



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL

DEIVISON DE SOUZA ALENCAR

IGOR AUGUSTO DA SILVA LOPES

**RESÍDUO DO AÇAÍ: DOS PLANOS MUNICIPAIS ÀS ROTAS TECNOLÓGICAS**

Tucuruí – PA

2024

DEIVISON DE SOUZA ALENCAR

IGOR AUGUSTO DA SILVA LOPES

## **RESÍDUO DO AÇAÍ: DOS PLANOS MUNICIPAIS ÀS ROTAS TECNOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Cândido Passos da Silva

Tucuruí – PA

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

A368r Alencar, Deivison de Souza.  
Resíduos do açaí: dos planos municipais às rotas tecnológicas /  
Deivison de Souza Alencar, Igor Augusto da Silva Lopes . — 2024.  
62 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Rodrigo Cândido Passos da Silva  
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do  
Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia  
Sanitária e Ambiental, Tucuruí, 2024.

1. Geração de resíduo. 2. Carvão do açaí. 3. Políticas  
públicas municipais. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 620.8

---

DEIVISON DE SOUZA ALENCAR

IGOR AUGUSTO DA SILVA LOPES

## **RESÍDUO DO AÇAÍ: DOS PLANOS MUNICIPAIS ÀS ROTAS TECNOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Cândido Passos da Silva

Data da aprovação: 22 / 10 / 2024

Conceito: Excelente

### **BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Rodrigo Cândido Passos da Silva - Orientador  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Profa. Dra. Etiene Elayne Meireles da Rocha – Examinadora Interna  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Ma. Carla Lorena Sandim da Rosa – Examinadora Externa  
Carbonext

## AGRADECIMENTOS

DEIVISON ALENCAR

Gostaria de expressar minha gratidão primeiramente a Deus, por me dar forças nessa nova jornada de vir para outra cidade sem conhecer ninguém, mas que, no final, deu tudo certo.

Não poderia deixar de mencionar meu maior pilar, minha família, especialmente meus pais, Erisvaldo e Luziane, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram, sem nunca medir esforços para me ajudar a realizar essa conquista. E, claro, ao meu irmão Dárlison, meu melhor irmão. Amo vocês.

Dedico também à minha amada namorada, Alexandra Gomes, que, mesmo com a saudade, sempre esteve ao meu lado, me apoiando em todos os momentos, te amo mil milhões.

Quero agradecer também aos meus sogros, Alexandre e Eli Lúcia, em especial à minha querida sogra Eli Lúcia (*in memoriam*), que nos deixou recentemente, mas que sempre soube alegrar a todos. Obrigado pelos conselhos e ensinamentos.

Aos meus amigos de infância Gabriel e Henrique.

Agradeço a todos os professores pelo aprendizado, especialmente ao meu orientador Rodrigo Passos, cuja paciência e confiança foram essenciais para a conclusão deste TCC.

Ao longo desses anos, conquistei vários amigos, mas meu quarteto precisa ser mencionado: Lethicia, Gabriela e Luciane, que tornaram essa caminhada mais leve. Um agradecimento especial à minha parceira Lethicia. Também agradeço a Aira, Ricardo e Igor, colegas e amigos que colaboraram e facilitaram esse processo. Igor dividiu noites em claro e muita dedicação para conseguirmos finalizar esta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada no campus de Tucuruí, e à Atlética Predadores, por promover o esporte, que foi essencial para os momentos de lazer, mesmo estando longe de casa.

## **AGRADECIMENTOS**

**IGOR LOPES**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me dar força, sabedoria e discernimento para seguir essa caminhada. Sair da minha cidade natal, deixando amigos e familiares, para seguir meu sonho, que no fim se tornou realidade.

Agradeço aos meus pais Raimundo Nonato e Elbenice Batista, que acreditaram em mim e me deram total suporte para seguir essa jornada, sem medir esforços. Amo vocês.

Aos meus irmãos, Erlan de Jesus, Eriane Cristina, Híris Regina, e aos meus sobrinhos Théo Eduardo e Isis Olinda, que mesmo sem entender muito, me motivavam a seguir em frente e não desistir.

Não poderia deixar de agradecer a todos os meus amigos que fiz durante o curso, em especial ao meu grupo quinteto: Aira, Amanda, Ricardo e Leandro que foram pessoas especiais e que contribuíram muito. Agradeço também a minha amiga Débora Ribeiro, Cristiane Baia e meu amigo Deivison que se propôs a dividir esse trabalho comigo e a sua dedicação para finalização do trabalho final.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte do meu aprendizado. Não poderia deixar de agradecer ao meu orientador Rodrigo Passos, que teve paciência em nos ensinar e acreditou em nosso potencial. Suas contribuições foram essenciais para a concretização deste TCC e levarei comigo todos os seus ensinamentos.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos as pessoas e amigos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada, mas que não foram mencionados. Cada gesto de apoio, incentivo e colaboração foram valiosos. Gratidão!

## RESUMO

O açaí é um fruto que faz parte da cultura e da base alimentar do povo paraenses, sendo conhecido pelo valor nutricional e econômico para a região. O despulpamento deste fruto gera dois principais tipos de resíduos: as fibras e os caroços (semestes), os quais são comumente dispostos de maneira inadequada no meio ambiente trazendo diversos impactos negativos à qualidade e salubridade ambiental. Este cenário torna-se ainda mais desafiador devido à grande quantidade de resíduos gerados nos estabelecimentos comerciais de despulpamento do fruto, considerando que mais de 80% do fruto é constituído pelo caroço. Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar as rotas tecnológicas dos resíduos do caroço do açaí nos planos municipais de resíduos e saneamento do estado do Pará, bem como mapear as rotas tecnológicas descritivas deste resíduo na cidade de Tucuruí. Para tanto, inicialmente foram levantados e analisados todos os planos setoriais dos municípios paraenses por meio de consultas aos sites especializados. Em seguida, foi aplicado um instrumento de pesquisa em 44 estabelecimentos comerciais de despulpamento do fruto para mapeamento das rotas tecnológicas descritivas do caroço. Os resultados mostraram que apenas 7,35% dos municípios analisados incluem o resíduo do açaí nos planos municipais setoriais, evidenciando lacunas na regulamentação e na aplicação de tecnologias sustentáveis. Além disso, verificou-se que a maioria dos batedores de açaí de Tucuruí descartam o caroço de forma inadequada, sendo a coleta insuficiente e o reaproveitamento e valorização mássica e energética ausentes. Concluiu-se que, apesar de alguns avanços na gestão dos resíduos do açaí, muitos municípios ainda carecem de regulamentação específica e práticas eficazes. Propõem-se melhorias na gestão, com incentivo ao uso de tecnologias como a compostagem e produção de biocombustíveis, visando maior sustentabilidade e redução de impactos ambientais negativos.

**Palavras-chaves:** Gestão de resíduos, Caroço do açaí, Políticas públicas municipais, Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Açaí is a fruit that is part of the culture and food base of the people of Pará and is known for its nutritional and economic value to the region. The pulping of this fruit generates two main types of waste: the fibers and the stones (semestes), which are commonly disposed of inappropriately in the environment, causing various negative impacts on environmental quality and health. This scenario becomes even more challenging due to the large amount of waste generated in commercial fruit pulping establishments, considering that more than 80% of the fruit is made up of the stone. In view of the above, the aim of this research is to evaluate the technological routes for açaí stone waste in the municipal waste and sanitation plans of the state of Pará, as well as to map the descriptive technological routes for this waste in the city of Tucuruí. To this end, all the sectoral plans of Pará's municipalities were initially surveyed and analyzed by consulting specialized websites. Next, a survey instrument was applied to 44 commercial fruit pulping establishments in order to map the descriptive technological routes of the stone. The results showed that only 7.35% of the municipalities analyzed include açaí waste in their municipal sector plans, highlighting gaps in regulation and in the application of sustainable technologies. In addition, it was found that the majority of açaí beaters in Tucuruí dispose of the core inappropriately, with insufficient collection and a lack of reuse and mass and energy recovery. The conclusion is that, despite some progress in the management of açaí waste, many municipalities still lack specific regulations and effective practices. Improvements in management are proposed, encouraging the use of technologies such as composting and biofuel production, with a view to greater sustainability and reducing negative environmental impacts.

**Keywords:** Waste management, Açaí stone, Municipal public policies, Sustainability

## **LISTA DE ILUSTRAÇÃO**

Figura 1 - Mapa de localização do município de Tucuruí-PA.....	21
Figura 2 - Mapa de localização da pesquisa .....	23
Figura 3 - Gráfico sobre os municípios que possuem PMRS/PMSB .....	33
Figura 4 - Perguntas relacionadas ao gerenciamento do resíduo sólido urbano .....	34
Figura 5 - Aplicação do questionários nos estabelecimentos comerciais. ....	36
Figura 6 - Certificados dos estabelecimentos comerciais de açaí.....	38

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dados dos estabelecimentos comerciais .....	37
Tabela 2 - Dados Socioeconômico dos batedores artesanais de açaí.....	39
Tabela 3 - Dados da rota de segurança do trabalho .....	44

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Atual rota tecnológica descritiva do resíduo de açaí de Tucuruí.....	40
Quadro 2 - Proposta de rota tecnológica do resíduo do açaí.....	42
Quadro 3 - Medidas propositivas na área instrucional.....	43
Quadro 4 - Medidas propositivas no campo legal .....	45
Quadro 5 - Medidas propositivas de segurança do trabalho .....	46
Quadro 6 - Principais riscos existentes no processamento do açaí.....	47

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1 AÇAÍ: OURO AMAZÔNICO .....	14
2.2 BENEFICIAMENTO DO AÇAÍ .....	15
2.3 RESÍDUO DO AÇAÍ: ESTADO DA ARTE.....	16
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS DO RESÍDUO DO AÇAÍ.....	17
2.5 ROTAS TECNOLÓGICAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ .....	19
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	20
3.1 TIPO DE PESQUISA .....	20
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	21
<b>3.3.1 Módulo 1 - Análise dos planos municipais de resíduos sólidos do Pará com vistas ao resíduo do açaí</b> .....	21
<b>3.3.2 Módulo 2 - Mapeamento das rotas tecnológicas do resíduo do açaí em Tucuruí</b> .....	22
<b>4. RESULTADOS</b> .....	27
4.1 ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ À LUZ DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS MUNICÍPIOS PARAENSES .....	27
4.2 MAPEAMENTO DAS ROTAS TECNOLOGIAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ.....	36
<b>4.2.1 Descrição socioeconômica dos estabelecimentos comerciais de beneficiamento de açaí</b> .....	36
<b>4.2.2 Perfil socioeconômico dos batedores de açaí</b> .....	38
<b>4.2.3 Mapeamento das rotas tecnológicas do resíduo do açaí</b> .....	40
<b>4.2.4 Medidas propositivas para gestão sustentável do resíduo do açaí em Tucuruí-PA</b> .....	44
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	47
<b>Referências</b> .....	49
<b>Apêndices</b> .....	53
Apêndice A - Instrumento de pesquisa .....	53
Apêndice B - Termo de consentimento livre aplicado aos batedores .....	58
Apêndice C - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Araguaia.....	59

Apêndice D - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Baixo Amazonas.....	59
Apêndice E - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí – Região Guamá.....	60
Apêndice F - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Tocantins.....	60
Apêndice G - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - região Carajás.....	61
Apêndice H - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Marajó.....	61
Apêndice I - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Rio Capim.....	62
Apêndice J - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Caeté.....	62

## 1. INTRODUÇÃO

O açaizeiro desempenha um papel socioeconômico vital na Amazônia, devido à produção de açaí batido para consumo imediato, polpa congelada e corante natural (antocianina), utilizado nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia (Bezerra; Silva; Damasceno, 2016). Segundo Teixeira (2005), a agroindústria do açaí gera uma grande quantidade de resíduos tanto no beneficiamento do fruto quanto no processamento do palmito, resultando em impactos ambientais negativos devido à gestão inadequada. Assim, a gestão desses resíduos é essencial, especialmente no Pará, com destaque para Tucuruí, que enfrenta dificuldades quanto ao manejo adequado dos resíduos gerados, cenário semelhante nos demais municípios paraenses.

A crescente geração de resíduos sólidos tem dificultado seu gerenciamento adequado, um tema discutido em encontros globais sobre proteção ambiental (Pereira, 2019). Com o crescimento urbano, a gestão desses resíduos se torna desafiadora para a sociedade e os gestores municipais, sendo a maior parte deste material descartada sem tratamento ou destino adequado. Souza (2023) ressalta que a má gestão de resíduos contribui para as desigualdades sociais e ameaça à saúde pública, agravando a degradação ambiental. Segundo Moreira *et al.* (2020), a maior parte dos resíduos é descartada em vazadouros a céu aberto, comumente chamados de lixões a céu aberto, afetando corpos d'água, propagando doenças e poluindo o ambiente.

Diante desta problemática, faz-se necessário pesquisas acerca do gerenciamento de resíduos do açaí e pautada no atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, publicados pelas Organizações das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis e o ODS 6 - Água Potável e Saneamento. O ODS 12 incentiva a redução de resíduos e o uso eficiente de recursos, enquanto o ODS 6 busca preservar a qualidade da água e garantir o saneamento básico.

A Economia Circular propõe o fim da sociedade do descarte, substituindo o modelo “fazer, usar, descartar” por uma organização produtiva baseada no “reúso e reciclagem”, a Economia Circular ocorre “quando os seus outputs tornam-se seus inputs” (Bonciu, 2014). A adoção de rotas tecnológicas para tratar os resíduos do açaí contribui para a economia circular, transformando-os em subprodutos úteis, como fertilizantes, além de proteger os corpos d'água da contaminação, evitando a poluição e promovendo saúde pública e sustentabilidade.

A gestão dos resíduos do açaí no Brasil é regulada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Lei de Crimes Ambientais. A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305 (Brasil,

2010), estabelece a responsabilidade compartilhada pelo gerenciamento dos resíduos, promovendo a redução, reutilização e reciclagem, o que se aplica à transformação dos resíduos do açaí em subprodutos úteis. Já a Lei de Crimes Ambientais, promulgada pela Lei nº 9.605 (Brasil, 1998), impõe sanções para o descarte inadequado, responsabilizando legalmente quem polui o meio ambiente. A aplicação dessas leis no setor do açaí é crucial para garantir a sustentabilidade e evitar danos ambientais e à saúde pública.

Segundo Pimentel *et al.* (2020), a rota tecnológica abrange uma série de processos, tecnologias e fluxos relacionados aos resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final. Isto engloba diferentes tipos de armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, com o objetivo de valorizar e valorar o resíduo gerado, bem como auxiliar nas estratégias gerenciais da administração municipal. As rotas tecnológicas para os resíduos do açaí, conforme o estudo realizado por Rosa (2023), envolvem seu uso como fonte de energia renovável, remoção de poluentes, condicionador de solo, matéria-prima para construção civil, fonte de extrativos para indústrias e gestão eficiente.

O caroço de açaí pode ser aproveitado na produção de biocombustíveis, briquetes e carvão ativado, além de atuar na recuperação de solos e na fabricação de materiais de construção. Nos municípios, essas rotas podem ser aplicadas por meio de parcerias público-privadas, incentivando a coleta e reciclagem dos resíduos por cooperativas e promovendo o uso industrial e energético do material, alinhado às políticas de desenvolvimento sustentável.

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar os planos municipais de resíduos sólidos e de saneamento básico dos municípios paraenses à luz das rotas tecnológicas do caroço de açaí, bem como mapear as rotas descritivas deste resíduo nos estabelecimentos comerciais de despulpamento do fruto. Ademais, o estudo visou analisar os estabelecimentos comerciais, os quais podem influenciar nos aspectos econômicos e de geração de resíduos, além de avaliar o perfil socioeconômico dos trabalhadores, conhecidos como batedores, e propor medidas mitigadoras para redução dos impactos ambientais negativos. A pesquisa busca identificar as práticas atuais de gestão e a eficiência das rotas tecnológicas no reaproveitamento ou descarte dos resíduos, visando otimizar o uso do caroço de açaí para fins sustentáveis, como energia ou insumo industrial, promovendo uma gestão mais eficiente e ambientalmente adequada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AÇAÍ: OURO AMAZÔNICO

A palmeira do açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) é nativa das várzeas da América Central e do Sul, cultivada no Brasil por seus frutos que são considerados um “superalimento” (Sato *et al.*, 2020). Devido às suas propriedades nutricionais, a sua demanda comercial do açaí vem crescendo cada vez mais, seja pela agroindústria ou pelo consumo local (Bentes, 2017).

O açaí tem uma importância cultural muito forte no Pará, estando presente na base alimentar dos paraenses, bem como no fortalecimento da cadeia socioeconômica local, gerando emprego e renda para os diversos setores e atores envolvidos, direta ou indiretamente, no processo produtivo (Ribeiro, 2014). Segundo Bezerra, Silva e Damasceno (2016), o açaizeiro representa um importante fator socioeconômico para a região amazônica, devido a um dos seus principais produtos, o açaí batido para o consumo imediato da população, além da polpa industrializada congelada e o corante natural denominada antocianina empregado nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícias.

Segundo Nogueira, Figueiredo e Müller (2005), é um alimento altamente calórico e nutritivo, rico em lipídeos, proteínas e minerais, sendo a base alimentar de muitos municípios paraenses. Seu óleo é composto por ácidos graxos de qualidade, e as proteínas possuem teor superior ao do leite e ovo. O açaí também tem ação antioxidante, melhorando a circulação sanguínea e prevenindo arteriosclerose. O consumo de um litro de açaí tipo médio atende grande parte das necessidades diárias de lipídios, fibras, proteínas e oferece potássio, cálcio e vitamina E ao ser humano.

De acordo com a pesquisa realizada por Paz e Koury (s.d.) nos últimos anos, a cadeia produtiva do açaí, antes voltada para a subsistência das populações tradicionais, expandiu-se globalmente, tornando-se uma importante commodity paraense. Filho (2019) afirma a importância de ressaltar que o crescimento do açaí está relacionado ao processo de comoditização, impulsionado pela crescente demanda dos mercados norte-americano e europeu, além do aumento do consumo interno.

