ELABORAÇÃO DE PAPÉIS SUSTENTÁVEIS PRODUZIDOS A PARTIR DOS RESÍDUOS DE AÇAÍ COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE PAPERS PRODUCED FROM AÇAÍ RESIDUES AS TOOL FOR TEACHING CHEMISTRY

Elzilene Aquino de Araújo
ORCID 0000-00003-2118-4737

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, PPGecim
Universidade Federal de Tocantins, UFT
Codajás, Brasil
elziaraujo011@gmail.com

Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi
ORCID 0000-0000-0000-0000

Professora doutora no Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas
Coari, Brasil
klenicy@gmail.com

Resumo. A região amazônica, reconhecida por sua rica biodiversidade, tem sido objeto de intensos debates acerca do uso sustentável de suas matérias-primas. Tais discussões refletem a crescente preocupação com a exploração racional de seus recursos naturais. Este trabalho tem como objetivo a elaboração de um material didático a partir do reaproveitamento de subprodutos do açaí, utilizando-o como estratégia para o ensino de Química, além de promover a sensibilização quanto à sustentabilidade, empreendedorismo e educação ambiental. A pesquisa, de caráter descritivo e exploratório, foi estruturada em três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. A proposta foi implementada em uma escola pública da cidade de Codajás (Amazonas), conhecida como a "cidade do Açaí". As atividades envolveram prática de campo, experimentação e rodas de conversa. Durante a execução do projeto, os alunos demonstraram uma melhor compreensão da aplicação dos conteúdos de Química e participaram de discussões sobre os desafios relacionados ao descarte de resíduos e à sustentabilidade. O papel produzido a partir do subproduto do açaí mostrou-se altamente resistente, favorecendo a compreensão de conceitos de Química e Bioquímica. A produção desse material didático proporcionou debates sobre sustentabilidade e estimulou reflexões sobre o papel dos estudantes no contexto da preservação ambiental e sua responsabilidade em relação à humanidade.

Palavras-chave: Ensino de Química, Educação Ambiental, Papel ecológico, *Euterpe*.

Abstract: The Amazon region, renowned for its rich biodiversity, has been the subject of intense debates regarding the sustainable use of its raw materials. These discussions reflect the growing concern over the rational exploitation of its natural resources. This paper aims to develop educational material using the byproducts of açaí as a strategy for teaching Chemistry, while also raising awareness about sustainability, entrepreneurship, and environmental education. The research, which is descriptive and exploratory in nature, was structured in three stages: initial problematization, organization, and application of knowledge. The proposal was implemented in a public school in the city of Codajás (Amazonas), known as the "City of Açaí." The activities included fieldwork, experimentation, and discussion circles. Throughout the project, students gained a deeper understanding of Chemistry concepts and engaged in discussions about waste disposal issues and sustainability. The paper made from açaí byproducts demonstrated high durability and facilitated greater comprehension of Chemistry and Biochemistry concepts. The creation of this açaí paper as educational material not only sparked debates on sustainability but also encouraged students to reflect on their role in humanity and the preservation of the environment in which they live.

Keywords: Chemistry Teaching, Environmental Education, Ecological Paper, *Euterpe.*

1. INTRODUÇÃO

O açaí um dos principais produtos do extrativismo vegetal em toda a Amazônia. Sua produção tem crescido substancialmente, abrangendo estados como Maranhão, Rondônia e especialmente o Amazonas, não apenas em termos de escala, mas também em sua importância social, cultural e ambiental, incluindo o manejo dos resíduos (Yamaguchi & Veiga-Junior,

2021). Pertencente à família Arecacea, o açaí é encontrado predominantemente nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão e Amapá. O aumento da demanda por seus subprodutos, devido aos comprovados benefícios para a saúde humana, tem impulsionado consideravelmente suas exportações.

Segundo Mendonça (2019), apesar das oportunidades econômicas geradas pela exploração do açaí, deve-se pensar também nas consequências ambientais implícitas nesse processo e que nem sempre são evidentes. O aumento na produção e exploração resulta em maior acúmulo de resíduos sólidos orgânicos, sendo este, um desafio significativo para a sustentabilidade ambiental regional.

Durante o período de dezembro a março, ocorre a safra da produção de açaí com um aumento considerável da demanda pela polpa do fruto. No entanto, os subprodutos que correspondem a cerca de 85% da massa do fruto, frequentemente são descartados de maneira inadequada no meio ambiente.

Neste contexto, o uso do açaí como ferramenta educacional na região de sua produção é uma abordagem que vem sendo eficaz no ensino de ciências, particularmente através da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), indicadores ambientais e atividades práticas experimentais (Silva Júnior & Santos, 2017; Moteiro & Yamaguchi, 2019; Yamaguchi &Yamaguchi, 2021; Ribeiro & Lima, 2022). Esta prática valoriza a interação entre conhecimento tradicional e científico, ressaltando a importância cultural do fruto.

No entanto, como visto na indústria e comércio, o foco principal recai na polpa do açaí, enquanto os resíduos resultantes são utilizados em pequenas quantidades como materiais de artesanatos, ou a valorização das fibras em pesquisas na área de alimentos e uso como alternativa para o café. Diante da produção em toneladas anuais da polpa, o descarte desses resíduos representa uma preocupação significativa (Yamaguchi et al., 2015; Costa et al., 2021).

Portanto, a utilização dos resíduos do açaí como matéria-prima para a fabricação de papel ecológico não apenas poderá contextualizar conceitos de química, mas também poderá abordar questões importantes de sustentabilidade, empreendedorismo e educação ambiental (EA) com alunos do Ensino Médio. Essa abordagem oferece uma oportunidade promissora para o crescimento econômico sustentável e a sensibilização relacionada a preservação dos recursos naturais da Amazônia.

1.1 Ensino de Ciências/Química e materiais orgânico.

Na Educação Básica, a preocupação com o meio ambiente é o precursor do surgimento de abordagens que integram a EA associados a outras disciplinas, ou seja, preciso inserir o conceito de interdisciplinaridade, permitindo discutir as problemáticas que fazem parte do contexto da sociedade como um todo.

