

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROFESSORA MARIA CRISTINA MEDEIROS
Ensino Médio com Habilitação Profissional em Química

Ana Carolina Oliveira da Costa Cordeiro

Anna Mayumi Chida Aruga

Danielle Carraschi Silva

Giovanna Vieira Santana da Silva

Guilherme Cassiano

GUIA ECOLÓGICA: Piso Tátil Feito A Partir De Fibras De Coco

Ribeirão Pires

2025

Ana Carolina Oliveira da Costa Cordeiro

Anna Mayumi Chida Aruga

Danielle Carraschi Silva

Giovanna Vieira Santana da Silva

Guilherme Cassiano

GUIA ECOLÓGICA: Piso Tátil Feito A Partir De Fibras De Coco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Maria Cristina Medeiros, orientado pelo Profº Paulo César de Souza Cândido, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

Ribeirão Pires

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
CATALOGAÇÃO CENTRALIZADA
Biblioteca da ETEC Prof.^a Maria Cristina Medeiros

G943

Guia Ecológica: piso tátil feito a partir de fibras de Coco / Ana Carolina Oliveira da Costa Cordeiro; Anna Mayumi Chida Aruga; Danielle Carraschi Silva; Giovanna Vieira Santana da Silva; Guilherme Cassiano – Ribeirão Pires (SP): ETEC MCM, 2025. Monografia. 69 fls.

Formato PDF/A. Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Paula Souza, ETEC Prof.^a Maria Cristina Medeiros, Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química, Ribeirão Pires (SP).

Orientador (a): Prof. Especialista em Análise Instrumental Avançada
- Paulo César de Souza Cândido

Depósito: Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza

Modo de acesso: <http://ric.cps.sp.gov.br>

1. Guia Ecológica 2. Piso Tátil 3. Fibra De Coco 4. Serragem
I. Título II. Autores

CDD 661

Elaborado Por: Patricia Cordeiro da Silva Farias – CRB-8/7510

Candidatos:

Ana Carolina Oliveira da Costa Cordeiro

Anna Mayumi Chida Aruga

Danielle Carraschi Silva

Giovanna Viera Santana da Silva


Guilherme Cassiano


GUIA ECOLÓGICA: Piso Tátil Feito A Partir De Fibras De Coco


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Maria Cristina Medeiros – ETEC MCM - como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientador Prof. Paulo César de Souza Cândido.

Banca Examinadora:

Nome:	Diogo dos Santos Silva	
Titulação:	Professor Especialista	

Nome:	Juliana Souza da Cruz	
Titulação:	Professora	

Nome:	Marta Aparecida Sant'Anna	
Titulação:	Professora Especialista	

A Banca Examinadora deste Trabalho de Conclusão de Curso, em sessão realizada na cidade de Ribeirão Pires em 28 de Novembro de 2025, considerou os candidatos:

() APROVADOS

() REPROVADOS

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho àqueles que, de diferentes formas, estiveram ao nosso lado ao longo desta jornada. Aos nossos familiares, pelo apoio incondicional, pela paciência nos momentos de dificuldade e por acreditarem em nosso potencial, mesmo quando nós mesmos duvidamos. E, especialmente, dedicamos este trabalho a todos os momentos de esforço, persistência e superação. Cada página aqui escrita representa mais do que conteúdo: representa uma trajetória de crescimento, aprendizado e conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos familiares que nos apoiaram emocionalmente, sendo nossa fonte de inspiração. Agradecemos a nós mesmos e aos amigos que nos ajudaram de inúmeras maneiras e não deixaram o cansaço nos vencer. Agradecemos aos mestres e orientadores que não pouparam energia quanto aos ensinamentos que foram ministrados.

Gostaríamos de fazer um agradecimento especial ao Rodrigo Cordeiro, por seu apoio constante e contribuições que foram essenciais ao longo dessa jornada. Seu incentivo e presença fizeram grande diferença em nosso percurso.

Ao professor Paulo César de Souza Cândido e ao auxiliar de laboratório Antônio Carlos Carmo, nosso sincero reconhecimento e gratidão pelo comprometimento, paciência e ensinamentos valiosos que nos guiaram com firmeza e inspiração. Suas orientações foram fundamentais para a construção deste trabalho.

“Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e ele tudo fará.”

Salmos 37:5

RESUMO

O projeto intitulado Guia Ecológica tem como foco a apresentação do processo de criação simples e econômico de um piso tátil feito a partir de fibra de coco, serragem da madeira e resina epóxi. Visando a proteção do meio ambiente e a instauração de um modo de acessibilidade sustentável para deficientes visuais, o objetivo do projeto é reciclar resíduos que seriam descartados incorretamente na natureza, de forma a reduzir o acúmulo de lixo desnecessário em aterros sanitários, como o descarte anual de quatro milhões de toneladas de fibra de coco. Junto a isso, o projeto busca conscientizar a população sobre a importância da reutilização de materiais naturais e da adoção de práticas ecologicamente corretas. Assim, dada a sua versatilidade, o produto possibilita o combate à falta de acessibilidade em diversos locais de modo eficaz, sejam públicos ou privados, gerando maior segurança e melhor locomoção de deficientes visuais. Sob essa ótica, a Guia Ecológica viabiliza uma melhor inclusão em todo local em que é instaurada.

Palavras-chave: Guia Ecológica; Piso Tátil; Fibra De Coco; Serragem; Acessibilidade; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The project called Guia Ecológica presents a simple and economical process for creating tactile paving made from coconut fiber, wood sawdust, and epoxy resin. Aiming to protect the environment and establish a sustainable accessibility model for the visually impaired, the main goal is to recycle materials that would otherwise be improperly discarded in nature, reducing the accumulation of unnecessary waste in landfills, such as the disposal of four million tons of coconut fiber per year. In addition, the project seeks to raise awareness among the population about the importance of reusing natural materials and adopting environmentally friendly practices. Thus, given its versatility, the product makes it possible to effectively combat the lack of accessibility in various locations, whether public or private, leading to safety and better mobility for the visually impaired people. From this perspective, Guia Ecológica allows better inclusion in every place where they are installed.

