brasil.

CIRCULARIDADE PARA O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: UMA ANÁLISE COM BASE EM REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

O açaí é uma fruta originária da região Norte do Brasil, encontrada em palmeiras, geralmente, da espécie *Euterpe oleracea*, e a sua polpa é base alimentar de grande parte da população nortista, principalmente as ribeirinhas, que também têm sua base econômica voltada para a produção do fruto (Mindelo et al., 2018; Moreira e Sousa, 2020). No país, o estado com maior produção do fruto é o estado do Pará, responsável por mais de 90% do total produzido (IBGE, 2019).

O processo de beneficiamento e congelamento da polpa de açaí contribuiu significativamente para o crescimento do mercado a partir da década de 1990 (Costa et al., 2017). Tavares et al., (2020), afirmam que no Pará, a produção predomina nos municípios próximos ao Marajó e a da foz do rio Amazonas, com incremento anual no valor do fruto e indica que há uma tendência de crescimento futuro para produtos derivados de açaí.

O consumo do açaí é feito através do despulpamento do fruto, correspondente a 30% da sua massa total (Homma, 2006). O valor nutricional é atrativo nacional e internacional, sendo consumido de variadas formas, seja da forma tradicional, como prato principal, acompanhado de alguma proteína e de farinha de mandioca, ou consumido em produtos derivados como sucos, sorvetes e energéticos (Coutinho, 2017). O segmento dos cosméticos é outro setor que usufrui dos benefícios do açaí, extraindo do óleo, os componentes necessários para a fabricação de produtos (Lira et al., 2021).

Todavia, com o aumento da produção do açaí, aumenta também a quantidade de caroços fibrosos, que corresponde a 70% da sua massa total, e que não são descartados de forma ambientalmente adequada ou não possuem uma alternativa sustentável de utilização (Lopes, 2021). No consumo tradicional, os batedores de açaí locais descartam os caroços nas chamadas “bags” (grandes sacolas), coletadas pelo município e destinadas aos aterros sanitários ou lixões, ainda em funcionamento em muitos municípios do estado do Pará (Menezes et al., 2019).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos classifica o caroço de açaí como resíduo de estabelecimento comercial e, devido a sua origem, não devem ser descartados como resíduo comum (Brasil, 2010). No entanto, as dificuldades para destinação adequada e o lançamento dos resíduos em vias públicas próximas aos pontos de vendas ou lixões a céu aberto é comum, comprometendo a qualidade de solos e corpos hídricos (Miranda et al., 2022).

Com vistas à minimização da geração de resíduos, algumas estratégias podem ser adotadas, como é o caso dos preceitos da Economia Circular (EC), a qual visa o reaproveitamento de resíduos e sua reinserção na cadeia produtiva (Weetman, 2019). Avaliar formas de inserção dos resíduos advindos da produção de açaí se dá, além da importância da manutenção dos benefícios econômicos para os produtores e da importante fonte nutricional oriunda do fruto consumido, pela redução dos efeitos sobre o meio ambiente e a promoção da sustentabilidade (Ferreira et al., 2022).

Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com base em produção científica nacional e internacional sobre as formas de reaproveitamento de resíduos de açaí, com foco no caroço de açaí, a fim de expor as possibilidades de tornar circular o caroço de açaí.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduo do Açaí

O açaí possui duas espécies principais de ocorrência na Amazônia, a *Euterpe precatória* e a *Euterpe oleracea*, com predomínio no estado do Amazonas e no Pará, respectivamente (Tavares *et al.*, 2020). O açaí paraense se difere do açaí amazonense pela característica da sua estipe (caule da palmeira), que na espécie *oleracea* possui várias em uma mesma planta e na espécie *precatória* apenas um estipe por planta, cada estipe pode gerar de quatro a oito cachos do fruto (IMAZON; SEBRAE, 2010).

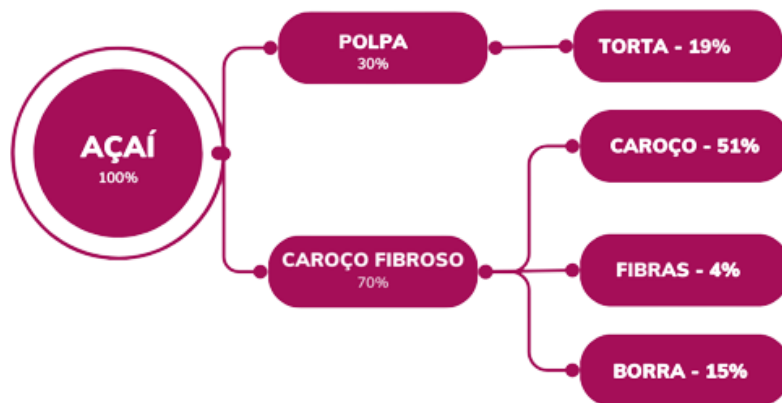
O processo de beneficiamento do açaí ocorre através da seleção dos frutos, despulpamento e envase, que pode ser feito de forma industrial ou tradicional (Homma, *et al.*, 2006). Inicialmente, o açaí é colhido em cachos, acondicionados em locais limpos e secos, para evitar contato direto com o solo, seguindo para a debulha, ou seja, a retirada dos frutos dos cachos (Lopes, 2021). Geralmente, após a debulha, o cacho é deixado no local da colheita como fonte de nutrientes para o solo (Homma *et al.*, 2006; Lopes, 2021).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu o padrão necessário para a produção da polpa do açaí, como por exemplo a técnica de branqueamento, com a finalidade de remover impurezas e microrganismos. O despulpamento pode ser realizado de forma tradicional ou industrial, mas para ambos os casos, o açaí precisa passar por seleção dos frutos, higienização, amolecimento para então ser direcionado para os despulpadores, máquinas a base de centrifugação e injeção de água capazes de separar a polpa da semente (caroço) (IMAZON; SEBRAE, 2021).

