

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

ETEC Júlio de Mesquita

Curso Técnico em Química

## **PAPEL SEMENTE A BASE DE FOLHAS CAÍDAS E PAPEL RECICLADO PARA EMBALAGENS E DIVERSOS.**

João Victor Pavani da Silva<sup>1</sup>

Leonardo Ferreira Lopes<sup>2</sup>

Pablo Henrique Moraes Gasque<sup>3</sup>

Magali Canhamero<sup>4</sup>

**Resumo:** As fibras naturais reunidas, combinadas com elementos reaproveitados, geram um material com durabilidade comparável ao convencional. A fabricação tradicional de celulose exige grande exploração de insumos ambientais, reforçando a relevância de métodos alternativos. O reaproveitamento de resíduos como papel e papelão, que ainda constituem uma parte expressiva do lixo urbano, contribui significativamente para minimizar impactos. O kraft destaca-se por sua decomposição orgânica e robustez, sendo ideal para criar recipientes resistentes e ecologicamente corretos.

Palavras-chaves: Papel ecológico, folhas caídas, reciclagem de papel, semente.

---

<sup>1</sup>Aluno do curso em química -[joao.silva3524@etec.sp.gov.br](mailto:joao.silva3524@etec.sp.gov.br)

<sup>2</sup>Aluno do curso em química -[leonardo.lobes113@etec.sp.gov.br](mailto:leonardo.lobes113@etec.sp.gov.br)

<sup>3</sup>Aluno do curso em química -[Pablo.gasque@etec.sp.gov.br](mailto:Pablo.gasque@etec.sp.gov.br)

<sup>4</sup>Professora do curso técnico em química-[magali.camhamero01@etec.sp.gov.br](mailto:magali.camhamero01@etec.sp.gov.br)

## SEED PAPER BASED ON FALLEN LEAVES AND RECYCLED PAPER FOR PACKAGING AND MISCELLANEOUS.

**Abstract:** The natural fibers gathered, combined with reused elements, generate a material with durability comparable to conventional ones. Traditional cellulose manufacturing requires extensive use of environmental inputs, reinforcing the relevance of alternative methods. The reuse of waste such as paper and cardboard, which still constitute a significant part of urban waste, contributes significantly to minimizing impacts. Kraft stands out for its organic decomposition and robustness, making it ideal for creating resistant and environmentally friendly containers.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de papel, historicamente dependentes da exploração intensiva de recursos naturais como madeira e água, refletem desafios ambientais alarmantes. Estima-se que a fabricação de uma única tonelada consome cerca de 15 árvores, 44 a 100 mil litros de água e 5 a 7,6 mil kWh de energia. Este processo gera não apenas resíduos sólidos e poluentes líquidos, mas também contribui para a emissão de gases tóxicos, agravando problemas como o aquecimento global e a chuva ácida. Adicionalmente, a média de uso anual de papel em escritórios é extremamente elevada, com um trabalhador consumindo aproximadamente 10 mil folhas, representando a morte de mais de uma árvore por pessoa nesse contexto. (utilita, 2024)

No Brasil, a dependência de árvores como o eucalipto para a produção de papel é significativa devido ao rápido crescimento dessa espécie. Ainda assim, mesmo com políticas de reflorestamento, os impactos ambientais associados continuam preocupantes. Paralelamente, a reciclagem de papel apresenta-se como uma alternativa viável e mais sustentável, economizando até 98 mil litros de água e 2,5 barris de petróleo por tonelada reciclada, além de reduzir em até 50% o consumo de energia. Apesar disso, o crescimento exponencial do uso de papel nas últimas décadas evidencia que a digitalização e a conscientização ambiental ainda são desafios a serem superados. (manancial-repositório digital da ufsm, 2011)

