

Centro de Paula Souza  
Etec Benedito Storani  
EMBALAGEM ECOLÓGICA PRODUZIDA ATRAVÉS DA COROA  
DO ABACAXI

Jônatas Santos Painço  
Ranielle Matos Pereira  
Tatiane Cristina da Silva  
Thais Ferreira Pacheco  
Vitória Fernanda Ribeiro Espinhara

Prof. Daniel Mantovani

Jundiaí/SP  
2025

## 1. RESUMO

Quando se consome o abacaxi, a coroa é a parte da fruta que sofre o maior descarte. Pois o grande interesse é em aproveitar os benefícios que a parte interna da fruta oferece.

Preocupados com a sustentabilidade realizamos os estudos em aproveitar e desenvolver um produto através da coroa do abacaxi. Pois ela é rica em fibras e apresenta uma grande quantidade de açúcar em sua composição, isso proporciona um grande benefício ao meio ambiente devido à preocupação com a sustentabilidade

Palavras-chave: Coroa do abacaxi, sustentabilidade, lignina, lixivia

## 2. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) faz parte da família Bromeliácea, de gênero *Ananas* Mill e é uma das principais frutas brasileiras, sendo disponível no mercado praticamente o ano todo. O Pará é estado que possui o maior índice de produção da fruta no Brasil.

Segundo o IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a safra de 2014 de abacaxi produziu cerca de 1,7 milhão de toneladas (IBGE, 2015). Em questão de valor de produção anual, a produção do abacaxi vem crescendo significativamente a cada ano.

Apesar do abacaxi possuir alto valor nutritivo pela presença de sais minerais, a maior parte do fruto é tratada como resíduo, Apenas 22,5% do abacaxi é utilizado os 77,5% restantes são resíduos (cascas, folhas, caules, coroas e até frutos descartados), ou seja, praticamente grande porcentagem da fruta.

A transformação de resíduos orgânicos em materiais úteis tem se mostrado uma alternativa viável e necessária dentro do cenário da sustentabilidade. Dentre os diversos materiais disponíveis, a coroa do abacaxi, geralmente descartada após o consumo da fruta, surge como uma fonte promissora de fibras naturais para a produção de papel artesanal.

### **3. OBJETIVO**

#### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um produto ou algo que seja sustentável, em que reduza os impactos ambientais, que hoje podem ser considerados em grande escala.

#### **2.2. Objetivo específico**

Realizar a comprovação que é possível a reutilização da coroa do abacaxi que em sua grande maioria é descartada, para executar a produção ecológica do papel/papelão provindo da coroa da fruta.

Contribuindo assim, com a sustentabilidade e com o meio ambiente.

### **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **4.1 Produção do abacaxi**

No Brasil, o abacaxi é considerado uma das frutas mais populares de produção e consumo. O aumento na produção vem acontecendo gradativamente. No ano de 2017, a produção do fruto ocupou a oitava colocação de fruta mais vendida (99.991,39 toneladas). <sup>1</sup>

Em 2021, o abacaxi ficou na quinta colocação do ranking brasileiro, com a produção de aproximadamente 1,1 milhão de toneladas. Dentre os estados que produzem o fruto, o estado da Bahia obteve a maior produção, sendo responsável por cerca de 42% da produção nacional. <sup>2</sup>

Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) no ano de 2023, o Brasil ocupou a quarta colocação de produtor mundial, com 2,39 milhões de toneladas em cerca de 63,9 mil hectares. Em valor de produção, de acordo com IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), neste mesmo ano, a fruta obteve a colocação de quarto lugar, onde contribuiu com aproximadamente R\$ 3,9 bilhões para o PIB agrícola. <sup>3</sup>

## 4.2. Produção Nacional

A maioria dos produtores nacionais são de pequeno porte, com área de plantio variando entre 10 há 20 hectares. Essa característica peculiar, faz com que aumente a sua importância econômica e social.

Com a finalidade de trazer melhorias para a abacaxi cultura, a Embrapa desenvolveu pesquisas que enfatizam os pontos contribuem para o crescimento do plantio no Brasil, dentre elas os que possuem destaques são: as elevadas densidade no plantio, controle de fungos, racionalização da adubação mineral e domínio da indução floral artificial.

Os cultivares mais conhecidos no Brasil são: Pérola ou Branco de Pernambuco, Smooth Cayenne e Jupí.<sup>3</sup>

## 4.3. Produção regional

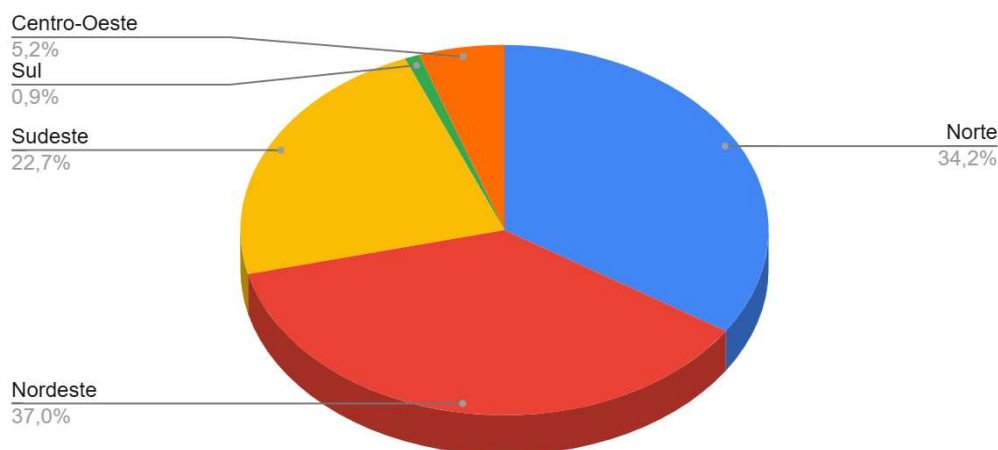
Tabela 01 - Produção Brasileira de abacaxi em 2023

Região fisiográfica	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (mil frutos)	Rendimento médio (frutos/ha)	Participação na produção (%)
Norte	23.924	543.923	22.735	34,2
Nordeste	22.111	588.868	26.632	37
Sudeste	13.472	360.858	26.786	22,7
Sul	687	14.402	20.964	0,9
Centro-Oeste	3.749	83.544	22.284	5,2
<b>BRASIL</b>	<b>63.943</b>	<b>1.591.595</b>	<b>119.401</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2023. Consultado em 13/09/2024. <sup>4</sup>



Gráfico 01 - Produção Brasileira de abacaxi

**Produção Brasileira de abacaxi em 2023**

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2023. Consultado em 13/09/2024.<sup>4</sup>

**4.4. Produção por estado no Brasil**

Na imagem abaixo podemos verificar a quantidade produzida em reais por estado brasileiro.

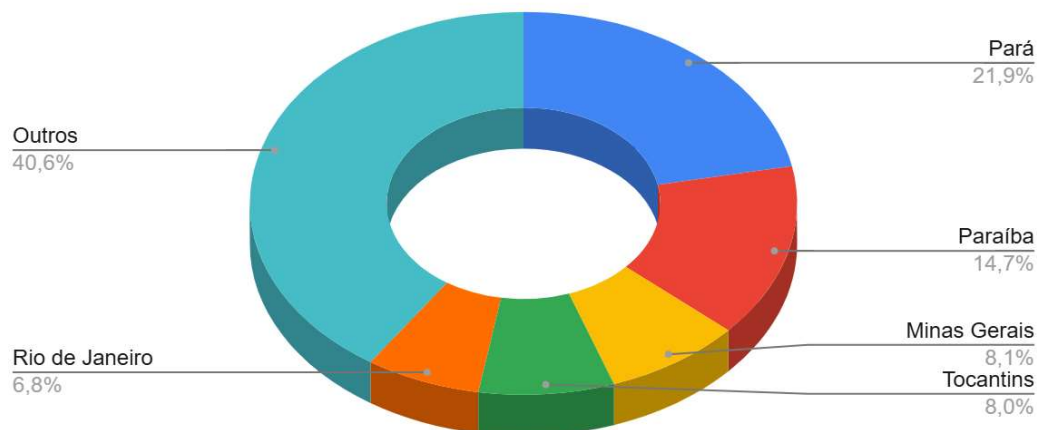
Tabela 02 - Estados brasileiros que produzem abacaxi

Estados	Área colhida (ha)	Produção (mil frutos)	Rendimento (frutos/ha)
Pará	13.995	342.532	24.475
Paraíba	9.368	304.75	32.531
Minas Gerais	5.176	159.796	30.872
Tocantins	5.119	108.788	21.252
Rio de Janeiro	4.352	108.59	24.952
Outros	25.933	567.139	21.869
<b>Brasil</b>	<b>63.943</b>	<b>1.591.595</b>	<b>155.951</b>

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2023. <sup>4 e 5</sup>

Gráfico 02 - Principais estados produtores de abacaxi em 2023

### Principais estados produtores de abacaxi em 2023

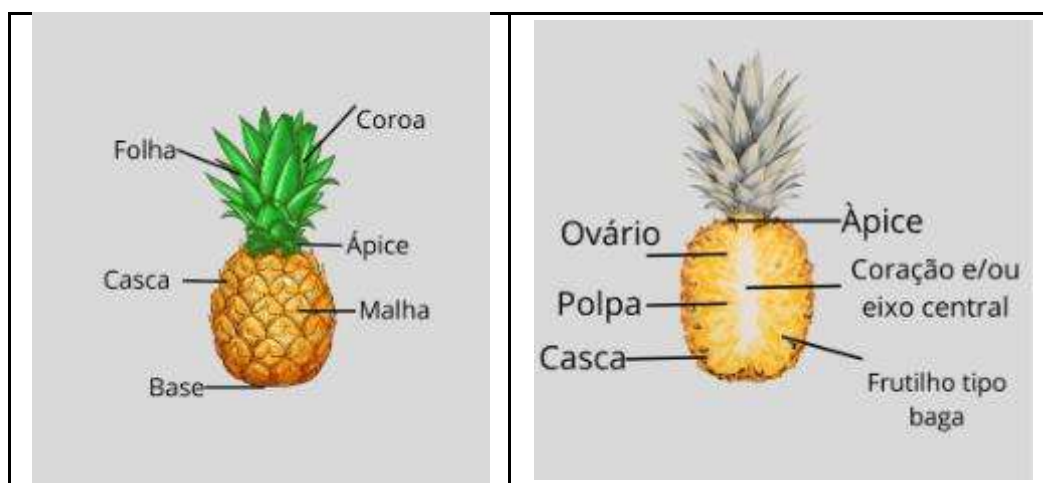


Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2023.