Essas práticas são essenciais para promover debates sobre temas relevantes no mundo atual. Nesse sentido, as questões socioambientais são amplamente discutidas, destacando-se “a gestão inadequada de resíduos sólidos no Brasil, que é uma preocupação recorrente em que cerca de apenas 63% dos domicílios têm acesso regular à coleta adequada, segundo censo de 2006”(Yavorski, Lemes & Borino, 2016). Porém, com base nos dados mais recentes do censo demográfico 2022, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 90,9% dos brasileiros contam com serviços de coleta de lixo. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022)

A Matéria Orgânica (MO) é um tipo de resíduo sólido que causa grande impacto ambiental durante sua decomposição, produzindo chorume ao entrar em contato com materiais tóxicos em lixões, resultando em sérios danos à natureza. Embora muitos acreditem que a MO não seja poluente por ser naturalmente degradável, estudos mostram que sua decomposição gera grandes quantidades de dióxido de carbono (CO2) e metano (CH4) um gás ainda mais poluente contribuindo para o efeito estufa e impactando a camada de Ozônio (Costa, Silva & Ribeiro,

2013; Yavorski, Lemes & Borino, 2016). Essas alterações afetam as propriedades químicas, físicas e biológicas das áreas, dependentes das condições ambientais, solo, clima e práticas culturais adotadas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305 (2010), foi implementada para melhorar o gerenciamento desses resíduos, ou seja, proporcionar uma ordem de prioridade que vai desde a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição dos resíduos sólidos, porém, após 14 anos, ainda há desafios significativos na destinação adequada dos resíduos, prejudicando o meio ambiente.

É muito importante ressaltar neste contexto que segundo a PNEA, existem a diferencia sobre gestão e gerenciamento de resíduo sólidos, na qual a gestão busca alcançar a sustentabilidade por meio de políticas e práticas amplas, enquanto o gerenciamento se dedica à execução prática dessas políticas, especialmente no que tange ao manejo de resíduos. (Lipai, Layrargues, Pedro, 2007; Andrade, Oliveira,2021).

O reaproveitamento da MO é regulado por taxas de deposição, decomposição e renovação dos resíduos (Mulvaney et al., 2010), afetando a fertilidade do solo, retenção de água, trocas de cátions, reciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estimulação da biota do solo (Conceição et al., 2005; Ungera et al., 1991), com consequências para as áreas onde são descartados, precisando assim de um melhor gerenciamento de resíduo no município.

Uma forma crucial de preservar o meio ambiente é sensibilizar a população, integrando propostas na CTS. A EA é um processo contínuo no qual indivíduos e comunidades desenvolvem consciência sobre seu meio ambiente e a importância da vivência em comum de forma harmoniosa, adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação para agir - tanto individualmente quanto coletivamente - na resolução de problemas ambientais atuais e futuros. (Lipai, Layrargues & Pedro, 2007; Oliveira, Saheb & Rodrigues, 2020; Andrade &Oliveira,2021).

Seguindo esse princípio podemos citar, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) que vem promover a compreensão por meio da EA os processos dos quais indivíduos e a coletividade valores sociais, competências, habilidade voltadas para preservação do meio ambiente, ou seja, “reforça e qualifica os direitos de todos refere a educação nacional, segundo artigos 2º e 3º da Lei nº 9.795/99.” (Lipai, Layrargues & Pedro, 2007, p. 25)

Com base nessa premissa, a EA nas escolas busca abordar esses desafios, promovendo o esclarecimento sobre conhecimentos, valores, habilidades e a importância da ação coletiva (Yavorski, Lemes & Borino, 2016). Entre os objetivos da EA destacam-se: a) A conscientização pela busca da sensibilização de indivíduos e grupos em relação ao meio ambiente como um todo e aos problemas associados; b) A busca pelo conhecimento, proporcionando uma maior compreensão sobre os recursos naturais e o meio ambiente, especialmente em relação às influências humanas e suas atividades; c) O desenvolvimento de atitudes que visam incentivar a adoção de valores e motivação para participação ativa na proteção ambiental e na solução das problemáticas relacionadas ao tema de PNEA. (Oliveira, Saheb & Rodrigues, 2020; Andrade & Oliveira,2021; Lipai, Layrargues & Pedro, 2007).

Capacitar indivíduos e grupos sociais com as habilidades necessárias para participar efetivamente dessas iniciativas é útil e vendo sendo uma das estratégias para o desenvolvimento de uma sociedade mais atuante na busca por um mundo melhor. Fomentar o desenvolvimento de um senso de responsabilidade e urgência em relação às questões ambientais entre indivíduos e grupos é prioridade e deve acontecer nos mais diversos ambientes, desde os locais com pesquisas avançadas e tecnológicas, até o ensino básico e infantil (Barbieri & Silva, 2011).

É importante destacar que atividades que incentivem a comunidade a entender melhor essas práticas e o ambiente ao seu redor, considerando suas necessidades diretas e indiretas, são fundamentais e têm sido relatadas como práticas bem-sucedidas para promover reflexões sobre a relação entre humanos e o Ambiente (Oliveira & Saheb, 2020; Silva et al., 2022).

Dessa forma, o ambiente escolar adaptando o nível escolar e a linguagem, é um local ideal para desenvolver programas, projetos ou debates que problematizem as questões socioambientais em todos os níveis escolares, promovendo conscientização de forma concreta, valorizando os recursos naturais, incentivando a preservação e, acima de tudo, promovendo a sustentabilidade e o senso de responsabilidade dos indivíduos.

Borino (2013, p. 83) destaca que a "sustentabilidade é um conceito abrangente que engloba questões sociais, sendo um dos pilares do desenvolvimento sustentável que busca melhorar a qualidade de vida", promover a equidade na distribuição de renda e reduzir disparidades sociais por meio da participação efetiva e da organização popular.