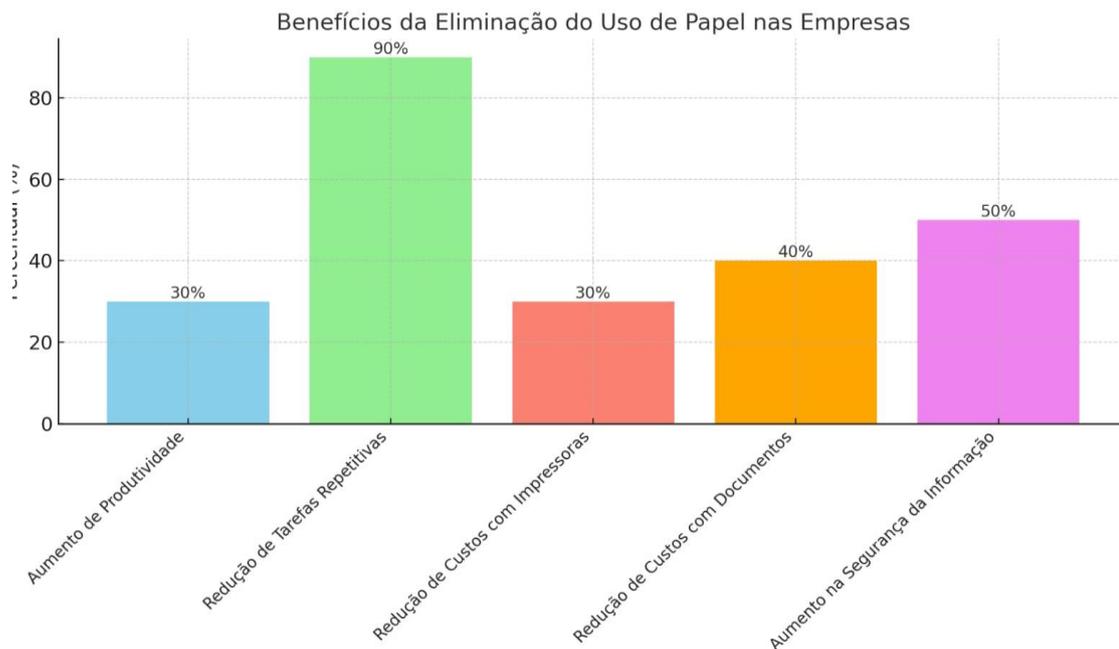
Diante desse cenário, soluções inovadoras e ecológicas tornam-se cruciais para reduzir a pressão sobre os recursos naturais. O desenvolvimento de métodos alternativos, como o reaproveitamento de folhas caídas, emerge como uma abordagem promissora. Essa prática não apenas reutiliza resíduos naturais previamente subestimados, mas também contribui para a criação de uma economia circular, diminuindo o impacto ambiental da produção tradicional de papel e fomentando práticas sustentáveis para um futuro mais equilibrado (acesscorp, 2023)

O eucalipto é uma planta adaptável a diversos tipos de clima, desde os quentes e secos até os úmidos e frios. Originário da Austrália, foi introduzido na Europa e nas Américas. Sua celulose de fibra curta que é altamente versátil, explica o uso em larga escala. Portanto, a produção em grande escala traz impactos ambientais significativos. O cultivo exige uma grande quantidade de água — cerca de 30 litros por dia para cada árvore — o que pode contribuir para a desertificação das áreas envolvidas. Além disso, quando as plantações são cortadas e não recebem o devido manejo, o solo sofre erosão, ficando exposto. A biodiversidade também é afetada, já que nessas regiões poucas outras plantas conseguem se desenvolver, e a fauna é restrita, com apenas algumas espécies, como formigas e caturritas, predominando. (Cardoso, 2008)

## **1.2 POLUIÇÃO AMBIENTAL**

A eliminação do uso de papel nas empresas oferece benefícios tanto para a natureza quanto para a organização. Ao digitalizar processos, é possível automatizar tarefas manuais, reduzindo o tempo de execução e os custos operacionais. Além disso, a digitalização facilita a análise de dados e proporciona maior segurança para informações sensíveis, como clientes, parceiros ou fornecedores.

Estudos mostram que a produtividade pode aumentar em até 30%, enquanto o tempo gasto em tarefas repetitivas pode cair até 90%. Isso permite que as equipes realizem mais atividades em menos tempo. A redução de custos operacionais também é notável, com os gastos com manutenção de impressoras podendo cair até 30%, e o gerenciamento de documentos podendo ser reduzido em até 40%. A segurança da informação também é fortalecida com sistemas digitais, que oferecem controles de acesso mais rigorosos e a identificação de atividades suspeitas podem aumentar a proteção em até 50%. (sebrae, 2021)



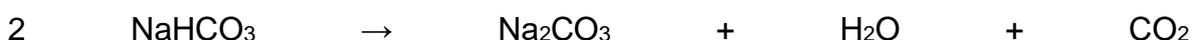
(fonte:autoral)

A interferência da indústria, atendendo às suas demandas, resulta na redução da biodiversidade. Em uma floresta nativa, convivem diversas espécies vegetais e animais. No entanto, no ciclo de produção de papel, todas as etapas impactam negativamente o meio ambiente. Um dos principais problemas é o uso exclusivo de eucalipto, que leva ao desmatamento de grandes áreas de florestas nativas para a cultivo de monoculturas, prejudicando a diversidade local, contribuindo para a extinção de várias espécies, além de provocar a erosão do solo devido a grande quantidade de água utilizada, e agrotóxicos em excesso, o que agrava ainda mais os danos ambientais. (cordeiro, 2018)