De acordo com Lopes (2021), após a despolpa, o açaí segue para a homogeneização e envase, cuja destinação pode ser para o consumo local ou industrial. Ainda segundo o autor, na indústria, a polpa do açaí pode ser prensada com o objetivo de obter o óleo vegetal, empregado principalmente no setor de cosméticos, o que rende aproximadamente 37% da massa inicial da polpa, o restante é considerado resíduo orgânico, assim como o caroço fibroso na etapa de despulpamento, que corresponde a 70% do fruto.

A geração de resíduos ocorre em várias etapas do processamento de açaí, o caroço fibroso ao passar por lavagem gera efluente, sedimentando a “borra” através de decantação; quando o caroço fibroso é seco, a fibra é removida do caroço; na obtenção do óleo vegetal de açaí, há também a segregação da “torta residual” (Lins, 2008; Borges *et al.*, 2021). A Figura 1 representa o esquema residual do açaí:

Figura 1. Esquemática dos resíduos gerados no processamento do açaí.



Fonte: Adaptado de Lopes (2021).

A problemática dos caroços fibrosos está principalmente no volume gerado, que quando descartado ocupa um lugar que deveria ser destinado apenas para rejeitos, principalmente por não haver uma alternativa circular dos resíduos de açaí (Almeida *et al.*, 2017). A incorporação

do caroço de açaí em outros meios de produção, pode ser uma alternativa não somente de reduzir o volume destinado aos aterros sanitários/lixões, como um meio de promoção de renda para batedores, produtores e empresas que utilizam o açaí para variados fins (Barbosa Neto *et al.*, 2015).

2.2 Economia Circular

Atualmente, a economia é baseada, predominantemente, em extrair, produzir e descartar, tornando o sistema insustentável a longo prazo, uma vez que não leva em consideração a finitude dos recursos ambientais, este processo é conhecido como Economia Linear (Bertanha; Salles Neto; Yamamoto, 2021). Essa economia está sendo substituída, de forma gradual e lenta, pela Economia Circular (EC), que se caracteriza como uma nova forma de produção, mais abrangente e com o objetivo de reaproveitar os resíduos, tornando-os insumos para o seu mesmo ciclo ou para outro ciclo produtivo (Weetman, 2019).

Azevedo (2015) afirma que na EC, os produtos devem ser alvos de investigação científica e tecnológica para que haja o processamento adequado e agregar valor aos resíduos gerados e, assim, integrar as cadeias produtivas. O autor ainda relata que a EC estabelece medidas para a redução de custos de produção, pois objetiva uma gestão eficiente dos recursos, através da não geração de resíduos e prolongando a vida útil do produto. Com isso, a EC funciona como um modelo que imita a natureza, cujo foco está na transformação de resíduos para produtos de valor, contribuindo para a menor extração de matérias primas, para a minimização da geração de resíduos, bem como o reaproveitamento destes, tornando-se favorável aos preceitos da sustentabilidade ambiental (Oliveira; França; Rangel, 2019; Weetman, 2019).

Considerando que a EC utiliza resíduos e os insere na cadeia produtiva de outros produtos, sua abordagem favorece o desenvolvimento socioeconômico local, tendo em vista que, a partir de uma perspectiva colaborativa, há proveito mútuo para atores participantes do ciclo (Oliveira; França; Rangel, 2019). Ou seja, uma empresa que precisa destinar seus resíduos de forma ambientalmente correta, agora tem a oportunidade financeira e ambiental de destiná-los para outra empresa que o usa como matéria-prima, isso gera benefícios econômicos e ambientais para ambas as empresas.

Na cadeia produtiva do açaí, o caroço fibroso pode ser reaproveitado em variadas indústrias, que vão desde a produção de bijuterias, bebidas aromáticas e o uso na construção civil (Costa *et al.*, 2021; Barbosa *et al.*, 2019). Garcia e Fenzl (2021), demonstraram que a prática da EC com caroço de açaí é viável e traz vantagens econômicas para produtores, transformando, o que antes era descartado, em adubo orgânico através de compostagem. O potencial do caroço de açaí para diversos fins já é amplamente estudado e seu universo de aplicação é abrangente, o que possibilita a atuação de forma circular nas cadeias de outros produtos.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura (RSL), cuja questão norteadora é: Qual é o contexto da produção científica relevante relacionada ao tema “reaproveitamento de resíduos de açaí” nos últimos 5 (cinco) anos (2019 a 2023).