Neste trabalho, buscou-se apresentar uma proposta de uma sequência didática baseada nos três momentos Pedagógico (3MPs) e a elaboração de um material didático produzido a partir do reaproveitamento de subprodutos do açaí (Euterpe precatoria) com o intuito de contextualizar os conceitos da química, além de sensibilizar sobre assuntos como: sustentabilidade, empreendedorismo e EA.

1.2 Três Momentos Pedagógicos (3MPs) na Ensino

A busca pelo conhecimento por meio do protagonismo discente é uma metodologia de ensino considerada "ativa" e visa promover a aprendizagem significativa, relacionando os conteúdos com a realidade dos alunos e dando sentido à sua vida e ao que é estudado (Freire, 1975). Os Três Momentos Pedagógicos (3MPs) referem-se a uma sequência didática em que os conteúdos são organizados em torno de situações-problema diagnosticadas pelos estudantes em seu cotidiano. Esta metodologia propõe três momentos inter-relacionados de forma dinâmica: problematização, investigação (ou organização do conhecimento) e sistematização (aplicação do conhecimento) (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2009).

As etapas direcionadas para a elaboração e análise da proposta do trabalho ampliam os conhecimentos dos discentes, incentivando posicionamentos críticos e reflexivos diante das circunstâncias, e promovendo a participação ativa nas atividades. Segundo Souza e Valadares (2022, p. 4):

Os 3MPs possibilitam uma nova perspectiva para a sequência didática produzida e explorar esses momentos pedagógicos durante a construção e avaliação do projeto, permitindo uma reflexão sobre como é possível tornar o ensino de ciências mais atrativo e interessante.

Um dos princípios fundamentais dos 3MPs é o diálogo, a problematização e o trabalho coletivo e interdisciplinar (Delizoicov & Angotti, 1990; Delizoicov & Muenchen, 2014). Por meio dessas estratégias, busca-se aproximar professores e alunos da realidade em que estão inseridos, trazendo problemáticas e questões sociais para o ambiente escolar, afinal, o ensino tem que fazer sentido para os participantes desse processo. Esta metodologia ativa foi inicialmente desenvolvida por Delizoicov (1982, 1983), adaptando a concepção de Paulo Freire (Souza &Valadares, 2022), utilizando temas geradores do cotidiano para que os estudantes estabeleçam conexões entre seu conhecimento popular, científico e escolar, conferindo significado e ressignificação a essa conexão.

As etapas do 3MPs apresenta uma organização sistemática para aprofundamento do tema gerador procurado pelo estudante no contexto presente no cotidiano, dando início com a Problematização Inicial (PI), que se dar pela discussão do assunto e pela procura do elo com situações-problema diagnosticado, sendo instigados a expor suas opiniões e interpretações.

Os 3MPs utilizam situações-problema do cotidiano dos alunos para organizar os conteúdos de forma dinâmica e interdisciplinar e podem ser agrupadas da seguinte forma (Freire, 1975; Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2009).

1) Problematização Inicial: Nesta etapa, são apresentadas questões ou situações reais que os alunos conhecem e vivenciam. O objetivo é desafiá-los a expressar suas ideias e

opiniões sobre essas situações, permitindo ao professor compreender seus pensamentos iniciais (ABREU, FERREIRA & FREITAS, 2017).

2) Organização dos Conhecimentos (OC): Durante esta fase, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas abordados são estudados de maneira ampla e transversal. Recursos como textos, experimentos, exposições e trabalhos extraclasse são utilizados sob a orientação do professor para aprofundar o entendimento dos alunos (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2009; Souza & Valadares, 2022).
3) Aplicação do Conhecimento (AC): Na etapa de aplicação, os alunos sistematizam e aplicam os conhecimentos adquiridos, analisando e interpretando não apenas as situações iniciais que motivaram o estudo, mas também outras que possam ser compreendidas com base nesse conhecimento. Essa fase visa consolidar o aprendizado e promover a reflexão crítica, incentivando a busca por soluções coletivas para os problemas identificados (Gacomini & Muenchen, 2015).

Este estudo procurou estabelecer um diálogo entre o tema gerador "Descarte de Material Orgânico" e o Ensino de Química. Ao promover discussões e reflexões trazidas pelos próprios estudantes a partir de suas experiências cotidianas, a metodologia dos 3MPs busca não apenas integrar conhecimentos científicos e práticos, mas também incentivar a conscientização ambiental e a ação coletiva na busca por soluções sustentáveis.

Assim, este enfoque não só enriqueceu o aprendizado dos alunos ao torná-lo mais relevante e contextualizado, mas também contribuiu para a formação de cidadãos críticos e engajados na construção de um ambiente mais sustentável e consciente.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, utilizou-se uma abordagem descritiva e exploratória (Godoy, 1995). Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o material disponível em periódicos digitais indexados no google acadêmico e Bibliotecas Digitais de Tese e Dissertações (BDTD), para embasar a construção de modelos que possibilitassem a ampliação do conhecimento acerca da temática apresentada (Koche, 1997).

A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do turno matutino de uma Escola Estadual Indígena localizada no munícipio de Codajás, no interior do Amazonas, distante 269km em linha reta da capital Manaus. Conhecida popularmente como a “terra do açaí”, a cidade possui cultivo do açaí em grande escala, sendo uma das principais fontes de renda da população local. A população estimada da população é de 29.691 pessoas (IBGE, 2021) e é reconhecidamente, uma importante área de produção de açaí formando um cinturão agrícola e extrativista no Médio Solimões (Marinho & Schor, 2012).

A extração desse fruto apresenta ampla escala e gera toneladas de resíduos orgânico, gerando diversas pendências ambientais decorrente do desperdício e acúmulo dos subprodutos em locais inadequados (figura 1). Embora, seja descrito iniciativas sobre o aproveitamento de algumas partes do resíduo do Açaí, como adubo, carvão vegetal ou ativado, tijolo, artesanatos e ração para animais, a destinação ainda é baixa comparado com a quantidade de matéria prima produzida (MENDONÇA, 2019).