#### 4.5. Características do abacaxi

O fruto abacaxi, possui algumas características físicas externas e internas que representam a importância de cada parte da fruta. Na imagem relacionada abaixo, podemos verificar que cada parte importante que compõem o abacaxi.

Imagem 01 - Características físicas externas e internas do abacaxi



Fonte: UFAM, 2015

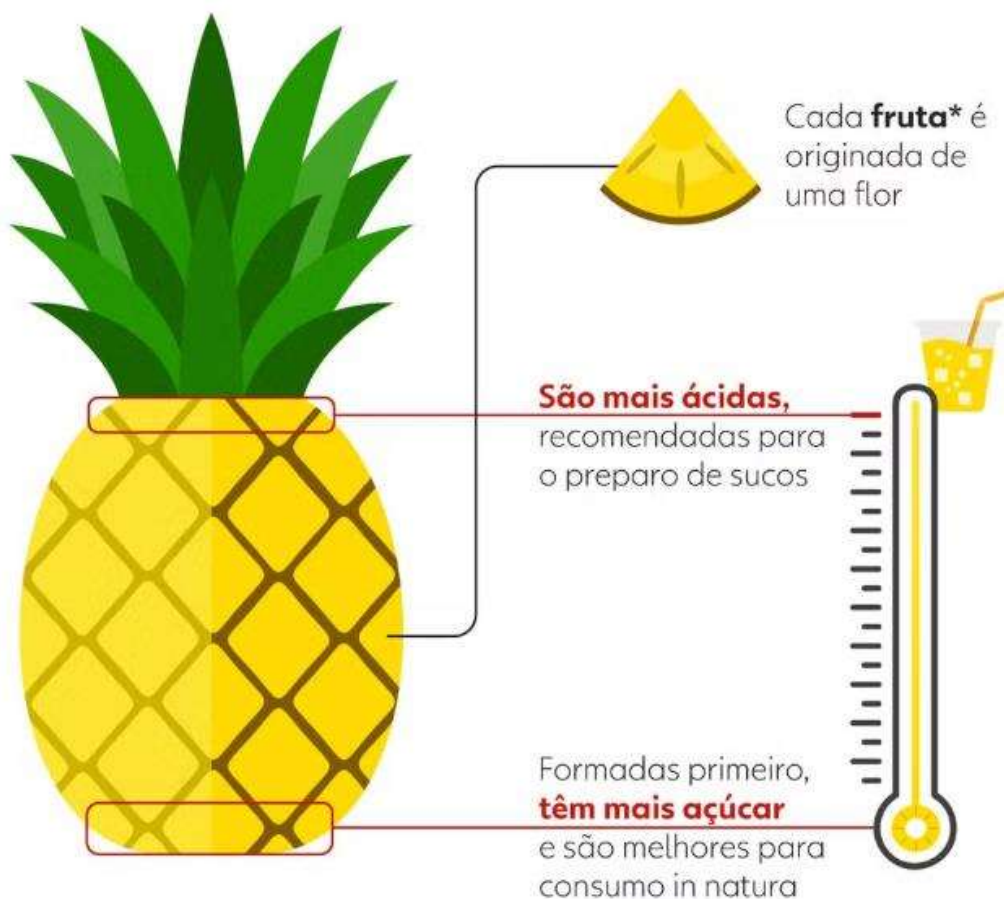
O abacaxi é uma planta de ciclo longo. Em condições ideais, leva entre 18 e 24 meses para produzir frutos. Após esse período, surgirá um pendão floral que dará origem ao fruto.

Durante o crescimento, podem surgir brotações laterais (filhotes) que também podem ser replantadas, acelerando a formação de novos abacaxis. <sup>6</sup>

Cada abacaxi é formado por 200 frutas, como se fosse um cacho de uva, mas ao invés das frutas serem separadas, elas são fundidas.

De acordo com Davi Junghans, líder do programa de melhoramento genética do abacaxi da EMBRAPA, um pé de abacaxi produz entre 50 à 200 flores, que ao se desenvolverem geram as frutas, ou seja, o abacaxi. <sup>7</sup>

Imagem 02 - Representação da fruta, informando a parte adocicada e a parte ácida.



\*fruta é o nome dado à cada gomo do abacaxi

Fonte: G1/ Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária Mandioca e Fruticultura.<sup>7</sup>

#### 4.6. Importância da coroa do abacaxi

A coroa do abacaxi é um conjunto de folhas que faz parte do órgão de reprodução do abacaxi. Ao ser cortada pode ser reutilizada para plantar outro pé de abacaxi.

A coroa do abacaxi pode representar até 25% do peso do fruto, variando conforme o cultivo, porém é pouco explorada como matéria prima para produtos de alto valor agregado. Estudos apresentam que a composição lignocelulósica; termo utilizado para descrever a estrutura complexa de matérias vegetais que contém celulose, lignina e hemicelulose, nesse caso específico da coroa inclui 20,57% de celulose, 15,24% de hemicelulose e 27% de lignina.

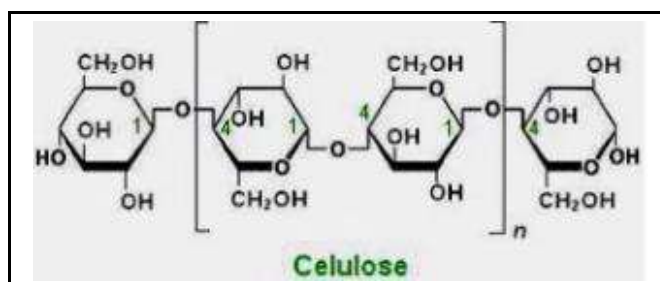
A hemicelulose é mais suscetível à hidrólise enzimática, enquanto a lignina dificulta o processo. Para que ocorra o rompimento da estrutura compacta e a exposição da celulose, é preciso realizar pré-tratamentos físicos, químicos biológicos ou físico-químico para que aconteça a conversão eficiente da biomassa lignocelulósica em açúcares redutores.<sup>9</sup>

##### 4.6.1. Celulose

A celulose é um componente estrutural mais abundante no reino vegetal, representando de 40 % a 50% da constituição química de quase todas as plantas. Pode ser encontrada em praticamente em uma variedade de plantas, desde árvores, como eucalipto, pinus e bambu; até em plantas menores como gramíneas. Os resíduos vegetais, como o bagaço da cana, também são fontes de celulose.

É um polissacarídeo formado por moléculas de glicose encontrado nas paredes celulares das plantas.<sup>10</sup> Conforme fórmula estrutural abaixo:

Imagem 03 - Fórmula estrutural da celulose <sup>11</sup>



Fonte: Toda Matéria, 2025.

De acordo com Tim Wehr, Consultor Executivo de P&D em Celulose da Suzano. O nome celulose, vem de um elemento químico, que é um carboidrato polissacarídeo, ou seja, um polímero de moléculas “enfileiradas” que, quando dissolvido em ácido ou quebrado em seus elementos, gera moléculas de glicose.

#### **4.6.2. Hemicelulose**

A hemicelulose é o composto orgânico natural mais abundante depois da celulose, está presente na parede celular vegetal, e possui grande importância, pois pode afetar a extração da celulose e fazer contribuições significativas para a qualidade da fibra.

Ela difere da celulose por se dissolver em álcalis para formar uma solução marrom-escura conhecida na indústria de papel como "licor negro". Algumas hemiceluloses são lineares, enquanto outras são altamente ramificadas.