As etapas da RSL foram desenvolvidas, com adaptações, conforme proposto por Biolchini *et al.* (2005) e Piccoli e Stecanela (2023), que a descreve como: planejamento, execução e análise dos resultados. Para este estudo, as etapas são apresentadas a seguir:

Etapas 1 (Planejamento): Definição prévia do problema da pesquisa e definição das palavras-chave e strings de buscas.

Foram definidas as palavras-chave: solid wastes; send of açaí; açaí residues; reuso; açaí com os conectores booleanos: AND e OR, com a seguinte configuração (strings de buscas):

“Solid wastes” OR "seed of açaí" OR "açaí residues" AND "reuso" OR “açaí”

Strings de buscas são termos utilizados para a busca em bases de artigos que possuem produções científicas indexadas, como periódicos e revistas científicas especializadas, a partir de metadados que permitem o acesso ao acervo indexado (Silva, 2017).

Etapa 2 (Execução): Buscas nas bases de buscas definidas na etapa de planejamento, a partir das palavras-chave e strings de buscas.

Os artigos utilizados para a RSL são caracterizados como primários, publicados entre os anos de 2019 a 2023, no idioma inglês e português, com enfoque nos estudos que visem estratégias de reaproveitamento para os resíduos analisados, a partir das bases de dados *Scopus* e *Scielo*.

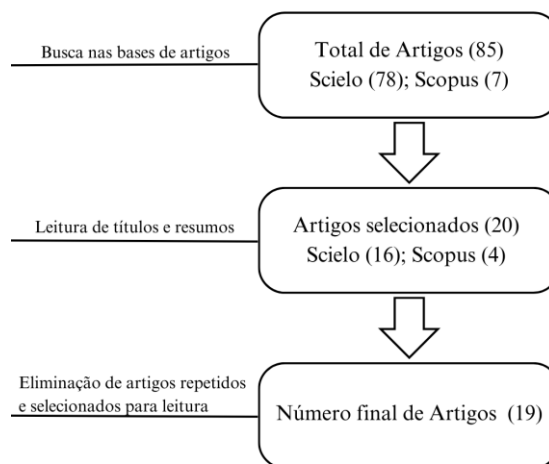
Etapa 3 (Sumarização): Leitura, análise e apresentação dos estudos finais selecionados.

Como critério para seleção de estudos, inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos obtidos a partir das bases de artigos, configurando-se na primeira etapa de triagem, sendo excluídos nesta etapa os artigos que não se relacionavam com o tema “reaproveitamento de resíduos de açaí”, após avaliação de três pesquisadores. A segunda etapa de triagem correspondeu à exclusão dos artigos repetidos e, por fim, a terceira etapa de triagem correspondeu à leitura dos artigos científicos que apresentaram resultados comprovados para o tema, sendo organizados e apresentados em forma de quadro.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Figura 2 mostra o passo a passo para seleção de artigos, conforme critérios. Pode-se observar que foram obtidos 85 artigos para a RSL realizada e as bases de artigos apresentaram discrepância quanto ao número de artigos obtidos para o período analisado, a partir da base *Scielo* foram obtidos 78 artigos, enquanto que a base *Scopus* compreendeu 7 artigos. Após a aplicação das etapas de triagem foram selecionados 19 artigos, que apresentavam temática relacionada com o reaproveitamento de resíduos de açaí.

Figura 2 - Seleção de artigos para RSL.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O Quadro 1 apresenta as principais formas de reaproveitamento de resíduos de açaí observadas no estudo, conforme autor, entre os anos de 2013 a 2023.

Quadro 1-Formas de reaproveitamento de resíduos de açaí encontradas pela RSL.