Key Words: Guia Ecológica; Coconut fiber; Wood Sawdust; Sustainable; Accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura.....	19
Figura 2 - ODS 12: Produção e Consumo Responsáveis	19
Figura 3 - Piso tátil de alerta.....	21
Figura 4 - Dimensão do piso tátil de alerta (em milímetros)	22
Figura 5 - Dimensão do piso tátil de alerta (em milímetros)	23
Figura 6 - Dimensão do piso tátil direcional (em milímetros).....	24
Figura 7 - Medida do piso tátil direcional.....	24
Figura 8 - Piso tátil direcional em relação a outros pisos	25
Figura 9 - Estrutura do coco (Cocos nucifera).....	26
Figura 10 - Fibras lavadas e não lavadas após a secagem na estufa.....	29
Figura 11 - Fibras não lavadas.....	29
Figura 12 - Extração da madeira pinus	30
Figura 13 - Obtenção do pó de serragem	31
Figura 14 - Fórmula estrutural da celulose.....	34
Figura 15 - Fórmula estrutural da celulose.....	34
Figura 16 - Fórmula estrutural da lignina.....	35
Figura 17 - Fluxograma do processo de classificação dos resíduos	38
Figura 18 - Grupo epóxi	39
Figura 19 - 1. Éter glicídico	41
Figura 20 - 2. Éster glicídico	42
Figura 21 - 3. Glicidilamina.....	42
Figura 22 - 4. Tipo de alifático linear	42
Figura 23 - 5. Categoria alicíclica	42
Figura 24 - Fibra e serragem no molde	47
Figura 25 - Peso da resina com catalisador	47
Figura 26 - Aplicação da vaselina	48
Figura 27 - Peso do pó de serragem.....	49
Figura 28 - Peso do pó da fibra de coco	49
Figura 29 - Aplicação do pó de serragem	50
Figura 30 - Preparação do Piso Tátil.....	50
Figura 31 - Resultado final do piso tátil direcional após ser levado a estufa	51
Figura 32 - Resultado final do piso tátil de alerta após ser levado a estufa	51

Figura 33 - Fluxograma Laboratorial	52
Figura 34 - Fluxograma Industrial.....	53
Figura 35 - Fibra após secagem.....	54
Figura 36 - Teste da fibra com o béquer exposto ao ar livre e com o béquer coberto com um vidro de relógio	55
Figura 37 - Fibras após o teste com o béquer coberto com vidro de relógio.....	55
Figura 38 - Fibras após o teste com o béquer exposto ao ar livre.....	56
Figura 39 - Testes 1 e 2	57
Figura 40 - Teste 3	57
Figura 41 - Piso submerso na água	58
Figura 42 - Piso submerso após 1 dia.....	58
Figura 43 - Resultado após a submersão na água.....	59
Figura 44 - Resultado dos testes.....	59
Figura 45 - Resultado do teste final.....	60
Figura 46 - Logo do piso tátil	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem dos elementos presentes na madeira	32
Tabela 2 - Porcentagem dos elementos presentes no pó de serragem	33
Tabela 3 - Códigos e tipos de resina epóxi	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Qual a sua cidade?	65
Gráfico 2 - Necessidade do nosso produto	66
Gráfico 3 - Conhecimento de pessoas com deficiência visual.....	66
Gráfico 4 - Observação de elementos de acessibilidade na cidade do entrevistado.	67
Gráfico 5 - Dificuldade de locomoção dos deficientes visuais	68
Gráfico 6 - Avaliação da proposta do projeto	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivos Específicos.....	18
3 JUSTIFICATIVA	20
4 PISO TÁTIL.....	21
4.1 Piso Tátil de Alerta.....	21
4.1.1 Tamanho do piso tátil de alerta.....	22
4.2 Piso Tátil Direcional	23
4.2.1 Tamanho do piso tátil direcional	23
5 FIBRA DE COCO	26
5.1 Características e Propriedades.....	27
5.2 Composição Química.....	27
5.3 Processamento e Beneficiamento	27
6 PÓ DE SERRAGEM DE MADEIRA PINUS.....	30
6.1 Composição da Madeira	32
6.2 Composição do Pó de Serragem.....	33
6.2.1 Celulose.....	33
6.2.2 Hemicelulose	34
6.2.3 Lignina	35
6.3 Classificação do Pó de Serragem.....	36
6.4 Fluxograma do Processo de Classificação dos Resíduos	38
7 RESINA EPÓXI	39
7.1 O Que é Resina Epóxi	39
7.2 Composição da Resina Epóxi.....	39
7.2.1 Propriedades e características da resina epóxi	40
7.3 Tipos de Resina Epóxi.....	41

7.4 Princípio de Nomeação do Modelo de Resina Epóxi	43
7.5 Segmentos Que Utilizam Resina Epóxi	44
8. METODOLOGIA.....	46
8.1 Materiais	46
8.2 Reagentes	46
8.3 Verificação da Quantidade de Materiais Necessários no Molde.....	46
8.4 Verificação da Quantidade de Reagentes e a Quantidade Necessária para o Produto Final	47
8.5 Preparação do Molde Para o Produto Final.....	48
8.6 Produção do Piso Tátil Direcional e o Piso Tátil de Alerta	48
8.7 Obtenção do Produto Final.....	50
8.8 Fluxograma Laboratorial	51
8.9 Fluxograma Industrial	52
9 TESTES	54
9.1 Realização de Testes Com a Fibra de Coco	54
9.2 Teste de Desenvolvimento de Mofo	54
9.3 Testes 1 e 2 do Piso Tátil em Miniatura.....	56
9.4 Teste 3 do Piso Tátil em Miniatura	57
9.5 Teste na Água	58
9.6 Teste de Desmoldante.....	59
9.7 Teste em Miniatura do Piso Tátil Final.....	60
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
11 PLANO DE NEGÓCIOS	62
11.1 Relação Com o Consumidor.....	62
11.2 Fluxo de Vendas.....	62
11.3 Fornecedores.....	62
11.4 Descrição da Empresa.....	63