Figura 1. Açaí. A) frutos. B) Resíduos de açaí descartados após o beneficiamento da polpa.
Fonte: Própria autoria (2024).

Para a sua preparação e o seu desenvolvimento, a proposta didática baseou-se na metodologia dos três momentos pedagógicos, citado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), onde esse é organizado em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Figura 2), levando em consideração que cada uma teve duração no máximo de duas aulas (120 min), exerçam da última que teve quatro aula (240 min).

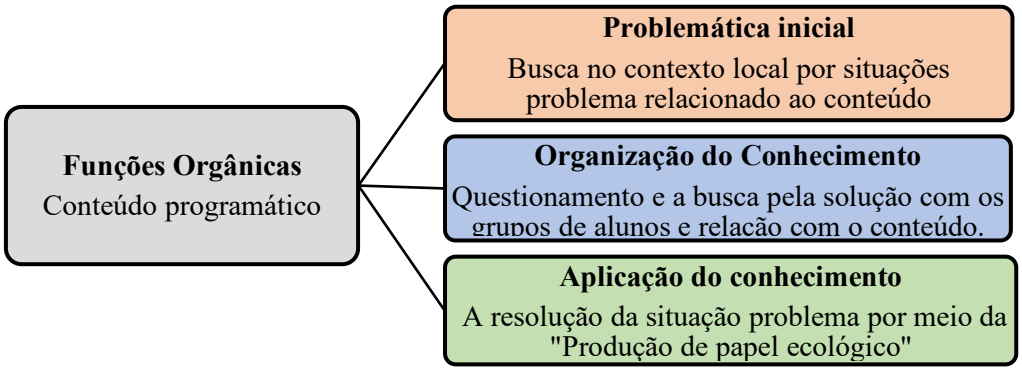

Figura 2. Croqui da organização da sequência didática de acordo metodologia 3MPs
Fonte: Próprio autoria (2024).

Primeiro momento- Problemática inicial – nessa etapa, os alunos foram incentivados a procurar no município uma questão problematizadora, relacionada ao conteúdo abordado da disciplina de Química, a partir da temática EA e cidadania, com o intuito de instigar e refletir sobre as questões mais relevantes.

Questão Problematizadora – Como podemos diminuir e reaproveitar esse material orgânico do açaí? Como evitar o descarte inadequado dos resíduos no meio ambiente? Como as sementes de açaí podem ser reaproveitadas em outro atividades, levando em consideração fatores econômicos e preservação dos recursos naturais?

Nessa perspectiva, foi estabelecida a relação entre o conteúdo específico com a realidade da comunidade, onde ocorreram as reflexões através de debates envolvendo vários fatores vivenciados pelos alunos.

Segundo momento- Organização do conhecimento – nesta etapa, destaca-se os componentes orgânicos deste fruto, com intuído de explicar os conceitos químicos a fim de contextualizar, de acordo com a matriz curricular, e com isso também expor suas

aplicabilidades bem como exemplos de seu uso na indústria alimentícia, de cosméticos, construção e sua importância econômica e cultural.

Terceiro momento-Aplicação do conhecimento – as aulas foram iniciadas com uma pesquisa em campo sobre a produção deste fruto na região, e os resíduos, onde cita-se de forma popular: borra, caroço, pelos (fibras) e cacho, descrito no Quadro 01. Para execução deste momento primeiramente foi realizado:

Posteriormente, ocorreu a visitação na Plantação e beneficiamento do açaí – Nesse momento, foi realizada uma aula de campo em uma plantação de açaí objetivando de conhecer a palmeira, acompanhar os processos de plantio e colheita do fruto. Posteriormente foi analisado as etapas relacionadas a lavagem; maceração; prática de despolpamento; pasteurização, envase, congelamento e por fim, armazenamento. Vale ressaltar que, as etapas supracitadas são importantes para a eliminação de possíveis contaminações e a falhas nesses processos põe em risco a qualidade do açaí, podendo assim causar danos para aqueles que o consumirem.

E por fim, a atividade experimental – foi selecionado a produção de papel sendo a matéria-prima, as diferentes partes do açaí, que são descartadas após a extração da polpa, e o papel que se acumulam por diversas maneiras no espaço escolar.

Quadro 1. Descrição da atividade aplicada no terceiro momento pedagógico.

N	Atividades	Objetivos	Estratégia Metodológica Utilizada	Quantidade de aulas
1	Aplicação do conhecimento	Levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre a temática e discussão	Aula expositivo dialogada utilizando Slides em Datashow e debates em grupo	Uma aula (60 min)
2	Beneficiamento do Açaí	Inserção da Química na problemática- Discussão sobre a temática em relação ao cotidiano	Aula em espaço não formal – prática de campo	Duas Aulas (120 min)
3	Atividade experimental	Atividade experimental para introdução do conceito da teoria à prática usado situações-problema encontrado no cotidiano	Aula no laboratório	Uma Aula (60 min)

Fonte: Autoria própria (2024).

2.1. Procedimento experimental – Produção do papel a partir da MO do açaí

1°) Adquiriu-se a MO do açaí em diferentes pontos do município, principalmente na área rural. Os resíduos foram gentilmente cedidos por produtores locais de açaí e outros, coletados de ambientes em que os resíduos eram descartados. Para a elaboração do papel ecológico, foram utilizados como base papéis de ofício já usados, obtidos pelos estudantes por meio de coleta seletiva, além de resíduos de açaí. Para tanto, solicitou-se o papel deveria estar livre de sujeiras para não comprometer o resultado do experimento. Depois de ter material suficiente para realizar a prática. Iniciou-se a atividades do processo de fabricação.

2°) Com ajuda de tesouras, cortou-se todo o papel ofício em tiras. Após três dias imerso em água filtrada, adicionou-se os papeis em um liquidificador para minimizar a superfície de contato. Para a prática, utilizou-se cerca de 2kg de papel. Colocou-se em um recipiente com água (mais ou menos 3 litros de água).