Título do artigo	Objetivo	País	Autores
Caracterização da cinza de caroço de açaí residual para adição ao concreto.	Avaliar o reaproveitamento da cinza de açaí residual na indústria da construção civil.	Brasil	Cordeiro <i>et al.</i> , (2019)
Caracterização de partículas de açaí visando seu potencial uso na construção civil.	Caracterizar o resíduo de açaí para uso na produção de materiais sustentáveis com o intuito de inserir na indústria da construção civil.	Brasil	Barbosa <i>et al.</i> , (2019)
Produção e aplicação de filtro de baixo custo com carvão ativado a partir do resíduo de caroço de açaí nativo.	Avaliar o uso do caroço do açaí para produzir carvão ativado.	Brasil	Silva <i>et al.</i> , (2023)
Acai Residue as an Ecologic Filler to Reinforcement of Natural Rubber Biocomposites	Avaliar a biomassa residual de açaí como carga para reforço mecânico de compósitos de borracha natural avaliados por meio de ensaios mecânicos de tensão-deformação	Brasil	Araújo <i>et al.</i> , (2023)
Investigation of the Adsorption Process of Biochar Açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) Seeds Produced by Pyrolysis.	Utilizar dois tipos de biocarvão adsorvente, o in natura e o biocarvão impregnado a 400 °C e 450 °C, produzido a partir de sementes de açaí, para análise do seu potencial de adsorção de ácido acético (CH ₃ COOH) em solução.	Brasil	Guerreiro <i>et al.</i> , (2022)
Substrate disinfection methods on the production and nutritional	Avaliar a produção e qualidade de uma cepa de <i>Pleurotus ostreatus</i> da Amazônia (Brasil), utilizando resíduos regionais e diferentes métodos de desinfecção.	Brasil	Aguiar <i>et al.</i> , (2021)
Remoção de Cu(II), Zn(II) e Ni(II) utilizando resíduo de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) como biossorvente em solução aquosa	Investigar a capacidade de remoção dos íons de metais de transição Cu(II), Zn(II) e Ni(II), em solução aquosa, por meio do caroço de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> , Mart.) como biossorvente.	Brasil	Lima <i>et al.</i> , (2020)
Biochar and conventional compost reduce hysteresis and increase phosphorus desorbability in iron mining waste	Avaliar a cinética de sorção e dessorção de P e o índice de histerese em rejeitos de mineração de Fe tratados com biochar de açaí e composto orgânico.	Brasil	Guedes <i>et al.</i> (2021)

Cellulose nanostructured films from pretreated açai mesocarp fibers: physical, barrier, and tensile performance	Avaliar as modificações do açai fibras superficiais submetidas a etapas de pré-tratamento químico e comparar o desempenho mecânico e de barreira de filmes nanoestruturados produzidos com diferentes ciclos de nanofibrilação mecânica.	Brasil	Braga <i>et al.</i> , (2021)
Optimization of the inulin aqueous extraction process from the açai (<i>Euterpe oleracea</i> , Mart.) seed	Otimizar a extração de inulina processo a partir de sementes de açai utilizando a extração aquosa a quente método e, posteriormente, a partir desta biomassa, desenvolver uma tecnologia de purificação de inulina.	Brasil	Lima <i>et al.</i> , (2021)
Simulação com painéis de fibra de açai para melhoria da inteligibilidade da fala em sala de aula	Investiga aplicações acústicas da fibra do caroço de açai, uma fibra vegetal abundante na região Amazônica.	Brasil	Bastos <i>et al.</i> , (2021)
Açai meal on diet digestibility for commercial laying hens	Avaliar a digestibilidade do farelo de açai na dieta light para galinhas poedeiras comerciais.	Brasil	Rufino <i>et al.</i> , (2020)
Small steam turbine operating at low pressure for generating electricity in the Amazon	Desenvolver um estudo experimental de uma pequena turbina a vapor operando em baixa pressão, a fim de aplicá-la a pequenas demandas de energia, tipicamente encontradas na região.	Brasil	Oliveira <i>et al.</i> , (2023)
Use of agro-industry residues as substrate for the production of <i>Euterpe precatoria</i> seedlings	Avaliar a utilização de resíduos de agroindústrias frutíferas como substrato para a produção de mudas de açaizeiro solteiro.	Brasil	Araújo <i>et al.</i> , (2020)
Contribution of breeding to agriculture in the Brazilian Amazon. I. Açai palm and oil palm	Analisar as principais contribuições do melhoramento genético de duas espécies perenes (açai e dendezeiro) para a agricultura na Amazônia	Brasil	Chaves <i>et al.</i> , (2021)
Provenient residues from industrial processing of açai berries (<i>Euterpe precatoria</i> Mart): nutritional and antinutritional contents, phenolic profile, and pigments	Avaliar o potencial nutricional e antinutricional, propriedades tecnológicas e a capacidade antioxidante da casca + polpa de açai (PP), borra fresca (FD), farinha de escória (DFL), sementes frescas (FSE) e	Brasil	Alves <i>et al.</i> , (2022)

	farinha de sementes (SEFL), sugerir possíveis usos desses resíduos/coprodutos para a indústria alimentar mundial.		
Obtaining and characterization of anthocyanins from <i>Euterpe oleracea</i> (ac, aÍ) dry extract for nutraceutical and food preparations	Estabelecer condições ideais para a preparação de um extrato seco de antocianina e sua caracterização físico-química para seu uso em preparações farmacêuticas, nutracêuticas e alimentícias.	Brasil	Silva <i>et al.</i> , (2019)
Capacidade de Inovação em Rede Interorganizacional na Amazônia Brasileira	Analisar as capacidades de inovação de uma rede interorganizacional formada por uma universidade pública, uma pequena empresa de base tecnológica e uma agroindústria da região Amazônica, especificamente do Estado do Pará, para o estabelecimento de negócios baseados em biotecnologia aplicada a ativos da biodiversidade regional.	Brasil	Rodrigues <i>et al.</i> , (2020)
Estudo Exploratório e Construção de Membranas Poliméricas de PLA e PMMA com Derivados Lignocelulósicos	Construir e avaliar membranas de Polimetacrilato de Metila (PMMA) e Poliacido Láctico (PLA) com cargas lignocelulósicas como a fibra do caroço de açaí e a lignina do bagaço de cana-de-açúcar.	Brasil	Linan <i>et al.</i> , (2022)