12 PESQUISA DE CAMPO	65
12.1 Metodologia	65
12.2 Resultados Gráficos das Pesquisas	65
12.3 Conclusão da Pesquisa de Campo.....	69
13 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual é caracterizada pela perda ou redução da capacidade visual definitiva em ambos os olhos, na qual não pode ser corrigida com cirurgias ou uso de lentes. Em virtude disso, existem 3 graus diferentes, entre eles: a baixa visão, próximo à cegueira e a cegueira total, que exigem recursos de mobilidade e treinamento para orientação. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), existem cerca de 506 mil pessoas que são incapazes de enxergar (cegos) e 6,5 milhões apresentam deficiência visual severa. Este número aponta a grande quantidade de pessoas que necessitam de um meio de acessibilidade para conseguir se locomover.

Com isso, surge a problemática inicial que os deficientes visuais enfrentam para se mobilizar em diferentes ambientes, muitas vezes ocasionado pela falta de planejamento urbano e barreiras arquitetônicas em calçadas, os quais dificultam a locomoção com bengala e a segurança do deficiente visual, ou pelo preconceito gerado por uma parcela da população para fornecer informações para indivíduos com essa condição. Como resultado, esse grupo social não consegue se locomover de forma adequada em razão dessas dificuldades.

Ademais, o Brasil enfrenta desafios para o descarte correto do coco. Estima-se que existem cerca de 186.712 hectares de cultivo de coco-da-baía (*Cocos nucifera*), com o total de 1.932.282 mil frutos (IBGE, 2023), os quais apenas 10% dos seus resíduos são reaproveitados e o resto é descartado em lixo comum, sem uma iniciativa de coleta seletiva. Com isso, o descarte incorreto pode trazer diversos impactos, como alagamentos, enchentes e a proliferação de larvas de mosquito zika vírus ou dengue (SOUZA, 2023).

Diante desse aspecto, uma das soluções encontradas para solucionar ambas as problemáticas é utilizar as fibras obtidas pelo mesocarpo do coco descartado após o consumo, para resolver o problema do descarte massivo e a redução dos impactos ambientais. Dessa forma, as fibras obtidas através do coco foram reutilizadas para a produção do piso tátil, um auxílio resistente e antiderrapante para a locomoção dessas pessoas em locais públicos e privados, tanto externos como internos.

2 OBJETIVOS

O projeto tem como principal objetivo desenvolver um piso tátil produzido à base de fibras de coco (*Cocos nucifera*) e serragem de madeira, além de analisar sua aplicabilidade em ambientes externos e internos, para garantir a sustentabilidade e conscientização do descarte incorreto do coco e da serragem.

2.1 Objetivos Específicos

Pretende-se por meio desse estudo:

- Reaproveitar as fibras de coco, inicialmente descartadas, agregando valor comercial;
- Reutilizar a serragem, transformando em pó para ser reutilizado e ter caráter antiderrapante;
- Reduzir os impactos ambientais, em razão do descarte massivo de cocos e do descarte incorreto da serragem em rios ou na queima do material.

Esse trabalho contém dois Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) diretamente ligados a esse projeto, sendo o ODS 9 de indústria, inovação e infraestrutura, promovendo uma melhor infraestrutura sustentável e acessível. E o ODS 12 de Consumo e Produção Responsável, que visa a diminuição de desperdício e melhorar a gestão de resíduos para garantir o uso e o consumo consciente dos recursos descartados.

Figura 1 - ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura



Fonte: GT Agenda 2030, 2025.

Figura 2 - ODS 12: Produção e Consumo Responsáveis



Fonte: GT Agenda 2030, 2025.

3 JUSTIFICATIVA

Cerca de 4 milhões de toneladas de coco verde são descartados no Brasil e a maior parte desse volume se transforma em resíduos. O descarte incorreto do material contribui para a sobrecarga nos aterros.

Além disso, dado a falta de conscientização da população e a escassez da sensibilidade, pessoas com deficiência visual sofrem durante seu dia a dia devido à falta de acessibilidade em locais públicos e privados, e essa falta de inclusão abre margem para diversos acidentes.

Portanto, pensando nessas questões, o projeto “Guia Ecológica” surgiu com a ideia de produzir pisos táteis a partir de matérias-primas que são descartadas, como a fibra do coco verde e a serragem.

4 PISO TÁTIL

O piso tátil é um recurso utilizado para fornecer sinalização adequada e funciona como uma linha-guia para pessoas com baixa visão ou cegos, onde permite que o indivíduo com deficiência visual receba auxílio em sua orientação e segurança durante a locomoção em calçadas e vias públicas. Os pisos têm como característica principal a presença de texturas e cores contrastantes, geralmente da cor amarela, em relação aos pisos adjacentes. Dessa forma, a implementação adequada dos pisos táteis promove a autonomia e inclusão social das pessoas com deficiência visual. Portanto, existem dois tipos: piso tátil de alerta e piso tátil direcional (Norma ABNT NBR 9050, 2015).