3°) Enquanto esperou-se que as fibras do papel se desprendessem, iniciou-se a outra etapa do procedimento extração da celulose do açaí: Separação das fibras do caroço do fruto e trituração das sementes para ser adicionado a mistura do papel com a água. Primeiro, tirou-se todos os objetos presentes no balcão do laboratório, e em seguida forrou o espaço com sacos plásticos preto, e espalhou-se de forma uniforme os resíduos de açaí pelo balcão. Com ajuda

de uma peneira, separou a borra dos caroços, e depois peneirou-se novamente para padronizar o tamanho da matéria-prima. A MO foi obtida com a mistura das fibras de açaí com a celulose presente nos papeis ofícios preparados no item anterior.

4°) Construção dos moldes do papel: Utilizando algumas ripas de madeira e um pano grosso (geralmente utilizado como pano de algodão), e algumas tachinhas, foi construído duas telas para serem utilizadas como instrumentos de secagem e modelagem do papel. Dessa forma, foi montado com a madeira um retângulo tendo medidas (30cm x 10cm x 30cm x 10cm). Posteriormente, foi inserido com as tachinhas os panos.

5°) Na última etapa, mergulhou-se as duas telas na bacia com a mistura de papel e material orgânico do açaí (resíduos do fruto), e deixou-se o papel secando no laboratório por 72 horas. Na figura 2, pode-se visualizar as etapas do processo de elaboração do papel ecológico de açaí.

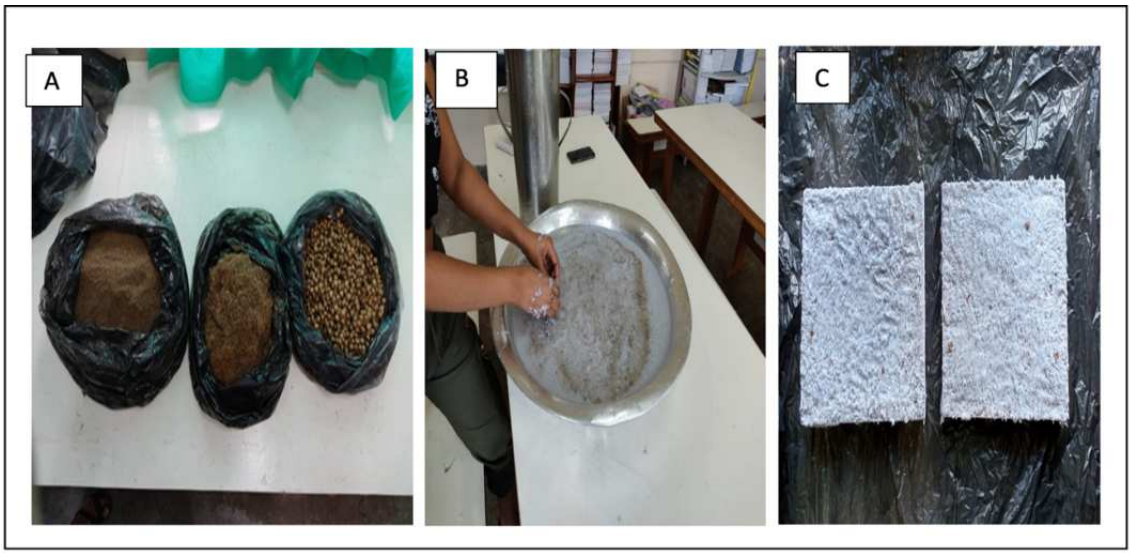

Figura 3. Elaboração do papel ecológico com açaí. A: Partes divididas de resíduos do açaí; B: Mistura do Papel reciclado com a MO do açaí; C: O papel nas telas para secagem.
Fonte: Autoria própria (2024).

A próxima etapa foi a fabricação de produtos utilizando o papel ecológico. Para tanto, utilizou-se como superfície para caixas, sacolas, embrulho para presente e capa de cadernos.

Após a elaboração do material didático, foi realizado uma roda de conversa para averiguar o projeto e a aplicação dos conteúdos de química que estavam presentes no processo de elaboração do papel ecológico utilizando o reaproveitamento de subprodutos do açaí. Além disso, pôde-se discutir sobre os impactos ambientais que o descarte inadequado dos resíduos apresenta e os benefícios do uso sustentável dos recursos naturais para a humanidade.

3. RESULTADOS

Com a realização do primeiro momento do método 3MPs de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), **a problemática inicial**, podemos buscar por situações problemas presente no contexto local, a qual foi orientada pela professora de química e realizada pelos discentes, objetivando contextualizar os conteúdos e trazer situações do cotidiano evidenciadas por eles, com muita procura perceberam as montanhas de caroços de açaí nas estradas produzidas pelos agricultores que não sabem reutilizarem, apenas escolhem alguns para fazer mudas para plantio e preparo de adubo.



Figura 4. Evidencias encontradas pelos discentes.
Fonte: Própria autoria (2024).

Os estudantes foram instigados a procurar os seus conhecimentos a partir de sua curiosidade e criticidade, analisando as situações ao seu redor. Comumente, nas cidades no interior do Amazonas, a matéria orgânica (resíduos) obtida como subprodutos do processo de despolpamento do açaí é espalhada em diferentes locais da via pública, causando um desconforto, e além de disso, deixando o local com uma aparência desagradável. No decorrer dos debate os estudantes argumentaram que:

> Mesmo utilizando o argumento de que "vai se decompor e virar adubo", a decomposição não é rápida (Estudante 06).
> É material orgânico não prejudica o meio ambiente (Estudante 11)
> Precisamos ensina formas de reaproveitamento, pois eles (agricultores) não sabem quem causa um impacto Ambiental. (Estudante 18)
> Será se existe outra forma de reaproveitar? Só sei que pode ser transformado em adubo ou artesanato (Estudante 22)

A falta de conscientização e informação da comunidade em relação ao fato mencionado também influência ao não reaproveitamento da MO, observado nas falas de alguns estudante acima. A partir desse questionamento, obtive-se um resultado satisfatório em relação a participação dos estudantes em procurar problemas sociais e ambientais na região. Enfatiza-se que a proposta destes momentos pedagógicos sofreu adequações devido as situações problema, os aspectos socioculturais e socioambientais do local. Segundo Delizoicov (2002, p. 130), para compreender que problematizar é a "[...] escolha e formulação adequada de problemas [...] que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação do conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado [...]".