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Após a leitura completa e analítica dos artigos selecionados, as informações sobre como o caroço de açaí pode ser reaproveitado, demonstra que há uma tendência nos estudos para variadas áreas, que vão desde caracterizar o resíduo de açaí para uso na produção de materiais sustentáveis, seja na construção civil ou como compósito, até o seu uso como biocarvão para tratamento de água. Os autores denotam que através da pesquisa direcionada para um setor, pode-se extrair informações químicas e físicas importantes para que o resíduo seja incorporado novamente na cadeia produtiva, tal como Cordeiro *et al.* (2019) descreve em seu trabalho.

Cordeiro *et al.* (2019) utilizaram as cinzas do caroço de açaí residual como objeto do seu estudo, com o objetivo de aproveitá-las como insumo na construção civil. Os autores caracterizam as cinzas do caroço de açaí para determinar se as propriedades físicas, químicas, mineralógicas e o tempo de beneficiamento eram viáveis para empregá-las em materiais cimentícios. Apesar dos autores relatarem a necessidade de estudos mais aprofundados, a conclusão adotada foi de que as suas características físicas apresentam potencial e que o material não é reativo, ou seja, pode ser usado junto ao cimento para aumentar sua durabilidade, além de possuir viabilidade técnica, econômica e ambiental, promovendo assim a circularidade dos resíduos de açaí.

Dada a importância no setor da construção civil, observou-se maior volume de estudos voltados para esta temática, em virtude da busca por materiais mais sustentáveis e de menor

custo, mas que apresentem boa qualidade. Barbosa *et al.* (2019), assim como Cordeiro *et al.* (2019), caracterizou o resíduo de açaí, porém trouxe para seu estudo uma análise mais ampla, que descreve as partículas dos caroços de açaí, através de “densidade, teor de umidade (%), ensaios químicos de teor de lignina, celulose e extrativos, além da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise termogravimétrica (TG e DTG)”. Os autores confirmam que os resíduos de açaí possuem propriedades adequadas para produção de compósitos e sua aplicação na construção civil, além de inferir que tal uso pode mitigar impactos ambientais gerados a partir da disposição inadequada dos caroços de açaí, por meio da circularidade de materiais, ampliando a sustentabilidade em edificações.

Outra utilização encontrada nesta RSL foi a produção e aplicação de carvão ativado a partir do caroço de açaí, em que Silva *et al.* (2023) coletaram os caroços de açaí e os prepararam para produção de carvão ativado em laboratório. Os autores produziram carvão ativado de três maneiras distintas e os comparou com o carvão ativado comercial, para verificar a eficácia desse material, mais testes de microscopia, além disso, a água utilizada no estudo foi submetida a análise química e microbiológica antes e depois da filtração com o carvão ativado. O caroço de açaí obteve êxito no estudo, sua capacidade de adsorção permitiu elevar as propriedades da água e remover coliformes fecais, proporcionando um caminho de baixo custo e circular para o tratamento de água potável, entretanto, ainda necessita de aprimoramento nas pesquisas para que a água possa ser consumida por humanos de forma segura.

O caroço do açaí representa a parte não comestível do fruto, no entanto, possui gorduras, resinas, esteróides, hemicelulose, celulose e lignina, entre outras substâncias, que são de interesse para variadas indústrias. No trabalho de Araújo *et al.* (2023), o caroço de açaí foi alvo de investigação científica para avaliar seu desempenho como reforço mecânico de compósitos de borracha natural. Os autores relatam que a aplicação adequada do resíduo de açaí pode fortalecer a microestrutura de alguns materiais e proporcionar construções mais sustentáveis. Devido a possibilidade de reciclar o resíduo micronizado de açaí, os autores afirmam que é possível a produção de novos compósitos e que a interação entre a borracha natural e os resíduos de açaí é positiva. Isso mostra que com o emprego de tecnologia e estudos mais aprofundados é possível incorporar os resíduos de açaí em outro ciclo produtivo, reciclando um material que seria descartado e o transformando em produto com valor agregado.

Os artigos selecionados ao final da RSL foram divulgados em 17 periódicos, sendo 8 publicados em língua portuguesa e 11 em língua inglesa. O fato de a maioria dos artigos analisados serem publicados no idioma inglês (Quadro 2) permite maior divulgação das pesquisas, que de acordo com Vasconcelos e Nascimento (2020), promove maior impacto na comunidade acadêmica internacional. Cabe destacar, no entanto, que não necessariamente o idioma inglês está relacionado com revistas pertencentes a países de língua inglesa, considerando que algumas revistas nacionais também publicam em Inglês. Além disso, todos os trabalhos foram desenvolvidos em solo brasileiro.