4.1 Piso Tátil de Alerta

O piso tátil de alerta é constituído por bolinhas em sua superfície para alertar a presença de obstáculos, desníveis, situações de risco permanente, sinalizar mudanças de trajeto e indicar a presença de degraus, rampas, escadas ou outros desvios em geral. Desse modo, o piso tátil desempenha um papel importante para a segurança e contribui para a redução de acidentes de deficientes visuais (Norma ABNT NBR 9050, 2015).

Figura 3 - Piso tátil de alerta

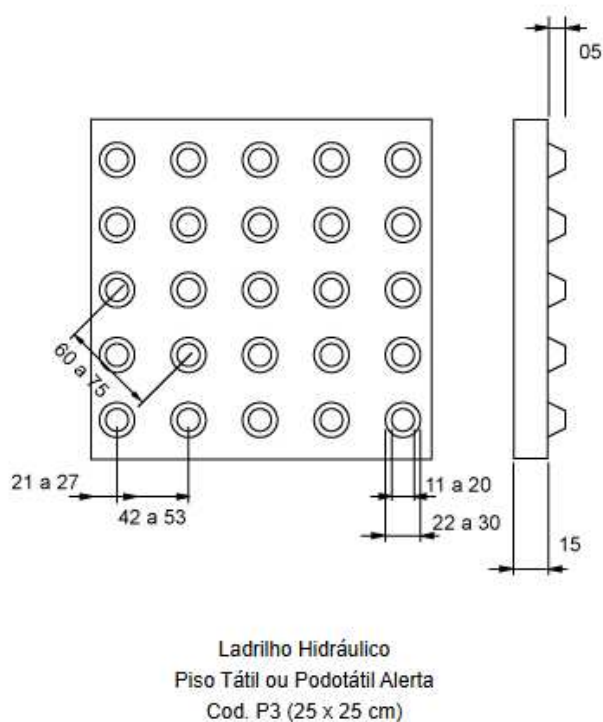


Fonte: Wordpress, 2016.

4.1.1 Tamanho do piso tátil de alerta

O tamanho recomendado do piso tátil de alerta deve possuir entre 0,25m e 0,60m na base e no topo de rampas. Sendo assim, a medida 0,25m x 0,25m é recomendada para locais com baixo fluxo de pessoas, onde há circulação <25 pessoas/metro/minuto (menos de 25 pessoas por metro em um minuto), geralmente utilizada em locais como calçadas residenciais e áreas internas de prédios comerciais com poucos visitantes. Para ambientes com alto fluxo de pessoas, a medida indicada é 0,40m x 0,40m, com a circulação ≥ 25 pessoas/metro/minuto (maior ou igual a 25 pessoas por metro em um minuto), presente em estações de metrô, terminais de ônibus, aeroportos e shoppings (Norma ABNT NBR 16537, 2016).

Figura 4 - Dimensão do piso tátil de alerta (em milímetros)



Fonte: Limestone, 2011.

4.2 Piso Tátil Direcional

O piso tátil direcional é caracterizado por possuir 3 linhas verticais e paralelas umas às outras de sinalização tátil em seu relevo para indicar direção de um percurso ou distribuição de elementos de um espaço (Norma ABNT NBR 9050, 2015). Dessa maneira, sua principal função é guiar, de forma segura, o deficiente visual e indicar o caminho a ser seguido, evitando que este desvie do seu trajeto e acabe provocando algum acidente fatal. Sua instalação deve ser feita no sentido de deslocamento das pessoas para indicar os percursos e nunca deve ser terminada em um local sem saída ou uma parede, pois pode gerar acidentes.

Figura 5 - Dimensão do piso tátil de alerta (em milímetros)

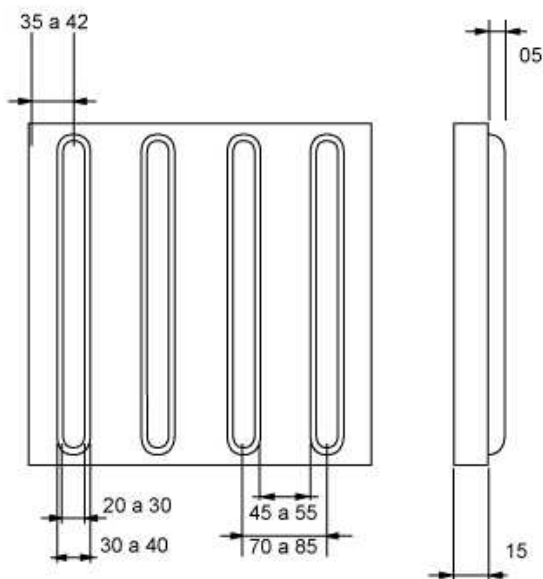


Fonte: Wordpress, 2016.

4.2.1 Tamanho do piso tátil direcional

O tamanho recomendado do piso tátil direcional deve possuir a largura (L) entre 0,25m e 0,40m, ou pelo menos três elementos de sinalização tátil. Assim como o piso tátil de alerta, a medida 0,25m x 0,25m é recomendada para locais com pouco tráfego de pessoas e a medida 0,40m x 0,40m, para o tráfego intenso (Norma ABNT NBR 16537, 2016).