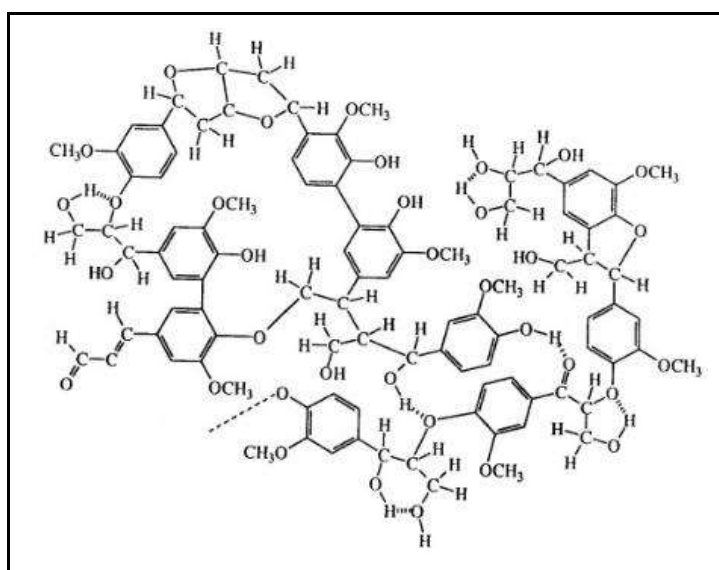
Sua composição química define que a família das hemiceluloses inclui polissacarídeos não celulósicos, como amido ou frutanos (polímero de frutose), que são abundantes nos tecidos aéreos e normalmente lignificados de plantas terrestres superiores. Essa definição foi estendida aos polímeros solúveis do endosperma e aos materiais das raízes, que são melhor definidos por suas estruturas, que os tornam distintos das pectinas.<sup>12</sup>

#### **4.6.3. Lignina**

A lignina é um biopolímero natural presente na parede celular das plantas, como por exemplo na coroa do abacaxi, principalmente em tecidos lenhosos, sendo considerada o terceiro componente mais abundante da biomassa vegetal, depois da celulose e da hemicelulose. Ela exerce papel fundamental na rigidez, impermeabilidade e resistência à degradação dos tecidos vegetais, possibilitando que as plantas mantenham sua estrutura e transportem água de forma eficiente pelo xilema, dificultando assim em nosso desenvolvimento o rompimento da estrutura da coroa do abacaxi para exposição da celulose.<sup>13</sup>

Quimicamente a lignina pode ser classificada como um polifenol, ou seja, compostos químicos naturais com propriedades antioxidantes que protegem as células contra danos, envelhecimento e desenvolvimento de doenças crônicas. Em sua estrutura química, podemos verificar a parte integrante da parede celular secundária da biomassa lignocelulósica.<sup>14</sup> Conforme podemos ver na imagem abaixo:

Imagem 04 - Fórmula estrutural da Lignina<sup>15</sup>



Fonte: Infoescola, 2025.

Do ponto de vista industrial, a lignina é amplamente gerada como subproduto da indústria de papel e celulose, sendo removida durante o processo de polpação da madeira. Estima-se que apenas uma pequena fração da lignina produzida seja aproveitada comercialmente, sendo o restante destinado à queima como fonte de energia térmica.

No entanto, devido ao aumento da preocupação ambiental e ao avanço das biorrefinarias, a lignina vem sendo estudada como matéria-prima renovável para a produção de biocombustíveis, resinas, compósitos e antioxidantes naturais.<sup>16</sup>

## 5. REAGENTES

Os reagentes são substâncias químicas usadas em reações para produzir novas substâncias com resultados reais, ou seja, produtos. Eles são essenciais em processos

como experimentos de laboratório, produção industrial, pesquisas e diagnósticos médicos, e são consumidos durante a reação química.

Trabalhar com os reagentes envolve a compreensão e conhecimento sobre reatividade, proporção estequiométrica, condições da reação e os produtos gerado por essa reação.

A utilização dos reagentes permite que estudos e aplicações sejam realizados para a síntese de novas substâncias, análises de materiais e desenvolvimento de diversas tecnologias.

Em laboratórios, são utilizados como produtos químicos que proporciona a realização de experiências e testes, bem como aperfeiçoamento de técnicas e processos já existentes. Quando escolhidos e utilizados em proporções estequiométricas adequadas proporcionam grande segurança e precisão nas pesquisas, resultando um controle maior dos experimentos e um resultado mais conciso.

O ramo industrial também faz grande utilização dos reagentes para a fabricação de seus produtos. Onde, desempenham várias funções essenciais durante o processo químico e/ou processo de fabricação, como influenciadores na rota da reação, atuação como catalizadores, determinadores de condições de reações, quantificação de substâncias, indicadores a presença de outras substâncias, controladores de pH e extração ou isolamento de componentes específicos de uma mistura.<sup>17</sup>

Neste trabalho os reagentes, Lixívia caseira e Hidróxido de sódio desempenharam à função de quebrar e dissolver a lignina para separar as fibras de celulose. Já o amido de milho, ficou com a função de melhorar a resistência, a qualidade e acabamento, além de atuar como agente ligante e adesivo.

### **5.1. Lixívia caseira**

Lixívia Caseira, é uma solução de alcalina produzida através da hidratação de cinzas de madeira, por esse motivo é reconhecida como água de cinzas.

O nome lixívia, provém do latim que é escrito *lixivium*, que significa líquido coado.<sup>18</sup> Reconhecemos como líquido coado, pois as cinzas que ficaram submergidas na água são o precipitado enquanto o líquido alcalino é o sobrenadante.

A madeira quando queimada, gera o produto cinzas. Essas cinzas são ricas em nutrientes, conforme mostra a tabela relacionada abaixo:

Tabela 03 – Quantidade de nutrientes presentes nas cinzas

<b>Nutrientes</b>	<b>Porcentagem</b>
Carbono (C)	5% a 30%
Cálcio (Ca)	7% a 33%
Potássio (K)	3% a 10%
Magnésio (Mg)	1% a 2%
Manganês (Mn)	0,3% a 1,3%
Fósforo (P)	0,3% a 1,4%
Sódio (Na)	0,2 % a 0,5%

Fonte: Wikipedia, 2025.<sup>19</sup>

Esses nutrientes quando entram em contato com a água são liberados, junto com eles também são liberados os compostos alcalinos solúveis, como o carbonato de sódio ou potássio (e hidróxidos correspondentes, dependendo do tratamento), que se dissolvem na água, formando a solução alcalina, conhecida como lixívia, que ajudará a neutralizar os efeitos dos alimentos ácidos e das toxinas, contribuindo para uma melhor digestão e manutenção do pH.<sup>20</sup>

Os reagentes presentes nas cinzas contêm uma grande utilidade nas correções da acidez de água, principalmente a presença de Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que na sua utilização pode corrigir o alto nível de acidez, enquanto o hidróxido de potássio (KOH) responsável pela alcalinidade.

## 5.2. Lixívia moderna - Hidróxido de sódio

O Hidróxido de sódio (NaOH) popularmente conhecido por Soda caustica é um composto inorgânico vital e abundante na química industrial. Classificado como uma base forte, ele é utilizado em diversos setores seja por sua alta alcalinidade, corrosividade e reatividade ou até mesmo por seu poder de absorção da humidade, transformação e purificação de materiais, tais características que também são semelhantes em compostos como o hidróxido de potássio, lixívia caseira e hidróxido de lítio.<sup>21</sup>

A soda caustica é um eletrólito forte que em solução aquosa, se dissocia completamente e libera íons hidroxila ( $-\text{OH}$ ). Tal propriedade concede ao componente basicidade o que a torna ideal para a saponificação reagindo com ácidos graxos e para



o processo Kraft na produção de papel onde ele interage com a polpa e a quebra da lignina.<sup>22</sup>

Visualmente e quimicamente o NaOH é um sólido branco cristalino que absorve umidade facilmente e sua produção acontece através da eletrolise de salmoura (solução de cloreto de sódio) processo que também gera cloro e hidrogênio.<sup>23</sup>

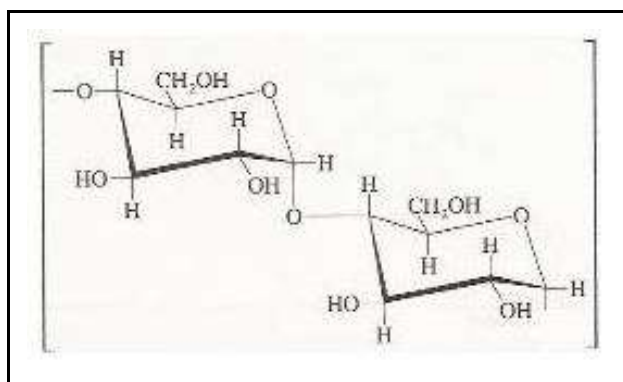
### 5.3. Amido de milho

O amido é um polissacarídeo abundante na natureza, sendo a principal fonte de nutrientes em plantas superiores, presentes nos tecidos sob forma de grânulos intracelulares. As principais espécies consideradas como fonte de amido comercial são o milho, trigo, arroz, batata e mandioca. Essas fontes vegetais apresentam características para a produção em grande escala, utilizando equipamentos e seguindo os processos necessários para a sua extração.

Atualmente o amido é utilizado em diversos segmentos industriais, como alimentício, mineração, construção, farmacêutico, cosméticos, papelero, entre outros.<sup>24</sup>

O amido é composto por dois diferentes tipos de macromoléculas chamadas de amilose (cerca de 25%) e amilopectina (cerca de 75%), que são polímeros da glicose. A proporção entre essas moléculas está diretamente relacionada com a funcionalidade do amido. Sua fórmula química genérica é  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .<sup>25</sup> Conforme mostra a imagem relacionada abaixo:

Imagem 05 - Fórmula estrutural do amido.



Fonte: Só química, 2025

As duas macromoléculas do amido e a celulose são polímeros formados por glicose, a diferença entre eles está apenas na forma de ligação entre os monômeros de glicose. Na celulose a união é oblíqua, já no amido a ligação é linear, o que facilita a quebra da cadeia de monômeros e explica por que o amido é mais degradável que a celulose.