Quadro 2 - Periódicos em que os artigos selecionados foram publicados, a quantidade, área, idioma do artigo publicado e fator de impacto da revista (Fator de Impacto 5 anos).

Revistas	Nº de artigos	Área	Idioma	Fator de Impacto
Materials Research	1	Engenharias	Inglês	1.51
Energies	1	Energia e Combustíveis	Inglês	3.20
Rev. Virtual Química	1	Química	Português	0.15

Ciência e Agrotecnologia	1	Ciências Agrárias	Inglês	1.39
Rev. Ion	1	Engenharias	Português	0.13
Revista de Administração Contemporânea	1	Ciências Sociais Aplicadas	Português	1.29
Revista Brasileira de Farmacognosia	1	Ciências da Saúde	Inglês	1.19
Food Science and Technology	2	Ciências Agrárias	Inglês	0.87
Crop Breeding and Applied Biotechnology	1	Ciências Agrárias	Inglês	0.85
Pesq. Agropec. Trop.	1	Ciências Agrárias	Inglês	1.0
Revista Matéria	2	Engenharias	Inglês/Português	0.04
Acta Scientiarum	1	Ciências Agrárias	Inglês	1.14
Ambiente Construído	2	Engenharias	Português	0.02
CERNE	1	Ciências Agrárias	Inglês	0.47
Rev Bras Cienc Solo.	1	Ciências Agrárias	Português	0.89
Ciência Florestal	1	Ciências Agrárias	Português	0.50

Fonte: Autores, com base nas métricas da Scielo e Scopus.

As áreas de estudos com maior número de publicações foi a de Ciências Agrárias, seguida pelas Engenharias, o que permite inferir que são as áreas com maiores informações científicas a respeito do reaproveitamento do caroço de açaí, em que cada nova pesquisa adiciona um novo dado a trabalhos anteriores, entretanto, houve também na Química, Energia e Combustíveis e até mesmo nas Ciências Sociais Aplicadas. Cada área com uma aplicação específica, mas significativa e que pode contribuir para o reaproveitamento do caroço de açaí e torná-lo um produto de valor agregado.

Quanto ao fator de impacto (FI), os maiores foram encontrados para a revista *Energies* (3.20) e *Materials Research* (1.51), na área Energia e Combustíveis e Engenharias, respectivamente, o que demonstra que tais revistas possuem maior impacto e relevância nas publicações científicas. Glanzel (2003) diz que o fator de impacto (FI) é uma métrica importante no desenvolvimento de pesquisas, pois dá subsídio na tomada de decisões sobre a alocação de recursos para instituições e na avaliação da produção científica. As informações para compor o FI são adquiridas pelas bases de dados, como Scielo e Scopus aqui utilizadas, e possibilitam que haja comparação e acompanhamento das pesquisas desenvolvidas, levando em consideração a qualidade dos artigos indexados nas bases.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RSL conseguiu elencar artigos diversos, porém, com assertividade na aplicação dos resíduos de açaí em determinado setor. Através dela foi possível verificar que o caroço de açaí pode ser reaproveitado no setor da construção civil, como compósito de materiais mais sustentáveis, biocarvão, carvão ativado e até mesmo na acústica de ambientes, entre outros.

O idioma inglês foi o mais utilizado pelos autores na produção dos artigos, como meio de ampliar o alcance das pesquisas. Todos os artigos foram elaborados no Brasil. As publicações se concentraram na área de Ciências Agrárias e Engenharias, mas podem ser encontradas em diversas áreas, demonstrando versatilidade na aplicação.

Nota-se que o caroço de açaí pode deixar de ser uma problemática ambiental para os municípios produtores, pois, conforme observados nos estudos analisados, seu reaproveitamento é viável em outros meios produtivos, o que contribui também para a circularidade e sustentabilidade. Diante disso, dá-se a importância de que as pesquisas com os resíduos de açaí sejam intensificadas e divulgadas, para que em breve os resultados sejam implementados na prática, além do seu desenvolvimento no campo teórico.

O desenvolvimento da RSL mostrou-se uma ferramenta eficaz em identificar as formas de reaproveitamento de resíduos de açaí e contribuir para o tema abordado, assim como pode beneficiar pesquisadores e demais públicos interessados na área. Em trabalhos futuros, sugere-se a ampliação do número de bases de dados e o uso de novas palavras-chave.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. V. B.; SALES-CAMPOS, C.; GOUVÊA, P. R. S.; et al. Substrate disinfection methods on the production and nutritional composition of a wild oyster mushroom from the Amazon. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, 2021.

ALMEIDA, A. V. D. C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S. Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 3, p. 59, 2017. <https://doi.org/10.15675/gepros.v12i3.1668>

ALVES, V. M.; ASQUIERI, E. R.; ARAÚJO, E. S.; et al. Provenient residues from industrial processing of açaí berries (*Euterpe precatoria* Mart): nutritional and antinutritional contents, phenolic profile, and pigments. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022.

