

## Valorização de resíduos da indústria do açaí: oportunidades e desafios

### Introdução

O açaí é um fruto típico da região Norte do Brasil e o país se destaca como o maior produtor, consumidor e exportador desse produto<sup>[1]</sup>. O açaizeiro mais comum é a espécie *Euterpe oleracea*, uma palmeira com estirpes típica do estado do Pará, o maior produtor nacional<sup>[2]</sup>. O mercado da polpa de açaí é a base econômica da população paraense, principalmente de comunidades ribeirinhas. De acordo com dados do IBGE SIDRA, a Figura 1 apresenta a produção de açaí por estado brasileiro, em 2019. Neste ano, a produção de frutos de açaí no Pará esteve na ordem 1,4 milhões de toneladas, com área plantada total superior a 188 mil hectares<sup>[3]</sup>, incluindo dados do cultivo em terra firme (cultivo permanente, cerca de 80% da produção) e do manejado em várzeas (extrativismo, cerca de 20%). Os principais municípios produtores do Pará são: Igarapé Miri, Abaetetuba, Bujaru, Cametá e Limoeiro do Ajuru<sup>[3]</sup>.

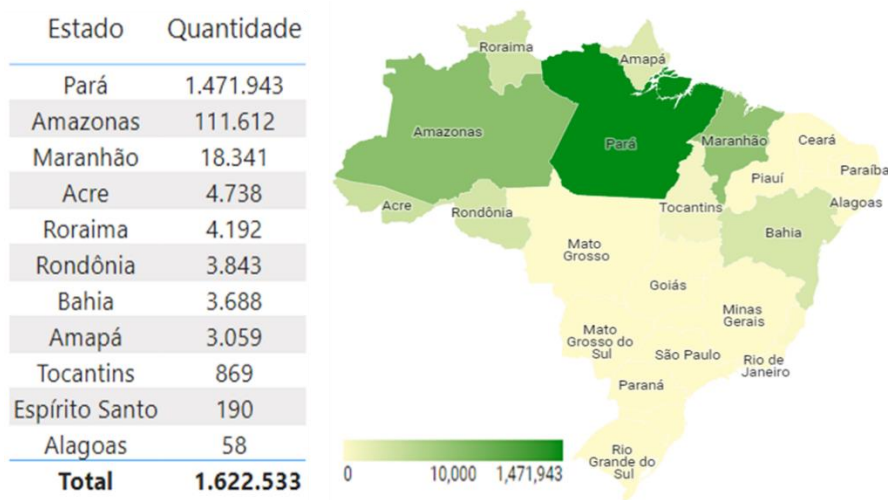


Figura 1. Produção brasileira de açaí no ano de 2019 (toneladas)<sup>[4], [5]</sup>.

O fruto do açaí consiste em duas partes principais: a polpa, representando cerca de 30% em massa do fruto, e o caroço fibroso, representando 70%<sup>[6]</sup>. A polpa, também conhecida como “vinho do açaí”, é o produto de maior interesse comercial, sendo consumida como alimento por ter elevado valor nutricional, sendo considerada a base alimentar diária para a boa parte da população dos estados produtores<sup>[1], [7]</sup>, mas também é aplicada no segmento de cosméticos (principalmente o óleo de açaí)<sup>[3]</sup>.

O grande valor energético e o conteúdo de vitaminas e minerais, fazem a polpa do açaí ser amplamente consumida no Brasil e no exterior em produtos como sucos, smoothies, polpas, sorvetes e energéticos<sup>[8]</sup>. De acordo com os dados do IBGE SIDRA, a produção brasileira do fruto apresentou um crescimento de 1.415%, saindo de 113 mil toneladas, em 1990 (somente extrativismo)<sup>[9]</sup> para 1,6 milhões de toneladas

em 2019 (extrativismo e cultura permanente a partir de 2015). A exportação da polpa e derivados de açaí é, principalmente, destinada aos EUA e Japão, sendo exportado em escala menor para outros países como: Austrália, Angola, Canadá, China, entre outros<sup>[10]</sup>.

O aumento da produção de polpa de açaí tem como desafio a elevação do volume de resíduos não consumidos, sobretudo dos caroços fibrosos. Normalmente, os caroços são utilizados em aplicações de baixo valor agregado ou dispostos de maneira inapropriada em ambiente urbano e vazadouros a céu aberto, causando problemas ambientais<sup>[9]</sup>, <sup>[11]</sup>. Esse fato justifica a busca por alternativas de valorização desses resíduos, ou seja, que contribuam para o aproveitamento integral do fruto a fim de minimizar o descarte, aliado aos desafios tecnológicos enfrentados para o processamento desses coprodutos.

### **Características dos Resíduos**

A Figura 2 demonstra as frações do açaí pós despulpamento. O beneficiamento do fruto pode ocorrer industrialmente, realizado por empresas agroindustriais de médio e grande porte que atendem o mercado consumidor que seria os demais estados brasileiros e a exportação, mas também artesanalmente, realizado por pequenos batedores distribuídos nos centros urbanos, que o manipulam pelo método tradicional, sendo responsáveis pelo abastecimento do mercado local, gerando alimento e renda<sup>[12]</sup>. Em 2021, estimou-se que pelo menos 10 mil batedores artesanais desenvolveram essa atividade no território paraense<sup>[13]</sup>, <sup>[14]</sup>.



Figura 2. (A) Frutos completos de açaí; (B) Suco extraído da polpa; (C) Caroços com fibra após a extração da polpa; (D) Caroços desfibrados<sup>[15]</sup>.