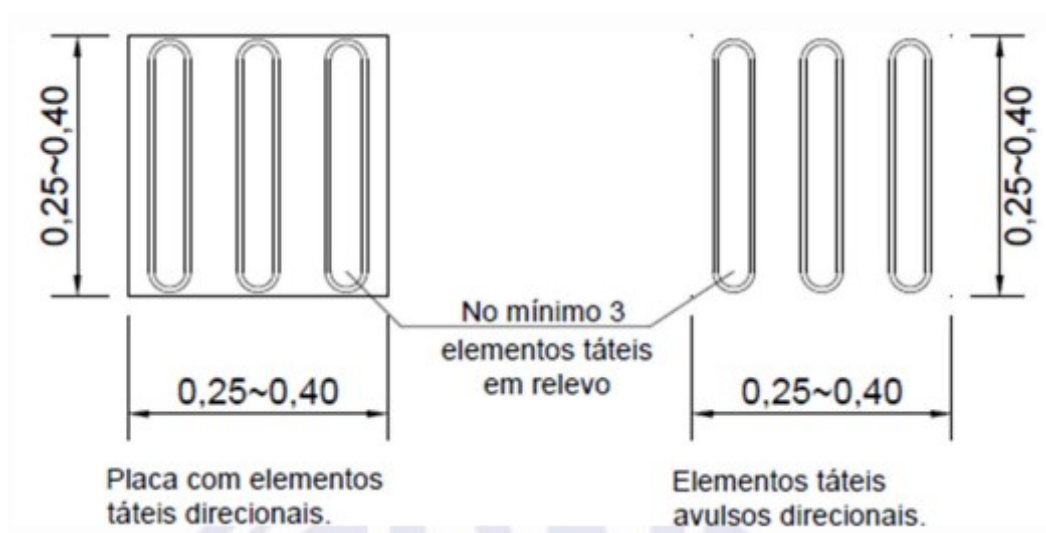
Figura 6 - Dimensão do piso tátil direcional (em milímetros)



Ladrilho Hidráulico
Piso Tátil ou Podotátil Alerta
Cod. P4 (25 x 25 cm)

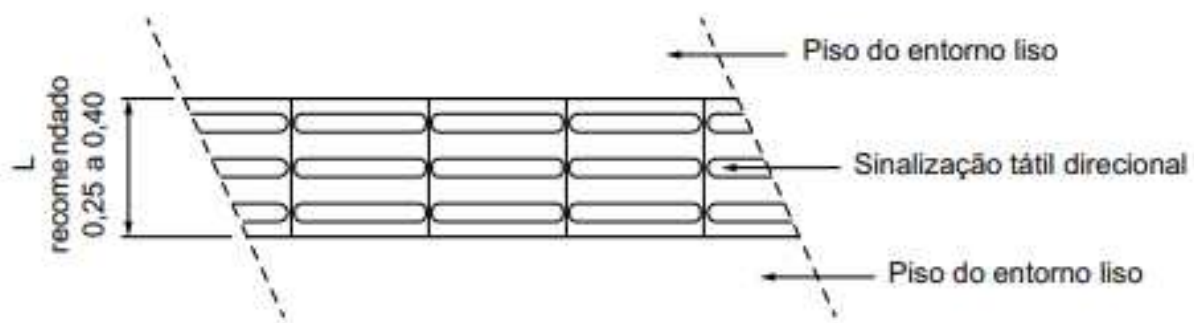
Fonte: Limestone, 2011.

Figura 7 - Medida do piso tátil direcional



Fonte: Norma ABNT NBR 16537/24.

Figura 8 - Piso tátil direcional em relação a outros pisos

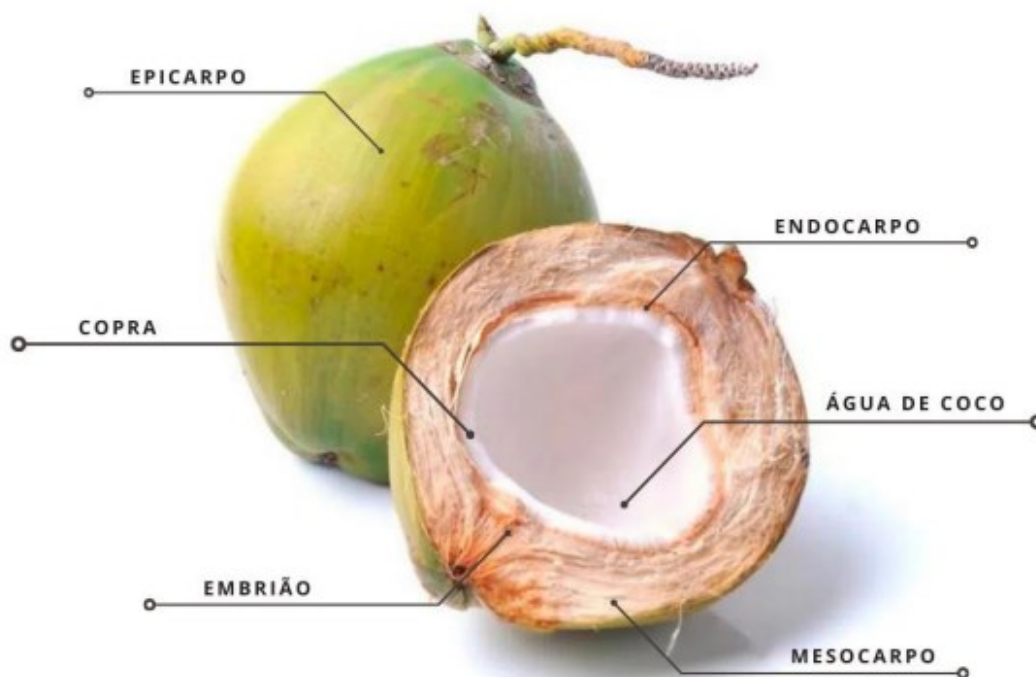


Fonte: Norma ABNT NBR 16537/24.

5 FIBRA DE COCO

A fibra de coco é uma fibra natural obtida da casca do coco verde (*Cocos nucifera* L.), e considerada uma opção sustentável para a criação de materiais com menor impacto ambiental (SILVA, LIMA, 2020). A fibra é predominantemente extraída do mesocarpo, a camada intermediária da drupa, mas também pode ser obtida do epicarpo, a camada externa do fruto. O coco é composto por três camadas: epicarpo (externa, fina e lisa), mesocarpo (intermediária, espessa e fibrosa) e endocarpo (interna, lenhosa e dura) (OLIVEIRA *et al.*, 2018). O peso médio da fruta varia entre 3 e 4 kg.