Para isso, inicialmente, buscou-se investigar sobre o destino dessa matéria orgânica oriunda do despolpamento após o uso da polpa. Os discentes pesquisaram de forma informal, nos locais onde acontecia o processamento de açaí. Verificou-se que na maioria dos casos as sementes eram descartadas nas ruas para serem recolhidas para o lixão municipal, localizado em um terreno distante do centro da cidade.

As questões que movimentaram a problemática de - como é possível diminuir e reaproveitar esse material orgânico do açaí? assim adentramos no segundo momentos montagem da "organização do conhecimento" aonde ocorre discursões e a busca pela solução. Dessa forma, aconteceu debate com a intensa participação dos alunos, com descrição e troca de experiências. Os discentes levantaram a problemática e descreveram hipóteses baseadas nos seus

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.18, n2, p.504-517, 2025
DOI http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v18.n2.504-517
ISSN 2316-9907

conhecimentos pessoais. A conversa foi mediada pela professora e teve-se o cuidado de orientar as argumentações e esclarecer algumas dúvidas, sempre valorizando as ideias e proposta dos discentes.

Na sequência foi escolhido a temática proposta para ser trabalhado, buscando apresentar hipóteses de solucioná-lo baseadas nos conteúdos científicos, destacando nesse processo, a construção de pessoas mais críticas relacionadas aos entraves da sociedade.

Assim, foi aplicado o terceiro momento a "aplicação do conhecimento" iniciou-se com a prática de campo, os discentes foram levados à plantação de açaí e uma fábrica que produzir a extração da polpa. A atividade foi rica em aprendizagem, em que os alunos puderam conhecer de forma prática todos os processos de beneficiamento do açaí. Embora alguns já tivessem o conhecimento do processo, pôde-se aplicar os conhecimentos teóricos de química em cada uma das etapas de extração. Explicou-se a necessidade do uso de boas práticas de manipulação e os cuidados de higienização. Além disso, pôde-se explorar sobre os constituintes químicos do açaí e os constituintes presentes na polpa. De acordo com Pelicioni (1998, p. 21), a sociedade "deve ter como base o pensamento crítico e inovador em qualquer tempo ou lugar em seus modos formal, não formal e informal promovendo a transformação e a construção da sociedade".

Dessa forma, verificou-se o desenvolvimento dos educandos nas competências da prática em campo e compreensão dos conteúdos, inserindo assim a importância da EA e cidadania na interação da disciplina de química.

Em sequência, houve a atividade experimental de elaboração de papel sustentável contendo subprodutos de açaí como: borra, caroço e resíduo dos cachos. No desenvolvimento do projeto foi possível perceber que a produção do papel a partir das partes da MO do fruto se tornou um momento de motivação, aprendizagem e descontração para os discentes. Todos participaram das etapas de forma ativa. O material cedido para os alunos possibilitou pelos alunos oportunizou que eles pudessem sentir-se parte do processo.

O papel ecológico produzido apresentou resultado satisfatório com a inserção dos resíduos de açaí na sua composição. Depois de 3 dias, o papel estava seco e resistente. A espessura do material era um pouco grossa e as fibras do caroço de açaí eram bem aparentes (Figura 4). O experimento proporcionou a relação entre teoria e prática, o que aguçou o espírito científico dos alunos, de se questionar, investigar, e explicar o porquê das coisas (Nunes et al, 2017). Pode-se mencionar que o papel apresentou alta resistência e média flexibilidade, motivando estudos posteriores para analisar uma proporção que possa atender essas duas vertentes.



Figura 4. Papel ecológico produzido pelos estudantes na prática experimental
Fonte: Própria autoria, 2024.

O uso dessa matéria prima possibilitou um destino sustentável para o que era considerado descarte. Com a reciclagem desse resíduo de açaí pôde-se notar uma possível oportunidade de fonte de renda para os alunos, pois eles utilizaram o material elaborado para produção de artesanatos, mostrando alternativas para economia do município.

Os materiais coletados foram retirados de locais de descartes situados em áreas não apropriadas, e outros cedidos por beneficiadores de açaí. Cita-se que de acordo com Yavorski, Lemes e Borino (2016), em relação as condições da análise física, química e biológica da MO no solo, há interferências na capacidade de troca de cátion, no pH e na condutividade elétrica. Com essas afirmações, nota-se a necessidade de intervir no impacto causado pelos resíduos do açaí, buscando possibilidades de uso sustentável.

As atividades de prevenção e difusão do conhecimento em ambientes escolares por meio de propostas que envolvam a EA, é uma tarefa coletiva e que envolve todos os participantes desse processo, desde os estudantes, os professores, técnicos e a comunidade como um todo, buscando tornar os espaços que habitam, melhor. "A Educação ambiental tem feito um trabalho na sociedade para transformá-la em sustentável" (Yavorski, Lemes & Borino, 2016, p. 3).

Outro ponto mencionado, é a compreensão do processo do uso sustentável de materiais para preservar o meio ambiente, sustentabilidade e cidadania. Por meio dessa sequência didática pôde-se trabalhar essa questão tão importante para o mundo. Segundo Marodin e Morais (2004), é por meio da reciclagem, que o que é considerado "lixo" passa a ser observado de outra maneira, não mais como um final, mas como o início de um ciclo em que pode ser útil para preservar o meio ambiente, tendo a participação consciente e a transformação de hábitos. Nesse sentido, a atuação e responsabilidade de todos é de suma importância no processo, sendo inserido o conceito de educação ambiental na escola fazendo os estudantes terem uma ressignificação de temáticas próximas a sua realidade.