O processamento do fruto incorpora tecnologias uniformes<sup>[16]</sup>, iniciando-se com o colhimento dos cachos das palmeiras, sendo estes colocados sob lonas plásticas no solo, evitando sua contaminação. Em seguida, procede-se a debulha, ou seja, retirada os frutos dos cachos passando-os através dos

dedos<sup>[17], [18]</sup>. O cacho vazio é deixado no local para atuar como adubo<sup>[17], [18]</sup>, já os frutos debulhados são selecionados de acordo com o estágio de coloração e maturação. A seleção e separação dos frutos ocorre de forma manual, os quais, posteriormente, são higienizados<sup>[18]</sup>. Logo após essa operação, os frutos são despulpados por injeção de água, separando o caroço da polpa. As sementes são encaminhadas para descarte, enquanto a polpa é homogeneizada<sup>[19]</sup>.

A polpa é o coproduto de maior relevância da cadeia de processamento do açaí, pois, após envasamento, é aplicada principalmente na indústria de alimentos. Além disso, por extração mecânica por prensagem a frio obtém-se o óleo vegetal, muito empregado na indústria de cosméticos, onde cerca de 37% da massa inicial é recuperada como óleo (equivalente à 19% do fruto do açaí) e os 63% restantes compõem a torta residual (equivalente à 11% do fruto)<sup>[6]</sup>. Enquanto isso, a semente fibrosa residual é lavada, gerando uma água residual que é decantada, separando os sedimentos aderentes na superfície (borra) do efluente, sendo a borra seca à céu aberto. Além disso, os caroços fibrosos podem ser submetidos a uma secagem forçada para segregação do conjunto caroço fibroso para um caroço desfibrado<sup>[2]</sup>. A Figura 3 detalha a cadeia de processamento do fruto, com as proporções típicas dos principais produtos e resíduos obtidos.



Figura 3. Açaí: resíduos e produtos gerados<sup>[6], [19]</sup>.

Os resíduos sólidos descendentes do processamento do açaí expressam números significativos em relação a quantidade de produção, já que são diretamente proporcionais à comercialização do fruto. A Figura 4 apresenta estimativas da geração de resíduos de açaí no Brasil em anos recentes, com base em dados de produção do fruto disponibilizados pelo IBGE.

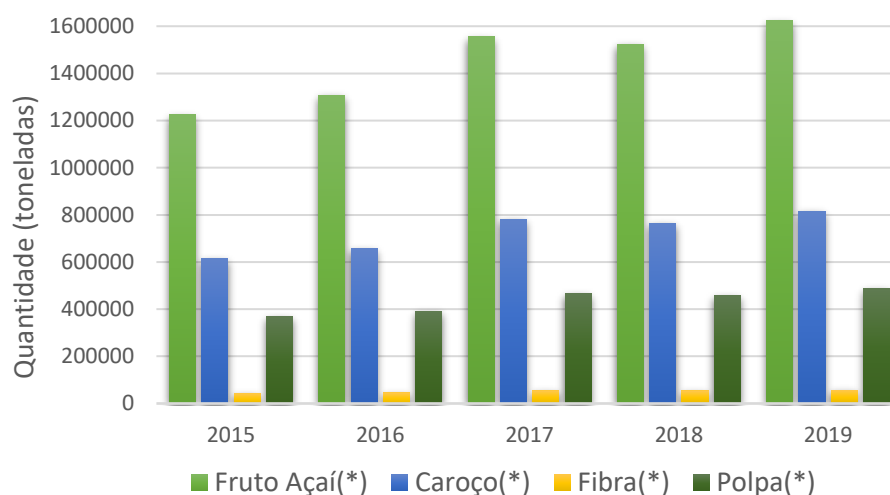


Figura 4. Produção brasileira de açaí: fruto, caroço, fibra e polpa (2015-2019\*)<sup>[4], [5]</sup>.  
Nota: (\*) valores estimados com base em rendimentos típicos do processamento do fruto.

O gráfico expressa que a produção de açaí aumenta a cada ano, conseqüentemente, os problemas inerentes a essa cultura também são evidenciados, como é demonstrado pelas quantidades consideráveis de resíduos<sup>[20]</sup>. A gestão dos sólidos residuais da cadeia produtiva do açaí é o principal questionamento da indústria, contribuindo para o grande número de atividades que desenvolvem o aproveitamento sustentável<sup>[12]</sup>. Apesar da disposição inadequada, os resíduos do despulpamento são ricos em diversos componentes que os torna bioativos em produtos para variados segmentos.

O caroço fibroso possui composição baseada em açúcares, sendo o principal deles a manose (cerca de 53,6% em massa do caroço desfibrado) e a glicose (cerca de 8,7%), com presença também de extratos polifenólicos e ácidos graxos. O principal ácido graxo presente no caroço é o oleico (51,3%)<sup>[8], [21]</sup>.

A massa residual da polpa do açaí aderida à superfície do caroço, a borra, é equivalente a 15% em massa da fração<sup>[19]</sup>. Dados específicos sobre a borra de açaí não são abordados com frequência na literatura, porém os estudos a caracterizaram como um resíduo de alto teor de fibras totais (solúveis e insolúveis), em geral acima de 45%<sup>[22], [23]</sup>.

O óleo de açaí é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados (71,2%), contendo aproximadamente 52,5% de ácido oleico (C-18:1) e 25,9% de ácido palmítico (C-16:0)<sup>[24]</sup>. Normalmente a torta, obtida por extração mecânica de frutos oleosos, contém de 8 a 14% de óleo residual<sup>[25]</sup> e o restante (92%) é caracterizado como fibra insolúvel<sup>[26]</sup>.

As fibras constituem a menor fração dos resíduos sólidos da cadeia de produção do açaí, aproximadamente 4%<sup>[2], [6]</sup>. A fibra *in natura* encontrada na camada externa da semente do fruto é composta majoritariamente por celulose (c.a., 41,4%) e lignina (c.a., 40,25%)<sup>[27]</sup>.