A adição do amido tem com o principal objetivo melhorar as propriedades físicas do papel. Ele aumenta a resistência a seco do produto, melhora a aparência, atua como agente aglutinante, promovendo uma melhor adesão entre as fibras de celulose.

## **6. MATERIAIS, REAGENTES E EQUIPAMENTOS**

### **6.1. Materiais**

- ✓ Balde de alumínio capacidade de 20 L
- ✓ Colher de pau
- ✓ Fita Papel indicador de pH
- ✓ Peneira de areia
- ✓ Peneira plástica redonda
- ✓ Pano de chão
- ✓ Recipiente com capacidade de 1,5 L
- ✓ Recipiente com capacidade de 14,5 L
- ✓ Recipiente com capacidade de 9,8 L
- ✓ Recipiente com capacidade de 4 L
- ✓ Toalha
- ✓ Tela de serigrafia
- ✓ Tela soldada 25 mm – tamanho 2,00 m x 0,50 m
- ✓ Tigela de vidro 100 mL
- ✓ Tesoura
- ✓ Teste de PH em fitas com precisão universal

## 6.2. Reagentes

- ✓ Coroa de abacaxi seca e picada
- ✓ Cinzas de churrasqueira e fogão a lenha
- ✓ Hidróxido de sódio com grau de pureza 96% a 99%
- ✓ Amido de milho

## 6.3. Equipamentos

- ✓ PHmetro digital
- ✓ Balança digital eletrônica
- ✓ Liquidificador 550 watts com capacidade de 1,5 L

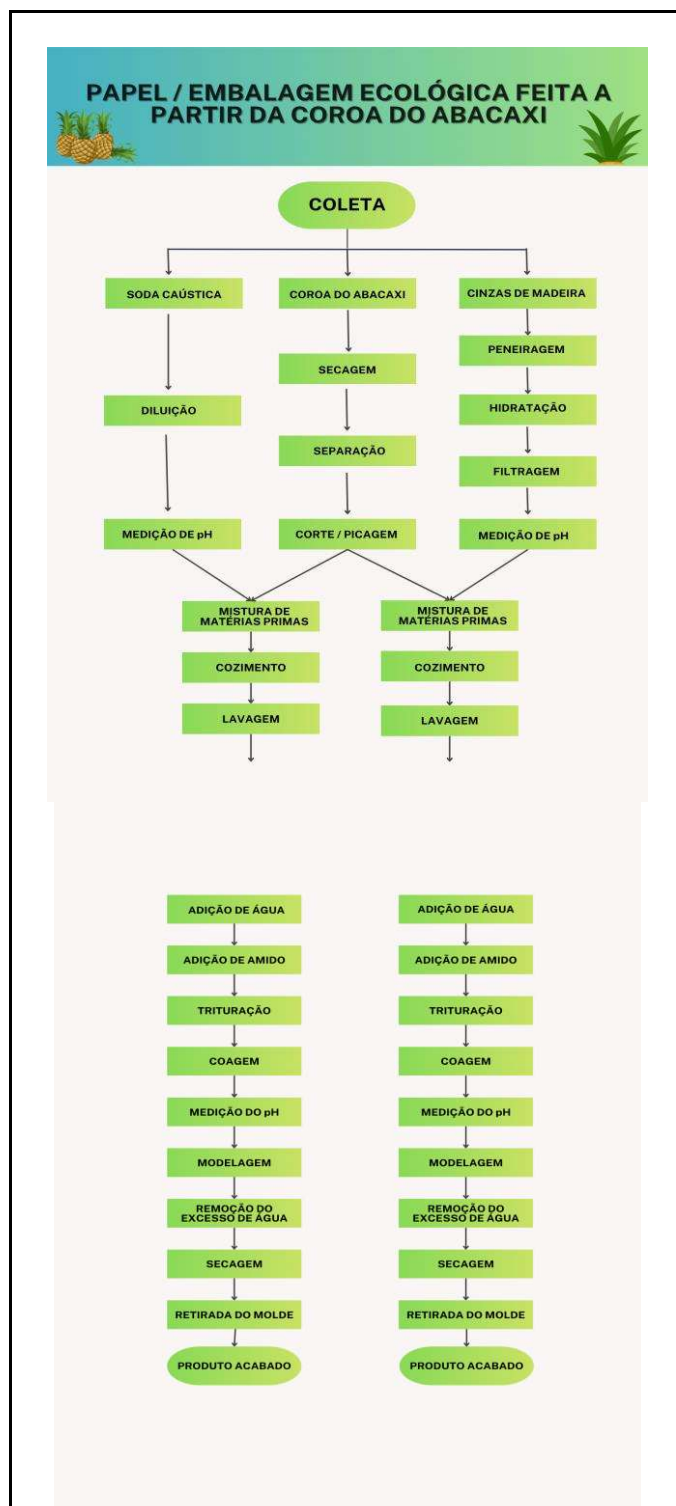
## 7. DESENVOLVIMENTO

De início, realizamos pesquisas de frutas ou parte de frutas que comprovassem a quantidade presente de fibras. Sendo assim, verificamos que dentre todas as propriedades presentes na coroa do abacaxi (*Ananas Comosus*), a que mais se destacou é que esse resíduo/subproduto, que frequentemente é descartando, é rico em fibras celulósicas. Este fato trouxe motivo pelo qual desenvolvemos um papel/embalagem sustentável.

Para realizar o processo de desenvolvimento do TCC, inicialmente coletamos as coroas de abacaxi em uma feira de bairro na cidade de Jundiaí que seriam descartadas.

De uma maneira simplificada, segue o fluxograma de cada etapa dos processos realizados. Conforme imagem abaixo:

Fluxograma 01 – Fluxograma do processo produtivo do papel/embalagem feita a partir da coroa do abacaxi



Fonte: Do próprio autor, 2025

Agora, iremos descrever detalhadamente cada parte do processo para a produção do papel/embalagem.

### 7.1 Coroa do abacaxi

Coletamos aproximadamente 30 coras de abacaxi, e realizamos o processo de secagem, colocou-as sobre uma tela soldada 25 mm, onde a secagem era realizada diariamente sobre a luz do sol, e quando o dia ia se pondo, recolhia-se e as colocava sobre um lugar coberto para não absorver humidade. Esse processo foi realizado em aproximadamente 03 meses.

Imagem 06 - Coroa do abacaxi in natura



Fonte: Do próprio autor, 2025

Imagem 07 - Coroa do abacaxi in natura após o processo de secagem



Fonte: Do próprio autor, 2025



Após toda a secagem das folhas das coroas de abacaxi, realizamos o processo de corte em pequenos pedaços. Conforme podemos verificar na imagem abaixo:

Imagem 08 - Coroa do abacaxi seca e cortada em pequenos pedaços



Fonte: Do próprio autor, 2025

Por fim, realizamos a pesagem em duplicata das amostras das folhas da coroa picadas. Cada uma das amostras continha 250g. Conforme podemos verificar na imagem abaixo:

Imagem 09 - Foto da pesagem da coroa do abacaxi picada



Fonte: Do próprio autor, 2025

Realizamos algumas pesquisas e desenvolvemos duas metodologias de produção papel/embalagem ecológico. A mesma quantidade de peso de coroa de abacaxi seco e cortado foi utilizada nos dois procedimentos:

- Papel/embalagem utilizando a Hidróxido de sódio (NaOH)
- Papel/embalagem utilizando a lixívia caseira

## 7.2. Papel/ embalagem feito com Hidróxido de Sódio

Inicialmente, com o auxílio da balança, realizamos a pesagem de 80g de NaOH (Soda caustica). Conforme imagem relacionada abaixo:

Imagem 10 - Pesagem da soda caustica



Fonte: Do próprio autor, 2025

Em seguida, realizamos a diluição do NaOH em um balde de alumínio em 04 litros de água. E o pH medido apresentou o valor de 11,58. Conforme mostra a imagem relacionada abaixo:

Imagem 11 – Medição pH da diluição da soda cáustica.



Fonte: Do próprio autor, 2025

O próximo passo, foi pegar a quantidade de 250g que estava separada e colocar no balde com NaOH, para iniciar o processo de cozimento, que perdurou por 01 hora e 15 minutos.

Ao final do cozimento, verificamos que as folhas de coroa de abacaxi apresentavam textura amolecida e estacam se desfiando, caracterizando o ponto adequado para dar sequência nas próximas etapas do processo.

Posteriormente, as fibras foram submetidas ao processo de lavagem em água corrente, que foi realizado em duplicata.

Após o processo de lavagem, iniciamos o processo de trituração, onde colocamos pequenas porções da polpa com uma quantidade de água com amido de milho. A quantidade total utilizada de água foi de 2.750mL de água e de amido de milho foi 35g. A adição de amido foi para que a resistência do papel/embalagem aumentasse.

A coroa do abacaxi permaneceu no processo de trituração até o momento e que aderiu a consistência pastosa e homogênea. Onde obtivemos o peso de 3.398 kg, conforme mostra a imagem abaixo:



Imagem 12 - Pesagem da polpa de abacaxi triturada com NaOH



Fonte: Do próprio autor, 2025

Ao finalizar a trituração, demos início ao processo de filtragem, onde retiramos todo excesso de água, e obtivemos um peso de 1.283 kg de polpa de coroa de abacaxi. Conforme mostra a imagem relacionada abaixo:

Imagem 13 - Polpa de coroa de abacaxi após a retirada de excesso de água com NaOH.