Conforme Silva e Ferreira (2020), a extração do açaí, que antes era uma atividade familiar voltada principalmente para o consumo interno no Pará, hoje ganhou interesse global, sendo amplamente comercializada nos mercados nacional e internacional, o que levou a um aumento significativo em sua produção.

## 2.2 RESÍDUO DO AÇAÍ: ESTADO DA ARTE

O estudo de Rosa (2023) pontua que a geração de resíduos volumosos representa uma problemática socioambiental latente, trazendo desafios significativos para comunidades locais e ecossistemas. O descarte inadequado desses materiais sobrecarrega os sistemas de gestão de resíduos sólidos, impactando negativamente a saúde pública e a qualidade ambiental. Além disso, a decomposição desses resíduos em aterros sanitários contribui para a emissão de gases de efeito estufa, agravando as mudanças climáticas. Assim, é crucial abordar essa questão de forma integrada, considerando tanto os impactos ambientais quanto às implicações sociais.

Em 2016, a produção agrícola do açaí no Brasil foi de 1,1 milhões de toneladas. O Pará produziu 98,3% do total dessa produção. O valor arrecadado pelas exportações do açaí nesse mesmo ano foi de U\$ 18.130.843,00 e, em 2017 este valor cresceu para U\$ 23.467.925,00 (IBGE, 2018). Esse fato reflete diretamente o que está previsto no art. 6º da PNRS, que estabelece que, na gestão de resíduos sólidos, devem ser consideradas variáveis como ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Além disso, destaca a importância dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis como bens econômicos e de valor social, que geram trabalho, renda e promovem a cidadania.

Diante das condições atuais, é urgente desenvolver estratégias e aprimorar a gestão dos resíduos sólidos para enfrentar os desafios já existentes e implementar medidas que reduzam os impactos socioambientais gerados pela geração desses resíduos. Em particular, a gestão dos resíduos do caroço do açaí, que é o foco deste trabalho, demanda atenção especial. É essencial adotar abordagens inovadoras que não apenas tratem os resíduos de maneira eficiente, mas também promovam a sustentabilidade e a conscientização na comunidade sobre a importância da sua correta destinação.

A busca por soluções mais eficazes e sustentáveis para o tratamento e gerenciamento de resíduos sólidos levou ao desenvolvimento do conceito de Rotas Tecnológicas. Conceito crucial para auxiliar gestores na análise e na tomada de decisões, permitindo um diagnóstico mais preciso das necessidades e opções disponíveis. Em consonância com os estudos de Almeida *et al.* (2021), a aplicação do conceito de rotas tecnológicas na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é fundamental para mapear as condições de manejo desses resíduos. Isso pode ser feito através de abordagens quantitativas (como o fluxo de massa dos resíduos), qualitativas (descrição dos fluxos) e/ou uma combinação de ambas (fluxo de massa e descrição). Além disso, os autores ressaltam que as rotas tecnológicas não apenas oferecem um diagnóstico dos

processos envolvidos, mas também auxiliam os gestores na implementação de estratégias gerenciais e na tomada de decisões para uma gestão sustentável dos resíduos sólidos.

Rosa (2023) investiga o reaproveitamento do caroço do açaí, frequentemente descartado de forma inadequada, por meio de diversas tecnologias de gestão, como compostagem, aproveitamento energético e reciclagem. Seu trabalho enfatiza a transformação desses resíduos em recursos valiosos, como biofertilizantes e matérias-primas, e destaca a importância de integrar a gestão dos resíduos na cadeia produtiva do açaí. Ao fornecer uma visão aprofundada das rotas tecnológicas, suas pesquisas contribuem para a formulação de políticas públicas e estratégias que minimizem os impactos negativos da geração de resíduos, promovendo um modelo mais sustentável e circular na indústria do açaí.

### 2.3 BENEFICIAMENTO DO AÇAÍ

O açaí, fruto oriundo de uma palmeira nativa da Amazônia é um símbolo socioeconômico regional, alcançando todo Brasil por meio da comercialização, atendendo diversas aplicações (Lisboa *et al.*, 2019). Este fruto está presente na base alimentícia dos paraenses e na fonte de renda de quem trabalha com a sua manipulação para a comercialização (Ribeiro, 2014).

O extrativismo do açaí nas comunidades ribeirinhas da Amazônia é uma atividade de economia familiar, essencial para a subsistência e, em muitos casos, a única fonte de renda. A colheita envolve o "peconheiro", que sobe nas palmeiras com o auxílio de uma peconha para retirar os cachos de açaí, uma tarefa árdua e perigosa, realizada preferencialmente por homens entre 12 e 25 anos. O peconheiro sobe rapidamente, utilizando o estipe mais resistente e retirando todos os cachos disponíveis, sempre evitando que toquem o chão para prevenir a contaminação e perda dos frutos, que são armazenados em sacos plásticos (Canto, 2001).

A rotina dos manipuladores começa bem cedo, nas primeiras horas da manhã, quando estes se dirigem para as feiras para comprar o açaí. O preço de cada paneiro de açaí varia de acordo com a época do ano. O açaí comprado é depositado em sacas de poliéster e transportado, geralmente, por bicicletas. No ponto de venda os frutos são amolecidos em água morna obtendo-se o suco do açaí, pelo auxílio das despoldadeiras mecânicas. (Rosa *et al.*, 2022, p.23).

Bitencourt (2020) pontua que no processamento para a obtenção da polpa de açaí, as etapas incluem: separação de materiais estranhos (peneiramento), seleção dos frutos sadios e maduros, higienização (lavagem), repouso em água morna (cerca de 40°C) por 30 minutos para

amolecer a polpa e a casca (branqueamento) e, por fim, o despulpamento que feito de maneira mecanizada pela “batedeira de açaí”, uma máquina que por meio de movimentos giratórios consegue desprender a polpa do fruto de seu caroço.

Rosa *et al.* (2019) diz que existe um grande volume gerado de semente (caroço) de açaí na capital paraense. O fruto do açaí é constituído 83% só de caroço, ou seja, a polpa a qual é consumida é constituída apenas de 17%, afirma Rogez (2000). Sabe-se que com isso, tem uma grande geração de resíduos de açaí, no qual não há uma destinação adequada. A destinação final ambientalmente irregular dos resíduos proveniente do açaí que ainda é um marco no Estado do Pará e apontam que os principais geradores de resíduo (caroço) de açaí são os batedores artesanais e agroindústria (Rosa *et al.*, 2022).

A disposição é definida como resultado ou ação de descarte. O mesmo adotado na pesquisa diz respeito ao ato de retirar os caroços de açaí de dentro das batedeiras. A destinação (tratamento ou disposição final) dada aos caroços de açaí deve seguir a hierarquia de gestão de resíduo sólidos, de acordo com a Lei 12.305/10 (Brasil, 2010), no qual diz a respeito as etapas de geração de resíduo como prevenção, minimização, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e descarte (seguindo essa ordem de prioridade) (Miranda *et al.*, 2022, p.3).

Segundo Rosa *et al.* (2023), a geração de resíduos de açaí em nossa região é grande, logo, formasse um acúmulo onde não se tem uma destinação final adequada. De acordo com Berticelli, Pandolfo e Korf (2016), a Política Nacional dos Resíduos Sólidos atende bem os processos de gestão, mas ainda não está em prática em vários municípios brasileiros, além disso, a gestão de resíduos sólidos é muito vasta e necessita que os municípios adotem suas medidas de acordo com suas respectivas realidades locais. O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é um dos problemas globais da atualidade em virtude da extrema quantidade de resíduos gerados (Engelmann *et al.*, 2022).

## 2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS DO RESÍDUO DO AÇAÍ

A cadeia produtiva do açaí gera uma quantidade significativa de resíduos, especialmente caroços, cascas e pequenas frações de polpa, que, quando descartados de maneira inconveniente, acarretam uma série de impactos ambientais negativos. Esses resíduos, muitas vezes, não são destinados a sistemas de reaproveitamento e acabam acumulados em grandes volumes, principalmente em áreas urbanas de regiões produtoras, como o estado do Norte.

Cordeiro *et al.* (2020) relata que a disposição final imprópria dos resíduos causa

impactos socioambientais negativos, como a degradação do solo e da água, poluição do ar e proliferação de vetores. Com a falta de gerenciamento e gestão dos resíduos, a problemática não consiste apenas na ordem ambiental e econômica, e sim também, social, levando a comprometer a qualidade de vida da sociedade e a sustentabilidade do agroecossistema.

Segundo Rosa (2023), A falta de locais adequados para disposição de resíduos a longo prazo pode agravar a contaminação do solo e da água, além de estimular práticas inadequadas como lixões a céu aberto, impactando negativamente a paisagem urbana, a saúde pública e o meio ambiente.

Concordante com a Resolução nº. 01 do Conama (Brasil, 1986), entende-se impacto ambiental qualquer ação de alteração do meio ambiente que direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; atividades econômicas e sociais; a biota; condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; ou que possam afetar a qualidade dos recursos ambientais. O Ministério do Meio Ambiente por meio de suas diretrizes e instrumentos legais, garante que as implicações da gestão inadequada dos resíduos sólidos na natureza são refletidas na degradação do solo, afetando mananciais, poluição do ar e na saúde pública (Narciso; Teixeira, 2017).

O consumo da polpa do fruto do açaí é um hábito presente na cultura e na base alimentícia da população paraense, logo, percebe-se diversos empreendimentos de despulpamento em todo o estado. Com a crescente demanda, é notório a geração do caroço de açaí (resíduo oriundo da produção) onde são descartados no meio ambiente logo após o beneficiamento da polpa do fruto, geralmente sem qualquer tipo de reaproveitamento propiciando a geração de impactos ambientais e proliferação de vetores.

A pesquisa realizada por Rosa, Silva e Camargo (2023) contextualiza em relação à temática do açaí, o qual enfatiza o impacto do resíduo, tendo como objetivo informações que contribuam para o melhor gerenciamento do resíduo, e em conclusão da pesquisa, nota-se que a geração ainda é uma temática emergente em crescimento.

O discurso acadêmico em torno do resíduo do açaí, como mostram os trabalhos levantados, é um tema emergente, surgindo com maior frequência a partir de 2019 e crescendo a partir do ano de 2021. O assunto dialoga com a discussão sobre sustentabilidade e cumprimento das metas propostas pela ONU, visto que as cidades da Região Norte precisam encontrar formas de gerenciamento ambientalmente adequadas e eficientes economicamente para atenuar os impactos causados pelo descarte inadequado do resíduo (Rosa *et al.*, 2023, p. 5 236).

## 2.5 ROTAS TECNOLÓGICAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ

Galeno, Banja e Silva (2018) e Aguiar, Pessoa e El-Deir (2019) reforçam que as rotas tecnológicas possibilitam a identificação das potencialidades, vulnerabilidades e conformidades no gerenciamento de resíduos em diferentes níveis de análise. Aguiar, Pessoa e El-Deir (2019) complementam que essas rotas devem ser orientadas pelos princípios da sustentabilidade e alinhadas com as normas internacionais e legislações nacionais vigentes. Além disso, as rotas tecnológicas podem ser aplicadas para promover a valorização e otimização da massa e energia dos resíduos sólidos.

Diversos estudos vêm utilizando o conceito de rotas tecnológicas para abordar diferentes tipologias de resíduos. Souza (2021) mapeou as rotas dos resíduos gerados no Tribunal de Contas de Pernambuco, ressaltando as limitações e propondo alternativas para segregação, armazenamento, coleta e tratamento.

No trabalho de Leal (2017), a rota tecnológica aplicada ao processo de craqueamento térmico catalítico foi fundamental para transformar a lama vermelha, um resíduo da produção de alumina, em um catalisador eficiente na produção de biocombustíveis. Ao tratar termicamente a lama vermelha, obteve-se um catalisador capaz de melhorar o rendimento do craqueamento, diminuir a temperatura de operação e alterar as propriedades físico-químicas dos biocombustíveis obtidos, como a biogasolina, o bioquerosene e o diesel verde. A rota tecnológica possibilitou otimizar o processo, levando ao maior rendimento e à menor temperatura de craqueamento e destilação, demonstrando sua importância na valorização de resíduos industriais e na produção sustentável de energia.

Já Brindeiro *et al.* (2021) estudaram a rota dos resíduos oriundos de construções de habitações de interesse social também na cidade de Recife, oferecendo um panorama sobre o gerenciamento desse tipo específico de resíduo. Pimentel *et al.* (2019) investigaram as rotas tecnológicas dos resíduos sólidos urbanos em João Pessoa/PB, com foco nas coletas seletiva e convencional. Farias (2018), por sua vez, analisou os resíduos gerados no Distrito Federal, destacando a viabilidade econômica, ambiental e social das rotas diferenciadas em comparação com as rotas indiferenciadas.

Na pesquisa de Rosa (2023), a rota tecnológica ajudou a mapear as etapas do gerenciamento dos resíduos gerados pelo beneficiamento artesanal do açaí, especificamente no bairro do Guamá, em Belém/PA. A partir dessa análise, foram propostas novas rotas

tecnológicas que consideram a legislação vigente, a perspectiva dos batedores de açai e o envolvimento de atores públicos e privados. As rotas tecnológicas sugeridas incluíram medidas para otimizar o reaproveitamento dos resíduos e melhorar sua disposição final, abordando aspectos educacionais, logísticos, de infraestrutura, gestão administrativa e regulamentação legal.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Este trabalho utilizou uma abordagem qualitativa de natureza exploratória, com o objetivo de compreender a gestão dos resíduos sólidos, especialmente os resíduos do caroço do açai no município de Tucuruí, Pará.

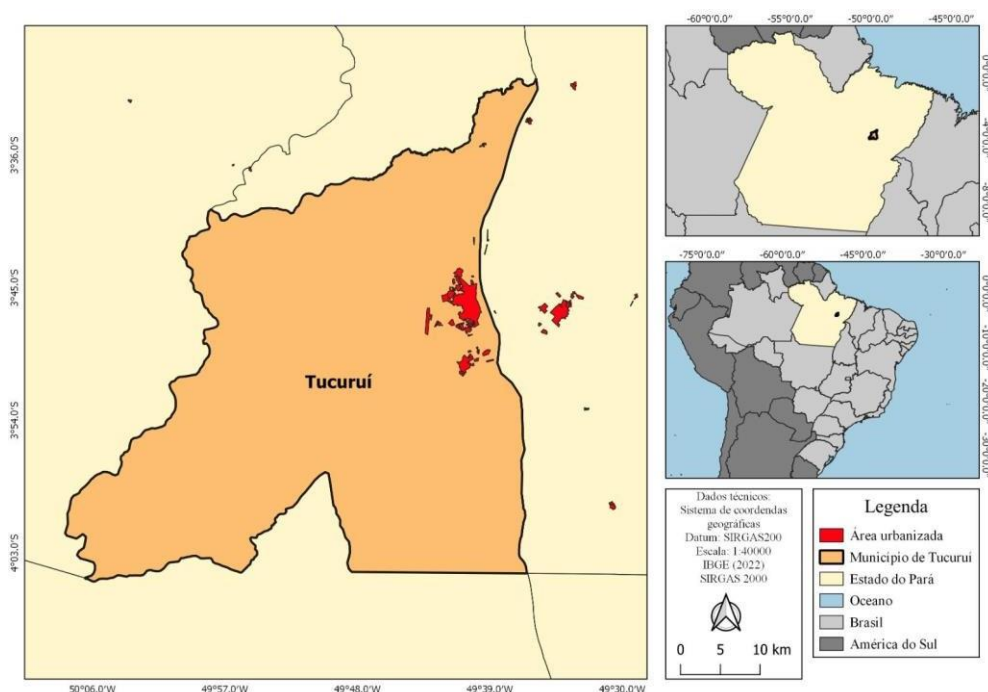
A metodologia aplicada seguiu várias etapas: revisão bibliográfica, análise dos planos de resíduos sólidos dos municípios paraenses, caracterização da área de estudo, aplicação de entrevistas com questionários semiestruturados, organização dos dados em planilhas eletrônicas (usando o software Excel), análise e interpretação dos resultados, e, por fim, o mapeamento e proposição de soluções para as rotas tecnológicas do resíduo do açai.

Essas etapas permitiram não apenas observar as práticas vigentes, mas também compreender a rota tecnológica do resíduo e as particularidades envolvidas na gestão desses resíduos, possibilitando a formulação de recomendações para o aprimoramento da gestão dos resíduos do açai.

#### **3.2 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado no município de Tucuruí, sudeste do estado do Pará, localizado na região Norte do Brasil, como uma área territorial de aproximadamente 2.100,0000 Km<sup>2</sup>, presente na Bacia Hidrográfica Tocantins – Araguaia (Figura 1). O município possui uma população de 91.306 habitantes (IBGE, 2022), contendo 47 bairros, onde é presente a comercialização da polpa do açai.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Tucuruí-PA



Fonte: Autores, 2024

Com vários estabelecimentos pela cidade, sabe-se que isso acrescenta positivamente a economia do município gerando emprego e lucro para o desenvolvimento urbano. A polpa do açaí teve crescimento no mercado na década de 90, quando apresentou efeitos positivos em sua conservação e preservação (Tavares *et al.*, 2015). Essa descoberta levou o açaí a conquistar o mercado nacional e internacional com grandes toneladas exportadas.

### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram divididos em dois módulos. O primeiro focou na análise dos planos municipais de resíduos sólidos e da Política Municipal de Saneamento dos municípios paraenses, com ênfase na gestão dos resíduos do caroço do açaí. O segundo módulo dedicou-se ao mapeamento das rotas tecnológicas relacionadas ao tratamento e reaproveitamento desse material nos estabelecimentos comerciais que processam o fruto.