## Oportunidades de Valorização do Resíduo

O estudo da reinserção dos resíduos como produtos ou insumos para outros setores é um importante passo para a maximização da utilização dos recursos naturais renováveis e, conseqüentemente, minimização dos resíduos gerados. Nesse sentido, abaixo são descritas algumas oportunidades de valorização dos resíduos.

O aproveitamento das sementes residuais é mais concentrado em setores de geração de energia e agroindústrias, na utilização como material nas caldeiras e como fertilizantes para o solo, respectivamente<sup>[20]</sup>. Os caroços podem ser queimados para geração de energia, por possuírem elevado poder calorífico<sup>[28]</sup>. A Votorantim Cimentos, por exemplo, utiliza as sementes de açaí como substituinte de parte do coque de petróleo, um combustível fóssil empregado nos fornos de cimento, reduzindo assim a quantidade de coque e a emissão de gases na atmosfera<sup>[29]</sup>. A Agência Brasil estima que, atualmente, o nível de substituição do coque por resíduos é de em média 21% e a projeção para 2050 é de 55%<sup>[30]</sup>. Além da queima, o caroço pode ser submetido a gaseificação, gerando bioenergia<sup>[31], [32]</sup>.

Além disso, existem outras oportunidades de valorização dos resíduos, de baixo ou alto valor agregado. A Tabela 1 indica algumas aplicações identificadas na literatura acadêmica, artigos e em patentes.

É notório que a oportunidade de valorização do açaí cresce desde um segmento de menor valor, como o de biocombustível, até um segmento que agrega maior valor à biomassa, uma vez quando aplicada como matéria-prima na indústria farmacêutica, por exemplo. Vale ressaltar que muitos estudos em desenvolvimento, principalmente os de gênero acadêmico, possuem uma visão interessante na agregação de valor à cadeia do açaí, incorporando os resíduos como matéria-prima para produtos de alto valor agregado, como no segmento de cosméticos, incentivando a produção de produtos rentáveis e exclusivos para a sociedade.

Os resíduos considerados destaques com potencial aplicação como insumos para a geração de produtos com agregação de valores eminentes são os caroços e a borra. Constata-se que as empresas já investem em soluções sustentáveis e alta tecnologia para valorização da cadeia do açaí, embora haja um crescimento gradual dessas atividades, já que os processos na maioria das vezes são considerados dispendiosos.

Tabela 1. Aplicações dos resíduos de açaí.

Setor de aplicação	Resíduo empregado	Produto/extrato	Características distintivas do produto/extrato	Escala	Autor(es) e Referência
Alimentícia	Caroço	Extratos de açaí (Barra de cereal, suplemento alimentar)	Alto valor nutricional e baixo valor energético do resíduo	Laboratório	UFAM; INPA <sup>[33]</sup> , [2013]
		Microorganismos de fermentação	Resíduo favorável à produção de enzimas	N.A	UFAM <sup>[34]</sup> , [2015]
		Açúcares concentrados (mono, oligo e polissacarídeos)	Alto teor de açúcares com alto potencial para ingredientes funcionais	Laboratório	Monteiro, A.F., <i>et al</i> <sup>[35]</sup> , [2019]
	Fibras	Gordura vegetal integral	Alto teor de fibras produzindo microfibras desidratadas	Piloto	Açaí na Massa Comércio e Serviços Ltda. <sup>[36]</sup> , [2017]
	Borra	Farinha de açaí (biscoitos)	Alto teor de fibras com alto valor nutricional e baixo valor energético	Piloto	Lima, H.T <sup>[22]</sup> , [2009]
Biocombustível	Caroço	Etanol 2ª Geração	Biomassa lignocelulósica, alta conversão na geração de energia renovável	Laboratório	Tech Corporation <sup>[37]</sup> , [2010]
Cosmética	Caroço	Esfoliante biodegradável	Resíduo com ação esfoliante de efeito suave e baixa abrasividade	Comercial	Beraca – Ingredientes Naturais <sup>[38]</sup> , [N.A]
		Pomadas antioxidantes	Composição de ácido graxos insaturados que atuam como antioxidantes	Laboratório	UERJ <sup>[39]</sup> , [2012]
	Borra	Óleo vegetal	Resíduo rico em fitoquímicos	Laboratório	Universidade do Texas A&M <sup>[40]</sup> , [2010]
Compostagem	Caroço	Enriquecedor de solo	Biomassa rica em carbono e polifenóis com potencial biológico	Comercial	Embrapa Amazônia Oriental; Albras – Alumínio Brasileiro S.A; COOPSAI; Prefeitura Municipal de Barcarena <sup>[41]</sup> , [2005]
Construção civil	Fibras	Painéis ecológicos	Resíduo fibroso com resistência e durabilidade de média densidade	Piloto	Museu Paraense Emilio Goeldi; UEA <sup>[42]</sup> , [2016] Programa de Aceleração PPA <sup>[43]</sup> , [2013]
		Briquetes	Biomassa com baixo teor de umidade e alta concentração de lignina e celulose para briquetagem	Laboratório	INPA <sup>[44]</sup> , [2011]
		Biopolímeros	Alto teor de lignina (estrutura amorfa polimérica) no resíduo	Laboratório	Bio & Green – Indústria de Produtos Biodegradáveis Ltda. <sup>[45]</sup> , [2016]
Energia	Caroço	Bioenergia	Alto poder calorífico do resíduo	Laboratório	Oliveira, L.S., <i>et al</i> <sup>[46]</sup> , [2021]
Farmacêutica	Caroço	Extratos liofilizados e hidroalcolólics;	Composição de ácidos graxos, com elevado grau de insaturação	Laboratório	UERJ <sup>[47]</sup> , [2019]
	Borra	Extratos liofilizados quimioterápicos	Extratos anticarcinogênicos para produção de medicamentos		UFM <sup>[48]</sup> , [2018]
Tratamento de água	Caroço	Elemento filtrante (carvão ativado)	Resíduo com alto teor de material orgânico, rico em carbono	Laboratório	INPA <sup>[49]-[51]</sup> , [2015; 2012; 2003] Athennas Comércio e Serviços <sup>[50]</sup> , [2012]