Fonte: Do próprio autor, 2025

Medimos o pH da água extraída da polpa da coroa do abacaxi, e verificamos que o pH diminuiu para 10,28. Sendo assim, conseguimos obter 37,76% de polpa de coroa de abacaxi e eliminamos 62,24% de água, que foram descartadas.

Conforme dito anteriormente, sabemos que não podemos descartar a água com um pH tão alcalino. O correto deveria ser realizado um tratamento na água, para depois ser descartado na rede de esgoto. Como a quantidade é consideravelmente pequena, descartamos sem realizar o devido tratamento.

A polpa sem excesso de água, foi colocada em uma tela de serigrafia e uma forma. Colocamos para secar na primeira hora do dia, quando o sol estava mais ameno, e quando ele estava em um período bem quente retiramos do sol. Conforme mostram as imagens relacionadas abaixo:

Imagem 14 - Polpa de abacaxi cozida na NaOH colocada para secar na tela de serigrafia.



Fonte: Do próprio autor, 2025

Imagem 15 - Polpa de abacaxi cozida na NaOH colocada para secar na forma.



Fonte: Do próprio autor, 2025

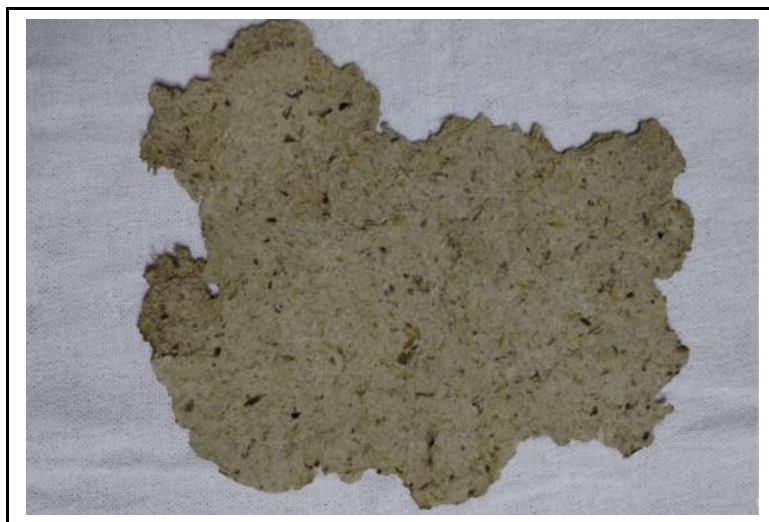
Após a secagem o papel de coroa de abacaxi, ficaram desta forma. Conforme podemos verificar nas imagens relacionadas abaixo:

Imagem 16 - Papel de polpa de coroa de abacaxi com água de NaOH seco na tela de serigrafia



Fonte: Do próprio autor, 2025

Imagem 17 - Papel de polpa de coroa de abacaxi cozido na água de NaOH seco na forma.



Fonte: Do próprio autor, 2025

### **7.3 Papel/ embalagem feito com a Lixívia caseira**

Primeiramente realizamos a coleta de cinzas madeira de três lugares diferentes:

- Cinzas de Churrasqueira;
- Cinzas de Madeira de fogão a lenha coletadas em Minas Gerais;
- Cinzas de Madeira de Fogão a lenha coletadas em Jundiá.

Em seguida, realizamos o processo de peneiração, onde retiramos impurezas (pregos, pedaços de madeiras sem queimar, entre outros). E armazenamos, cada uma delas em seu respectivo recipiente.

Posteriormente, efetuamos a pesagem de 500g de cinzas e as colocamos em baldes de plásticos. Em seguida, adicionamos 1500 mL de água, homogeneizamos, deixamos descansar aproximadamente 35 horas.

Na hidratação, as cinzas se decantaram e a água adquiriu o pH alcalino, pois quanto mais a cinza decantar, mais clara e concentrada a lixívia tende a ficar. Com o tempo de descanso adequado, obtivemos a solução alcalina de maneira concentrada e eficiente.

Logo após, realizamos a filtração dessas soluções. E com o auxílio das fitas indicadoras, constatamos que os valores de pH estavam superiores a 10. Conforme mostram as imagens relacionadas abaixo:



Imagem 18 - Medição em fitas indicadoras de pH



Fonte: Do próprio autor, 2025

A fim de ter uma análise quantitativa mais precisa, utilizamos também um pHmetro eletrônico portátil, que confirmou a elevada alcalinidade das amostras.

- Amostra 1: pH 11.02      Cinzas de Madeira (Minas Gerais)
- Amostra 2: pH 10.36      Cinzas de Churrasqueiras
- Amostra 3: pH 11.87      Cinzas de Madeira (Jundiaí)

Imagem 19 - Fotos autorais de medição em PHmetro de bolso



Fonte: Do próprio autor, 2025

Após a conferência de pH, pegamos a amostra de 250g de coroa de abacaxi seca, que havíamos reservado e colocamos em um recipiente (balde de alumínio), logo adicionamos 4.500mL da água do reagente alcalino preparada (Lixívia), levamos para o fogão para o processo de cozimento para que as ligninas das folhas fossem quebradas. Onde o cozimento perdurou por 02 horas e 02 minutos, e as folhas da coroa do abacaxi criaram um aspecto mais macio e desmanchava-se com facilidade.

Com a finalização do processo cozimento, demos início ao processo de lavagem, em duplicata. Onde a coroa picada e cozida, aos poucos foram depositadas em uma peneira e colocadas embaixo de uma torneira com água corrente para tirar todo resíduo da lixívia formada. Conforme mostra a imagem abaixo:

Imagem 20 - Processo de lavagem da coroa de abacaxi após o processo de cozimento.

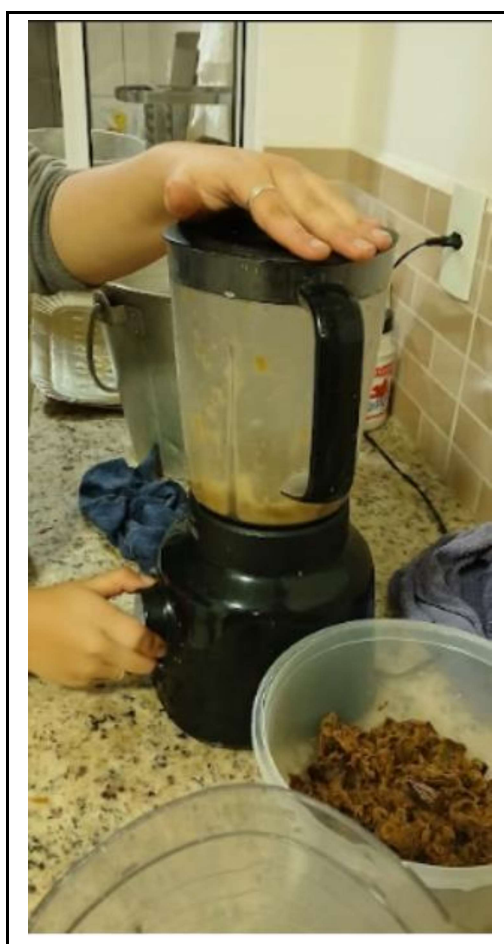


Fonte: Do próprio autor, 2025

Em seguida, em um outro recipiente, diluímos 45g de amido de milho em 3.500mL de água. A adição de amido foi para que a resistência do papel/embalagem aumentasse.

Posteriormente, com o auxílio do liquidificador, iniciamos o processo de trituração das fibras. Onde aos poucos colocamos as fibras juntamente com a água homogeneizada com amido, até o momento em que formou-se uma pasta. Conforme podemos verificar na imagem abaixo:

Imagem 21 - Processo de trituração da coroa de abacaxi



Fonte: Do próprio autor, 2025

A coroa do abacaxi permaneceu no processo de trituração até o momento em que aderiu a consistência pastosa e homogênea. Onde obtivemos o peso de 3,801kg, conforme mostra a imagem abaixo:

Imagem 22 - Pesagem da polpa



Fonte: Do próprio autor, 2025

Após essa etapa, realizamos o processo de filtragem, onde colocava-se pequenas quantidades de polpa em uma peneira a fim de retirar o excesso de água. No término da filtragem, realizamos a pesagem da massa de fibras, obtivemos o peso de 1,250 kg. Conforme podemos verificar na imagem abaixo:

Imagem 23 - Polpa de coroa do abacaxi após a retirada de excesso de água de cinzas.



Fonte: Do próprio autor, 2025



Ou seja, conseguimos obter 32,88% de polpa de coroa de abacaxi e eliminamos 67,12% de água, que foram descartadas.

Antes de descartar a água da polpa do abacaxi, realizamos a medição do pH com a Fita indicadora, que indicou que a água estava alcalina; também realizamos a medição com o pHmetro e o valor apresentado foi de pH de 9,97.

Sabemos que o pH ideal para o descarte da água deve estar entre 5 e 9. Porém, por ser uma quantidade consideravelmente pequena, realizamos o descarte normalmente na rede de esgoto. Porém, se essa quantidade fosse em grande escala, deveríamos primeiramente realizar a neutralização, a fim de deixar o pH seguro sem que prejudique o meio ambiente, para depois descartar.