ARAÚJO, C. S.; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B.; et al. Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, 2020.

ARAÚJO, S. S.; SANTOS, G. T. A.; TOLOSA, G. R.; et al. Acai residue as an ecologic filler to reinforcement of natural rubber biocomposites. **Materials Research**, v. 26, n. suppl 1, 2023.

BARBOSA NETO, A.; LIMA, J.; MARQUES, L.; PRADO, M. Secagem Infravermelho de caroços de Açaí para a obtenção de biomassa. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**,

v.1, n. 2, p. 5451-5458, 2015. <https://doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0554-24974-159341>

BARBOSA, A. D. M.; REBELO, V. S. M.; MARTORANO, L. G.; GIACON, V. M. Caracterização de partículas de açaí visando seu potencial uso na construção civil. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, 2019.

BASTOS, L. P.; LIMA, L. da C.; SANTOS, G. B.; MELO, G. da S. V. de; MESQUITA, A. L. A. Simulação com painéis de fibra de açaí para melhoria da inteligibilidade da fala em sala de aula. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 45-63, out./dez. 2021.

BERTANHA, C.; SALLES NETO, J.; YAMAMOTO, Y. Economia circular e a cadeia de suprimentos. **Revista Mundo Logística**. Automação e Robótica. Edição: 85. 2021.

BIOLCHINI, J. et al. Systematic review in software engineering: relevance and utility. **Relatório Técnico RT-ES-679/05**, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), COPPE/UFRJ, 2005.

BORGES, M. V.; SOUSA, E. B. de; SILVEIRA, M. F. A.; SOUZA, A. R. M. de.; ALVES, V. M.; NUNES, L. B. M. .; BARROS, S. K. A. . Physico-chemical and technological properties of acai residue flour and its use . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e17810514517, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14517.

BRAGA, D. G.; ABREU, J. L.L.; SILVA, M. G. S.; SOUZA, T. M. S.; et al. Cellulose nanostructured films from pretreated açaí mesocarp fibers: physical, barrier, and tensile performance China. **CERNE**, v. 27, e-102783, doi: 10.1590/01047760202127012783

BRASIL. Lei nº 12.305, de 22 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. **Diário Oficial da União**, 3.8.2010. 29 p. Brasília, DF.

CHAVES, S. F. S.; ALVES, R. M.; DIAS, L. A. S. Contribution of breeding to agriculture in the Brazilian Amazon. I. Açaí palm and oil palm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, n. spe, 2021.

CORDEIRO, L. DE N. P.; PAES, I. N. L.; SOUZA, P. S. L.; AZEVEDO, C. M. Caracterização da cinza de caroço de açaí residual para adição ao concreto. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 1, p. 45–55, 2019.

COSTA, M. R. T. da R.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F.K.; SOUZA FILHO, A. P. da S.; FERNANDES, G.L. da C.; BALEIXE, W. **Atividade agropecuária no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 174 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 432).2017

COSTA, N. C.; SILVA, A. C.; CORREA, N. C. F.; BOTELHO, V. A. Caracterização físico-química do caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) torrado destinado à produção de uma bebida quente. **Revista Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, 2021.

COUTINHO, R. V. A exploração do açaí como alternativa para o desenvolvimento econômico da Amazônia Legal: estudo de caso do estado do Pará (1990 - 2010). 2017. 86f. **Dissertação**

(Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017.

FERREIRA, A.; VAZ, M. R. F.; PINHEIRO, R. O.; BRASIL, D. do S. B.; NASCIMENTO, S. C. C. Reaproveitamento do caroço de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) para quantificação físico-química e produção de bebida aromática. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 16, p. 983–997, 2022.

GARCIA, C. W.; FENZL, N. Capacitação de pequenos agricultores para a produção de adubo orgânico e uso de defensivos naturais: um caminho para a Economia Circular sustentável. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 13, n. 4, p. 279-293, 2021.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field**: a course on theory and application of bibliometric indicators. Coursehandouts, 2003.

GUEDES, R. S.; PINTO, D. A.; RAMOS, S. J.; et al. Biochar and conventional compost reduce hysteresis and increase phosphorus desorbability in iron mining waste. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 2021.

GUERREIRO, Lauro Henrique Hamoy; BAIA, Ana Cláudia Fonseca; ASSUNÇÃO, Fernanda Paula da Costa; et al. Investigation of the Adsorption Process of Biochar Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Seeds Produced by Pyrolysis. **Energies**, v. 15, n. 17, p. 6234, 2022. <https://doi.org/10.3390/en15176234>

HOMMA, A. K. O. et al. Açaí: novos desafios e tendências. **Amazônia: ciência & desenvolvimento**, v. 2, pág. 7-23, 2006.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/289#resultado>. Acesso em: 20 ago 2023.