Considerando-se que menos de 10% do lucro gerado pela cadeia do açaí é efetivamente voltado para a população local, é de extrema importância que políticas públicas sejam implementadas para o fortalecimento das cadeias sustentáveis<sup>[52]</sup>. O potencial da cadeia do açaí pode ser promovido pelo uso de todos os seus produtos e resíduos, implicando no aumento de lucro das comunidades produtoras e na redução do impacto ambiental devido ao descarte inadequado de resíduos.

Ao longo da pesquisa constatou-se que os incentivos que ressaltam a valorização dos resíduos da cadeia do açaí são, comumente, pauta nas organizações privadas que atuam no beneficiamento do fruto, em conjunto com empresas públicas e cooperativas regionais. Os incentivos governamentais, em geral, se limitam a oferecer às empresas privadas um tratamento tributário diferenciado, a fim de agregar valor à cadeia, como é o caso da Política Industrial do Açaí<sup>[53], [54]</sup>. Entretanto, o foco dos incentivos governamentais se resume ao beneficiamento da valorização da polpa, implementação de processos produtivos mais verdes e sustentáveis e o crescimento do valor no mercado, porém não especificam de fato a valorização dos resíduos.

Apesar disso, os gargalos enfrentados pela cadeia de açaí podem ser solucionados a partir da integração dos atores dessa indústria, onde o movimento se torna essencial para desenvolvimento de políticas públicas que enfatizam a qualidade e valorização dos produtos derivados da fruta<sup>[55]</sup>. Fatores ecológicos e governamentais se apresentam no incentivo à pesquisa para produzir soluções, visando a oferta de tecnologia a nichos interessados em agregar valor ao fruto<sup>[9]</sup>. Dentre os incentivos à valorização do fruto destaca-se: o Pró-Açaí (2011) – contribui para inovação tecnológica na melhoria e manejo do fruto e crescimento de mercado<sup>[56], [57]</sup> –, o Pará 2030 (2018) – estratégias para reaproveitamento do caroço do açaí a partir da parceria entre governo do estado do Pará, Maisa Agroindústria Green Projects e a Associação dos Vendedores Artesanais de Açaí de Belém e Região Metropolitana (AVABEL)<sup>[58]–[60]</sup> – e, a Rota do Açaí (2021) - tornar eficiente o atendimento do mercado interno e externo, aumentar o potencial produtivo, gerar renda e emprego nas regiões que apresentam maior destaque na produção de açaí<sup>[61], [62]</sup>.

## **Iniciativas do Instituto na Valorização de Resíduos da Biodiversidade Brasileira**

O Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos e Fibras (ISI B&F) é formado por uma equipe altamente especializada de engenheiros, químicos, técnicos, biólogos, bioinformatas dentre outros. O Instituto busca desenvolver soluções tecnológicas cada vez mais sustentáveis, através da valorização de resíduos lignocelulósicos, provenientes da biodiversidade brasileira. O Instituto possui três plataformas tecnológicas que atuam em sinergia em projetos de PD&I: (1) biologia sintética, (2) transformação química e engenharia de processos e (3) fibras. Além disso, o Instituto possui uma área de Inteligência Competitiva e Propriedade Intelectual, que se dedica a realizar prospecções de mercado e tecnológicas.

A área de Inteligência Competitiva (IC) possui expertise na elaboração de *Technology roadmaps* da valorização de resíduos da biodiversidade brasileira, identificando oportunidades para diversos setores. Dessa forma, a equipe de IC pode auxiliar o direcionamento estratégico de empresas, startups e outras entidades.

Além disso, recentemente, o ISI B&F lançou o Portal de Bioeconomia ([portaldebioeconomia.com](http://portaldebioeconomia.com)), tendo como objetivo ser o maior ponto de encontro dos atores da bioeconomia nacional, proporcionando a difusão de conhecimento, estímulo à colaboração para geração de oportunidades de negócios e fortalecimento do mercado. Essa plataforma auxiliará na conexão de atores relacionados a biodiversidade brasileira, incluindo comunidades tradicionais e cooperativas, além de empresas, startups, grupos de pesquisa, entidades governamentais etc.

A plataforma de Biotecnologia atua na valorização da cadeia de resíduos lignocelulósicos através da prospecção de rotas metabólicas de interesse comercial, seleção de linhagens microbianas, evolução dirigida para maior tolerância a compostos e/ou seu aproveitamento, biologia sintética, sequenciamento de DNA e RNA, além de possuir uma infraestrutura completa para projetos de escalonamento de processos fermentativos. Entre os equipamentos instalados, há plataformas automatizadas que permitem um maior *throughput* na modificação genética, evolução dirigida e seleção de linhagens, sendo essencial para o desenvolvimento de processos bioquímicos eficientes. Além disso, sequenciadores Sanger, Illumina e PacBio e biorreatores desde 3 mL até 100 L compõe uma infraestrutura completa para a área de Biotecnologia, e única no país.