#### 3.3.1 Módulo 1: Análise dos planos municipais de resíduos sólidos do Pará com vistas ao resíduo do açaí

Nesta pesquisa, a coleta de dados de todos os municípios do estado do Pará foi de fundamental importância. Para facilitar o processo, a busca foi organizada por áreas de integração regional, abrangendo as regiões de Araguaia, Baixo Amazonas, Guamá, Tocantins,

Tapajós, Metropolitana, Carajás, Lago de Tucuruí, Marajó, Capim, Xingu e Caeté essas regiões contemplam 144 municípios, onde 51 municípios possuem Plano Municipal de Resíduo Sólido (PMRS) e/ou Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), o número total planos que abordam o resíduo do açaí é quantificado, proporcionando uma visão da inclusão desse resíduo nas políticas municipais.

O objetivo foi identificar quais municípios dentro dessas áreas possuíam instrumentos legais que abordassem a gestão dos resíduos do açaí. Essa abordagem regionalizada permitiu uma análise mais estruturada, possibilitando uma comparação detalhada das políticas públicas municipais relacionadas ao manejo dos resíduos do açaí em diferentes partes do estado.

A coleta de informações foi conduzida por meio de fontes públicas, incluindo sites oficiais de secretarias municipais, prefeituras e outros órgãos relacionados. A estratégia de busca foi baseada no uso de palavras-chave como "Plano Municipal de Resíduos Sólidos" (PMRS) e "Política Municipal de Saneamento" (PMS), facilitando a localização dos documentos pertinentes. Nos casos em que esses documentos não estavam disponíveis para a consulta pública de forma acessível, foi realizado contato diretamente com os municípios por meio de e-mails ou telefones disponibilizados nos sites das prefeituras, solicitando o acesso às informações necessárias.

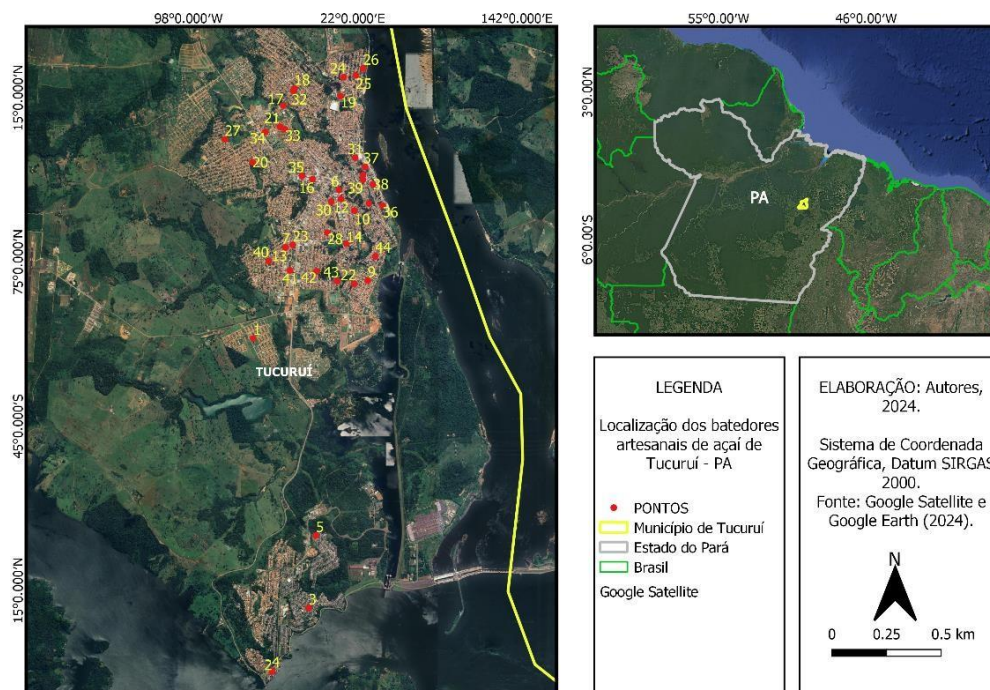
Os dados coletados foram sistematicamente organizados em uma planilha utilizando o software Excel, permitindo uma visão mais ampla e detalhada por região de integração e por município. Para garantir uma análise mais precisa, cada município foi consultado individualmente para verificar a existência de um Plano Municipal de Resíduos Sólidos, uma Política Municipal de Saneamento ou qualquer outro instrumento legal que abordasse especificamente a gestão dos resíduos do açaí. Essa estruturação dos dados facilitou tanto a comparação regional quanto a identificação das políticas e regulamentações implementadas em cada localidade.

### **3.3.2 Módulo 2: Mapeamento das rotas tecnológicas do resíduo do açaí em Tucuruí**

A princípio houve a busca por informações ao Departamento de Vigilância Sanitária do município, responsáveis pelo cadastramento, acompanhamento e orientação dos batedores de açaí, garantindo a salubridade e qualidade da polpa a qual irá ser comercializada. O objetivo teve como foco informações quanto ao número de batedores formais cadastrados pelo órgão de segurança pública do município. Com base na pesquisa realizada por Silva *et al.* (2021), foram

identificados no município cerca de 144 estabelecimentos comerciais deste fruto devidamente cadastrados no Departamento de Vigilância Sanitária do Município de Tucuruí (DVS), localizado no sudeste do estado (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de localização da pesquisa



Fonte: Autores, 2024

Foram selecionados 44 estabelecimentos comerciais de açaí localizados em 19 bairros da cidade sendo: Cristo Vive, Km 11, Vila permanente, Centro, Santa Mônica, Liberdade, Pimental, Matinha, São Francisco, Jaqueira, Terra prometida, Getat, Jardim Paraíso, Beira Rio, Serra Azul, Cohab, Paravoá, Jardim Marilucy e São Sebastião. Utilizou-se o método de amostragem finita com 90% de nível de confiança e 10% de erro amostral, e seguindo com base o instrumento de pesquisa, constituído de um questionário semiestruturado sendo aplicado por meio de entrevista.

A elaboração do questionário foi organizada em três seções (Apêndice A). Na primeira, foram coletadas informações sobre as características socioeconômicas dos estabelecimentos comerciais que processam o açaí. Na segunda seção, foi analisado o perfil socioeconômico dos batedores de açaí, que são os responsáveis pelo processamento dos frutos nesses estabelecimentos. Por último, a terceira parte aborda o mapeamento das rotas tecnológicas do caroço de açaí, considerando as perspectivas descritiva/logística, instrucional/educacional, legal e de segurança no trabalho.

A aplicação do instrumento de pesquisa semiestruturado aos batedores artesanais de açaí, ocorreu no período entre 25 de maio a 07 de junho de 2024, por meio de entrevista com os donos/funcionários dos estabelecimentos, com base no consentimento dos entrevistados (Apêndice B), sendo estes escolhidos de maneira aleatória. Em campo, foram coletadas as coordenadas geográficas dos pontos de venda, caracterizados os estabelecimentos comerciais, levantados os perfis socioeconômicos dos batedores, feito registros fotográficos mostrando as condições dos resíduos e realizado o mapeamento da rota tecnológica do resíduo do açaí (caroço).

Após a realização das entrevistas, os dados foram compilados em planilhas, tabelas e mapas para melhor compreensão do estudo. A elaboração dos elementos e caracterização da área de estudo, foi usado o software QGIS 3.10, Excel e o Sistema de Informações Google Maps. Além disso, o estudo buscou estabelecer uma base teórica através de pesquisas a respeito do resíduo sólido, embasando-se na gestão destes resíduos.

O estudo incluiu a caracterização socioeconômica dos estabelecimentos comerciais de beneficiamento de açaí, com o objetivo de mapear o perfil desses locais em termos de localização e contexto econômico. Os dados foram coletados por meio de questionários semiestruturados aplicados aos colaboradores dos estabelecimentos selecionados aleatoriamente, abrangendo uma amostra significativa de diferentes bairros da cidade.

A coleta de informações envolve aspectos como a classe socioeconômica dos bairros onde os estabelecimentos estão situados, a natureza da área (residencial, comercial ou mista), a acessibilidade aos estabelecimentos, bem como o nível de formalização junto às autoridades competentes. Além disso, foram analisadas as características dos trabalhadores desses estabelecimentos, como sexo, faixa etária e nível de escolaridade, visando entender o perfil demográfico e social do público envolvido nas operações de beneficiamento de açaí.

O instrumento de pesquisa permitiu entender o funcionamento da rota tecnológica descritiva dos batedores de açaí, tendo como base os passos para o gerenciamento dos resíduos sólidos: geração, acondicionamento primário, acondicionamento secundário, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A principal fonte de resíduos nos estabelecimentos é o caroço de açaí. De acordo com os proprietários, após o fruto ser processado nas batedeiras, os caroços são separados em sacos plásticos e colocados na calçada em frente ao local de comercialização. Quanto à coleta,

observou-se que a maior parte é feita pela prefeitura municipal, utilizando caminhões de coleta, com frequência de apenas uma vez por semana.

O mapeamento educacional focou na identificação das práticas de capacitação e instrução dos trabalhadores envolvidos no beneficiamento do açaí. Foi realizada uma análise das formações disponíveis, com ênfase nas capacitações oferecidas pela vigilância sanitária e outras entidades. Esse aspecto é crucial, pois muitos colaboradores carecem de informações adequadas sobre o manejo correto dos resíduos. A educação contínua promove a conscientização sobre a importância da gestão adequada dos resíduos, garantindo que os trabalhadores estejam aptos a adotar práticas sustentáveis

Para mapear a rota tecnológica legal/normativa, foi necessário envolver a análise das regulamentações e normas que regem o manuseio e a destinação dos resíduos do açaí, com especial atenção à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Identificou-se os protocolos existentes e a conformidade dos estabelecimentos com as exigências legais. Esse aspecto é fundamental para assegurar que os resíduos sejam tratados de acordo com as diretrizes estabelecidas, minimizando os impactos ambientais. A conformidade legal não apenas promove a responsabilidade ambiental, mas também protege a saúde pública, garantindo que os estabelecimentos operem dentro das normas regulamentares.

Um dos segmentos mais importantes é a segurança do trabalho, onde houve o foco na avaliação das práticas e protocolos relacionados à segurança dos trabalhadores durante o processamento do açaí. Foram identificadas as medidas adotadas para o uso de EPIs, a frequência de treinamentos em segurança e as condições de trabalho nos estabelecimentos. A segurança do trabalho é vital para prevenir acidentes e doenças ocupacionais, garantindo um ambiente de trabalho saudável. Promover a segurança não só protege os colaboradores, mas também melhora a eficiência operacional, uma vez que trabalhadores bem treinados e protegidos tendem a ser mais produtivos.

As medidas legais foram estruturadas com base na análise das regulamentações locais e nacionais que regem o manuseio dos resíduos do açaí, especialmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A pesquisa identificou que grande parte dos estabelecimentos conhece e cumpre as normas legais de manuseio do açaí e seus resíduos, porém a regulamentação específica para o caroço do açaí é insuficiente, o que destaca a importância de protocolos específicos para esse subproduto. O foco das medidas propostas é garantir a fiscalização adequada para que os estabelecimentos se mantenham em conformidade com as

exigências legais, assegurando a redução dos impactos ambientais decorrentes de práticas inadequadas

Com isso as ações gerenciais focam em implementar sistemas de controle e monitoramento para garantir a separação e a destinação adequada dos resíduos. A necessidade de formalização e protocolos bem definidos dentro dos estabelecimentos foi destacada. Isso garante que os responsáveis pela administração tenham condições de gerenciar as operações de forma regular. As práticas administrativas adequadas asseguram que os resíduos sejam processados de maneira organizada e que os trabalhadores estejam cientes de suas responsabilidades na gestão correta dos resíduos.

Medidas técnicas foram desenvolvidas com foco na implementação de tecnologias para melhorar o tratamento e o reaproveitamento dos resíduos de açaí, especialmente o caroço. Entre as propostas estão o uso do caroço para compostagem e biocombustíveis, promovendo uma destinação mais sustentável e a geração de valor a partir desses resíduos.

A rota tecnológica proposta detalha o ciclo completo do tratamento dos resíduos, começando pelo acondicionamento nas calçadas, passando pela coleta seletiva em parte dos estabelecimentos, e culminando na destinação final, que pode incluir aterros sanitários ou reaproveitamento para fins produtivos, como adubo. Essa rota foi adaptada às práticas locais, com o objetivo de otimizar o processo de manejo de resíduos, reduzindo o descarte inadequado e promovendo uma gestão mais eficiente, sustentável e responsável.

A introdução dessas soluções tecnológicas não apenas melhora a eficiência no tratamento dos resíduos, mas também reduz significativamente seu impacto ambiental. Ao transformar o caroço do açaí em produtos como adubo e biocombustível, os resíduos são reintegrados em novas cadeias produtivas, promovendo a economia circular. Isso evita o acúmulo em aterros e reduz a pressão sobre a gestão de resíduos locais, agregando valor ao que antes era descartado.

No que diz respeito à infraestrutura, as propostas envolvem a criação de espaços adequados para o armazenamento e tratamento dos resíduos de açaí, conforme observado nas práticas locais. A pesquisa sugere melhorias nas rotas de coleta e segregação, além de adequações físicas nos estabelecimentos. Essas ações são cruciais para garantir que os resíduos sejam armazenados e tratados de forma segura e eficiente, minimizando riscos de contaminação e outros impactos ambientais negativos

A capacitação e a educação dos trabalhadores foram identificadas como pontos críticos, muitos colaboradores não recebem instruções adequadas sobre o manejo correto do caroço de açaí. As medidas educativas propostas incluem treinamentos contínuos sobre o tratamento dos resíduos e o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), promovendo práticas mais seguras e sustentáveis. O objetivo é garantir que todos os envolvidos no processamento do açaí sejam capazes de adotar as melhores práticas, contribuindo para a redução dos impactos ambientais

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ À LUZ DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS MUNICÍPIOS PARAENSES**

Os dados coletados mostram o cenário atual dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) e da Política Municipal de Saneamento nos municípios do Pará, destacando o tratamento do resíduo do açaí. A análise por regiões de integração evidenciou grandes variações no estágio de desenvolvimento e implementação desses instrumentos legais. Enquanto algumas regiões avançaram significativamente, com políticas já bem estabelecidas, outras ainda enfrentam desafios na criação e aplicação das regulamentações. No entanto, o resíduo do açaí permanece uma questão que precisa ser abordada de forma mais específica dentro dos instrumentos legais.

A análise inicial dos dados foi feita com relação às Regiões de Integração (RI). O estado do Pará possui doze RI's, a saber (número de municípios): Araguaia (15), Baixo Amazonas (13), Guamá (18), Tocantins (11), Tapajós (6), Metropolitana (5), Carajás (12), Lago de Tucuruí (7), Marajó (16), Rio Capim (16), Rio Xingu (10) e Caeté (15).

Compreendendo a Região Araguaia, um total de 15 municípios foram analisado, em consonância com o Apêndice C, é evidenciado uma diversidade significativa em relação à implementação de Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS). Dentre eles, apenas Conceição do Araguaia e Tucumã possuem PMRS efetivos. Ourilândia do Norte e Santa Maria das Barreiras se destacam com a existência de planos de saneamento e política municipal de saneamento, respectivamente. Contudo, a situação é preocupante, pois Água Azul do Norte e São Félix do Xingu estão em fase de elaboração de seus planos, enquanto Bannach, Cumarú do Norte, Floresta do Araguaia, Pau D'Arco, Redenção, Rio Maria, Santana do Araguaia e Sapucaia

não apresentam nenhuma forma de planejamento ou política de gestão de resíduos. Esse cenário ressalta a urgência de ações voltadas para a melhoria da gestão de resíduos e do saneamento na região.

A Região do Baixo Amazonas é composta por 13 municípios, conforme o Apêndice D e a análise revela a ausência de Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) na maioria deles. Apenas Prainha, Santarém e Terra Santa possuem planos de saneamento efetivos, destacando-se como exemplos de gestão. Por outro lado, Faro, Juruti e Oriximiná estão em fase de elaboração de seus planos, enquanto Alenquer, Almeirim, Belterra, Curuá, Mojuí dos Campos, Monte Alegre e Óbidos não apresentam nenhuma forma de política ou plano de saneamento estabelecido. Esse cenário indica uma fragilidade na gestão de resíduos na região, apontando para a necessidade urgente de iniciativas que promovam a melhoria na qualidade ambiental e na saúde pública.

Composta por 18 municípios, a Região Guamá apresenta uma situação mista em relação à implementação de Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) o Apêndice E expressa essas informações com clareza. Dentre os municípios avaliados, Maracanã é o único que possui um PMRS ativo, enquanto Castanhal, São Caetano de Odivelas e São Francisco do Pará têm planos de saneamento estabelecidos.

Inhangapi e Vigia contam com políticas municipais de saneamento, demonstrando um esforço na gestão de resíduos. Marapanim e Santo Antônio do Tauá estão em fase de elaboração de seus planos. No entanto, a maioria dos municípios, incluindo Colares, Curuçá, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Santa Maria do Pará, Santa Izabel do Pará, São Domingos do Capim, São João da Ponta, São Miguel do Guamá e Terra Alta, não possui nenhuma forma de planejamento ou política de gestão de resíduos. Esse cenário ressalta a necessidade de um comprometimento maior das autoridades locais para promover a melhoria da gestão ambiental na região.

A RI Tocantins é composta por 11 municípios, e a análise revela um panorama positivo em relação à implementação de Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS). Quatro municípios Abaetetuba, Acará, Cametá, Moju e Oeiras do Pará possuem PMRS ativos, refletindo um compromisso com a gestão de resíduos. Além disso, Baião e Tailândia têm planos de saneamento estabelecidos, enquanto Barcarena, Limoeiro do Ajuru e Mocajuba implementaram políticas municipais de saneamento. No entanto, Igarapé-Miri não possui qualquer plano ou política de gestão de resíduos, evidenciando a necessidade de fortalecer as ações de saneamento nesse município, os dados dos municípios expressos em porcentagem

constam no Apêndice F. Este cenário indica um caminho promissor para a gestão de resíduos na região, mas ainda há desafios a serem enfrentados para garantir a sustentabilidade ambiental.