### 1.3 CELULOSE, BICARBONATO DE SÓDIO, LIGNINA E HEMICELULOSE

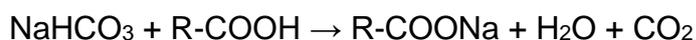
O processo de fervura das folhas com bicarbonato de sódio desencadeia uma série de reações que facilitam a separação das fibras de celulose, os principais componentes estruturais das folhas. A chave desse método está na capacidade do bicarbonato de sódio de criar um ambiente alcalino quando dissolvido em água e aquecido, favorecendo a quebra das substâncias que mantêm as fibras unidas. Além disso, essa abordagem é mais amigável ao meio ambiente, pois utiliza um reagente menos agressivo do que alternativas tradicionais, como a soda cáustica, que pode ser prejudicial.

Durante o aquecimento, o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) se decompõe em carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), liberando gás carbônico e criando uma solução alcalina que ajuda a romper as ligações de pectina e hemicelulose, substâncias responsáveis por “colar” as células vegetais. Esse processo torna as fibras de celulose mais soltas e acessíveis, facilitando sua extração para a fabricação do papel ecológico. (rsc publishing, 2017)



Essa conversão é crucial porque o carbonato de sódio é uma substância mais alcalina que o bicarbonato, aumentando a basicidade do meio. A alcalinidade elevada promove a desestabilização de compostos presentes nas folhas e potencializa a separação da celulose, tornando o processo mais eficiente. (ifsc, 2004).

Em contato com a solução alcalina, os ácidos orgânicos naturais das folhas, como pectinas e ácidos graxos, reagem com o bicarbonato ou carbonato de sódio, neutralizando-se e formando sais solúveis em água. Essa reação é representada genericamente por:



O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), em contato com água, dissocia-se em íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Em um ambiente aquoso, esses íons podem se transformar

parcialmente em íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), elevando o pH e criando um meio alcalino. Esse ambiente facilita a hidrólise da hemicelulose e da lignina, quebrando ligações moleculares e liberando as fibras de celulose (Ferreira, 2020).

### **1.3.1 LIGNINA E HEMICELULOSE + BICARBONATO DE SÓDIO**

Quando o bicarbonato de sódio é misturado com as folhas durante a fervura, ele cria um ambiente alcalino que facilita a quebra das ligações entre a celulose, lignina e hemicelulose com a ação do bicarbonato, essas ligações são rompidas, permitindo a separação das fibras. Esse método é vantajoso por utilizar um reagente mais seguro e menos agressivo que a soda cáustica, tornando o processo mais ecológico e eficiente para extrair as fibras vegetais.

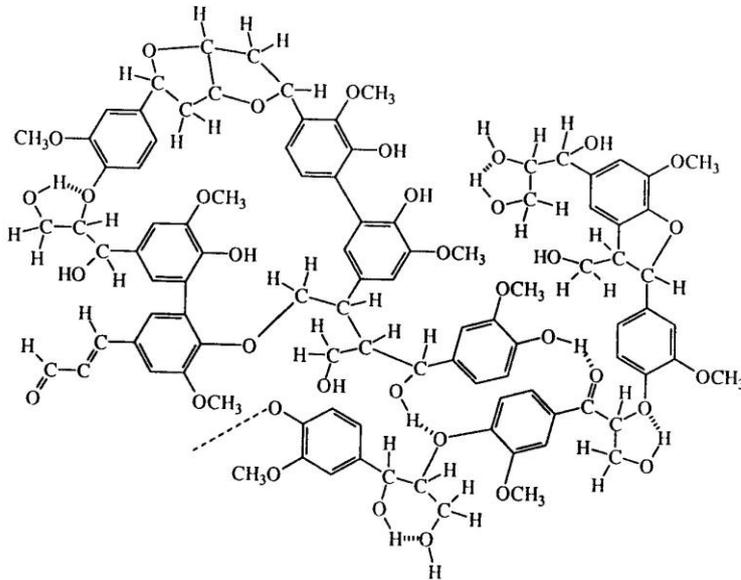
A reação entre a lignina ou hemicelulose e os íons hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) fragmenta essas moléculas em pedaços menores e solúveis em água. A lignina, um polímero que confere rigidez às paredes celulares, está ligada à celulose e hemicelulose por interações covalentes. Por sua vez, a hemicelulose, um polissacarídeo com estrutura mais heterogênea, conecta-se à celulose de forma menos resistente. A quebra dessas ligações facilita a liberação da celulose, um passo fundamental em processos como produção de biocombustíveis e papel, devido à eficiência na separação das fibras. (mdpi, 2024)

A hemicelulose apresenta ligações de hidrogênio entre suas moléculas e com a celulose, formando uma matriz estrutural que confere rigidez às paredes celulares das plantas. Durante o tratamento alcalino, essas ligações são rompidas, permitindo a separação das fibras de celulose e a remoção de impurezas (Oliveira, 2021).