A plataforma de Transformação Química e Engenharia de Processos vem trabalhando no desenvolvimento de processos e aplicações de nanocelulose e lignina. Para isso, a plataforma é equipada de infraestrutura robusta e altamente especializada capaz de fornecer o suporte necessário ao desenvolvimento de pesquisas na área de biomassas lignocelulósicas. Os equipamentos que mais se destacam para este propósito são: Reatores batelada e contínuos, Homogeneizador de alta pressão, Supermasscolloider, Homogeneizador Ultra Turrax, Reômetro físico-químico, DRX, XRF, Spray Dryer, Potencial Zeta, MEV, CG-MS, APC, HPLC.

Na plataforma de Fibras estuda-se cada vez mais sobre a incorporação das fibras e corantes naturais à cadeia de produção têxtil. Dos corantes mais pesquisados temos o urucum e o baru. A divisão tem como principal foco a realização de ensaios de solubilidade, compatibilidade química em função da temperatura com o objetivo de estruturar uma receita de tingimento em substratos têxteis. Com o auxílio de equipamentos em escala laboratorial, é possível realizar o tingimento com relação de banho em pequena escala. O tingimento pode ser realizado de duas maneiras: por esgotamento, utilizando os equipamentos AT-HT e Tingiomate, e por impregnação, utilizando a KTF. Desta forma, suprimos a demanda com pequenas quantidades de substrato e com maior eficiência. Vale a pena ressaltar que o instituto também tem expertise no manejo de diversas fibras naturais, incluindo da Amazônia. Alguns exemplos já trabalhados incluem fibras de pupunha (*Bactris gasipaes*), malva (*Urena lobata* L.) e paina (*Ceiba glaziovii*). Novamente, é possível gerar fios de boa qualidade com pequenas quantidades de material, seguido de operações de malharia ou tecelagem.

## **Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos e Fibras**

O Instituto SENAI de Inovação (ISI) em Biossintéticos e Fibras atua de forma transversal em temas identificados como portas para o futuro para as cadeias dos segmentos químico e têxtil, e apoia empresas no desenho de estratégias utilizando o conceito de alta integração com a indústria e a academia. Possui equipe formada por especialistas reconhecidos nas áreas de biotecnologia, síntese química, engenharia de processos e fibras. Criado em janeiro de 2016, o Instituto integra o Centro de



Tecnologia das Indústrias Química e Têxtil – SENAI CETIQT, também composto pelo Instituto SENAI de Tecnologia Têxtil e de Confeção e Faculdade SENAI CETIQT.

Localizado no Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), possui cerca de 3.500m<sup>2</sup> de laboratórios, o Instituto é referência nacional em inovação e se estrutura em plataformas tecnológicas ligadas à pesquisa aplicada e inteligência competitiva, possibilitando a identificação e construção de oportunidades para a indústria por meio de análise e desenvolvimento de novos produtos e processos químicos, bioquímicos e têxteis.

Para mais informações entre em contato conosco: [isibios@cetiqt.senai.br](mailto:isibios@cetiqt.senai.br)

Elaborado por Camila Lemos, Fernanda Cardoso, Fernanda Neumann, Jéssica Felix e Leonardo Teixeira.

Rio de Janeiro, 13 de dezembro de 2021.

## Referência

- [1] V. Mindelo, R. Brabo, L. F. Souza, e J. C. Magno, “Análise De Um Processo Produtivo De Polpas De Açaí Através Da Simulação De Eventos Discretos”, apresentado em ENEGEP 2018 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, MACEIO/AL - BRASIL, nov. 2018. doi: 10.14488/ENEGEP2018\_TN\_STP\_263\_512\_35849.
- [2] C. S. Farinas, “Aproveitamento do Caroço do Açaí como Substrato para a Produção de Enzimas por Fermentação em Estado Sólido”, p. 16.
- [3] A. V. Carvalho, “Aspectos nutricionais”.  
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/acai/arvore/CONT000gbfbxyh002wx5ok07shnq9gk7ripj.html> (acessado dez. 08, 2021).
- [4] IBGE SIDRA, “Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes de açaí”. [Online]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>
- [5] IBGE SIDRA, “Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal e da silvicultura, por tipo de produto extrativo - Açaí.”. [Online]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>
- [6] T. Silva, “Compostos Voláteis, Perfil de Aroma, de Ácidos Graxos e Potencial Antioxidante de Óleo Extraído Por Prensagem a Frio de Resíduo Agroindustrial de Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)”, Universidade Federal do Sergipe, Sergipe - SE, 2017. Acessado: dez. 08, 2021. [Online]. Disponível em: [https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/public/programa/noticias\\_desc.jsf?lc=pt\\_BR&id=222&noticia=263479910](https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_BR&id=222&noticia=263479910)
- [7] L. H. O. Monteiro, R. O. S. da Costa, e P. F. V. Pinheiro, “RESÍDUOS PRODUZIDOS PELOS PROCESSADORES DE AÇAÍ NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM E AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL ENERGÉTICO”, in *Blucher Engineering Proceedings*, Belo Horizonte, Brasil, jul. 2017, p. 1522–1532. doi: 10.5151/xveneeamb-153.
- [8] Y. Okada, T. Motoya, S. Tanimoto, e M. Nomura, “A study on fatty acids in seeds of *Euterpe oleracea* Mart seeds”, *J. Oleo Sci.*, vol. 60, n° 9, p. 463–467, 2011, doi: 10.5650/jos.60.463.