Na Região Tapajós, composta por 6 municípios, a situação da gestão de resíduos sólidos apresenta um cenário preocupante. Apenas Aveiro e Trairão possuem planos de saneamento efetivos, evidenciando uma iniciativa em direção à melhoria da gestão de resíduos. Por outro lado, Itaituba está em fase de elaboração de seu plano, enquanto Jacareacanga, Novo Progresso e Rurópolis não dispõem de qualquer tipo de planejamento ou política para a gestão de resíduos. Essa realidade destaca a urgência de ações voltadas para a implementação de estratégias eficazes de saneamento na região, visando promover a saúde pública e a sustentabilidade ambiental.

Composta por 5 municípios, a RI Metropolitana apresentando um cenário otimista em relação à gestão de resíduos sólidos. Quatro municípios Belém, Benevides, Marituba e Santa Bárbara do Pará possuem Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) ativos, demonstrando um compromisso significativo com a sustentabilidade e a saúde pública. Entretanto, Ananindeua encontra-se em fase de elaboração de seu plano, o que indica a necessidade de avançar nas estratégias de gestão de resíduos. Este panorama ressalta a importância de continuar investindo em políticas eficazes para garantir a qualidade ambiental e a melhoria na infraestrutura de saneamento na região.

Com 12 municípios, a Região Carajás revela um quadro heterogêneo sobre a análise da gestão de resíduos sólidos, como mostra o Apêndice G. Entre eles, Canaã dos Carajás, Marabá e Parauapebas destacam-se por possuírem Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) efetivos, refletindo um comprometimento com a sustentabilidade. Eldorado dos Carajás e São Domingos do Araguaia também têm planos de saneamento estabelecidos, embora a maioria dos municípios, como Bom Jesus do Tocantins, Brejo Grande do Araguaia, Curionópolis, Palestina do Pará, Piçarra e os que estão em fase de elaboração, São Geraldo do Araguaia e São João do Araguaia não possuam planejamento ou políticas de gestão de resíduos. Esse cenário evidencia a necessidade de fortalecer as iniciativas de saneamento e gestão de resíduos na região para promover um ambiente mais saudável e sustentável.

Contemplando 7 municípios, a RI do Lago de Tucuruí apresenta uma situação variada em relação à gestão de resíduos sólidos. Tucuruí se destaca como o único município a possuir um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) ativo, enquanto Itupiranga, Jacundá e Nova Ipixuna também contam com planos de saneamento estabelecidos, refletindo um esforço na

melhoria da gestão ambiental. Por outro lado, Breu Branco e Novo Repartimento não dispõem de qualquer planejamento ou política de gestão de resíduos, e Goianésia do Pará está em situação de solicitação sem retorno, o que indica uma falta de resposta nas iniciativas de saneamento. Esse panorama ressalta a urgência de ações para fortalecer a gestão de resíduos e garantir uma abordagem sustentável na região.

Compondo a Região Marajó com 16 municípios, é revelado um cenário diversificado em relação à gestão de resíduos sólidos e em consonância com o Apêndice H, que traz os dados percentuais dos instrumentos legais com clareza. Afuá, Anajás, Chaves, Curralinho, Muaná e Santa Cruz do Arari se destacam por possuírem Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) ou políticas de saneamento ativas, refletindo um compromisso com a melhoria das condições ambientais. Cachoeira do Arari e Ponta de Pedras têm planos de saneamento estabelecidos, enquanto Portel implementou uma política municipal de saneamento. No entanto, a situação é preocupante para os municípios de Bagre, Breves, Gurupá (em fase de elaboração), Melgaço, Salvaterra, São Sebastião da Boa Vista e Soure, que não possuem nenhuma forma de planejamento ou política de gestão de resíduos. Esse panorama evidencia a necessidade urgente de ações que promovam a sustentabilidade e a saúde pública na região.

A Região Rio Capim é composta por 16 municípios e apresenta um quadro misto em relação à gestão de resíduos sólidos o Apêndice I expressa essas informações de maneira percentual. Abel Figueiredo, Concórdia do Pará (com PMRS ativo), Dom Eliseu, Garrafão do Norte, Nova Esperança do Piriá, Paragominas e Rondon do Pará destacam-se por possuírem planos ou políticas de saneamento efetivos, refletindo um comprometimento com a sustentabilidade. Além disso, Bujaru implementou uma política municipal de saneamento, enquanto Ulianópolis conta com um plano de saneamento estabelecido. Por outro lado, a situação é preocupante para Aurora do Pará, Capitão Poço, Ipixuna do Pará, Irituia, Mãe do Rio, Ourém, e Tomé-Açu, que não possuem qualquer forma de planejamento ou política de gestão de resíduos. Este cenário evidencia a necessidade de ações coordenadas para fortalecer a gestão de resíduos e promover a saúde pública na região.

Composta por 10 municípios, a Região Xingu apresenta um panorama promissor em relação à gestão de resíduos sólidos, embora ainda enfrente desafios significativos. Anapu é um dos municípios que possui um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) ativo, e quatro outros — Altamira, Brasil Novo, Pacajá e Porto de Moz — contam com planos de saneamento estabelecidos, refletindo um compromisso com a gestão ambiental. Medicilândia, por sua vez,

implementou uma política municipal de saneamento.

A situação é preocupante para Senador José Porfírio, Uruará e Vitória do Xingu, que não dispõem de qualquer tipo de planejamento ou política para a gestão de resíduos. Além disso, o município de Placas está em fase de solicitação sem retorno, o que indica a necessidade de respostas às demandas de saneamento na região. Este cenário ressalta a urgência de iniciativas que promovam a sustentabilidade e a saúde pública em toda a região, a baixa densidade populacional e as características geográficas da região podem ser fatores que dificultam a rápida implementação dessas políticas.

A Região Rio Caeté é composta por 15 municípios, apresentando um panorama que reflete desafios e avanços na gestão de resíduos sólidos, conforme o Apêndice J. Bonito destaca-se como o único município com um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) ativo, enquanto Peixe-Boi possui um plano de saneamento estabelecido, evidenciando um compromisso com a melhoria das condições ambientais. Entretanto, a situação é alarmante para a maioria dos municípios, incluindo Bragança, Cachoeira do Piriá, Capanema, Primavera, Quatipuru, Salinópolis, Santa Luzia do Pará, Santarém Novo, São João de Pirabas e Viseu, que não apresentam qualquer tipo de planejamento ou política de gestão de resíduos. Além disso, as solicitações de planejamento para Augusto Correa, Nova Timboteua e Tracuateua ainda não foram respondidas, o que indica a necessidade urgente de ações efetivas para fortalecer a gestão de resíduos e promover a saúde pública na região.

Enquanto algumas regiões metropolitanas avançam de forma mais organizada, as áreas mais remotas e de difícil acesso permanecem com desafios estruturais para a implementação dos PMRS. A diversidade dos cenários aponta para a necessidade de uma abordagem diferenciada, com incentivos e suporte técnico adequado para as regiões que enfrentam maiores dificuldades.

Com base nos dados coletados, o número de municípios paraenses que possuem Planos de Saneamento e/ou Planos de Resíduos Sólidos (ou algum instrumento legal) é significativo, porém, uma parcela expressiva ainda não desenvolveu esses instrumentos legais. Dos 144 municípios do estado, observa-se que muitos ainda estão em fase de elaboração ou simplesmente não possuem planos, especialmente em regiões mais distantes dos grandes centros. O levantamento aponta que 51 dos municípios analisados já possuem algum tipo de plano municipal de resíduos sólidos ou saneamento básico. No entanto, muitos outros ainda não possuem instrumentos legais adequados ou estão em processo de elaboração. Além disso, há

também uma quantidade significativa de municípios que responderam, mas não retornaram com as informações solicitadas.

Entre os municípios que possuem planos, apenas 7,84% abordaram o resíduo do açaí (mas ainda com ausência em etapas das rotas tecnológicas), um percentual expressivamente baixo, o que evidencia uma falta de atenção específica a esse tipo de resíduo, mesmo sendo de grande relevância econômica e ambiental para o estado do Pará.

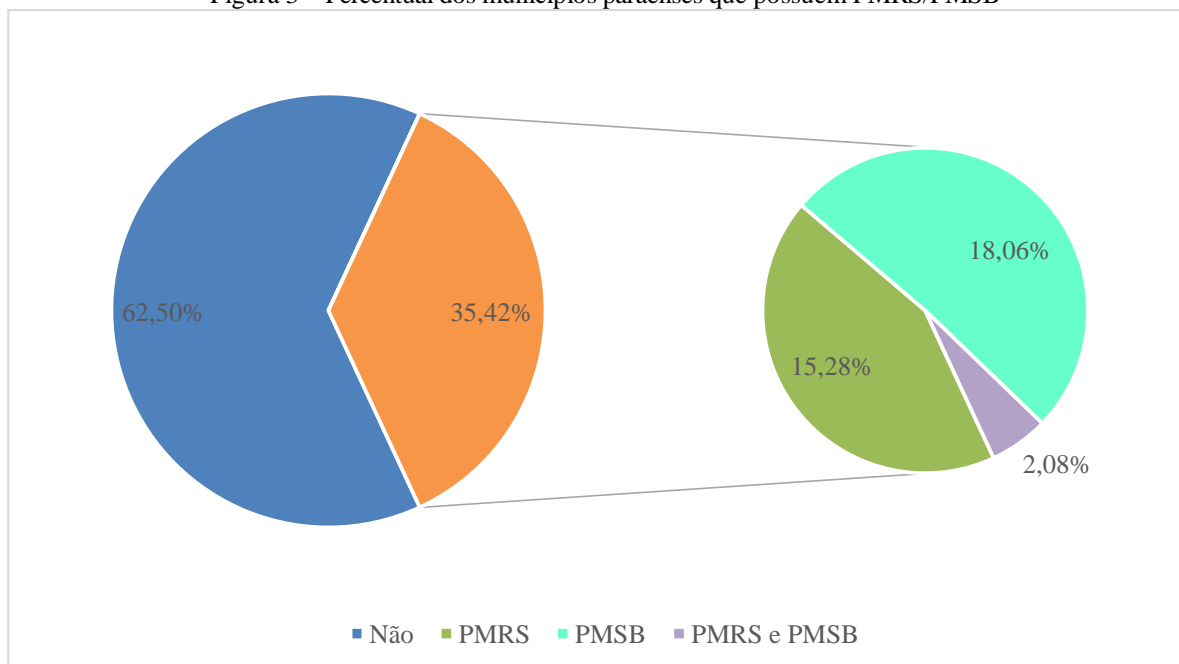
Em relação às rotas tecnológicas para o tratamento e aproveitamento do resíduo do açaí, apenas 3,92% dos municípios mencionaram essas informações nos planos, o que representa uma abordagem extremamente limitada sobre o tema. Esse dado sugere que, embora haja um conhecimento técnico disponível sobre as rotas tecnológicas, como o uso do resíduo para compostagem ou geração de biogás. Essas informações não estão sendo amplamente disseminadas ou exploradas nos documentos municipais. Entre as rotas mencionadas, a principal foi a compostagem, mas mesmo essa opção não foi amplamente discutida ou detalhada. Isso reflete a falta de exploração técnica e detalhamento sobre as alternativas tecnológicas que poderiam agregar valor ao resíduo do açaí, promovendo uma gestão mais sustentável e eficiente.

Assim, embora alguns avanços tenham sido observados em relação à implementação de planos municipais de resíduos sólidos e saneamento, ainda há um longo caminho a percorrer, especialmente no que diz respeito à inclusão e ao tratamento adequado do resíduo do açaí e suas rotas tecnológicas associadas. Esses resultados indicam que, embora alguns municípios já possuam uma abordagem robusta e regulamentada para o manejo dos resíduos do açaí, ainda há uma lacuna significativa em várias partes do estado. As informações obtidas revelam a necessidade de ações mais direcionadas e de suporte técnico, especialmente em regiões onde os planos ainda estão em desenvolvimento ou ausentes, de modo a promover uma gestão mais sustentável e integrada dos resíduos do açaí.

A Figura 3 ilustra a situação dos municípios paraenses em relação à elaboração e implementação de Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) ou Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). Esses planos são instrumentos fundamentais para a gestão eficiente de resíduos sólidos e para garantir a qualidade do saneamento básico, sendo indispensáveis para a promoção de práticas mais sustentáveis e o atendimento às legislações ambientais e de saúde pública. A análise visa compreender o percentual de municípios que já contam com esses planos, quais estão em processo de elaboração e quantos ainda não possuem

tais instrumentos.

Figura 3 – Percentual dos municípios paraenses que possuem PMRS/PMSB



Fonte: Autores, 2024

Ao observar o gráfico, é possível notar que uma parcela significativa, 62,50% dos municípios paraenses, ainda não possui nenhum plano de saneamento ou resíduos sólidos. Aproximadamente 18,06% dos municípios têm em vigor planos de saneamento. Em contrapartida, 2,08% dos municípios já possuem ambos os planos, o PMRS e o PMSB, implementados. Outra informação que não está presente no gráfico, é o percentual de 2,08% dos municípios que os planos não estão ou são disponibilizados ao público e/ou pesquisas públicas.

O gráfico mostra que a maior parcela dos municípios paraenses, 62,50%, ainda não possui nenhum plano de gestão relacionado a resíduos sólidos (PMRS) ou saneamento básico (PMSB). Essa ausência de planos indica um desafio significativo para a implementação de estratégias sustentáveis nesses municípios, revelando uma lacuna na gestão ambiental e de infraestrutura de saneamento no estado. Em contraste, 15,28% dos municípios já possuem um PMRS, o que sugere um esforço direcionado para lidar com questões de resíduos sólidos, mas que ainda se mostra insuficiente frente à necessidade de cobertura mais ampla.

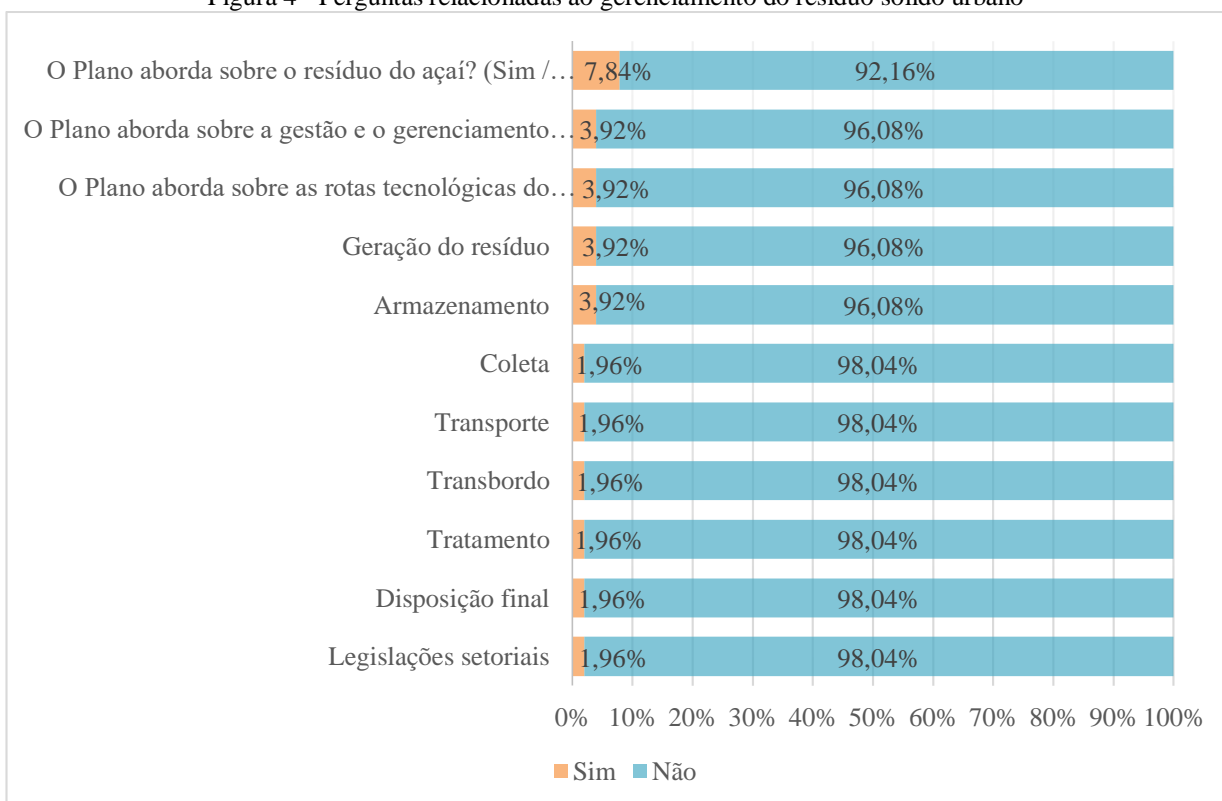
Em relação ao PMSB, somente 18,06% dos municípios o implementaram, enquanto apenas 2,08% conseguiram integrar os dois planos, PMRS e PMSB. Esse percentual reduzido indica que poucos municípios alcançaram um nível de gestão mais completo, que é essencial

para o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental. A baixa presença de municípios com ambos os planos aponta a necessidade de políticas públicas que incentivem e acompanhem a elaboração e implementação desses instrumentos em um número maior de cidades paraenses.

Outro ponto que merece destaque é o fato de 2,08% dos municípios terem sido solicitados a fornecer informações, mas não retornaram, o que pode sugerir desafios na comunicação ou até mesmo na priorização de políticas públicas para gestão de resíduos e saneamento. Essa distribuição revela que, embora haja avanços, uma grande parte dos municípios ainda precisa adotar ou concluir suas iniciativas de planejamento, especialmente no que tange à gestão dos resíduos sólidos.

A análise dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) e Planos Municipais de Saneamento Básico que tratam do resíduo do açaí, mostra que, dos 144 municípios paraenses avaliados, apenas 51 possuem PMRS e/ou PMSB. Essa realidade expõe diversas lacunas e desafios relacionados ao tratamento adequado do resíduo do açaí na região apresenta perguntas relacionadas aos instrumentos legais que envolvem o gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios (Figura 4).