### 1.3.2 Reação com bicarbonato

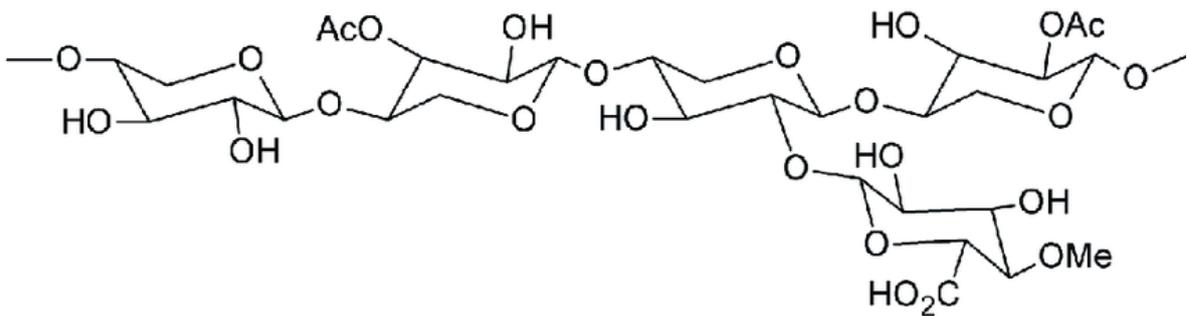
Lignina ou hemicelulose + OH<sup>-</sup> → fragmentos solúveis menores

Estrutura molecular da lignina:



(Fonte:infoescola, 2009)

Estrutura da hemicelulose:



(Fonte:researchgate, 2012)

A lignina, por ser uma molécula complexa e resistente, é apenas parcialmente degradada no processo, enquanto a hemicelulose, que possui uma estrutura mais amorfa e hidrossolúvel, é degradada mais rapidamente, facilitando a liberação das fibras de celulose. (Unesp,2009)

Após o aquecimento e a reação química, a mistura é submetida a uma lavagem cuidadosa, que remove os sais solúveis formados pela reação dos ácidos orgânicos com o bicarbonato, além dos fragmentos de lignina e hemicelulose despolimerizados. As fibras de celulose, insolúveis em água, permanecem na solução como o material principal para a fabricação do papel. (edisciplinausp ,2018)

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Materiais e Reagentes

Categoria	Material/Reagente	Descrição e Finalidade
Folhas de árvores	Ficus (Ficus benjamina)	Coletadas secas (marrons) para evitar interferências no ciclo natural do solo.
	Alfeneiro (Ligustrum japonicum)	Folhas selecionadas por sua disponibilidade e características de fibras.
	Quaresmeira (Tibouchina granulosa)	Escolhida por produzir as fibras mais longas e firmes, essenciais para maior resistência.
Reutilização	Papel reciclado	Adicionado em 30% (90g por ciclo) para melhorar a estrutura do papel produzido.
Reagente químico	Bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> )	Utilizado (15g por ciclo) para separar fibras das folhas, com baixo custo e impacto.
Líquido base	Água	2 litros por ciclo, necessária para a fervura da mistura de folhas e papel reciclado.
Materiais adicionais	Tesoura	Para picar as folhas em tamanhos menores, facilitando o processamento.
	Tela de silk screen	Moldagem das fibras durante a etapa de produção do papel.
	Pano	Para auxiliar na secagem do papel sob pressão, garantindo uniformidade.
	Panela e fogão	Ferramentas para a fervura da mistura de folhas, papel e bicarbonato.

## **2.2 Procedimento Experimental**

O processo de produção do papel foi desenvolvido com base na utilização de folhas caídas, combinadas com papel reciclado, para melhorar a resistência e reduzir o impacto ambiental. Inicialmente, as folhas de árvores secas foram cuidadosamente selecionadas e picadas em pedaços menores para facilitar o tratamento térmico e a separação das fibras. Essas folhas foram combinadas com papel reciclado, na proporção de 70% de folhas e 30% de papel, visando a melhoria da qualidade e firmeza do papel produzido.