Figura 9 - Estrutura do coco (*Cocos nucifera*)



Fonte: Instituto Federal de Alagoas, 2021

A fibra de coco pode ser empregada na fabricação de tapetes e capachos, cordas especiais para navios, escovas, vassouras, enchimentos de almofadas e estofados de automóveis, entre outras aplicações (SILVA, LIMA, 2020). Quando utilizada em materiais compósitos, atua como reforço em diferentes tipos de

polímeros, incluindo poliéster, polipropileno, polietileno e polímeros biodegradáveis (PEREIRA, SOUZA, 2019). Além de reduzir a geração de resíduos, trata-se de um recurso natural, renovável e de baixo custo, o que reforça sua importância como alternativa sustentável na indústria (MARTINS, FERREIRA, 2021).

5.1 Características e Propriedades

A fibra de coco se sobressai em relação a outras fibras naturais, como juta, sisal e fibra de banana, devido ao seu maior teor de lignina, o que lhe confere maior rigidez e resistência mecânica (PEREIRA, SOUZA, 2019). Ademais, é um recurso natural, renovável e econômico, auxiliando na diminuição de resíduos sólidos quando utilizado em lugar de materiais sintéticos (MARTINS, FERREIRA, 2021). Suas características possibilitam seu uso como reforço em materiais compósitos, tanto em polímeros tradicionais quanto em biodegradáveis.

5.2 Composição Química

A fibra de coco é constituída, em sua maior parte, por celulose, hemicelulose, lignina, pectina, cera e cinzas. A celulose representa cerca de 30 a 40% da composição, proporcionando resistência à tração. A hemicelulose representa cerca de 15–20%, contribuindo para a flexibilidade da fibra. A lignina compõe cerca de 40 a 45% da fibra, conferindo rigidez e durabilidade, além de torná-la mais resistente à degradação microbiana e ao desgaste mecânico. A composição é complementada por pequenas quantidades de pectina, ceras e minerais (cinzas), que afetam a absorção de água e a durabilidade do material (PEREIRA; SOUZA, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

5.3 Processamento e Beneficiamento

O processamento da fibra de coco envolve uma série de etapas destinadas a converter a matéria-prima bruta, que é a casca do coco, em fibras de alta qualidade, apropriadas para uso industrial e comercial. Esse procedimento inclui lavagem,

secagem, decorticagem, classificação e penteamento, cada uma desempenhando uma função específica.

Primeiramente, os frutos são descascados e o mesocarpo é separado do endocarpo, um passo essencial para assegurar que somente a parte fibrosa seja empregada. A separação pode ser feita manualmente ou com o uso de máquinas, conforme a escala de produção. Posteriormente, a fibra passa pelo processo de lavagem, que tem como finalidade eliminar impurezas, resíduos de polpa e partículas de solo, assegurando que a fibra esteja limpa e isenta de microrganismos que poderiam afetar sua durabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Depois de lavadas, as fibras são secas, processo que pode ser realizado ao ar livre ou em estufas com controle de temperatura. Uma secagem apropriada é fundamental para diminuir a umidade, evitando o surgimento de fungos e bactérias, enquanto preserva a flexibilidade das fibras. Fibras que não estão completamente secas podem sofrer deformações e apresentar uma resistência mecânica reduzida.

A etapa seguinte é a decorticagem, que consiste na separação das fibras longas das curtas. As fibras longas são mais resistentes e preferidas para usos como cordas e tapetes, ao passo que as fibras curtas, embora sejam menos resistentes, são muito úteis para enchimentos e compósitos. Depois de decorticadas, as fibras passam por um processo de classificação, no qual são organizadas conforme seu comprimento, espessura e qualidade. Isso possibilita a padronização para diversas aplicações industriais.

Por fim, realiza-se o penteamento, etapa que alinha as fibras, elimina impurezas remanescentes e torna o material mais fácil de manusear. Essa fase é fundamental para aplicações em tecidos, cordas e compósitos, uma vez que fibras devidamente alinhadas proporcionam maior consistência, resistência e longevidade. Ademais, o beneficiamento pode englobar tratamentos extras, como branqueamento ou uso de conservantes naturais, a depender do propósito da fibra (PEREIRA, SOUZA, 2019).

Figura 10 - Fibras lavadas e não lavadas após a secagem na estufa



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 11 - Fibras não lavadas



Fonte: Do próprio autor, 2025.

6 PÓ DE SERRAGEM DE MADEIRA PINUS

A madeira Pinus é um material de origem orgânica, proveniente de árvores do gênero Pinus, englobando cerca de 100 espécies diferentes e corresponde a aproximadamente 30% das plantações florestais destinadas à produção de papel e celulose. No Brasil, o plantio em escala comercial teve início apenas na década de 1960, nas regiões Sul e Sudeste, com o intuito de serem cultivadas para uso e desenvolvimento da indústria de madeira, amplamente utilizada na fabricação de móveis, casas e outros segmentos do mercado (SANTOS *et al.*, 2014). Desse modo, a madeira integra o processo de reflorestamento e é valorizada por suas propriedades e qualidades específicas, tornando seu uso crescente.

Figura 12 - Extração da madeira pinus

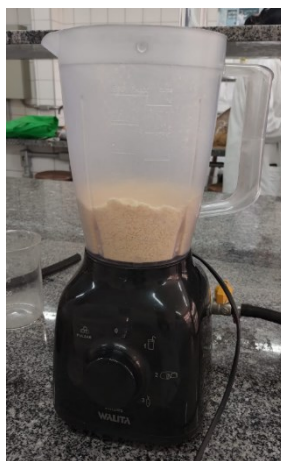


Fonte: Embrapa, 1995.