- [9] A. V. da Costa Almeida, I. Moreira Melo, I. Silva Pinheiro, J. Farias Freitas, e A. Cristiano Silva Melo, "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", *Rev. Gest. Produção Operações E Sist.*, vol. 12, nº 4, p. 59–83, jul. 2017, doi: 10.15675/gepros.v12i3.1668.
- [10] SEDAP-NUPLAN-Estatística, "Panorama Agrícola do Pará - Açaí 2015/2020", 2021. <http://www.sedap.pa.gov.br/dados-agropecuarios/agropecuaria> (acessado dez. 08, 2021).
- [11] M. Junior, "Obtenção e caracterização de carvão ativado feito a partir do caroço de açaí", Universidade Federal do Maranhão, São Luiz/MA, 2020.
- [12] L. de V. A. Miranda, S. B. de Miranda, e V. V. de V. Amanajás, "Aspectos socioeconômicos dos batedores de açaí dos municípios de Macapá e Santana no estado do Amapá -AP.", *Confins Rev. Fr.-Brés. Géographie Rev. Fr.-Bras. Geogr.*, nº 40, Art. nº 40, maio 2019, doi: 10.4000/confins.19799.
- [13] ADEPARÁ, "Açaí: riqueza do Pará com mercado garantido dentro e fora do Brasil | Agência de Defesa Agropecuária do Pará", maio 24, 2017. <http://www.adepara.pa.gov.br/artigos/a%C3%A7a%C3%AD-riqueza-do-par%C3%A1-com-mercado-garantido-dentro-e-fora-do-brasil> (acessado dez. 08, 2021).
- [14] A. Dantas, "Fechamento de pontos de açaí em Belém é resultado da alta dos preços | Economia | O Liberal", maio 15, 2021. <https://www.oliberal.com/economia/fechamento-de-pontos-de-acai-em-belem-e-resultado-da-alta-dos-precos-1.387549> (acessado dez. 08, 2021).
- [15] A. F. N. Domingues, R. de A. Mattietto, e M. do S. P. Oliveira, "Teor de Lipídeos em Caróços de *Euterpe oleracea* Mart.", vol. 115, p. 19, jan. 2017.
- [16] F. A. S. FAS, "SOLUÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE - AÇAÍ: ALIMENTO ENERGÉTICO COM SABOR AMAZÔNICO". [Online]. Disponível em: [https://fas-amazonia.org/wp-content/uploads/2020/04/VF-Informativo-Solu%C3%A7%C3%B5es-Para-a-Sustentabilidade-A%C3%A7a%C3%AD.pdf#:~:text=A%C3%A7a%C3%B5es%20de%20apoio%20e%20incentivo,duas%20Reservas%20Extrativistas%20\(Resex\)](https://fas-amazonia.org/wp-content/uploads/2020/04/VF-Informativo-Solu%C3%A7%C3%B5es-Para-a-Sustentabilidade-A%C3%A7a%C3%AD.pdf#:~:text=A%C3%A7a%C3%B5es%20de%20apoio%20e%20incentivo,duas%20Reservas%20Extrativistas%20(Resex))
- [17] M. do S. P. de O. Oliveira, J. T. de F. Neto, e R. da S. Pena, "AÇAÍ: TÉCNICAS DE CULTIVO E PROCESSAMENTO", Fortaleza/CE: Instituto Frutal, p. 104, 2007.
- [18] O. L. Nogueira, F. J. C. Figueirêdo, e A. A. Muller, "Sistemas de produção", *Açaí*, jul. 2005, [Online]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/408196/1/SISTEMAPROD4ONLINE.pdf>
- [19] D. J. C. Xavier *et al.*, "O BENEFICIAMENTO DO AÇAÍ NO PROJETO MODELO DE NEGÓCIO DE ENERGIA ELÉTRICA EM COMUNIDADES ISOLADAS NA AMAZÔNIA – NERAM", *Enc. Energ. Meio Rural*, nº 6, p. 7, 2006.
- [20] S. de S. Barros *et al.*, "Waste açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) seeds as a new alternative source of cellulose: Extraction and characterization", *Res. Soc. Dev.*, vol. 10, nº 7, Art. nº 7, jun. 2021, doi: 10.33448/rsd-v10i7.16661.
- [21] M. K. D. Rambo, F. L. Schmidt, e M. M. C. Ferreira, "Analysis of the lignocellulosic components of biomass residues for biorefinery opportunities", *Talanta*, vol. 144, p. 696–703, nov. 2015, doi: 10.1016/j.talanta.2015.06.045.
- [22] H. T. D. Lima, "APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS (BORRA DE AÇAÍ E GLICEROL) NA ELABORAÇÃO DE BISCOITO", Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2009. [Online]. Disponível em: <https://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2009/Helena%20de%20Lima.pdf>