A mistura de folhas picadas e papel reciclado foi então imersa em 2 litros de água e aquecida junto com 15g de bicarbonato de sódio. O bicarbonato foi escolhido por seu baixo custo e por ser eficiente na quebra das ligações entre as fibras vegetais durante a fervura, facilitando a separação das fibras de celulose. Este processo de fervura teve a duração de aproximadamente 40 minutos, o que possibilitou o amolecimento das fibras e a sua liberação na solução.

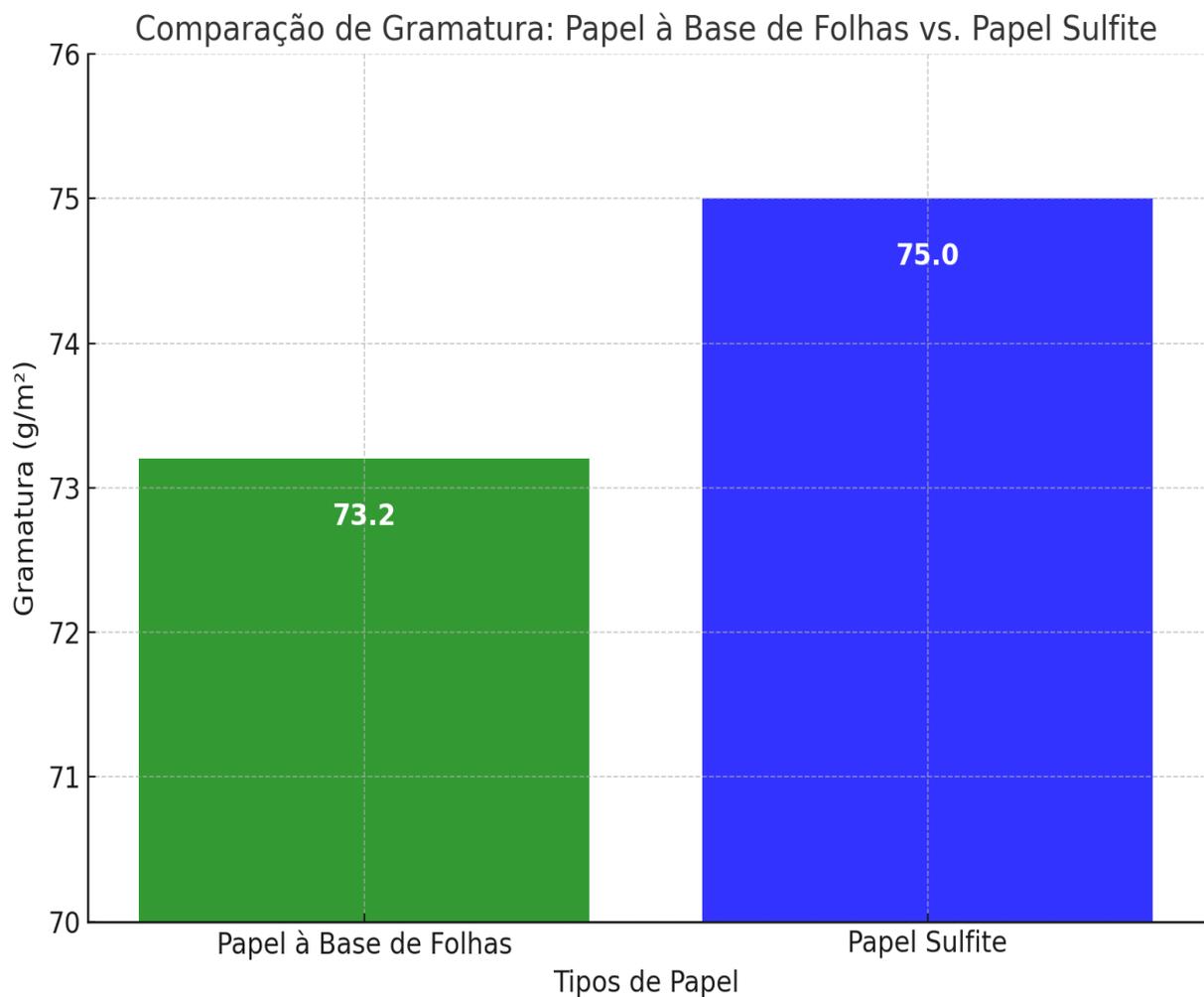
Após o período de fervura, a mistura foi esfriada e triturada para garantir uma consistência homogênea, o que ajudaria na formação de uma massa pastosa de celulose. A pasta resultante foi então colocada sobre uma tela de silk screen, de forma a moldar a camada de papel, ajustando a espessura para garantir que fosse uniforme.