Com a polpa de coroa de abacaxi pronta, verificamos uma forte presença das fibras. Então, pegamos uma tela de serigrafia; uma peneira pequena e uma peneira grande com toalha, colocamos essas fibras para secar. Conforme as imagens abaixo:

Imagem 24 - Fibras da polpa da coroa de abacaxi colocada na tela de serigrafia para secar



Fonte: Do próprio autor, 2025

Imagem 25 - Fibras da polpa da coroa de abacaxi colocada na peneira para secar



Fonte: Do próprio autor, 2025

Imagem 26 - Fibras da polpa da coroa de abacaxi colocada na peneira grande com uma toalha para secar.



Fonte: Do próprio autor, 2025

O processo de secagem da polpa da coroa de abacaxi, perdurou aproximadamente 24 horas. Quando o sol estava mais fraco, a polpa ficava exposta ao sol. No momento, que ele estava mais forte a polpa secava sobre a sombra.

Abaixo podemos verificar como ficou a polpa após seca.

Imagem 27 - Papel de polpa de coroa de abacaxi com água de cinzas seca da tela de serigrafia



Fonte: Do próprio autor, 2025

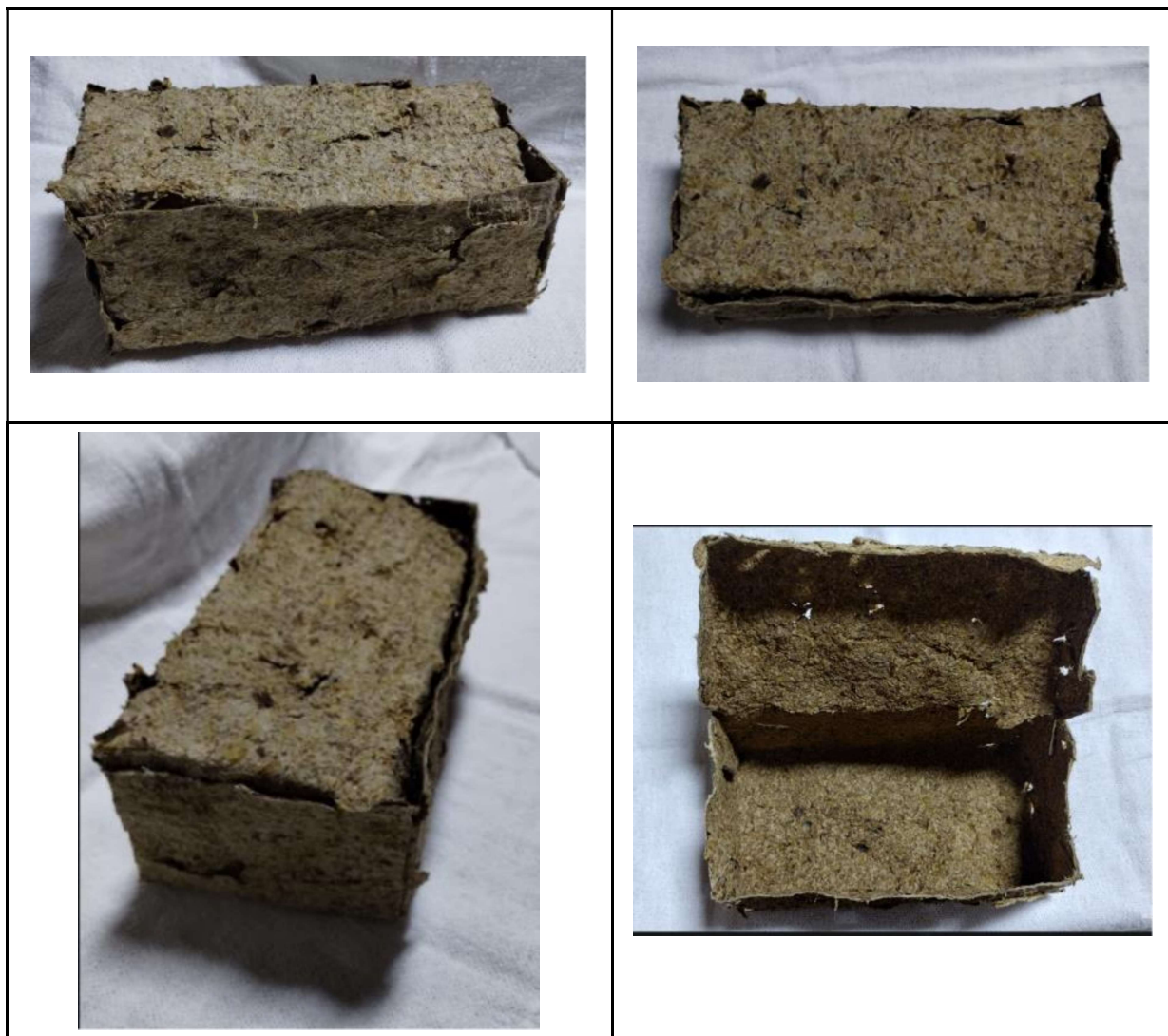
Imagem 28 - Papel de polpa de coroa de abacaxi com água de cinzas seca na peneira pequena redonda



Fonte: Do próprio autor, 2025

A quantidade de polpa que foi seca na peneira grande era maior, devido a isso conseguimos fazer uma embalagem, que traz à lembrança de uma caixa de bombom. Conforme mostra a imagem relacionada abaixo:

Imagem 29 - Papel de polpa de coroa de abacaxi com água de cinzas seca na peneira grande



Fonte: Do próprio autor, 2025

Conhecendo e aprofundando o estudo sobre o processo de produção da polpa de coroa de abacaxi com a lixívia caseira, percebemos que ao secar elas apresentam características mais apropriadas e relacionadas a embalagem, devido a espessura, resistência e por ser difícil de rasgar.

Com isso, realizamos novamente a prática, onde utilizamos coroa do abacaxi seca juntamente com a lixívia caseira, para a produção teste de algumas embalagens, conforme mostra as imagens relacionadas abaixo:



Imagem 30 – Polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixivia caseira nos moldes propostos.



Fonte: Do próprio autor, 2025

#### ✓ Suporte de caneta

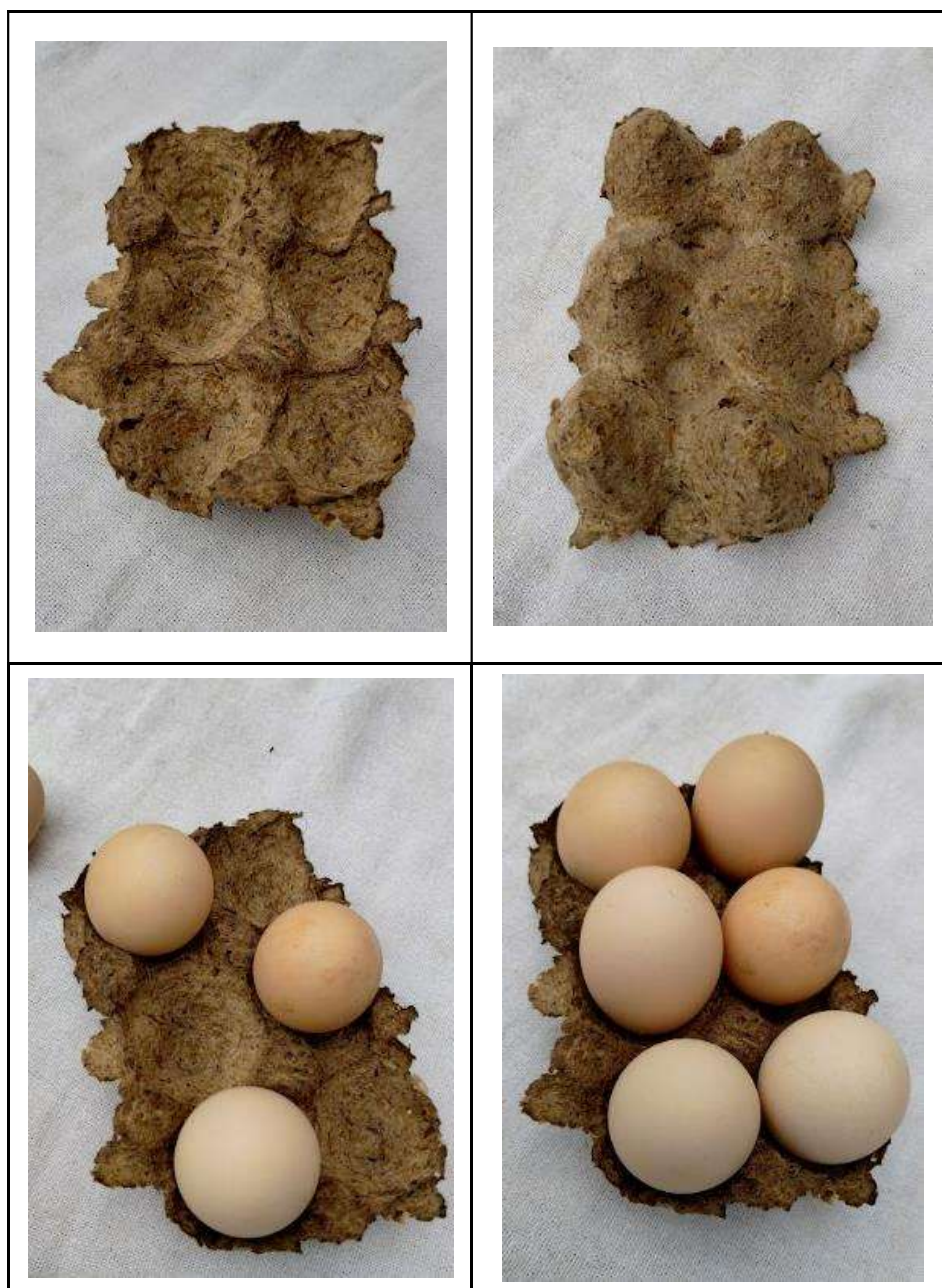
Imagem 31 – Molde utilizado e embalagem seca de suporte de caneta feito com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixivia caseira.