A valorização da madeira pinus ocorre devido às suas características e propriedades favoráveis. Entre elas, destacam-se a coloração clara (variando do branco ao amarelado), fibras longas, utilizadas para a fabricação de diversos tipos de papéis, alta durabilidade, resistência e ótimo custo-benefício. Trata-se ainda de um material sustentável, de rápido crescimento e grande versatilidade, amplamente utilizado na construção civil, na produção de móveis, no artesanato e em embalagens (SANTOS *et al.*, 2014).

Dessa forma, essa matéria-prima é muito utilizada pelo setor moveleiro, o que acarreta uma alta geração de resíduos, entre eles o subproduto conhecido como pó de serragem. Esse resíduo é caracterizado por suas pequenas dimensões, textura fina e granular, sendo um material renovável e biodegradável, comumente comercializado para terceiros para utilização no setor pecuário, na criação de animais como cama de forração ou em olarias, para ser queimado em fornos ou ser usado como adubo (BARUTTI, ARAÚJO, ALTOÉ, 2019).

Figura 13 - Obtenção do pó de serragem



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Porém, não existem alternativas para a reutilização a partir dos resíduos gerados, na qual os maiores consumidores de madeira, como as grandes empresas de médio e pequeno porte, frequentemente acumulam esses resíduos sem realizar análises de levantamento e gerenciamento que garantam seu descarte adequado. Como consequência, essas empresas recorrem ao uso exacerbado da incineração ou ao descarte final em rios ou vias públicas que provocam poluição do solo e da água e contribuem diretamente para a ocorrência de crimes ambientais (BARUTTI, ARAÚJO, ALTOÉ, 2019).

Como alternativa para o descarte final e o grande desperdício, foram realizados estudos com uso do pó de serragem na produção de novos materiais para a construção civil, como agregado miúdo em blocos de concreto e argamassas. Essa

solução torna o descarte mais viável economicamente e ambientalmente, minimizando a poluição e os impactos ao meio ambiente, além de agregar valor e utilizar produtos que seriam inicialmente descartados (BARUTTI, ARAÚJO, ALTOÉ, 2019). Ademais, os elevados índices de perda do material são atribuídos à falta de conhecimento básico das propriedades físicas, mecânicas e organolépticas, bem como à ausência de um gerenciamento adequado.

Além das vantagens para o meio ambiente proporcionados pela reutilização do material, estudos demonstram que o uso de pó de serragem em blocos de construção, como concreto e outros derivados, reduz o custo da obra, pois substitui parcialmente ou totalmente o agregado miúdo (areia). De forma complementar, confere ao material propriedades de menor densidade e isolamento térmico, em função da baixa condutividade térmica (SANTOS, 2004).

6.1 Composição da Madeira

Em relação à sua composição, a madeira é considerada um material orgânico e caracteriza-se por possuir fibras vegetais. Os principais elementos presentes em sua composição são: 50% de carbono (C), 6% de hidrogênio (H), 45% de oxigênio (O) e cerca de 1% de nitrogênio (N). Além disso, observa-se pequenas quantidades de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), entre outros, que constituem as substâncias minerais da madeira (KLOCK, ANDRADE, 2013).

Tabela 1 - Porcentagem dos elementos presentes na madeira

Elemento	Porcentagem
C	49% - 50%
H	6%
O	44% - 45%
N	0,1% - 1%

Fonte: KLOCK, ANDRADE, 2013.

6.2 Composição do Pó de Serragem

A composição da serragem varia de acordo com a espécie da madeira analisada. Em termos percentuais, a composição química do pó de serragem normalmente varia entre 40% e 50% de celulose, 20% e 30% de hemicelulose e 20% e 35% de lignina. Os extratos podem conter resinas, taninos ou óleos essenciais, o qual podem apresentar propriedades irritantes ou tóxicas, além da presença de substâncias minerais, como metais e sais (BANDEIRA *et al.*, 2021).

Tabela 2 - Porcentagem dos elementos presentes no pó de serragem

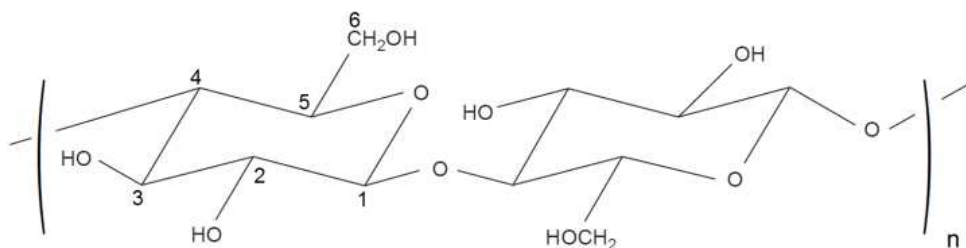
Composição	Porcentagem
Celulose	40% - 50%
Hemicelulose	20% a 30%
Lignina	20% a 35%

Fonte: BANDEIRA *et al.*, 2021.

6.2.1 Celulose

A celulose é considerada o principal componente das madeiras, com cerca de 50% de presença em sua composição. Pode ser caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular, constituído de β -D-glucose. Por ser um polissacarídeo, suas principais propriedades físicas e químicas incluem a alta resistência à tração, insolubilidade em água, biodegradabilidade e estrutura semicristalina. Além do mais, sua estrutura supramolecular, contribuem para função de componente estrutural da parede celular das plantas, conferindo rigidez e sustentação (KLOCK, ANDRADE, 2013).