Uma vez moldado, o papel foi cuidadosamente transferido para um pano absorvente, sendo colocado sob pressão para evitar qualquer deformação durante o processo de secagem. Esse processo foi fundamental para garantir que ele não se rasgasse ou perdesse sua integridade estrutural. Após 24 horas de secagem, o papel foi removido, e a qualidade foi avaliada para posterior realização de testes de resistência, gramatura e outras características físicas.

Esses passos foram seguidos de forma a produzir um papel mais ecológico, com ênfase na utilização de materiais recicláveis e na redução de impactos ambientais, sem o uso de reagentes pesados ou processos que comprometessem a sustentabilidade do experimento.

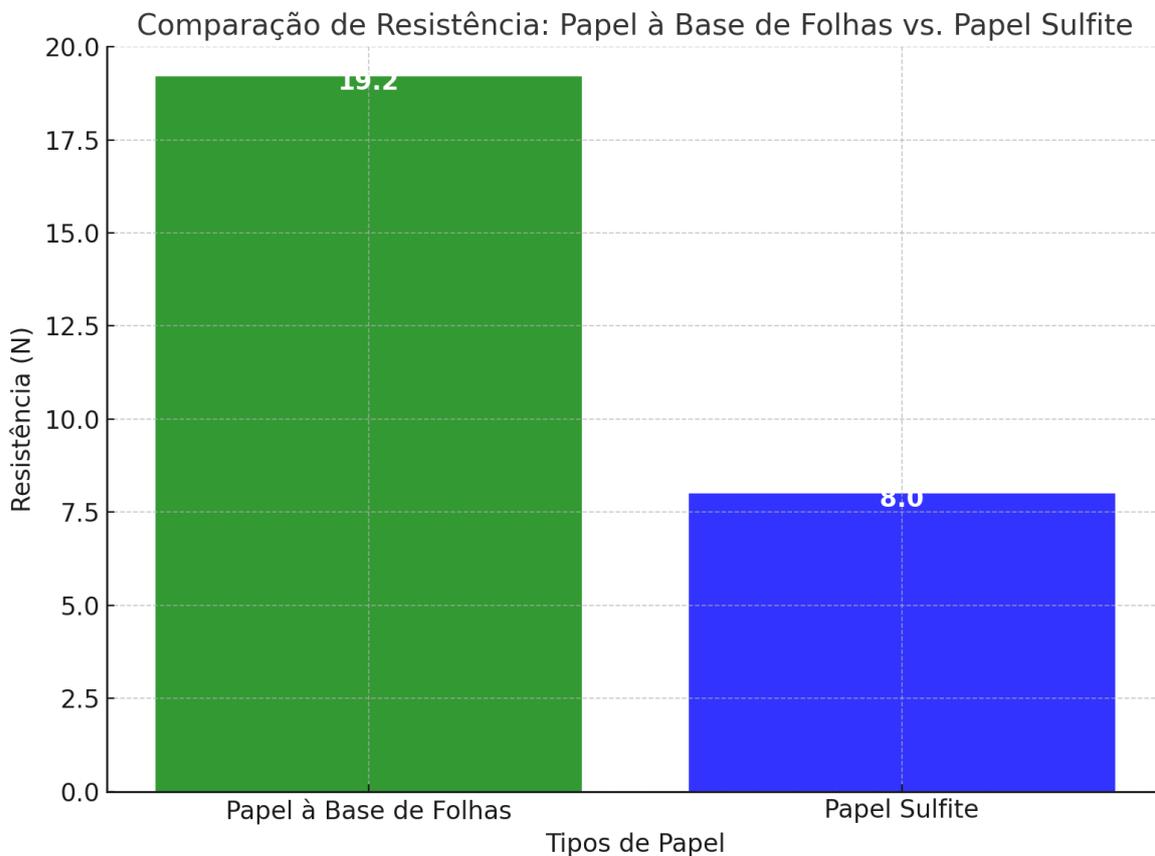
## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Gramatura



gramatura do papel à base de folhas foi medida em 73,2 g/m<sup>2</sup>, ligeiramente inferior à do papel sulfite padrão, que apresenta 75 g/m<sup>2</sup>. Essa pequena diferença indica que o material produzido, embora um pouco menos denso, apresenta características que conferem maior robustez e firmeza. A inclusão de fibras vegetais de folhas caídas e papel reciclado contribuiu para uma composição mais resistente, mesmo com gramatura próxima à de um sulfite comum.