Fonte: Do próprio autor, 2025

✓ **Bandeja de ovo com 06 unidades**

Imagem 32 – Embalagem seca de bandeja de ovo com 06 unidades feita com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixivia caseira.

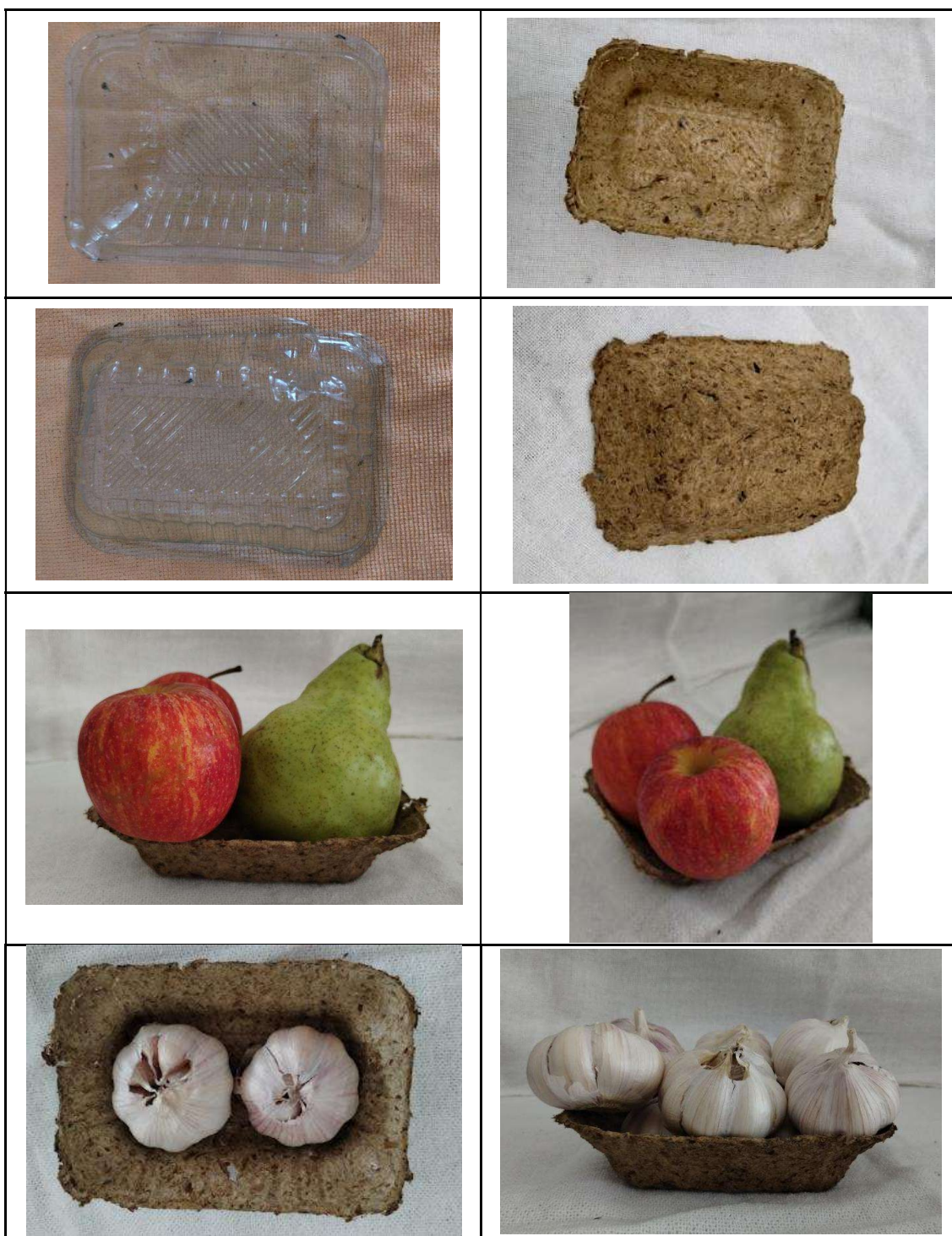


Fonte: Do próprio autor, 2025



✓ **Bandeja**

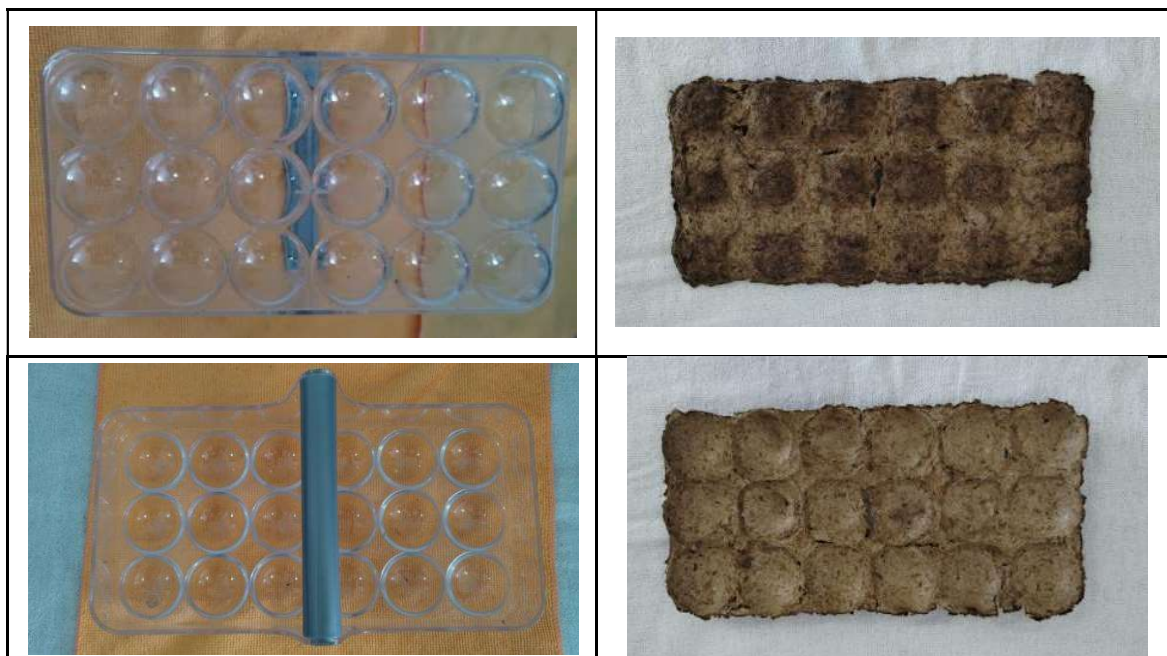
Imagem 33 – Molde utilizado e embalagem seca em formato de bandeja feita com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixívia caseira.



Fonte: Do próprio autor, 2025

✓ **Bandeja de ovo**

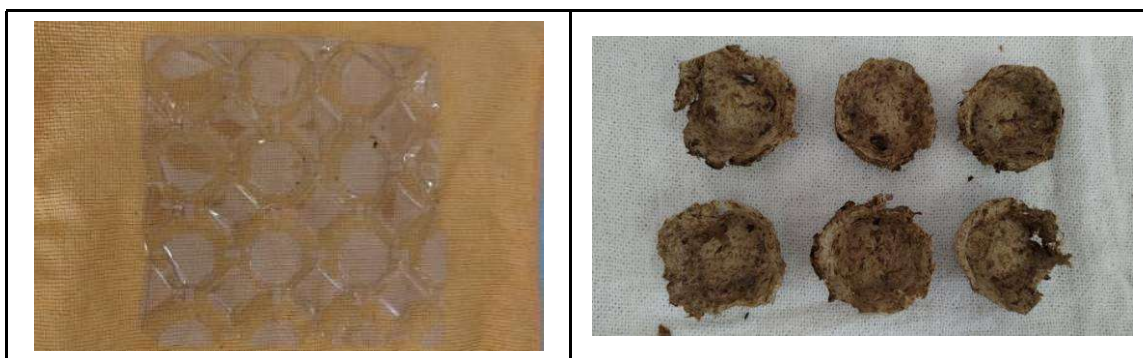
Imagem 34 – Molde utilizado e bandeja de ovo feita com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixívia caseira.



Fonte: Do próprio autor, 2025

✓ **Forminhas**

Imagem 35 – Molde utilizado e forminhas feita com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixívia caseira.



Fonte: Do próprio autor, 2025.



✓ **Caixa de embalagem**

Imagem 36 – Molde utilizado e caixa de embalagem feita com polpa de coroa de abacaxi cozida na água de lixivia caseira.



Fonte: Do próprio autor, 2025.