- [23] M. V. Borges *et al.*, “Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização”, *Res. Soc. Dev.*, vol. 10, nº 5, Art. nº 5, maio 2021, doi: 10.33448/rsd-v10i5.14517.
- [24] R. J. S. do Nascimento, S. Couri, R. Antoniassi, e S. P. Freitas, “Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano”, *Rev. Bras. Frutic.*, vol. 30, p. 498–502, jun. 2008, doi: 10.1590/S0100-29452008000200040.
- [25] J. Singh e P. C. Bargale, “Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression - ScienceDirect”, *Journal of Food Engineering*, vol. 43, nº 2, p. 75–82, fev. 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00134-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00134-X).
- [26] B. S. Rodrigues, “Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais”, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. doi: 10.11606/D.11.2010.tde-20102010-104809.
- [27] F. F. da C. Tavares, M. D. C. de Almeida, J. A. P. da Silva, L. L. Araújo, N. S. M. Cardozo, e R. M. C. Santana, “Thermal treatment of açaí (*Euterpe oleracea*) fiber for composite reinforcement”, *Polímeros*, vol. 30, jul. 2020, doi: 10.1590/0104-1428.09819.
- [28] G. Rendeiro, *Combustão e gasificação de biomassa sólida*, 1a edição. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.
- [29] “Açaí, o fruto da nossa energia - Votorantim Cimentos - Institucional”. [https://www.votorantimcimentos.com.br/estudos\\_casos/acai-o-fruto-da-nossa-energia/](https://www.votorantimcimentos.com.br/estudos_casos/acai-o-fruto-da-nossa-energia/) (acessado dez. 10, 2021).
- [30] P. R. Vilela, “Empresas apostam em economia circular para reduzir impactos ambientais”, maio 17, 2021. Acessado: dez. 08, 2021. [Online]. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-05/empresas-apostam-em-economia-circular-para-reduzir-impactos-ambientais>
- [31] L. Bufalino *et al.*, “Local variability of yield and physical properties of açaí waste and improvement of its energetic attributes by separation of lignocellulosic fibers and seeds”, *J. Renew. Sustain. Energy*, vol. 10, nº 5, p. 053102, set. 2018, doi: 10.1063/1.5027232.
- [32] R. de S. C. Arede, E. S. Batista, J. B. Bezerra, T. M. de Souza, e L. Bufalino, “Potencial energético do resíduo do despulpamento do açaí sob diferentes condições de estocagem”, *Rev. Ciênc. Agrár. Amaz. J. Agric. Environ. Sci.*, vol. 63, set. 2020, Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3320>
- [33] L. K. O. Yuyama e M. A. Faber, “Composição Alimentícia, Barra De Cereal, E, Processo De Produção De Composição Alimentícia Compreendendo Sementes De Açaí”, BRPI1106470 (A2), out. 15, 2013. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20131015&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI1106470A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20131015&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI1106470A2&KC=A2&ND=4)
- [34] M. F. S. Teixeira, M. M. Alecrim, R. A. Palheta, H. C. R. D. Limas, T. D. A. Silva, e A. L. F. Porto, “Coagulantes microbiano, processo de produção de coagulante microbiano utilizando resíduo agroindustrial e seu uso na produção de produtos derivados do leite”, BR102012029500 (A2), jun. 23, 2015 Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20150623&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=102012029500A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20150623&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=102012029500A2&KC=A2&ND=4)
- [35] A. F. Monteiro, I. S. Miguez, J. P. R. B. Silva, e A. S. da Silva, “High concentration and yield production of mannose from açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seeds via mannanase-catalyzed hydrolysis”, *Sci. Rep.*, vol. 9, nº 1, p. 10939, jul. 2019, doi: 10.1038/s41598-019-47401-3.
- [36] J. C. L. J. Paulo, “gordura vegetal do açaí e processo de extração e fabricação da gordura vegetal integral do açaí”, BR102015031032 (A2), jun. 20, 2017 Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em:

- [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20170620&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=102015031032A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20170620&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=102015031032A2&KC=A2&ND=4)
- [37] Y. Nakamoto e M. Nomura, "Method for Producing Saccharified Liquid by Using Seed of Assai Palm and Method for Producing Ethanol by Using the Saccharified Liquid", JP2010161997 (A), jul. 29, 2010. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20100729&DB=&locale=en\\_EP&CC=JP&NR=2010161997A&KC=A&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20100729&DB=&locale=en_EP&CC=JP&NR=2010161997A&KC=A&ND=4)
- [38] "Beraca - Ingredientes Naturais". <https://www.beraca.com/nossos-produtos/berascrubs/> (acessado dez. 10, 2021).
- [39] D. M. R. Soares, "Method for Preparing Ointments Containing Antioxidants from Polyphenol-Rich Plants for Use in the Treatment of Wounds of Various Origins Which Involve an Increase in Oxidation-Promoting Agents and/or Increased Formation of Oxygen-Derived Reactive Spe", BRPI1003215 (A2), mar. 20, 2012. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120320&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI1003215A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120320&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI1003215A2&KC=A2&ND=4)
- [40] S. T. Talcott, "Phytochemical-Rich Oils and Methods Related Thereto", US2010197643 (A1), ago. 05, 2010. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20100805&DB=&locale=en\\_EP&CC=US&NR=2010197643A1&KC=A1&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20100805&DB=&locale=en_EP&CC=US&NR=2010197643A1&KC=A1&ND=4)
- [41] L. B. Teixeira, V. L. C. Germano, R. F. de Oliveira, e J. F. Júnior, "Processos de Compostagem Usando Resíduos das Agroindústrias de Açaí e de Palmito do Açaizeiro", *Circular Técnica*, vol. 41, nov. 2005, [Online]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/395733/1/Circ.tec.41.pdf>
- [42] L. M. Â. De, "Medium-Density Ecological Panel, Method for Producing a Panel Based on Açaí Fibres and Use of Açaí Fruit Fibre", WO2016094983 (A1), jun. 23, 2016 Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20160623&DB=&locale=en\\_EP&CC=WO&NR=2016094983A1&KC=A1&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20160623&DB=&locale=en_EP&CC=WO&NR=2016094983A1&KC=A1&ND=4)
- [43] "ECOPAINAIS DO AÇAÍ – Programa de Aceleração PPA". <https://aceleracao.ppa.org.br/business-portfolio/ecopaineis-do-acai/?lang=en> (acessado dez. 10, 2021).
- [44] M. A. Cavalcanti, A. A. Correa, M. C. Pessoa, S. N. S. Dos, e R. N. Arival, "briquetes de matéria-prima vegetal, e processo de produção dos mesmos", BRPI0904378 (A2), jul. 05, 2011. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20110705&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI0904378A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20110705&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI0904378A2&KC=A2&ND=4)
- [45] A. B. Lugaõ, N. Naime, P. Ponce, R. W. Dreifus, e W. M. Dreifus, "processo de preparação de material biodegradável e reciclável para fabricação de objetos termoformados", BRPI1104823 (A2), jan. 12, 2016. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20160112&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI1104823A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20160112&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI1104823A2&KC=A2&ND=4)
- [46] L. dos S. Oliveira, A. V. S. Silva, C. C. Conconi, E. de B. Gomes, W. A. Bizzo, e G. Cruz, "Thermal degradation of açaí seeds and potential application in thermochemical processes", *Rev. Produção E Desenvol.*, vol. 7, jun. 2021, doi: 10.32358/rpd.2021.v7.531.
- [47] D. M. R. Soares, "Preparation and Pharmaceutical Use of Euterpe Oleracea (acai) Extract Compositions", ES2705169 (T3), mar. 22, 2019. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190322&DB=&locale=en\\_EP&CC=ES&NR=2705169T3&KC=T3&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190322&DB=&locale=en_EP&CC=ES&NR=2705169T3&KC=T3&ND=4)