Figura 4 - Perguntas relacionadas ao gerenciamento do resíduo sólido urbano



Fonte: Autores, 2024

O gráfico apresentado com base nos dados dos 51 municípios paraenses com PMRS e/ou PMSB evidencia uma ausência significativa de regulamentação ou tratamento adequado de questões importantes. A maioria das respostas negativas revela que os instrumentos legais avaliados não tratam de maneira eficaz os temas fundamentais para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Para todos os aspectos avaliados, como disposição final, transporte, coleta, armazenamento e geração de resíduos, mais de 90% dos municípios indicam que essas questões não são abordadas de forma satisfatória.

A análise mostra ainda que nenhum dos aspectos investigados obteve uma resposta positiva significativa, com exceção da geração e armazenamento, que apresenta uma leve variação com 3,92% de respostas afirmativas. No entanto, essa taxa ainda é insuficiente para assegurar que há uma cobertura legal robusta. A maioria dos municípios permanece desprovida de regulamentação clara ou ações concretas para esses pontos fundamentais, o que reflete a falta de implementação de diretrizes e planos eficazes que promovam uma gestão integrada de resíduos sólidos.

No que se refere ao resíduo do açaí, a análise revela um cenário ainda mais desafiador. Mais de 90% dos municípios indicam que os Planos não abordam questões específicas relacionadas ao manejo deste resíduo. Nas três perguntas específicas sobre o açaí, incluindo gestão, rotas tecnológicas e tratamento do resíduo, a maioria das respostas foi negativa, variando de 96,08% a 96,08%. Isso revela uma lacuna crítica no tratamento desse resíduo orgânico, que tem grande relevância para a economia e o meio ambiente da região amazônica, especialmente no Pará, onde o cultivo e beneficiamento do açaí são atividades centrais.

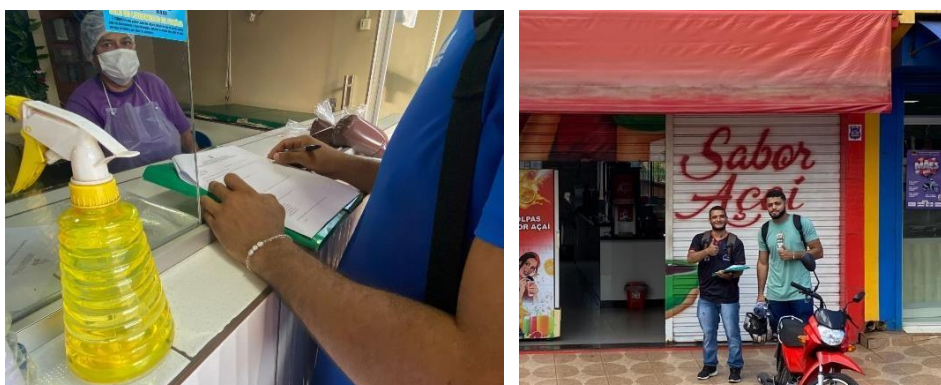
Embora as rotas tecnológicas e a gestão de resíduos do açaí tenham sido mencionadas em alguns planos (ambas com 3,92% de respostas afirmativas), essas percentagens são baixas, sugerindo que poucos municípios adotaram ou implementaram práticas concretas para lidar com os resíduos gerados por essa cadeia produtiva. Portanto, apesar da importância do açaí para a economia local, há uma clara necessidade de fortalecimento dos instrumentos legais que regulam e incentivem a gestão adequada de seus resíduos.

## 4.2 MAPEAMENTO DAS ROTAS TECNOLOGIAS DO RESÍDUO DO AÇAÍ

### 4.2.1 Descrição socioeconômica dos estabelecimentos comerciais de beneficiamento de açaí

Com o objetivo de fornecer um esclarecimento aprofundado da pesquisa e compreender a rota tecnológica da exaustão do açaí, a primeira etapa do questionário semiestruturado visa a coleta de dados detalhados sobre os estabelecimentos comerciais. Esta fase aborda questões relacionadas à localização e características dos bairros, acessibilidade, entre outros fatores relevantes. Esses dados iniciais são fundamentais para contextualizar as condições operacionais e os desafios enfrentados pelos estabelecimentos no gerenciamento dos resíduos gerados durante a operação. Na Figura 5, mostra a aplicação do questionário semiestruturado, nos estabelecimentos comerciais.

Figura 5 - Aplicação dos questionários nos estabelecimentos comerciais



Fonte: Autores, 2024

A Tabela 1 mostra uma análise detalhada das características e condições dos estabelecimentos comerciais situados no município de Tucuruí-PA, com base nas respostas obtidas pelo público-alvo. A primeira seção do questionário aborda aspectos cruciais relacionados aos bairros em que esses estabelecimentos estão localizados, incluindo a classificação socioeconômica, a natureza predominantemente residencial ou comercial da área, bem como o grau de acessibilidade ao local. Além disso, foram avaliados o prestígio e a qualidade do açaí produzido, bem como o nível de formalização dos estabelecimentos junto aos órgãos responsáveis pela vigilância sanitária.

Tabela 1 - Dados dos estabelecimentos comerciais

<b>PARTE 1 – Características dos estabelecimentos comerciais de açaí</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>1) Características socioeconômicas do bairro que está localizado o estabelecimento comercial:</b>	
Classe baixa	51,16
Classe média	41,86
Classe alta	6,98
<b>2) Característica do bairro que está localizado o estabelecimento comercial:</b>	
Residencial	54,76
Residencial e Comercial	33,33
Comercial	11,90
<b>3) Grau de acessibilidade do estabelecimento comercial:</b>	
Fácil acesso	62,79
Acesso mediano	25,58
Difícil acesso	11,63
<b>4) Grau de prestígio/qualidade do açaí produzido pelo estabelecimento comercial:</b>	
Alto prestígio	
Médio prestígio	25,58
Baixo prestígio	44,19
	32,56
<b>5) Cadastramento/formalização do estabelecimento comercial na vigilância sanitária de Tucuruí:</b>	
Formalizado	97,73
Não formalizado	2,27
Não sei	0
Não quis responder / não respondeu	0
Em processo de formalização	0

Fonte: Autores, 2024

Observa-se que 51,16% dos estabelecimentos comerciais de açaí estão localizados em áreas de classe baixa, e apenas 6,98% destes nas áreas de classe alta do município. Notou-se que 54,76% desses estabelecimentos localizam-se em áreas comerciais e 33,33% em áreas com características residencial e comercial. Desta forma, observou-se que a maior parte dos pontos de venda se encontram basicamente em torno do centro da cidade.

Com relação à formalização dos estabelecimentos comerciais, verificou-se que 97,73% são cadastrados na Vigilância Sanitária de Tucuruí. Para Machado e Guedes (2011), a falta da formalização faz com que desenvolvam suas atividades em ambientes inadequados para o manuseio do açaí, além de impedir que recebam incentivos financeiros e fiscais do estado para melhorar a qualidade de sua produção. Na Figura 6, observa-se os certificados de regularização dos estabelecimentos comerciais contemplados na pesquisa.

Figura 6 - Certificados dos estabelecimentos comerciais de açaí



Fonte: Autores, 2024

#### 4.2.2 Perfil socioeconômico dos batedores de açaí

No que tange à caracterização do perfil socioeconômico, quanto ao número de funcionários presentes, notou-se que a maior parte dos estabelecimentos trabalham apenas dois funcionários (Tabela 2), como relatado em 40,91% dos estabelecimentos consultados. Ademais, observou-se que 20,45% dos batedores de açaí contavam com um ou três funcionários. Em relação ao gênero, a distribuição é equilibrada, com 50% dos batedores sendo homens e 50% mulheres. A faixa etária mais comum entre os batedores foi de 30 a 59 anos, representando 45,45% do total.

A partir dos dados socioeconômicos dos batedores de açaí, notou-se que a maioria dos funcionários entrevistados possui apenas o ensino médio completo (34,09%) ou ensino superior incompleto (22,73%). Em relação ao tempo de experiência, (31,82%) dos funcionários atuam no mercado de açaí entre 5 e 10 anos, com rendimentos variando de um a dois salários-mínimos (47,73%).

Tabela 2 - Dados Socioeconômico dos batedores artesanais de açaí

<b>PARTE 2 – Perfil socioeconômicos dos batedores de açaí</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>6) Número de funcionários/as do estabelecimento comercial (porte do estabelecimento):</b>	
1	20,45
2	40,91
3	20,45
4	9,09
5	4,55
6	2,27
7	2,27
8	0
9	0
Acima de 10	0
<b>7) Qual o sexo do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Masculino	50
Feminino	50
<b>8) Qual a identificação do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Branca	25
Parda	54,55
Amarela	2,27
Preta	15,91
Indígena	0
<b>9) Qual a faixa etária do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Criança – Até 11 anos	0
Adolescente – 12 a 17 anos	0
Jovem – 18 a 29 anos	38,64
Adulto – 30 a 59 anos	45,45
Idoso – Acima de 60 anos	13,64
<b>10) Qual o estado civil do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Solteiro/a	47,73
Mora com companheiro/a	0
Casado/a	50
Separado/a ou Divorciado/a	2,27
Viúvo/a	0
Outro. Qual?	0
<b>11) Qual a escolaridade do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Sem instrução / Analfabeto	2,27
Ensino médio completo	34,09
Ensino fundamental incompleto	11,36
Ensino superior incompleto	22,73
Ensino fundamental completo	6,82
Ensino superior completo	15,91
Ensino médio incompleto	4,55
Outros. Qual:	0
<b>12) Qual o tempo de experiência do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Até 1 ano	6,82
3 a 5 anos	27,27
1 a 2 anos	4,55
5 a 10 anos	31,82
2 a 3 anos	2,27
A partir de 10 anos	27,27
<b>13) Qual a faixa de rendimento do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?</b>	
Até 1 salário-mínimo (até R\$ 1.320,00)	40,91
1 a 2 salários-mínimos (R\$ 1.320,00 a R\$ 2.640,00)	47,73
Acima de 2 salários-mínimos (acima de R\$ 2.640,00)	9,09

Fonte: Autores, 2024







## 4.2.3 Mapeamento das rotas tecnológicas do resíduo do açaí

### 4.2.3.1 Rotas tecnológicas descritivas

O instrumento de pesquisa possibilitou compreender o funcionamento da rota tecnológica descritiva dos batedores de açaí, com base nas etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos: geração, acondicionamento primário, acondicionamento secundário, coleta, transporte, tratamento e disposição final (Quadro 1).

Quadro 1 - Rota tecnológica descritiva atual do resíduo de açaí de Tucuruí

Geração	Armazenamento		Coleta	Transporte	Tratamento	Disposição final
	Primário	Secundário				
Caroço do açaí	Sacolas plásticas	-	PAP Agentes da prefeitura municipal (semanal)	Veículo coleteo da prefeitura de municipal	Utilizados como adubo	Vazadouro a céu aberto de Tucuruí
	Sacolas plásticas	Calçadas	PAP	Carros particulares	Não há / desconhecido	

Fonte: Autores, 2024

A principal fonte de resíduos gerados nos estabelecimentos é o caroço de açaí. De acordo com os batedores, após o fruto ser “batido” nas máquinas, os caroços são separados em sacolas plásticas e depositados na calçada em frente ao local. Quanto à coleta, constatou-se que a maior parte é realizada pela prefeitura municipal, utilizando caminhões coletores, e ocorre apenas uma vez por semana.

Muitos relataram que a coleta de resíduos pela prefeitura nem sempre é realizada, o que causa acúmulo de material e pode atrair vetores relacionados à saúde dos batedores. Observa-se que, quanto mais distante o estabelecimento está do centro da cidade, maior é a demora dos caminhões coletores da prefeitura. O atraso impacta no tempo para a realização da coleta, que, em alguns, pode ocorrer mensalmente em vez de semanalmente, como afirmaram 4,55% dos estabelecimentos consultados.

Com relação ao tratamento do resíduo coletado, metade dos entrevistados afirmam que o resíduo gerado não tem uma destinação adequada e que o vazadouro a céu aberto do município consiste na principal disposição inadequada deste material, o qual localiza-se em uma Área de Preservação Ambiental. Segundo Souza (2022), essa técnica de disposição final é ilegal, logo, não há quantidade e quais os tipos de resíduos jogado no local, apresentando diversos riscos, como a produção de chorume podendo contaminar as águas subterrâneas.

#### 4.2.3.2 Rotas tecnológicas instrucional e legal

Observou-se que a maior parte dos batedores não sabem a destinação e disposição final dada ao resíduo coletado. Entretanto, 29,55% afirmaram que o resíduo do açaí (caroço) tem um reaproveitamento, porém, existe uma lacuna com a falta de informações que comprove se há o reaproveitamento do resíduo do açaí no município. Um número pequeno de batedores relatou que a empresa Corte Real realiza a coleta do resíduo para fins da construção civil, usando o caroço na produção de tijolos.

A rota tecnológica deve ser implementada de acordo com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305 (Brasil, 2010). Esta política promove a gestão sustentável dos resíduos e define, no Art. 9º, a ordem de prioridade para o manejo dos resíduos sólidos, que inclui: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos.











Com base a pesquisa realizada em campo, e seguindo as diretrizes da PNRS, o Quadro 2 apresenta a ampla alternativa de rota tecnológica para o manejo dos resíduos do açaí no município de Tucuruí, visando sua reutilização e descarte adequado. Dessa forma, busca-se prevenir impactos ambientais negativos e proteger a saúde da população, mostrando a possibilidade de uma rota tecnológica sustentável.

A proposta tecnológica visa aprimorar as condições de trabalho dos batedores de açaí e garantir a destinação correta dos resíduos gerados, além disso quadro mostra de maneira ilustrativa o funcionamento da rota tecnológica, partindo de sua geração a disposição final. Logo, a utilização de contêineres como acondicionamento secundário facilita a coleta seletiva realizada pela prefeitura, além de prevenir a proliferação de pragas.

Outro ponto observado, é a segregação dos resíduos oriundos do processamento do açaí, um procedimento fundamental para a gestão eficiente de resíduos sólidos, com aplicações diversas em bioenergia, agricultura e indústria farmacêutica. No contexto da cadeia produtiva

do aço, o manejo adequado dos resíduos é crucial para a redução de impactos ambientais e otimização do aproveitamento dos subprodutos gerados.

Quadro 2 - Proposta de rota tecnológica do resíduo do aço

Critérios analíticos	Geração	Segregação	Acondicionamento Primário / secundário	Coleta	Transporte	Transbordo	Transporte	Tratamento	Disposição final	
Tecnologias empregadas	Batedeiras mecânicas		Sacolas plásticas	Contêiner				Compostagem		
Atores	Batedores artesanais	Separação dos resíduos de acordo com suas características		PAP Agentes da prefeitura municipal	Veículo coletor da prefeitura municipal	Local para triagem dos resíduos	Veículo coletor da prefeitura municipal	Uso na geração de energia (carvão vegetal)	Aterro sanitário	
Frequência	Diário				2 a 3 vezes p/ semana			Produção de biojóias		
			Outros materiais de fácil manuseio	PAP Particulares	Veículos particulares	Local para triagem dos resíduos		Uso na construção civil		
										

Fonte: Autores, 2024

A medida mais eficaz para otimizar o processo e mitigar perdas de ordem econômica, ambiental e social é o investimento em áreas de transbordo. Nessa fase, os materiais são descarregados em pontos estratégicos intermediários, onde passam por processos de compactação e armazenamento temporário, antes de serem encaminhados às instalações de tratamento ou destinação final adequada.

Segundo a pesquisa realizada por Rosa (2023), é imperativo que a gestão pública exerça de forma eficiente a responsabilidade pela manutenção e gestão da infraestrutura das estações de transbordo, bem como promova a atração de interessados em explorar o potencial de reaproveitamento dos resíduos de aço. Esse processo deve assegurar que a gestão desses resíduos seja delegada a empresas ou cooperativas capacitadas, com foco no reaproveitamento ou destinação adequada, garantindo uma solução sustentável e alinhada às melhores práticas de gestão ambiental. A seguir, foram propostas medidas para reverter o impacto ambiental negativo desta rota tecnológica (Quadro 3).

Quadro 3 - Medidas propositivas na área instrucional

Itens	Descrição das medidas
I	Campanhas de conscientização pública sobre a importância da gestão responsável do resíduo do açaí e dos impactos ambientais
II	Parceria com instituições de ensino para integrar na grade curricular das escolas conteúdos sobre a gestão de resíduos sólidos e, especificamente, sobre o manejo dos resíduos de açaí
III	Realização de treinamentos técnicos aos batedores de açaí para manejo adequada dos resíduos oriundos do fruto
IV	Criação de protocolos para manejo adequado dos resíduos de açaí para fins de padronização das práticas sustentáveis empregadas e minimização dos impactos ambientais negativos
V	Fiscalizações contínuas para monitoramento do emprego destes protocolos nos estabelecimentos comerciais de beneficiamento do fruto

Fonte: Autores, 2024

É imprescindível que o poder público municipal, além de participar ativamente na elaboração de instrumentos legais pertinentes, invista na fiscalização rigorosa do cumprimento dos requisitos estabelecidos, visando garantir a efetividade das normas a serem promulgadas (Rosa, 2023).

#### 4.2.3.3 Rotas tecnológicas na perspectiva da segurança do trabalho

No Brasil existem algumas Leis e Normas Regulamentadoras referente à Segurança do Trabalho e à manipulação de alimentos abordadas pelo Ministério do Trabalho e Previdência (Rosa, 2023). Com essa visão, é visível a preocupação de lideranças do país e a importância dos equipamentos de proteção individual no uso de manipulação de alimentos.

A pesquisa revelou que 100% dos entrevistados afirmaram utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) (Tabela 3). No entanto, apesar de todos destacarem o uso obrigatório desses equipamentos, foi observado durante a aplicação dos questionários que a maioria dos participantes não estava utilizando todos os EPIs necessários para a manipulação do fruto. Apenas uma pequena parcela dos entrevistados utilizava itens como toucas no momento da coleta de dados.