## 8. CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo o aproveitamento das coroas de abacaxi, um resíduo frequentemente descartado, para a produção de um papel/embalagem ecológico e sustentável.

Foram desenvolvidos dois métodos de extração das fibras e formação da polpa: um utilizando hidróxido de sódio (NaOH) e outro utilizando lixívia caseira obtida a partir de cinzas de madeira.

Ao trabalhar com essas duas metodologias verificamos que o processo realizado com a lixívia caseira se mostrou mais sustentável e de menor impacto ambiental, uma vez que utiliza reagentes obtidos a partir de resíduos domésticos. Desta forma, dispensa o uso de produtos químicos agressivos como a Soda Caustica.

Quando realizamos as comparações, verificamos que os dois resultados foram amplamente satisfatórios, e que ambas as metodologias cumpriram o propósito de obtenção de fibras celulósicas a partir da coroa do abacaxi, demonstrando a viabilidade da produção de materiais sustentáveis a partir desse resíduo orgânico, que hoje permite a reutilização da coroa do abacaxi que em grande escala é descartada.

Apesar de ambas as metodologias atingirem o objetivo e apresentarem resultados satisfatórios, como material com boa espessura, resistência, certa flexibilidade e uma menor facilidade de rasgar. Escolhemos a opção de aprofundar um pouco mais as pesquisas com a lixívia caseira, conforme dito anteriormente, pois as cinzas são obtidas através de resíduos domésticos, de fácil acesso e mais sustentável.

Sendo assim, as características citadas apresentavam propriedades mais propícias e adequadas para embalagens do que para papel comum. Dessa forma, direcionamos o nosso produto para o desenvolvimento de embalagens ecológicas. Produzimos, então, moldes de caixas de ovos, caixas para morangos e suportes para canetas, comprovando a versatilidade e o potencial do material obtido a partir da coroa do abacaxi. Reforçando assim um grande potencial de estudo para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis em substituição a materiais convencionais de origem sintética.

Vale lembrar que esse produto desenvolvido é um set up, onde o trabalho foi moroso e os materiais e equipamentos utilizados foram caseiros, ou seja, foram utensílios “comuns” do cotidiano de uma casa. E durante o processo, foi possível

compreender as etapas necessárias para a produção artesanal do papel e reconhecer o potencial sustentável desse tipo de alternativa.

Porém, quando trabalhado e planejado um espaço para confeccioná-lo, acreditamos que as melhorias do processo sejam possíveis, e assim cada etapa será adaptada de forma adequada para que o resultado seja ainda mais positivo, visando a produção em larga escala.

Com isso, concluímos que além de contribuir para a redução de resíduos orgânicos e o aproveitamento de subprodutos do abacaxi, o nosso TCC demonstra que é possível transformar materiais descartados em produtos úteis e sustentáveis. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento de embalagens ecológicas a partir da coroa do abacaxi representa uma alternativa viável e propicia, unindo sustentabilidade, inovação e consciência ambiental.

Apesar de termos atingido o objetivo do trabalho e verificarmos as características do papel da coroa do abacaxi, estamos nos aprofundando nos estudos em relação ao tempo de deterioração no ambiente, seja em contato com a água ou com o solo. Além desses estudos, existem também a questão sobre a qualidade e o quanto cada embalagem utilizada como teste suportam de peso e o quanto são resistentes quando se trata de força e impacto.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - **Frutas: saiba quais foram as 20 variedades mais comercializadas em 2017.** Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/frutas-saiba-quais-foram-as-20-variedades-mais-comercializadas-em-2017>>. Acesso em: 24 ago. 2025.
- 2 - **Quais são as frutas mais produzidas no Brasil? – ABRAFRUTAS.** Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2023/04/quais-sao-as-frutas-mais-produzidas-no-brasil/>>. Acesso em: 24 ago. 2025.
- 3 - **Abacaxi - Portal Embrapa.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/abacaxi>>. Acesso em: 24 ago. 2025.
- 4 - **Produção brasileira de abacaxi em 2023 Área Colhida Produção Rendimento (ha) (mil frutos) (frutos/ha.** Disponível em: <[https://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1\\_abacaxi.pdf](https://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1_abacaxi.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2025.
- 5 - **Produção Agropecuária | IBGE.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacaxi/br>>. Acesso em: 30 ago. 2025
- 6 - CARDOSO, D. **Veja como plantar abacaxi a partir da coroa do fruto.** Disponível em: <<https://www.em.com.br/emfoco/2025/04/30/veja-como-plantar-abacaxi-a-partir-da-coroa-do-fruto/#:~:text=A%20planta%2Dm%C3%A3e%20geralmente%20n%C3%A3o%20produz%20novamente%2C%20mas,ser%20replantados%20para%20dar%20continuidade%20ao%20cultivo>>. Acesso em: 07 set. 2025.
- 7 - **Abacaxi pode ter até 200 frutas fundidas; entenda.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2025/05/01/voce-sabia-cada-abacaxi-e-formado-por-ate-200-frutas-fundidas.ghtml>>. Acesso em: 07 set. 2025.
- 8 - DE VOLTA REDONDA, Centro Universitário; ARANHA, Fundação Oswaldo. **Vista do Aproveitamento da coroa do abacaxi para obtenção de açúcares redutores via hidrólise enzimática com uso de bromelina extraída in situ.** Disponível em: <<https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/5614/3611>>. Acesso em: 07 set. 2025.

- 9 - HENRIQUE, P.; MONTANO, I. C.; ALBERTO, C. Aproveitamento da coroa do abacaxi para obtenção de açúcares redutores via hidrólise enzimática com uso de bromelina extraída in situ. **Cadernos UniFOA**, v. 20, n. 55, 7 jul. 2025. Acesso em: 05 set. 2025
- 10 - PUGLIESI, N. **Celulose: o que é, para que serve e onde está no seu dia a dia**. Disponível em: <<https://www.suzano.com.br/blog-posts/celulose-o-que-e-para-que-serve-e-onde-esta-no-seu-dia-a-dia>>. Acesso em: 07 set. 2025
- 11 - **Celulose: o que é e funções**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/celulose/>>. Acesso em: 07. set. 2025
- 12 - **Hemicellulose - an overview | ScienceDirect Topics**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/hemicellulose>>. Acesso em: 07 set. 2025.
- 13 - EMBRAPA. Metodologia de caracterização físico-química da lignina kraft. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1123698/metodologia-de-caracterizacao-fisico-quimica-de-lignina-kraft>  
Acesso em: 26 out. 2025.
- 14 - **UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO DAVI RABELO DE OLIVEIRA ESTUDO DA DESPOLIMERIZAÇÃO DA LIGNINA OBTIDA DA FIBRA PRENSADA DO MESOCARPO DO DENDÊ ATRAVÉS DA TÉCNICA DE IRRADIAÇÃO POR MICRO-ONDAS FORTALEZA**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35659/1/2016\\_tcc\\_droliveira.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35659/1/2016_tcc_droliveira.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2025.
- 15 - **Lignina**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/lignina/>>. Acesso em: 28 out. 2025
- 16 - CELSO FOELKEL. A lignina dos Pinus e suas biorrefinarias. Disponível em: [https://www.celso-foelkel.com.br/pinus/Pinus48\\_Lignina\\_Pinus\\_Biorrefinarias.pdf](https://www.celso-foelkel.com.br/pinus/Pinus48_Lignina_Pinus_Biorrefinarias.pdf).  
Acesso em: 26 out. 2025.
- 17 - **O que são Reagentes Químicos? Guia do Comprador**; Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/blog/reagentes/o-que-sao-reagentes-guia-do-comprador/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

- 18 - **barrela | Palavras | Origem Da Palavra.** Disponível em: <<https://origemdapalavra.com.br/palavras/barrela/>>. Acesso em: 1 nov. 2025.
- 19 - DOS, C. **Cinza de madeira.** Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cinza\\_de\\_madeira#cite\\_note-8](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cinza_de_madeira#cite_note-8)>. Acesso em: 1 nov. 2025.
- 20 - PRADO, J. B.; SANTOS, A. L.; LUCAS. REAPROVEITAMENTO DE CINZAS EM ETE. **Congresso de Tecnologia - Fatec Mococa**, v. 4, n. 1, 2021.
- 21 - Pharmchem, N. I. (2025, outubro 24). A Ciência por Trás da Soda Cáustica: Propriedades, Produção e Segurança. NINGBO INNO PHARMCHEM. Disponível em: <https://www.nbinno.com/pt/article/agentes-para-tratamento-de-agua/ciencia-soda-caustica-propriedades-producao-seguranca>. Acesso em: 26 out. 2025
- 22 - Química Aplicada - Capítulo 2. Disponível em: <https://acervo.sead.ufes.br/materiais/quimica/quimica-aplicada/cap2.php>. Acesso em: 23 out. 2025
- 23 - **Hidróxido de Sódio.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/hidroxido-de-sodio.htm>>. Acesso em: 26 out. 2025.
- 24 - APLICAÇÃO, D. et al. **UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE BRUNO SCOTTON FELTRIN APLICAÇÃO DE AMIDO NA FABRICAÇÃO DE PAPEL: VANTAGENS E VARIÁVEIS.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/b3f74a5a-dd05-430e-a5d4-4cd3b5180600/content>>. Acesso em: 25 out. 2025
- 25 - **Amido.** Disponível em: <<https://www.soquimica.com.br/conteudos/em/macromoleculas/p1.php>>. Acesso em : 25 out. 2025