A roda de conversa proporcionou a apresentação de diferentes pontos de vista e explicitou as contribuições do projeto na perspectiva dos alunos. Eles citaram que conseguiram compreender melhor a aplicação dos conceitos químicos como a composição e estrutura da celulose e das substâncias que compõem o açaí. Além disso, eles destacaram a importância de elaborar um produto inteiramente fabricado por eles. Constatado nas falas abaixo:

> Com a aula experimental ficou mais facil o conteúdo (Estudante 01)
> Não gosto muito de química, até que deu para entender (Estudante 20)
> Ficou facil entender a composição das substâncias naturais como a celulose do papel (Estudante 25)

Ao discutir o uso do açaí e o descarte dos resíduos, os alunos conseguiram expor o que aprenderam sobre conteúdo programático, os cuidados na higienização e processamento e demonstraram uma maior compreensão sobre o impacto do descarte inadequado dos resíduos no meio ambiente, demonstrando maior conscientização sobre a importância da preservação ambiental.

Os alunos foram desafiados a considerar diferentes perspectivas sobre o açaí, ampliando o conhecimento e indo além das questões relacionadas ao comércio do açaí, o uso como alimentos e o plantio. Isso promoveu um despertar para abordagens sobre a importância do cuidado com o meio ambiente, contribuindo para o pensamento crítico e a habilidade de tomar decisões éticas e sustentáveis, preparando os alunos para refletirem sobre seu papel na sociedade e a importância do meio ambiente em suas vidas pessoais e profissionais.

Em suma, as atividades do projeto sobre o uso do descarte de açaí, inseridas no ensino de química, ofereceu uma oportunidade rica em aprendizagem para os estudantes, possibilitando a exploração de questões científicas, ambientais, sociais e éticas de maneira integrada e interdisciplinar, contribuindo para uma educação mais abrangente, social e significativa.

Aproveitou-se ainda a oportunidade de empregar o conceito de empreendedorismo ambiental por meio do uso sustentável de sementes do açaí, contribuindo para uma nova perspectiva economia e a favor do meio ambiente. Além de usar o "caroço" para gerar renda na elaboração de um papel ecológico, por meio da produção de caixas e sacolas personalizadas, ao mesmo tempo, há uma preservação do meio ambiente, evitando a poluição visual e ambiental nos locais de desperdícios.

As atividades realizadas são corroboradas pelo que é descrito no documento da Base Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, que incentiva a investigação sobre a natureza e o desenvolvimento de tecnologias associadas, além de enfatizar a necessidade de haver uma conexão entre os saberes tradicionais e científicos (Brasil, 2018). Conforme Britto (2000) e Souza et al. (2013), a escola é o ambiente mais propicio para a abordagem de temas relativos à ecologia, saúde, higiene, preservação do meio ambiente e cidadania.

Por meio do projeto realizado, tornou-se possível a produção de um material didático sustentável e que integrou os conhecimentos de química, EA e valorização do protagonismo discente, demonstrando a importância de inserir novos métodos de aprendizagem que possam agregar o conhecimento científico, a vivência e os conhecimentos prévios dos estudantes, e ainda, ajudando a comunidade e o meio ambiente.

4. CONCLUSÃO

Com da elaboração de papel com fibras dos subprodutos do Açaí para contextualizar conceitos de Química, buscou-se contribuir para o processo de ensino- aprendizagem dos estudantes. As atividades foram abordadas diversas temáticas ambientais de forma contextualizada e interdisciplinar no ensino, focando problemas da região amazônica, na qual propôs-se a problematização, a investigação e a aplicação prática de reaproveitamento do resíduo do beneficiamento do açaí para a produção do papel ecológico.

Pôde-se perceber a obtenção de conhecimentos sobre funções orgânicas presentes no açaí e seus subprodutos, e educação ambiental, e noções de empreendedorismo e desenvolvimento sustentável. A aplicado de uma sequência didática baseada no princípio 3MPs demonstrou a necessidade de inovar o ensino, incentivando os estudantes a construir conhecimento de forma ativa. A proposta destaca a importância de abordar problemas locais e regionais, estimulando soluções criativas, críticas e reflexivas, e aprimorando o processo de ensino-aprendizagem na educação básica.

Através da pesquisa de campo e da prática experimental, centradas na situação-problema do processamento do resíduo sólido da produção da polpa do açaí, um produto crucial para a economia de Codajás, evidenciou-se o desperdício dos caroços. Essa constatação impulsionou a busca por alternativas para a utilização integral do fruto, culminando na elaboração de papel ecológico. Essa iniciativa fomentou a capacidade de investigação científica na educação básica, motivando os alunos e estabelecendo uma conexão entre a sala de aula e os ambientes externos, como a comunidade local.

Portanto, com a proposta da produção de papel ecológico, possibilitou-se o debate e o diálogo sobre as situações-problemas diagnosticado na comunidade em que os alunos estavam inseridos, tendo a oportunidade de trabalhar questões ambientais, sociais e econômicas, associando assim os conhecimentos químicos de forma aplicada ao contexto analisado. Vale ressaltar, que os objetivos foram alcançados com sucesso, despertando o senso crítico dos estudantes para circunstâncias ao seu redor e ressignificando as perspectivas e concepções relacionadas ao ensino de química.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a FAPEAM/PROSPAM pelo recurso financeiro.

REFERÊNCIAS

Andrade, K., & de Oliveira, J. G. B. (2021). Educação ambiental: estratégias de conscientização ou sensibilização sobre as ações antrópicas no Brasil. *Problemas socioambientais emergentes: contribuições teóricas e práticas*, *1*, 17-33.

Barbieri, J.C.; Silva, D. (2011) Desenvolvimento sustentável e Educação Ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *Ram, ver. Adm. Mackenzie*, v.12, n. 3, Edição Especial, São Paulo.