IMAZON; SEBRAE. Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial – Produtos florestais não madeireiros: Açaí, Andiroba, Babaçu, Castanha-do-Brasil, Copaíba e Unha-de-gato. **Imazon e Sebrae**, Belém, 66p., 2010. Disponível em: <http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/BoasPraticasManejo.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2023.

LIMA, E. C. S.; MANHÃES, L. R. T.; SANTOS, E. R.; et al. Optimization of the inulin aqueous extraction process from the açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.) seed. **Food Science and Technology**, v. 41, n. 4, p. 884–889, 2021.

LIMA, L. D. R. et al. Remoção de Cu(II), Zn(II) e Ni(II) utilizando resíduo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) como biossorvente em solução aquosa. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 5, p. 1066–1078, 2020.

LINS, K. J. C. Avaliação das características físico-químicas da borra resultante do processamento industrial de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) e de seu uso para fins alimentícios. **Trabalho de conclusão de curso** (TCC) em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Pará, Belém. PA, Brasil, 2008.

LINAN, Z. L.; SANTOS, M. D.; RODRIGUES, J. R. Estudo Exploratório e Construção de Membranas Poliméricas de PLA e PMMA com Derivados Lignocelulósicos. **Rev. ion.** 2022;35(1):43-66. doi:10.18273/revion.v35n1-2022004

LIRA, G. B. et al. Processos de extração e usos industriais de óleos de andiroba e açaí: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e229101220227-e229101220227, 2021.

LOPES, Caroline. **Nota técnica.** Valorização de resíduos da indústria do açaí: oportunidades e desafios. 2021. Disponível em: <https://senacetiqt.com/wp-content/uploads/2021/12/Valoriza%C3%A7%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-da-cadeia-do-a%C3%A7a%C3%AD.pdf>. Acesso em: 04 set. 2023.

MENEZES, G. K. A.; COUTO, L. L.; MARIA DO SOCORRO, A. F. Manejo dos caroços de açaí como possibilidade de desenvolvimento local no município de Ananindeua-PA. **Universidade e Meio Ambiente**, v. 1, pág. 20-33, 2019.

MINDELO, V.; BRABO, R.; SOUZA, L. F.; et al. Análise de um processo produtivo de polpas de açaí através da simulação de eventos discretos. In: **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. [s.l.]: ENEGEP 2018 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14488/enegep2018_tn_stp_263_512_35849; Acesso em: 25 Sep. 2023.

MIRANDA, L. V. A.; MOCHIUTTI, S.; CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A. Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022. Disponível: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/xLtkfCv9jZpZvYzhBwsMwDv/?lang=pt#>. Acesso em: 4 set. 2023.

MOREIRA, M. A.; SOUSA, A. L. F. Tratamento e análise de resíduos da produção de açaí: um estudo sob a ótica da ecoeficiência. **Revista Ambiente Contábil** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - ISSN 2176-9036, v. 12, n. 2, p. 279–297, 2020.

OLIVEIRA, D. C.; VAZ, J. R. P.; SILVA, M. O.; et al. TM Small steam turbine operating at low pressure for generating electricity in the Amazon. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 28, n. 2, 2023.

OLIVEIRA, F. R.; FRANÇA, S. L. B.; RANGEL, L. A. D. Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, n. 4, p. 1179-1193, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/nWBqSY5NCNtpj6r74WyfZVB/?lang=pt#>. Acesso em: 4 set. 2023.

PICCOLI, M. S. Q.; STECANELA, N. Popularização da ciência: uma revisão sistemática de literatura. **Educação e Pesquisa**, v. 49, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/55yQ3zb8pLrwPD3kcdyQFdk/#>. Acesso em: 6 set. 2023.

RODRIGUES, D. C.; VASCONCELLOS, S. M.; VASCONCELLOS, A. M. A. Capacidade de Inovação em Rede Interorganizacional na Amazônia Brasileira. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 24, n. 1, p. 100–118, 2020.

RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. G.; DIAS, F. J.; et al. Açaí meal on diet digestibility for commercial laying hens. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 42, p. e46926, 2020.

SILVA, H. R.; ASSIS, D. C.; PRADA, A. L.; et al. Obtaining and characterization of anthocyanins from *Euterpe oleracea* (açai) dry extract for nutraceutical and food preparations. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 5, p. 677–685, 2019.

SILVA, M. DA S.; VIANA, T. H. DA C.; GOUVEIA, C. L.; et al. Produção e aplicação de filtro de baixo custo com carvão ativado a partir do resíduo de caroço de açai nativo. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 2, p. e71315, 2023.

TAVARES, G. S, HOMMA, A. K. O, MENEZES, A. J. E. A., PALHETA, P. P. Análise da produção e comercialização de açai no estado do Pará, Brasil. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 4, p. 35215-35221, 2020.

VASCONCELOS, Iara Gomes; DO NASCIMENTO, Danilo. Mapeamento da produção científica sobre COVID-19. *Interamerican Journal of Medicine and Health*, v. 3, n. e202003044, 2020.

WEETMAN, C. **Economia Circular**: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa, Autêntica Business, 2019.