### 2.3.2 Resistência Mecânica (Teste de Dinamômetro)



O papel à base de folhas demonstrou uma resistência significativamente superior à do papel sulfite, suportando uma carga de 19,2 N contra aproximadamente 8 N do sulfite. Essa diferença reflete a maior densidade e robustez do material produzido, reforçada pelo uso de fibras naturais e recicladas no processo. Essa característica faz com que o produto obtido seja mais adequado para aplicações que demandam alta resistência mecânica, como embalagens e sacolas artesanais, onde o sulfite seria mais suscetível ao rompimento

### 2.3.3 Avaliação Visual e Tátil

O papel foi avaliado em termos de textura, cor e cheiro. Observou-se que folhas com fibras mais longas, como as da Quaresmeira, produziram papéis mais firmes e uniformes.

### 2.3.4 Papel Semente

Para verificar a viabilidade do papel semente, foram inseridas sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*). Após o plantio, constatou-se a germinação bem-sucedida, com a desintegração do papel pela ação do clima e da água.

O papel semente foi submetido a testes de germinação, onde amostras foram colocadas em substrato úmido sob condições controladas de luz e temperatura. O crescimento de brotos foi monitorado diariamente, comprovando a viabilidade das sementes incorporadas ao papel biodegradável (Silva, 2023).

### **3 CONCLUSÃO E PERSPECTIVA**

A concepção de um material alternativo produzido a partir de folhas caídas naturalmente e componentes reutilizados culminou em um produto com gramatura de 73,2 g/m<sup>2</sup>, valor que se aproxima bastante dos 75 g/m<sup>2</sup> observados em folhas convencionais utilizadas no cotidiano. Essa produção também incluiu a incorporação de sementes selecionadas, cuja capacidade de germinação foi comprovada por testes que demonstraram o desenvolvimento bem-sucedido de mudas após a decomposição do material. O processo de desintegração do papel no ambiente contribui diretamente para a preparação do solo, criando condições favoráveis para o enraizamento e o crescimento saudável das plantas cultivadas. Tal método aproveita de forma eficiente resíduos naturais e recicláveis, oferecendo um uso diferenciado a elementos que, de outra forma, seriam descartados. A união desses aspectos resulta em uma abordagem criativa e inovadora, que não apenas substitui produtos tradicionais, mas também estimula interações positivas entre o objeto produzido e o ambiente onde será utilizado, destacando-se como uma solução prática e funcional.

#### 4.REFERÊNCIAS

UTILITA. O impacto ambiental da produção de papel e celulose. disponível em: <https://utilitaonline.com.br/colunas/impacto-celulose-recreio/> acesso em 1 de dez. de 2024.

Universidade federal de santa Maria , reaproveitar e reciclar papel, disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1897/Grigoletto\\_Izabel\\_Cristina\\_Berger.pdf](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1897/Grigoletto_Izabel_Cristina_Berger.pdf), acesso em 1 de dez. de 2024.

Acesscorp. o desperdício de papel nos escritórios e seu impacto no meio ambiente, disponível em: <https://www.accesscorp.com/pt-br/blog/o-desperdicio-de-papel-nos-escritorios-e-o-impacto-no-meio-ambiente/> acesso em 1 de dez. de 2024.

CARDOSO, 2008. O impacto ambiental da produção de papel e celulose. Disponível em: <https://utilitaonline.com.br/colunas/impacto-celulose-recreio/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

BNDES. Reciclagem de papel: uma solução sustentável. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. 2023. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3684/1/BS%2002%20Reciclagem%20de%20papel\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3684/1/BS%2002%20Reciclagem%20de%20papel_P.pdf). Acesso em: 9 nov. 2024.

SEBRAE. Como a digitalização de processos impacta os resultados da empresa. Sebrae. 2024. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/como-a-digitalizacao-de-processos-impacta-os-resultados-da-empresa,833be1541664a810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 1 dez. 2024.

IBGE. Produção, importação, exportação e consumo de papel. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. Disponível em: <https://anuario.ibge.gov.br/2023/industria/extrativa-mineral-e-de-transformacao/aeb-2023-tabelas-extrativa-mineral-e-de-transformacao/22198-papel-producao-importacao-exportacao-e-consumo.html>. Acesso em: 9 nov. 2024.

CORDEIRO, Jéssica Araújo. A indústria nacional de papel e celulose e seus impactos de produção: PGCMA, Belém, PA. Disponível em: <https://repositorio.itegam.org.br/s/itegam/item/2013>. Acesso em: 1 dez. 2024.

RSC PUBLISHING, Extraction and modification of cellulose nanofibers derived from biomass for environmental application, disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2017/RA/C7RA06713E> acesso em 1 de dez. de 2024.

MDPI, Lignin Extraction by Using Two-Step Fractionation: A Review, disponível em : <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/1/98>, acesso em 1 de dez de 2024.