Os entrevistados indicaram que foram capacitados pelo Departamento de Vigilância Sanitária de Tucuruí - PA sobre o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a relevância de sua utilização durante a manipulação do fruto. Um aspecto importante observado foi a reutilização dos EPIs por 97,73% dos trabalhadores, dos quais 59,91% relataram adquirir os equipamentos com recursos próprios. Em contrapartida, 40,91% informaram que os EPIs foram fornecidos pelos estabelecimentos comerciais.

Com o intuito de aprimorar a gestão e o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no ambiente de trabalho relacionado ao processamento do açaí, torna-se imprescindível a implementação de medidas estratégicas. A primeira ação recomendada é a criação de uma política obrigatória que exija o fornecimento completo e adequado de EPIs por todos os estabelecimentos que realizam o processamento de açaí. Essa iniciativa visa assegurar a padronização das práticas de segurança, reduzindo desigualdades entre os trabalhadores de diferentes empresas e promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e alinhado às normas de proteção laboral.

Tabela 3 - Dados da rota de segurança do trabalho

Perguntas	Porcentagem (%)
<b>39) É obrigatório o uso destes EPIs?</b>	
Sim	100
Não	0
Às vezes	0
Não sei responder	0
<b>40) Com que frequência você utiliza estes EPIs?</b>	
Sempre	97,73
Raramente	0
Poucas Vezes	2,27
Nunca	0
<b>41) Você acha importante utilizá-los no seu trabalho?</b>	
Sim	100
Não	0
Não sei responder	0
<b>42) Os EPIs são cedidos pelo estabelecimento ou comprados pelo funcionário?</b>	
Cedidos pelo estabelecimento	40,91
Comprados pelos funcionários	59,09

Fonte: Autores, 2024

#### 4.2.4 Medidas propositivas para gestão sustentável do resíduo do açaí em Tucuruí-PA

Rosa (2023) aponta que a rota tecnológica instrucional e educacional permite uma análise aprofundada das características do processamento do fruto, abrangendo desde as etapas de produção até a geração de resíduos. Os dados obtidos por meio do questionário indicam que 90,91% dos batedores artesanais possuem conhecimento técnico ou são anualmente capacitados pelo Departamento de Vigilância Sanitária de Tucuruí (DVS) no que tange ao processamento do açaí. Esse procedimento é essencial para assegurar a qualidade sanitária do produto e a proteção da saúde pública.

Apesar de a maioria dos batedores receberem capacitação referente ao processamento

do açaí, o Departamento de Vigilância Sanitária (DVS) ainda não ofereceu treinamentos específicos relacionados ao manejo dos resíduos do fruto, especialmente os caroços. Tal ausência evidencia uma lacuna que o município enfrenta e que necessita ser preenchida, visando à qualificação dos batedores formalizados. Além disso, 84,09% dos entrevistados ressaltaram a importância da realização de capacitações pelo DVS voltadas ao manejo adequado dos caroços de açaí, e 90,01% indicaram disposição em participar de eventuais cursos nesse sentido.

Como resultado do questionário aplicado, 97,73% dos pontos de batedores de açaí informaram que seguem o protocolo de manuseio estabelecido para o processamento do fruto. Este protocolo, desenvolvido pelo Departamento de Vigilância Sanitária (DVS) do município, foi adotado por 86,36% dos entrevistados em seus estabelecimentos. Isso revela que 13,64% dos batedores iniciaram suas atividades de comercialização da polpa do fruto sem o conhecimento adequado sobre as práticas de manipulação e higienização necessárias.

Em relação ao protocolo ao manuseio do açaí, 93,18% dos entrevistados afirmaram não ter conhecimento sobre, levando a constatação do baixo nível de informação fornecida pelo (DVS). Apenas 25% já ouviram ou conhecem sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - (PNRS), novamente constatando a falta de informação e o pouco conhecimento sobre Leis que poderiam agregar para uma melhor gestão e gerenciamento dos resíduos nos estabelecimentos. Neste sentido, algumas medidas foram propostas para reverter esta problemática (Quadro 4).

Quadro 4 - Medidas propositivas no campo legal

Itens	Descrição das medidas
I	Elaboração de protocolos para o manejo adequado dos resíduos do caroço de açaí à luz das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos
II	Elaboração/Atualização de planos municipais de saneamento e de resíduos que contemplem o gerenciamento adequado do resíduo do açaí
III	Fiscalização e multa para garantir o cumprimento dos instrumentos legais referentes aos resíduos do açaí

Fonte: Autores, 2024

A proposta sugerida apresenta similaridades com o estudo de caso descrito por Rosa (2023), particularmente no que diz respeito às deficiências na instrumentação legal de ambos os municípios. É importante destacar que, com essa abordagem, almeja-se a plena implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que tem enfrentado desafios significativos em sua efetiva execução prática.

No Brasil, a legislação e as Normas Regulamentadoras (NRs) relacionadas à Segurança do Trabalho e à manipulação de alimentos são tratadas pelo Ministério do Trabalho e

Previdência (Rosa, 2023). Nesse contexto, destaca-se a preocupação das autoridades com o cumprimento rigoroso dessas normativas, especialmente no que tange à utilização obrigatória de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante a manipulação de alimentos, visando não apenas a proteção dos trabalhadores, mas também a conformidade com padrões de higiene e segurança alimentar.

Com base nos resultados obtidos, para aprimorar a gestão e o uso dos EPIs no ambiente de trabalho voltado ao processamento do açaí, torna-se essencial a implementação de medidas propositivas. Primeiramente, é crucial estabelecer uma política obrigatória que exija que todos os estabelecimentos envolvidos no processamento do açaí forneçam integralmente os EPIs necessários aos seus colaboradores. Essa medida promoveria maior uniformidade nas práticas de segurança, minimizando desigualdades entre trabalhadores de diferentes empresas e assegurando um ambiente de trabalho mais seguro e padronizado.

No Quadro 5, contém algumas medidas que visam a melhoria da segurança do trabalho durante esses processos, garantindo um melhor gerenciamento quanto ao processamento do fruto.

Quadro 5 - Medidas propositivas de segurança do trabalho

Itens	Descrição das medidas
I	Garantir o fornecimento e o uso adequado de EPIs, como luvas, máscaras, touca, aventais e calçados fechados antiderrapantes aos batedores de açaí
II	Capacitação e treinamentos periódicos para os batedores de açaí sobre a importância do uso de EPIs, os potenciais riscos nos quais estão expostos, manuseio de equipamentos e procedimentos de emergência, sobretudo para novos funcionários.
III	Estabelecimento de cronograma de manutenção e substituição regular de EPIs para garantir sua eficácia
IV	Fiscalização regular para verificar as conformidades dos estabelecimentos comerciais aos instrumentos legais de segurança do trabalho

Fonte: Autores, 2024

Com o objetivo de aprimorar o desempenho e assegurar a segurança dos batedores de açaí, o Ministério do Trabalho e Previdência instituiu uma classificação dos principais riscos ocupacionais, associando cores específicas à natureza de cada risco. Entre os riscos físicos, destacam-se a exposição dos trabalhadores a condições de calor excessivo e a altos níveis de ruído, característicos do ambiente de processamento (Quadro 6). Os riscos químicos estão relacionados ao manuseio e à utilização de produtos e substâncias químicas no processo produtivo. Quanto aos riscos biológicos, os trabalhadores estão sujeitos à exposição a parasitas, como o barbeiro, devido ao contato direto com o açaí.

Quadro 6 – Principais riscos existentes no processamento do açaí

Riscos laborais				
Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonômicos	Acidentais
Calor	Vapores	Parasitas	Levantamento e transporte manual de pese	Máquinas e equipamentos sem proteção
Ruídos	Substâncias compostas ou produtos químicos em geral			

Fonte: Rosa, 2023

Os riscos ergonômicos são evidenciados pela permanência prolongada em pé e pela exigência de levantamento de cargas pesadas, fatores que podem resultar em lesões musculoesqueléticas. Por fim, os riscos acidentais ocorrem durante a operação de máquinas sem a devida utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), comprometendo a segurança do trabalhador. A padronização e a sistematização dessa classificação visam facilitar a identificação e a implementação de medidas preventivas, contribuindo para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e para a redução de acidentes e doenças ocupacionais.

## 5. CONCLUSÃO

Os municípios paraenses enfrentam lacunas significativas na implementação de instrumentos legais, como os Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) e as Políticas Municipais de Saneamento Básico (PMSB), especialmente em relação à gestão do resíduo do açaí. Embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) forneça uma estrutura teórica abrangente, sua aplicação prática é insuficiente, resultando em diretrizes que não se traduzem em ações efetivas nas comunidades locais.

A falta de atenção específica ao resíduo do açaí nos PMRS é evidente, refletindo uma carência de adaptação às necessidades regionais. Essa ausência de práticas efetivas para o reaproveitamento sustentável do resíduo do açaí se torna uma barreira para a implementação de soluções integradas que respeitem as particularidades da região.

A falta de políticas públicas eficazes e de infraestrutura adequada agrava essa situação, sendo um desafio também observado na gestão dos resíduos do açaí. Assim, é imprescindível promover uma abordagem integrada e educativa, que não apenas implemente políticas existentes, mas que também envolva a conscientização da população e a capacitação dos gestores locais para garantir uma gestão eficaz e sustentável.

Com base nos dados e resultados analisados ao longo deste estudo, conclui-se que a gestão dos resíduos de caroços de açaí no município de Tucuruí ainda enfrenta desafios substanciais. A pesquisa evidenciou que, apesar dos progressos em algumas áreas, persiste uma lacuna significativa na uniformização e na adoção de práticas sustentáveis de manejo de resíduos, tanto por parte dos estabelecimentos comerciais quanto dos órgãos públicos locais. A concentração de estabelecimentos em áreas residenciais de classe socioeconômica mais baixa aponta para limitações no acesso a recursos e infraestrutura adequados, fatores que comprometem a implementação de soluções mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

O estudo das rotas tecnológicas para o reaproveitamento e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos de caroço de açaí revela lacunas e desafios críticos na gestão desses resíduos, tanto em Tucuruí quanto em outros municípios paraenses. Embora a coleta seletiva seja realizada, a ausência de um tratamento adequado e a disposição inadequada em lixões a céu aberto demonstram deficiências estruturais significativas. Esses problemas indicam uma falha substancial na implementação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), comprometendo a eficácia das políticas públicas e a sustentabilidade ambiental. Urge a adoção de estratégias mais eficazes e a melhoria da infraestrutura de manejo para garantir uma gestão de resíduos mais eficiente e ambientalmente responsável.

É evidente que a maioria dos batedores artesanais de açaí não se preocupa com o resíduo gerado, encarando-o como um rejeito sem potencial de reaproveitamento, ao invés de uma fonte renovável. Isso demonstra a necessidade urgente de intensificar discussões e ações voltadas ao gerenciamento adequado dos resíduos de açaí. Nesse sentido, é fundamental que o Departamento de Vigilância Sanitária, em conjunto com a prefeitura local, desenvolva projetos que promovam a capacitação dos trabalhadores sobre o manuseio correto dos caroços de açaí, além de fornecer orientações claras sobre o descarte adequado.

Por fim, às novas propostas, estruturadas em torno das diretrizes descritivas, instrucionais, normativas legais e de segurança do trabalho, visam à mitigação dos impactos socioambientais por meio da incorporação dos resíduos de caroço de açaí nos planos municipais de gestão de resíduos sólidos. Essas estratégias, aliadas a programas de educação e conscientização, têm o objetivo de assegurar uma gestão sustentável e eficaz, contribuindo para a melhoria da saúde pública, a preservação ambiental e o fortalecimento do desenvolvimento econômico local. Adicionalmente, essas ações favorecem a geração de empregos e incentivam a inovação tecnológica, promovendo um crescimento socioeconômico sustentável.

## Referências

- AGUIAR, A. C. de.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. **Modelos de gerenciamento de resíduos sólidos: proposta para melhoria contínua.** In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR S. G. (Orgs.) **Resíduos sólidos: os desafios da gestão.** 1a ed. Recife: EDUFRPE, 2019. 320 p.: il.
- ALMEIDA, I. M. S D.; GUEDES, F. L.; EL-DEIR, S. G.; ARTEIRO, K. A. D. **Resíduo sólidos: Gestão e Tecnologia.** 1. ed. – Recife: EDUFRPE: Gampe/UFRPE, 2021. livro digital 2 (639 f.: il.) ISBN 978-65-86547-22-1. p. 11-29.
- BENTES, V. L. I. **Preparação e caracterização de compósitos a base de fosfatos de ferro suportados em carvões ativados de resíduos de caroços de açaí e do endocarpo de tucumã para aplicação ambiental.** Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.
- BERTICELLI, Ritielli; PANDOLFO, Adalberto; KORF, Eduardo Pavan. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios.** Revista gestão & sustentabilidade ambiental, v. 5, n. 2, p. 711-744, 2016.
- BEZERRA, Valeria Saldanha; SILVA, Otniel Freitas; DAMASCENO, Leandro Fernandes. **Açaí: produção de frutos, mercado e consumo.** In: JORNADA CIENTÍFICA, Brasília: Embrapa, 2016.
- BITENCOURT, Emanoelen et al. Guia de gestão integrada para processamento de açaí. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 12, n. 2, p. 152-169, 2020.
- BONCIU, Florin. The European economy: From a linear to a circular economy. **Romanian J. Eur. Aff.**, v. 14, p. 78, 2014.
- BORGES, Jéssica Guimarães; OLIVEIRA, Leandro José; ANDRADE, Ana Paula Silva; PÁDUA JÚNIOR, Carlos Rezende; MELO, Sônia Aparecida Beato Ximenes. **PERCEPÇÃO AMBIENTAL SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO NO BAIRRO OURO VERDE, NOVA OLÍMPIA-MT.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 11, n. 2, p. 212-226, 2022.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).** Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: [Resolução CONAMA nº 1 DE 23/01/1986 \(normasbrasil.com.br\)](http://www.normasbrasil.com.br) Acesso em: 18 de set. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm). Acesso em: 19 de set. 2024.
- BRASIL. **Lei nº. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 19 de set. 2024.
- BRINDEIRO, M. G.; EL-DEIR, S. G. **Proposição de rota tecnológica dos resíduos de construção de habitações de interesse social.** Resíduos Sólidos: Educação e meio ambiente. Recife, ed. 1, p. 400, 2021.

CANTO, Sérgio Aruana Elarrat. **Processo Extrativista do açaí: Contribuição da Ergonomia com base na Análise Postural durante a Coleta dos Frutos**. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001. Disponível em: [Uma Análise Ergonômica aplicada ao processo extrativista do açaizeiro \(ufsc.br\)](http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/12345). 20 set. 2024.

CORDEIRO, Noéle Khristinne; CARDOSO, Kerolém Prícila Sousa; MATA, Tatiane Calandrino da; BARBOSA, Jaqueline de Araújo; GONÇALVES JÚNIOR, Affonso Celso. Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista de Ciências Ambientais - RCA** (ISSN 1981-8858). Canoas, v. 14, n. 2, p. 1-12, 2020.

ENGELMANN, Pâmela de Medeiros *et al.* CARACTERIZAÇÃO DO RSU DA CIDADE DE XANGRI-LÁ/RS VISANDO O APROVEITAMENTO EM PROCESSOS DE WTE. In: ALMEIDA, Irene Maria Silva de *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: gestão e gerenciamento**. Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2022. Cap. 2. p. 116-131.

FARIAS, Raliny Mota de Souza. **Análise de rotas tecnológicas para gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos: caso do Distrito Federal**. 2018.

FILHO, José Sobreiro. **Disputa e violência em carne, ossos e territórios na amazônia paraense: assassinatos, confrontos políticos e movimentos socioterritoriais**. 2019. Disponível em: [DISPUTA-E-VIOLENCIA-EM-CARNE-OSSOS-E-TERRITORIOS-NA-AMAZONIA-PARAENSE-ASSASSINATOS-CONFRONTOS-POLITICOS-E-MOVIMENTOS-SOCIOTERRITORIAIS.pdf \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/354123456) Acesso em: 18 set. 2024.

GALENO, S. B.; BANJA, M. L.; SILVA, S. B. **A gestão de resíduos sólidos na justiça eleitoral de Pernambuco; considerações para o programa de educação para a sustentabilidade**. In: MELLO, D.P.; ELDEIR, S.G.; SILVA, R. C.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal (PAM): açaí e outras culturas permanentes, 2016 e 2017**. IBGE, 2018, Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades: Tucuruí**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/tucuru.html>. Acesso em: 17 set. 2024.

LEAL, Ana Paula Sales. **Estudo da aplicabilidade da lama vermelha lixiviada como catalisador na rota tecnológica de craqueamento térmico catalítico do óleo de fritura residual**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2017.

LISBOA, C. R., DOS SANTOS, G. R., CORREA, N. C. F., & DA CRUZ, T. M. S. **Aproveitamento de resíduos sólidos da agroindústria do açaí: uma revisão**. 1-388. A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais [recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 1) 60-74.

MIRANDA, Lidiane de Vilhena Amanajás *et al.* Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental - Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo - Sp, v. 25, p. 1-24, 2022. Anual. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc2020138r2vu202212ao>.

MOREIRA, Pablo; ALMEIDA, Bruna de Araujo; SOUZA, Marcell Gomes de; CANTÃO, Larissa Grazielly Vieira; NEVES, Raisia Rodrigues. Percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: estudo de caso da vila residencial de Tucuruí-PA. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2020.

NARCISO, Cleitina Siane da Cruz; TEIXEIRA, Gerlane do Socorro Moura. **Estudo da adoção da logística reversa como alternativa para redução de impactos ambientais gerados pela produção de polpa de açaí**. 2017.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. **Açaí: características nutricionais e importância alimentar**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030>. Acesso em: 17 set. 2024.