- [48] D. S. F. Dayanne *et al.*, “composição dos extratos alcoólicos obtidos dos caroços de *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) e *Euterpe edulis* Mart. (Juçara) e suas formas farmacêuticas contendo os liofilizados dos ditos extratos e uso terapêutico das formulações como tratamento do câncer.”, BR102015017543 (A2), fev. 06, 2018. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20180206&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=102015017543A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20180206&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=102015017543A2&KC=A2&ND=4)
- [49] W. F. Moss, D. Pascoaloto, M. C. Pessoa, A. Picanco, e M. Amazonas, “Elemento filtrante composto por uma pluralidade de camadas filtrantes, processo de produção dos mesmos e processo de filtragem/purificação de água”, BRPI1103550 (A2), ago. 11, 2015. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20150811&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI1103550A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20150811&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI1103550A2&KC=A2&ND=4)
- [50] L. Costa, “elemento filtrante a base de caroço de açaí, para filtros decloradores destinados ao tratamento da água”, BRPI0910088 (A2), jan. 17, 2012. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120117&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=PI0910088A2&KC=A2&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120117&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=PI0910088A2&KC=A2&ND=4)
- [51] M. A. D. L. Imbiriba, “Filtro com leite filtrante com grãos de material vegetal parcialmente carbonizado”, BR0104602 (A), ago. 05, 2003. Acessado: dez. 10, 2021. [Online]. Disponível em: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20030805&DB=&locale=en\\_EP&CC=BR&NR=0104602A&KC=A&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20030805&DB=&locale=en_EP&CC=BR&NR=0104602A&KC=A&ND=4)
- [52] Sectet - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica e Tecnológica Governo do Pará, Org., “Programa BIOPARÁ - Política Pública para Pesquisa e Desenvolvimento de Cadeias Produtivas da Biodiversidade Paraense”. 2012. [Online]. Disponível em: <http://www.sectet.pa.gov.br/sites/default/files/Programa%20BIOPAR%C3%81.pdf>
- [53] “Política de Incentivos Direcionada”, *Invest Pará*. <http://investpara.com.br/incentivos-fiscais/> (acessado dez. 10, 2021).
- [54] “Estado dispõe sobre o incentivo à produção de açaí”, Portal Contabeis. <https://www.contabeis.com.br/legislacao/5484054/decreto-578-2020/> (acessado dez. 10, 2021).
- [55] Izaque Pinheiro, “Açaí: articulação da cadeia produtiva é destaque em evento no Acre”, *Embrapa*, jun. 27, 2019. [https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias?p\\_p\\_id=buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=pop\\_up&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_groupId=1354328&buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_articleId=44501849&buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_viewMode=print](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias?p_p_id=buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=pop_up&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_groupId=1354328&buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_articleId=44501849&buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_viewMode=print) (acessado dez. 10, 2021).
- [56] DEYBSON ADRIANO PATRICIO DA SILVA, “AÇAÍ: EXPANSÃO COMERCIAL E CADEIA PRODUTIVA”, Monografia (Especialização), Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2017. [Online]. Disponível em: [https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/1399/1/Monografia\\_A%C3%A7aiExpansaoComercial.pdf](https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/1399/1/Monografia_A%C3%A7aiExpansaoComercial.pdf)
- [57] Luiz Pinto de Oliveira e Geraldo dos Santos Tavares, Orgs., “Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí no Estado do Pará - PROAÇAÍ – PA”. 2016. [Online]. Disponível em: [http://www.sedap.pa.gov.br/sites/default/files/PROGRAMA\\_PRO\\_ACAI.pdf](http://www.sedap.pa.gov.br/sites/default/files/PROGRAMA_PRO_ACAI.pdf)
- [58] H. Manreza, “Desenvolvimento de Cenários de Uso da Terra e Custos de Implantação”, p. 141.

- [59] “Sectet no Pará 2030 | Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Superior, Profissional e Tecnológica”. <http://www.sectet.pa.gov.br/audiovisual/basic-page/sectet-no-par%C3%A1-2030> (acessado dez. 10, 2021).
- [60] A. Oliveira da SILVA, C. Guilherme Nunes SILVA, W. Yuki Watanabe de lima MERA, A. Mariano Gomes da SILVA JÚNIOR, e C. Rayana Coelho LUZ, “COMERCIALIZAÇÃO E RESÍDUOS DA VENDA DE AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE”, apresentado em IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2019. doi: 10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0120.
- [61] “Rota do Açaí”. <https://antigo.mdr.gov.br/perguntas-frequentes-acesso-a-informacao/2-uncategorised/12542-rota-do-acai> (acessado dez. 10, 2021).
- [62] “MDR promove conferência para que produtores da Rota do Açaí compartilhem experiências”, *Governo do Brasil*. <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mdr-promove-conferencia-para-que-produtores-da-rota-do-acai-compartilhem-experiencias> (acessado dez. 10, 2021).