OLIVEIRA, 2021. A estrutura da hemicelulose e o impacto do tratamento alcalino. Disponível em: <https://utilitaonline.com.br/colunas/impacto-celulose-recreio/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

SEBRAE Minas. Inovação sustentável: conheça 8 startups que estão fazendo a diferença. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2023. Disponível em: <https://inovacaosebraeminas.com.br/artigo/inovacao-sustentavel-conheca-8-startups>. Acesso em: 9 nov. 2024.

USP. Processos químicos industriais II , papel e celulose , 2009 , disponível em: [https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulos\\_e.pdf](https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulos_e.pdf) acesso em 20 de nov . 2024.

UNESP. Fracionamento do bagaço de cana-de-açúcar em xilana, lignina e açúcar fermentável 2020, Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/2ae3d443-9b98-4611-b844-c10343a3520c>, acesso em 20 de nov. 2024 .

IFSC . Fabricação de papel utilizando celulose extraída do bagaç de cana-de-açúcar, 2020 , Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/download/2566/1264> . Acesso em 20 de nov. 2024.

FERREIRA, 2020. O bicarbonato de sódio e sua ação no tratamento da celulose. Disponível em: <https://utilitaonline.com.br/colunas/impacto-celulose-recreio/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

BAIN & COMPANY. Sete tendências em inovação e sustentabilidade. Bain & Company. 2023. Disponível em: <https://www.bain.com/pt-br/insights/sete-tendencias-em-inovacao-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SCIENCE DIRECT. Plataforma de artigos acadêmicos e pesquisas científicas. ScienceDirect. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 19 nov. 2024.

GOOGLE SCHOLAR. Plataforma de busca de artigos acadêmicos. Google Scholar. 2023. Disponível em: <https://scholar.google.com>. Acesso em: 19 nov. 2024.

WILEY ONLINE LIBRARY. Plataforma de artigos e publicações científicas. Wiley Online Library. 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ACCESS CORP. O desperdício de papel nos escritórios e o impacto no meio ambiente. Access Corporation. 2023. Disponível em: <https://www.accesscorp.com/pt-br/blog/o-desperdicio-de-papel-nos-escritorios-e-o-impacto-no-meio-ambiente/>. Acesso em: 9 nov. 2024.

AGÊNCIA FAPESP. Experimento inédito revela detalhes sobre a interação entre lignina e celulose na parede celular vegetal. FAPESP. 2023. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/experimento-inedito-revela-detalhes-sobre-a-interacao-entre-lignina-e-celulose-na-parede-celular-vegetal/40550>. Acesso em: 11 nov. 2024.

UNESP.Repositório UNESP. 2023. Disponível em:  
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/65511741-be01-4359-bcc0-085ee78d1837/content>. Acesso em: 12 nov. 2024.

DS Smith. Como as folhas caídas podem ser usadas para fabricar papel ecológico.  
DS Smith. 2024. Disponível em: <https://www.dssmith.com>. Acesso em: 9 nov. 2024

Sustainable Paper. O papel e sua composição: A importância da celulose.  
Sustainable Paper. 2023. Disponível em: <https://www.sustainablepaper.org>. Acesso em: 9 nov. 2024

Green Matters. A reciclagem de papel: Novas abordagens e desafios. Green Matters. 2023. Disponível em: <https://www.greenmatters.com>. Acesso em: 9 nov. 2024

RECICLOTECA. Papel: história, composição, tipos, produção e reciclagem. Recicloteca. 2023. Disponível em: <https://www.recicloteca.org.br/papel-historia-composicao-tipos-producao-e-reciclagem/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

TWO SIDES BRASIL. Os benefícios da reciclagem do papel. Two Sides Brasil. 2023. Disponível em: <https://twosides.org.br/pt-br/os-beneficios-da-reciclagem-do-papel/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

MEIO SUSTENTÁVEL. Reciclagem de papel: saiba o que é, importância e como é feita. Meio Sustentável. 2024. Disponível em:  
<https://meiosustentavel.com.br/reciclagem-de-papel/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SEBRAE. Como a digitalização de processos impacta os resultados da empresa. Sebrae. 2024. Disponível em:  
<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/como-a-digitalizacao-de-processos-impacta-os-resultados-da->

[empresa,833be1541664a810VgnVCM1000001b00320aRCRD](#). Acesso em: 1 dez. 2024.

Greenpeace. (2019). *Madeira ilegal: A ligação entre a indústria de papel e o desmatamento ilegal*. Greenpeace. Disponível em: <https://www.greenpeace.org>

SILVA, 2023. Testes de germinação e viabilidade do papel semente. Disponível em: <https://utilitaonline.com.br/colunas/impacto-celulose-recreio/>. Acesso em: 15 dez. 2024.