PAZ, Melissa Mika Kimura; KOURY, Suzy Elizabeth Cavalcante. **Indicação geográfica e a valorização do trabalho na cadeia produtiva do açaí no Estado do Pará**. s.d. Disponível em: < <https://precog.com.br/bc-texto/obras/2021pack1339.pdf#page=77> >. Acesso em: 19 de setembro de 2024.

PEREIRA, Eduardo Vinícius. **Resíduos sólidos**. Editora Senac São Paulo, 2019.

PIMENTEL, Cristine Helena Limeira et al. **A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB/Management of technological routes for treatment and final destination of urban solid waste in the municipality of João Pessoa/PB**. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7063-7088, 2020.

PIMENTEL, Cristine Helena Limeira; NÓBREGA, Claudia Coutinho; PIMENTEL, Ubiratan Henrique Oliveira; JUCÁ, José Fernando Thomé; MARTINS, Wanessa Alves. A gestão de resíduos sólidos do município de João Pessoa – PB, **uma abordagem sobre as rotas tecnológicas**. *Revista Instituto Venturi para Estudos Ambientais*, 2019. Disponível em: [www.firs.institutoventuri.org.br](http://www.firs.institutoventuri.org.br). Acesso em: 18 de setembro. 2024.

RABELO, Marília Figueiredo; SANTOS, Vanusa Carla Pereira. A gestão dos resíduos sólidos no município de Tucuruí-PA. In: **2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. 2019.

RIBEIRO, F. História e Memória: uma história dos trabalhadores do açaí. **I Jornada Internacional de Estudos de História da Amazônia**. “Diásporas, migrações e territorialidades na Pan-Amazônia”. Macapá, 2014.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, composição e Melhoramento da Composição**. EDUFPA Belém, 2000.

ROSA, C. L. S. D. **Rotas tecnológicas do resíduo do açaí: estudo de caso do bairro do Guamá na cidade de Belém- PA**. 2023. 100 f. Dissertação (Ciências – Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo.

ROSA, C. L. S.; SOUZA, B. N. C.; ARAÚJO, A. R. R.; COSTA, C. E. A. S.; AGUIAR, A. F. **Análise da gestão de resíduos sólidos em feiras livres da Amazônia**. UNISANTA Bioscience Vol. 8 nº 4, 2019. p. 349-363.

ROSA, Carla Lorena Sandim da. Silva, Rodrigo Cândido Passos da; CAMARGO, Plínio Barbosa de. Ciclo de vida do açaí: da produção do fruto à geração e reaproveitamento do resíduo. In: GUEDES. F. L.; T. S. da.; RODRIGUES, B. R. M.; EL-DER, S. G (org).

**Resíduo sólido: desafios no manejo.** 1. Ed. Recife, PE: Unidade acadêmica de Educação a Distância e tecnologia: Grupo de Gestão Ambiental em Pernambuco – Gampe/UFRPE, 2023.

ROSA, Joedy Mayara de Souza Santa *et al.* Produção de tijolos ecológicos: incorporação de resíduos alternativos. In: ALMEIDA, Irene Maria Silva de *et al.* **RESÍDUOS SÓLIDOS: gestão e gerenciamento.** Recife: Editora Universitária da Ufrpe, 2022. Cap. 6. p. 513-524.

SATO, M. K.; LIMA, H. V. de; COSTA, A. N.; RODRIGUES, S.; MOONEY, S. J.; CLARKE, M.; PEDROSO, A. J. S.; MAIA, C. M. B. de F. Biochar as a sustainable alternative to açai waste disposal in Amazon, Brazil. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 139, p. 36-46, 2020.

SILVA, D. D. S.; GONÇALVES, M. B.; SOUZA. M. G. D.; LOUZADA, A. F. A estimativa da geração de resíduos sólidos produzidos pelo despulpamento do açaí na cidade de Tucuruí – Pará. IN: SALES, R. E. D. S.; SALES, R. D. S (Org.). **Educação ambiental e cidadania: Pesquisa e prática contemporâneas.** 1 a Ed. vol. 1 a. Fevereiro, 2021. p. 14 – 19.

SILVA, Érica de Kássia Costa; FERREIRA, Vanessa Rocha. O trabalho do “peconheiro” na região Amazônica: uma análise das condições de trabalho na colheita do açaí a partir do conceito de trabalho decente. **Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do trabalho**, v. 6, n. 1, p. 57-74, 2020.

SOUSA, Nathália Macedo de *et al.* **Diagnóstico e proposições para a atuação dos catadores da área de lixão de Tucuruí-PA.** 2022.

SOUZA, Alana de Almeida *et al.* **Rotas tecnológicas dos resíduos sólidos em comunidades quilombolas do lago de Tucuruí-PA.** 2023.

SOUZA, Amanda Lima de *et al.* **Desmaterialização na rota tecnológica de resíduo orgânico do restaurante do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco.** In: *Desmaterialização dos resíduos sólidos.* 2021. p. 99.

TAVARES, Geraldo dos Santos *et al.* COMERCIALIZAÇÃO DO AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: alguns comentários. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, -, p. 1-13, set. 2015.

TEIXEIRA, L. B. *et al.* **Processos de compostagem usando resíduos das agroindústrias de açaí e de palmito do açazeiro.** 2005.

TORRES, Vitor Alvarenga; LANGE, Liséte Celina. Rotas tecnológicas, desafios e potencial para valorização energética de resíduo sólido urbano por coprocessamento no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 25-30, 2022.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Instrumento de pesquisa

#### QUESTIONÁRIO: ROTAS TECNOLÓGICAS DO CAROÇO DE AÇAÍ

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Responsável: \_\_\_\_\_

Estabelecimento comercial: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

#### PARTE 1 - DADOS DO ESTABECIMENTO COMERCIAL

1) Características socioeconômicas do bairro que está localizado o estabelecimento comercial:

- Classe baixa
- Classe média
- Classe alta

2) Característica do bairro que está localizado o estabelecimento comercial:

- Residencial
- Residencial e Comercial
- Comercial

3) Grau de acessibilidade do estabelecimento comercial:

- Fácil acesso
- Acesso mediano
- Difícil acesso

4) Grau de prestígio/qualidade do açaí produzido pelo estabelecimento comercial:

- Alto prestígio
- Médio prestígio
- Baixo prestígio

5) Cadastramento/formalização do estabelecimento comercial na vigilância sanitária de Tucuruí:

- Formalizado
- Não formalizado
- Em processo de formalização
- Não sabe
- Não quis responder / não respondeu

#### PARTE 2 - DADOS SOCIOECONÔMICOS

6) Número de funcionários/as do estabelecimento comercial (porte do estabelecimento):

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- Acima de 10

7) Qual o sexo do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Masculino: \_\_\_\_\_
- Feminino: \_\_\_\_\_
- Outros: \_\_\_\_\_

8) Qual a identificação em termos de cor e raça do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Branca  
 Parda  
 Amarela  
 Preta:                     Quilombola                    Nome da comunidade: \_\_\_\_\_  
 Indígena:                 Aldeado                     Não aldeado

9) Qual a faixa etária do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Criança – Até 11 anos                     Adolescente – 12 a 17 anos  
 Jovem – 18 a 29 anos                     Adulto – 30 a 59 anos  
 Idoso – Acima de 60 anos

10) Qual o estado civil do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Solteiro/a                                     Mora com companheiro/a  
 Casado/a                                     Separado/a ou Divorciado/a  
 Viúvo/a                                     Outro. Qual? \_\_\_\_\_

11) Qual a escolaridade do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Sem instrução / Analfabeto                 Ensino médio completo  
 Ensino fundamental incompleto         Ensino superior incompleto  
 Ensino fundamental completo         Ensino superior completo  
 Ensino médio incompleto                 Outros. Qual: \_\_\_\_\_

12) Qual o tempo de experiência do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Até 1 ano                                     3 a 5 anos  
 1 a 2 anos                                     5 a 10 anos  
 2 a 3 anos                                     A partir de 10 anos

13) Qual a faixa de rendimento do/a funcionário/a do estabelecimento comercial?

- Até 1 salário mínimo (até R\$ 1.320,00)  
 1 a 2 salários mínimos (R\$ 1.320,00 a R\$ 2.640,00)  
 Acima de 2 salários mínimos (acima de R\$ 2.640,00)

PARTE 3 - DADOS TÉCNICOS
--------------------------

i) Rota tecnológica descritiva/logística:

14) Qual o tipo de resíduo gerado e onde ocorre a geração?

---

15) O resíduo é segregado na fonte (fazer registro fotográfico)?

- Sim  
 Não

16) Com qual frequência o resíduo é segregado?

- Sempre  
 Raramente  
 Poucas vezes  
 Nunca

17) Qual o acondicionamento primário dado ao resíduo?

---

18) Qual o acondicionamento secundário dado ao resíduo?

---

19) Qual o tipo de coleta é empregado?

- Seletiva
- Convencional
- Não há coleta

20) Qual a frequência desta coleta?

- Diária
- Dias alternados
- 3 vezes na semana
- 2 vezes na semana
- 1 vez na semana

21) Quem realiza a coleta do resíduo?

- Prefeitura
- Empresa privada                      Especificar: \_\_\_\_\_
- Outros                                      Especificar: \_\_\_\_\_
- Não sei responder

22) Qual o tipo de transporte realiza a coleta do resíduo?

- Caminhão da prefeitura
- Carroça
- Bicicleta
- Outros                                      Especificar: \_\_\_\_\_

23) Há tratamento do resíduo coletado?

- Sim    Qual? \_\_\_\_\_
- Não
- Não sei responder

24) Qual o destino do resíduo gerado?

- Aterro sanitário
- Lixão
- Terreno baldio
- Corpo d'água
- Outros                                      Especificar: \_\_\_\_\_

*ii) Rota tecnológica instrucional/educacional*

25) A vigilância sanitária de Tucuruí realiza capacitação quanto ao processamento do açaf?

- Sim
- Não
- Não sei responder

26) Com que frequência ocorre esta capacitação?

- Anualmente
- Semestralmente
- Trimestralmente
- Bimestralmente
- Mensalmente
- Semanalmente
- Nunca ocorreu

27) A vigilância sanitária realiza capacitação quanto ao manejo do caroço do açaí?

- Sim
- Não
- Não sei responder

28) Com que frequência ocorre esta capacitação?

- Anualmente
- Semestralmente
- Trimestralmente
- Bimestralmente
- Mensalmente
- Semanalmente
- Nunca ocorreu

29) Você já recebeu instrução sobre o manejo do caroço de açaí?

- Sim
- Não
- Nunca
- Não sei responder

30) Você acha importante que a vigilância sanitária realize capacitações sobre o manejo do caroço de açaí?

- Sim
- Não
- Não sei responder

31) Você estaria disposto/a a participar desta capacitação?

- Sim
- Não
- Não acho importante

*iii) Rota tecnológica legal*

32) Existe algum protocolo quanto ao manuseio do processamento de açaí neste estabelecimento comercial?

- Sim
- Não
- Não sei responder

33) Caso exista, quem foi responsável por este protocolo?

- Vigilância sanitária
- Próprio estabelecimento
- Não sei responder

34) Existe algum protocolo quanto ao manuseio do caroço de açaí?

- Sim

- Não
- Não sei responder

35) Caso exista, quem foi responsável por este protocolo?

- Vigilância sanitária
- Próprio estabelecimento
- Não sei responder

36) Você conhece alguma lei/decreto sobre o manuseio dado ao caroço do açaí?

- Sim
- Não
- Não sei responder

37) Você já ouviu falar sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos?

- Sim
- Não
- Não sei responder

*iv) Rota de segurança do trabalho*

38) Quais os equipamentos de proteção individual são usados no processamento do açaí?

- Luvas descartáveis
- Máscara ou respiradores
- Óculos de proteção
- Sapato fechado (ou bota de proteção)
- Sandália
- Outro tipo de calçado. Especificar: \_\_\_\_\_
- Capacete
- Protetor auricular ou abafadores de ruídos
- Bata ou fardamento específico (avental)
- Outros. Especificar: \_\_\_\_\_

39) É obrigatório o uso destes EPIs?

- Sim
- Não
- Às vezes
- Não sei responder

40) Com que frequência você utiliza estes EPIs?

- Sempre
- Raramente
- Poucas vezes
- Nunca

41) Você acha importante utilizá-los no seu trabalho?

- Sim
- Não
- Não sei responder

42) Os EPIs são cedidos pelo estabelecimento ou comprados pelo funcionário?

- Cedidos pelo estabelecimento
- Comprados pelos funcionários
- Outros: \_\_\_\_\_

**Apêndice B - Termo de consentimento livre aplicado aos batedores**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_ portador/a do RG. nº \_\_\_\_\_, CPF: \_\_\_\_\_ aceito voluntariamente participar da pesquisa intitulada **Rota tecnológica do resíduo do açaí em Tucuruí**, homologada pela Portaria nº 15/2023 – SECREXECUT, desenvolvida pelos acadêmicos Cristiane Baia, Igor Augusto e Deivison Alencar e pelo pesquisador Rodrigo Cândido Passos da Silva (CAMTUC/UFPA).

Acuso ter conhecimento sobre a pesquisa e seus procedimentos metodológicos.

As respostas colhidas no instrumento de pesquisa, as fotografias, as filmagens e/ou gravações de voz ficarão sob a propriedade do pesquisador pertinente ao estudo e, sob a guarda deles, serão utilizadas estritamente para fins científico.