Borino, S. (2013).Colorado do Oeste/RO a Barretos/SP: A Construção de uma Rede Social Alternativa para Tratamento do Câncer. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. *Centro Universitário de Araraquara – UNIARA*. Araraquara-SP. pág. 82 e 89).

BRITTO, C. (2000) Educação e Gestão Ambiental. Salvador: Ministério do MeioAmbiente.

Conceição, P.C.; Amado, T.J.C.; Mielniczuk, J.; Spagnollo, E. (2005). Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo,* v.29, p.777-788.

Costa, E; Silva, H; Ribeiro, P. R. (2013). Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia biosfera*, v. 9, n. 17.

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

Delizoicov, D. (2002). Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). Ensino de Física? Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: *Ed. da UFSC*.

Delizoicov, D.; Angotti, J. (1990).A. Física. São Paulo: *Cortez*.

Delizoicov, D.; Angotti, J.; Pernambuco, M. (2009). Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: *Cortez*.

Delizoicov, D.; Muenchen, C. (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638. DOI: https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300007

Freire, P. (1975). Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Giacomini, A.; Muenchen, C. (2015). Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 339–355. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4317. Acesso em: 12 jan. 2024.

IBGE. (2022). *Codajás.* https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/codajas/panorama

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2023). *Distribuição (%) dos domicílios, segundo o destino do lixo – Brasil e Grandes. Regiões – 2023*. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6736

Lipai, E. M., Layrargues, P. P., & Pedro, V. V. (2007). Educação ambiental na escola: tá na lei. *Conceitos e práticas em educação ambiental na escola*, 23.

Marinho, T. P.; Schor, T. (2012). Nos interflúvios do rural e do urbano na amazônia: o caso de codajás-amazonas, brasil (In the interfluves of the rural and the urban in the Amazon: the case of Codajás, Amazonas-Brazil). *Revista Acta Geográfica*, v.6, n.11.Disponível em: https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/466

Marodin, V. S, Morais, G. A. (2004). Educação Ambiental com os temas geradores lixo e água e a confecção de papelreciclável artesanal. *Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária*. Belo Horizonte. UEMS.

Mendonça, M. S. (2019). Biochar de caroço de açaí como condicionador de solo na produção demudas de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.). *Dissertação(mestrado) – Universidade Estadual de Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.* Jaboticabal/SP. 65 p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/182411. Acesso em: 27 jan 2024.

MMA. *Ministério do Meio Ambiente.* Biodiversidade e florestas. (2010) Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/educamb.html>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Monteiro, A. G. M; Yamaguchi, K. K. L. (2019). O enfoque de CTS utilizando o açaí como ferramenta para o Ensino de Química. *Scientia Amazonia,* v. 8, n. 3, p. 41-49.

Muenchen, C.; Delizoicov, D. (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro" Física". *Ciência & Educação (Bauru),* v. 20, p. 617-638.

Mulvaney, M.J.; Wood, C.W.; Balkcom, K.S.; Shannon, D.A.; Kemble, J.M. (2010). Carbon and nitrogen mineralization and persistence of organic residues under conservation and conventional tillage. *Agronomy Journal,* v.102, p.1425-1433.

Oliveira, C. K.; Saheb, D.; Rodrigues, D. G. (2020). A Educação Ambiental e a Prática Pedagógica: um diálogo necessário. *Educação*, v. 45, p. 1-26.

Ribeiro, B. J. C. .; Lima, R. A. (2022). Estado da arte: contextualização do açaí no ensino de química e a utilização de espaços não-formais no ensino médio. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 7, n. 4.DOI: 10.48017/dj.v7i4.2293

Silva , E. G. .; Zanatta , S. C.; Royer, M. R. (2022). Educação Ambiental no Ensino de Química: Revisão de Práticas Didático-Pedagógicas sobre Pilhas e Baterias no Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química, [S. l.]*, v. 8, n. 1, p. 56–71.

Silva Júnior, C. N.; Santos, V. S. (2017). O açaí como contexto para uma aula de bioquímica na educação de jovens e adultos da Amazônia. *Enseñanza de las ciencias,* n. Extra, p. 4093-4100.

Siqueira, E.; Marques, F. C.; Izo, F.; Souza, . T. Da S. de.(2020). Sequência didática sistematizada nos três momentos pedagógicos para o ensino de ciências com articulação na nova base nacional comum curricular. *Revista Prática Docente,* [S. l.], v. 5, n. 3, p. 1766-1785. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1766-1785.id855.

Souza, G. S., Machado, P. B., Reis, V. R., Santos, A. S., & Dias, V. B. (2013). Educação ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, *8*(2), 118-130.

Ungera, P.W.; Stewarta, B.A.; Parrb, J.F.; Singhc, R.P. (1991). Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. *Soil & Tillage Research*, v.20, p.219-240.

Veiga-Júnior , V. F. .; Yamaguchi, K. (2021). Açaí: desenvolvimento e sustentabilidade : Assai: development and sustainability. *Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia,* [S. l.], v. 3, n. 1, p. 01–03. Disponível em: //periodicos.ufam.edu.br/index.php/resbam/article/view/8712. Acesso em: 12 jan. 2024.

YAMAGUCHI, K. K. de L.; YAMAGUCHI, H. K. de L. (2015). Açaí e o ensino de química: uma atividade de extensão no interior do Amazonas. *Revista Debates em Ensino de Química*, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 82–96, 2021. Disponível em: https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3560. Acesso em: 12 jan. 2024.

Yamaguchi, K. K. L.; Pereira, L. F.; Lamarão, C. V.; Lima, E. S.; Veiga-Junior, V. F. Amazon acai: chemistry and biological activities: a review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055. PMid:25722148.

Yavorski, R; Lemes, M; Borino, S. (2006). Compostagem na escola: um caminho para a sustentabilidade. *Simpósio Sobre Reforma Agrária E Questões Rurais Da Uniara,* v. 7.