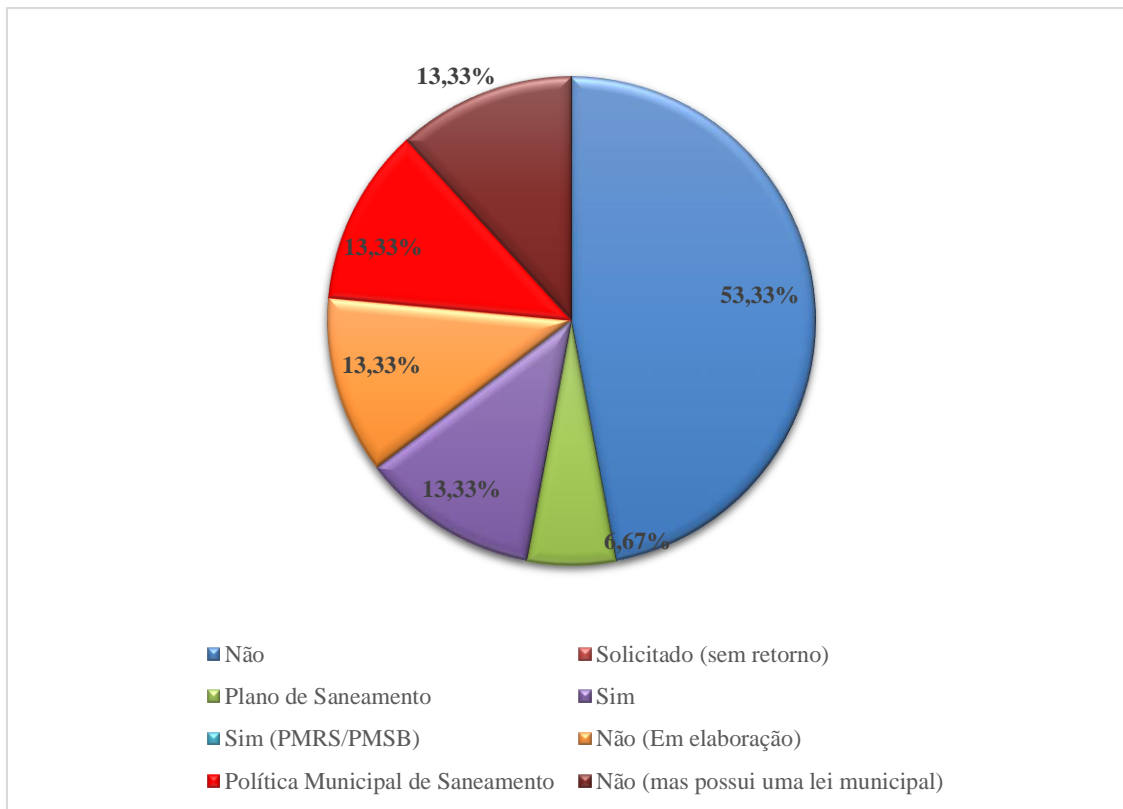
Tucuruí-PA, ..... de .....de 2024

\_\_\_\_\_  
Nome completo do pesquisado

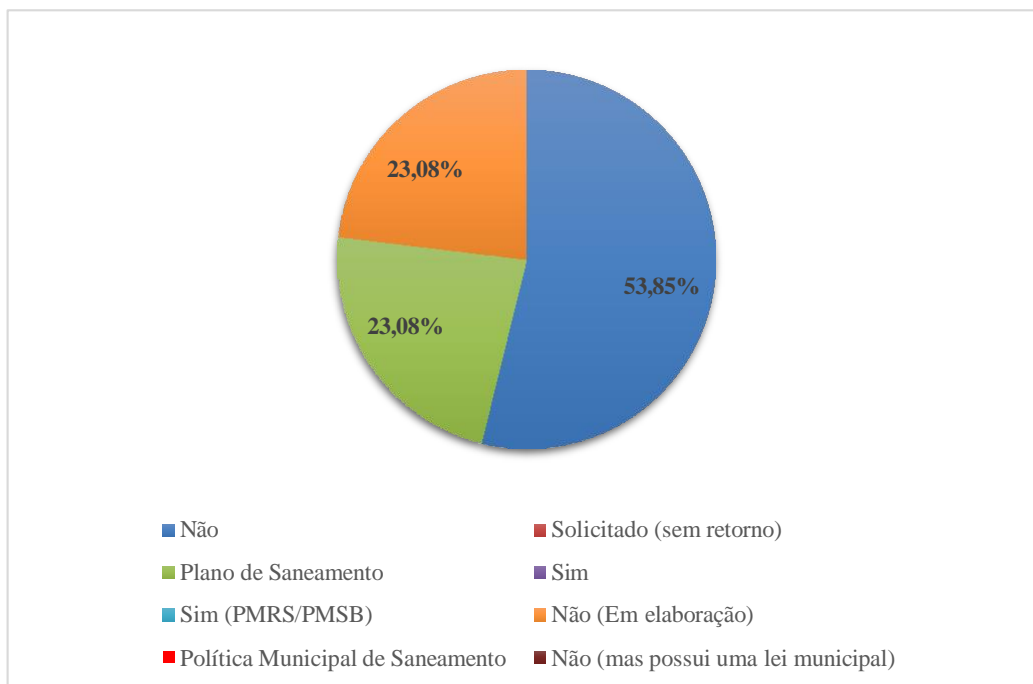
Acadêmico/Pesquisador: \_\_\_\_\_

Professor Orientador: \_\_\_\_\_

**Apêndice C - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Araguaia**

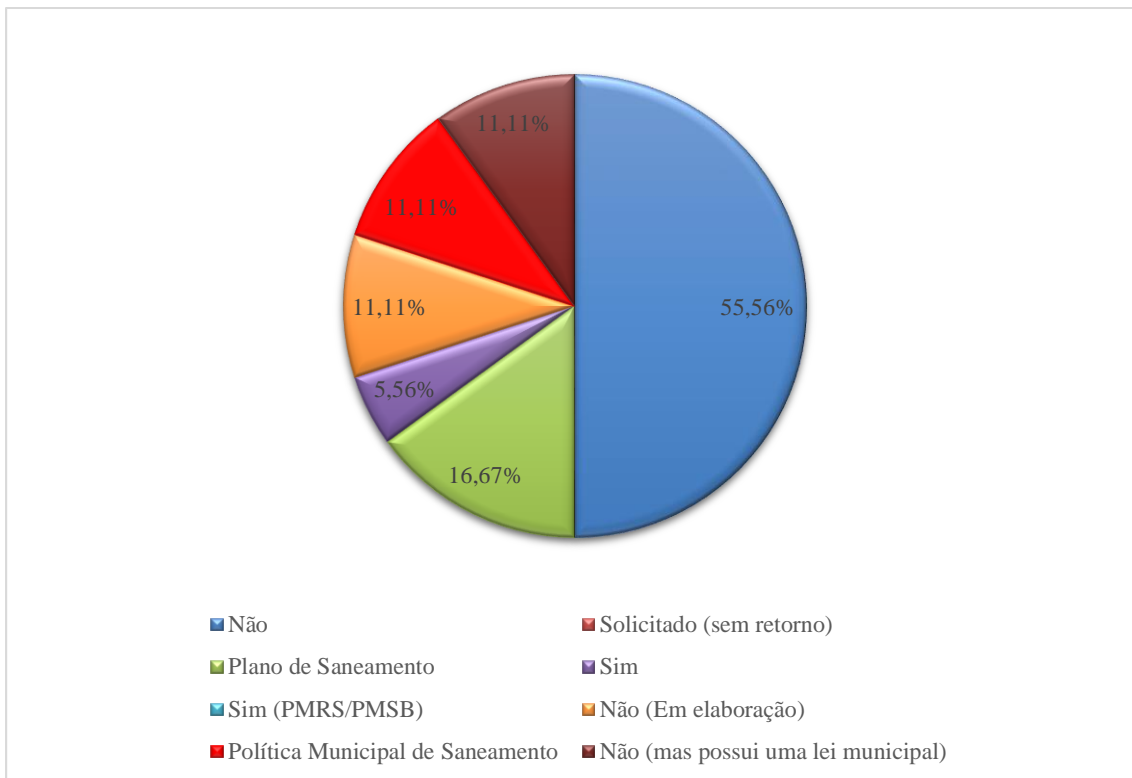


**Apêndice D - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Baixo Amazonas**



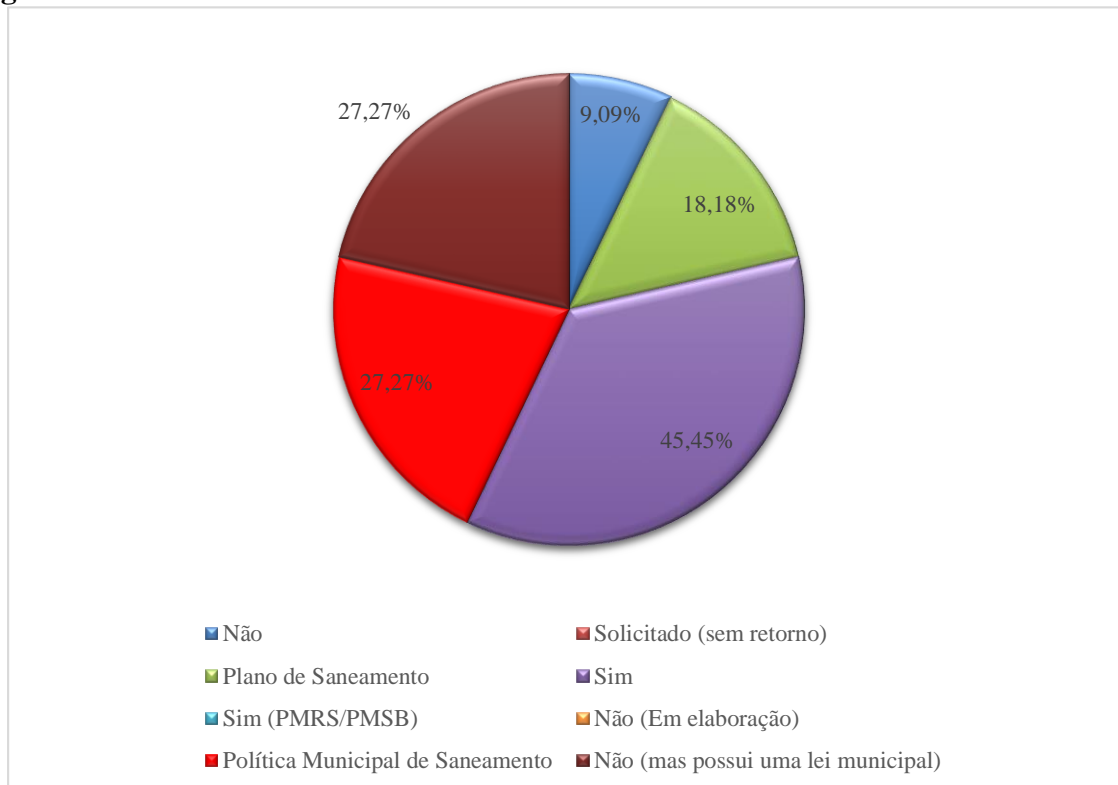
Fonte: Autores, 2024

**Apêndice E - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açai - Região Guamá**



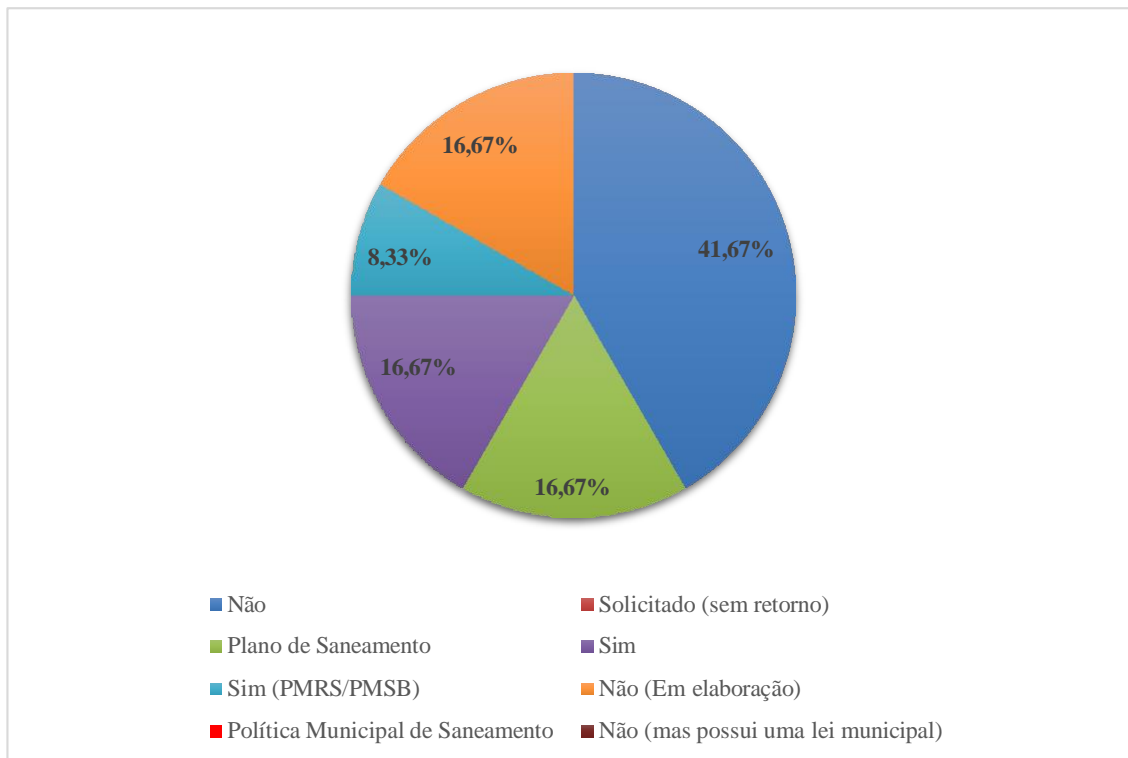
Fonte: Autores, 2024

**Apêndice F - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açai - Região Tocantins**



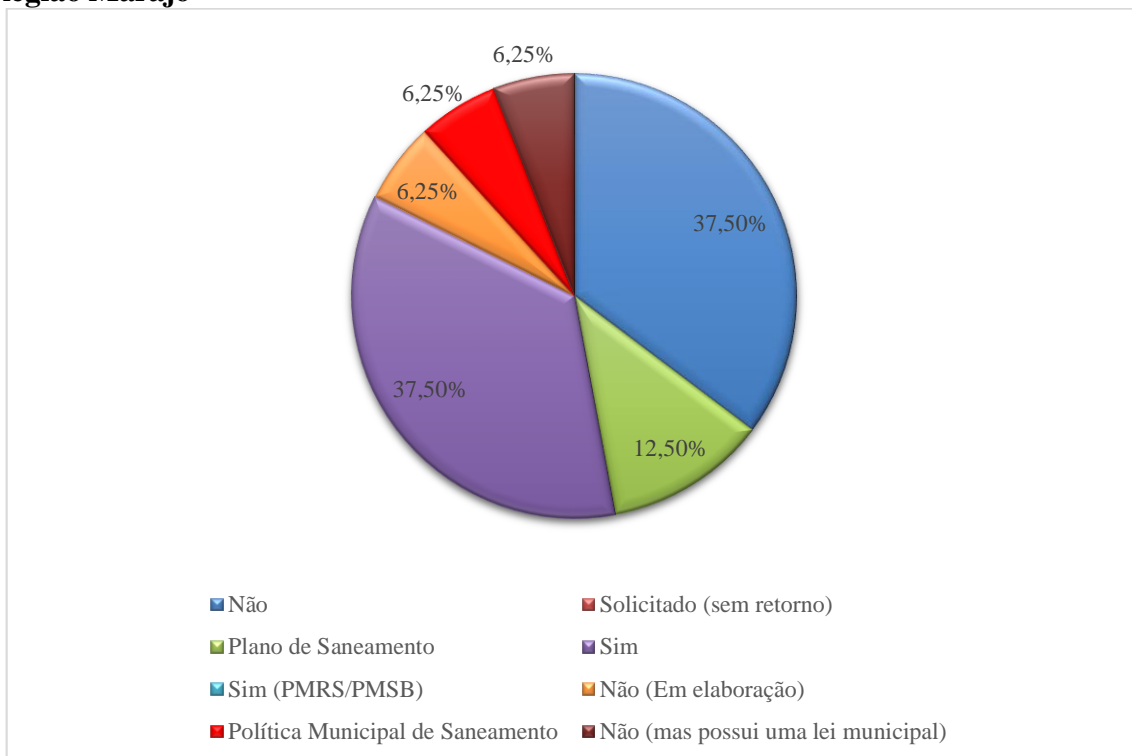
Fonte: Autores, 2024

**Apêndice G - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - região Carajás**



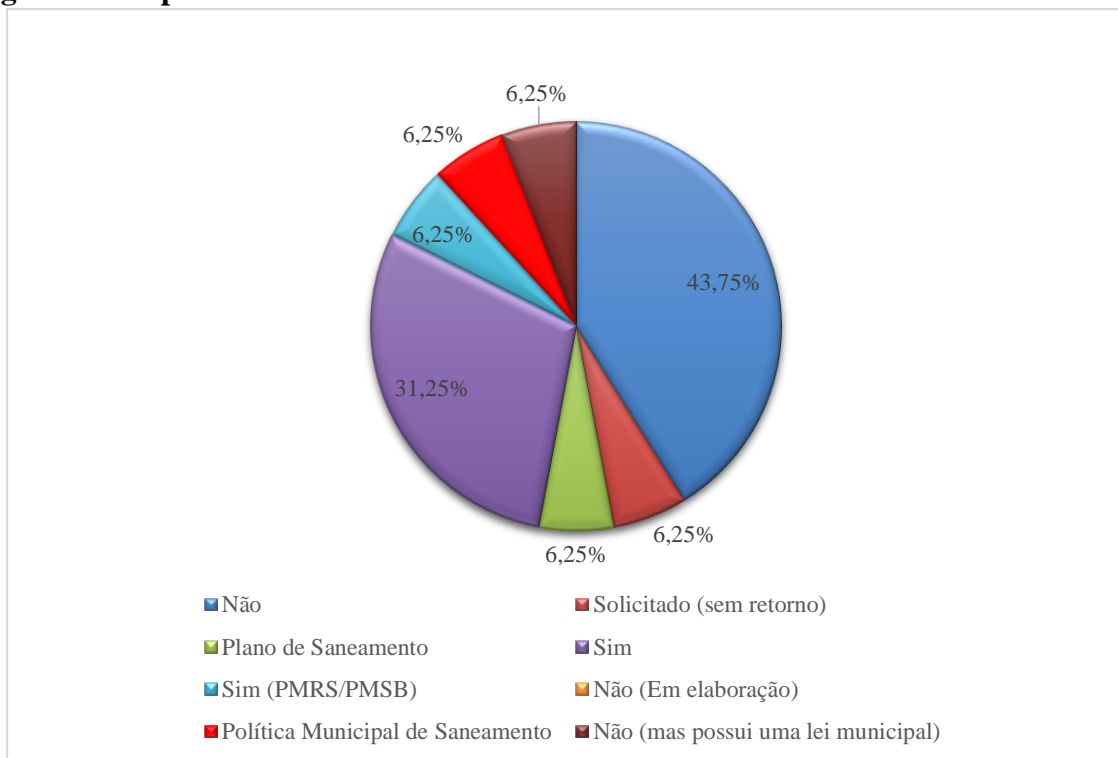
Fonte: Autores, 2024

**Apêndice H - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Marajó**



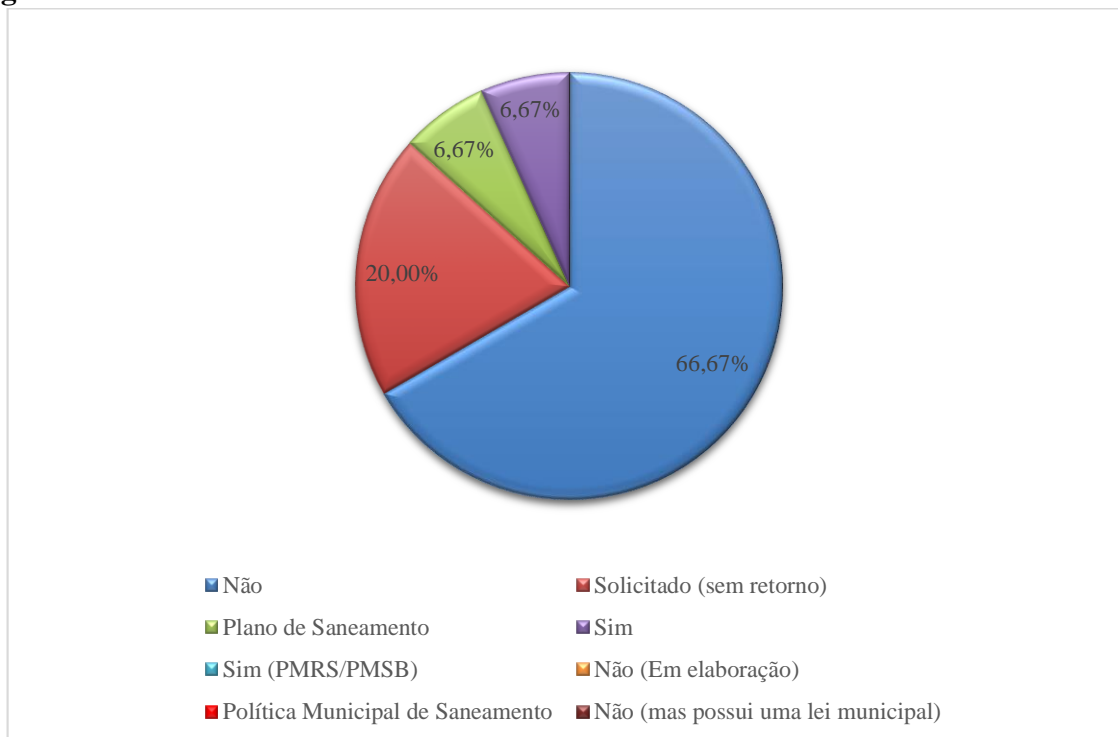
Fonte: Autores, 2024

**Apêndice I - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Rio Capim**



Fonte: Autores, 2024

**Apêndice J - Gráfico sobre PMRS, PMSB ou legislações que abordam o resíduo do açaí - Região Caeté**



Fonte: Autores, 2024