Figura 14 - Fórmula estrutural da celulose



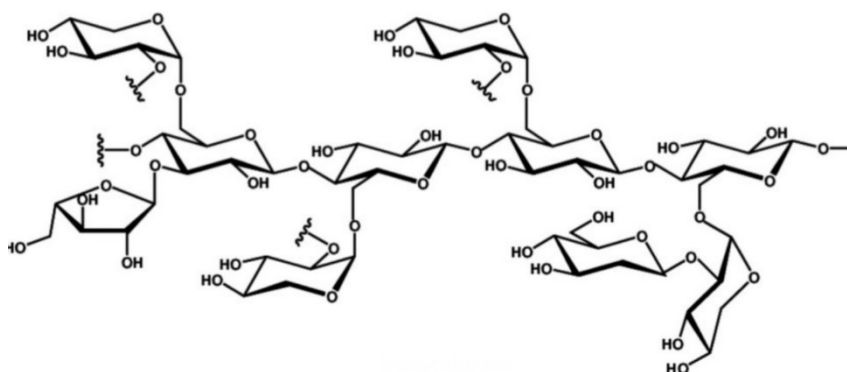
Fonte: Embrapa, 2015.

6.2.2 Hemicelulose

A hemicelulose é um polissacarídeo encontrado na parede celular de plantas, responsável pela ligação da celulose e a lignina. Em sua composição, é possível identificar diversos açúcares, como os açúcares neutros, as hexoses: glucoses, manose e galactose; as pentoses: xilose e arabinose; e ácidos urônicos (KLOCK, ANDRADE, 2013).

Suas cadeias moleculares são mais curtas em comparação a celulose e, em alguns casos, podem apresentar ramificações ou grupos laterais. A hemicelulose é considerada insolúvel em água, mas solúvel em soluções alcalinas, sendo utilizada na produção de etanol, xilitol, adesivos, medicamentos, entre outros produtos. (KLOCK, ANDRADE, 2013).

Figura 15 - Fórmula estrutural da celulose



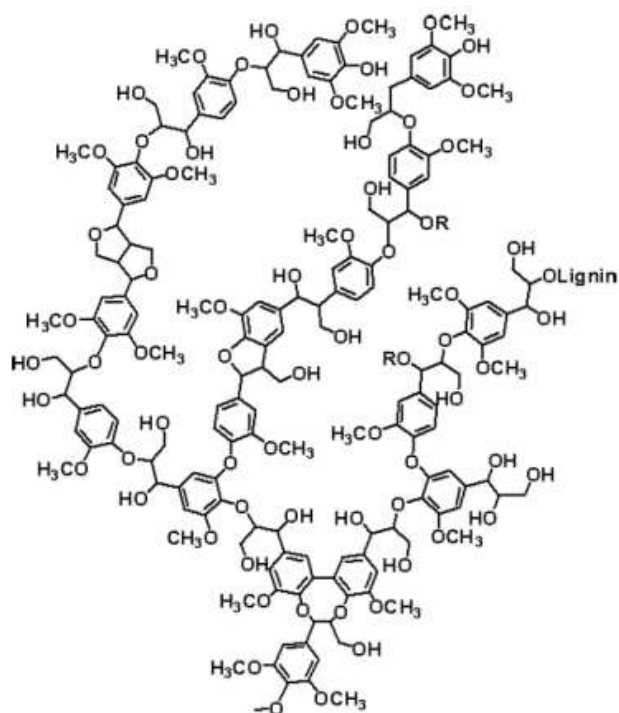
Fonte: ResearchGate, 2014.

6.2.3 Lignina

A lignina é o terceiro componente presente na madeira. Possui uma estrutura macromolecular tridimensional formada por unidades de fenilpropano que compõem um sistema aromático. Trata-se do polímero mais hidrofóbico entre os constituintes da madeira, ou seja, possui baixa afinidade com a água e tende a não absorvê-la, diferente da celulose e da hemicelulose nesse aspecto (KLOCK, ANDRADE, 2013).

Na natureza, a lignina é o composto fenólico mais abundante, atuando como um ligante entre as fibras da madeira e conferindo maior rigidez e resistência à estrutura. Ademais, é o componente da parede celular dos vegetais, juntamente aos carboidratos estruturais celulose e hemicelulose. Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede, interpenetrando as fibrilas e fortalecendo-as. Com isso, a lignina proporciona a resistência à compressão para a planta, além de fornecer rigidez à parede celular, trazendo maior proteção a ataques de microrganismos (RAMOS, 2023).

Figura 16 - Fórmula estrutural da lignina



Fonte: Universidade Federal do Paraná, 2017.

6.3 Classificação do Pó de Serragem

A Norma ABNT NBR 10004 tem como objetivo classificar os resíduos sólidos, bem como seus possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde pública, visando um melhor gerenciamento e a prevenção de acidentes.

Com isso, é necessário realizar uma análise criteriosa dos resíduos provenientes do processo ou atividade que os gerou, os resíduos são avaliados quanto aos seus constituintes e características, sendo estes comparados a listagens de substâncias e resíduos com impactos conhecidos à saúde e ao meio ambiente (Norma ABNT NBR 1000, 2004).

Dessa forma, os resíduos são classificados em:

a) Resíduos Classe I – Perigosos: são resíduos que não se enquadram como inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos);

b) Resíduos Classe II – Não perigosos: resíduos que não se enquadram como perigosos;

– Resíduos Classe II A – Não inertes: resíduos que não se enquadram na Classe I e apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

– Resíduos Classe II B – Inertes: resíduos que ao entrarem em contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, no qual nenhum de seus componentes foi solubilizado em concentrações acima dos limites estabelecidos para a potabilidade da água, além de não sofrerem quaisquer transformações físicas, químicas ou biológicas significativas.

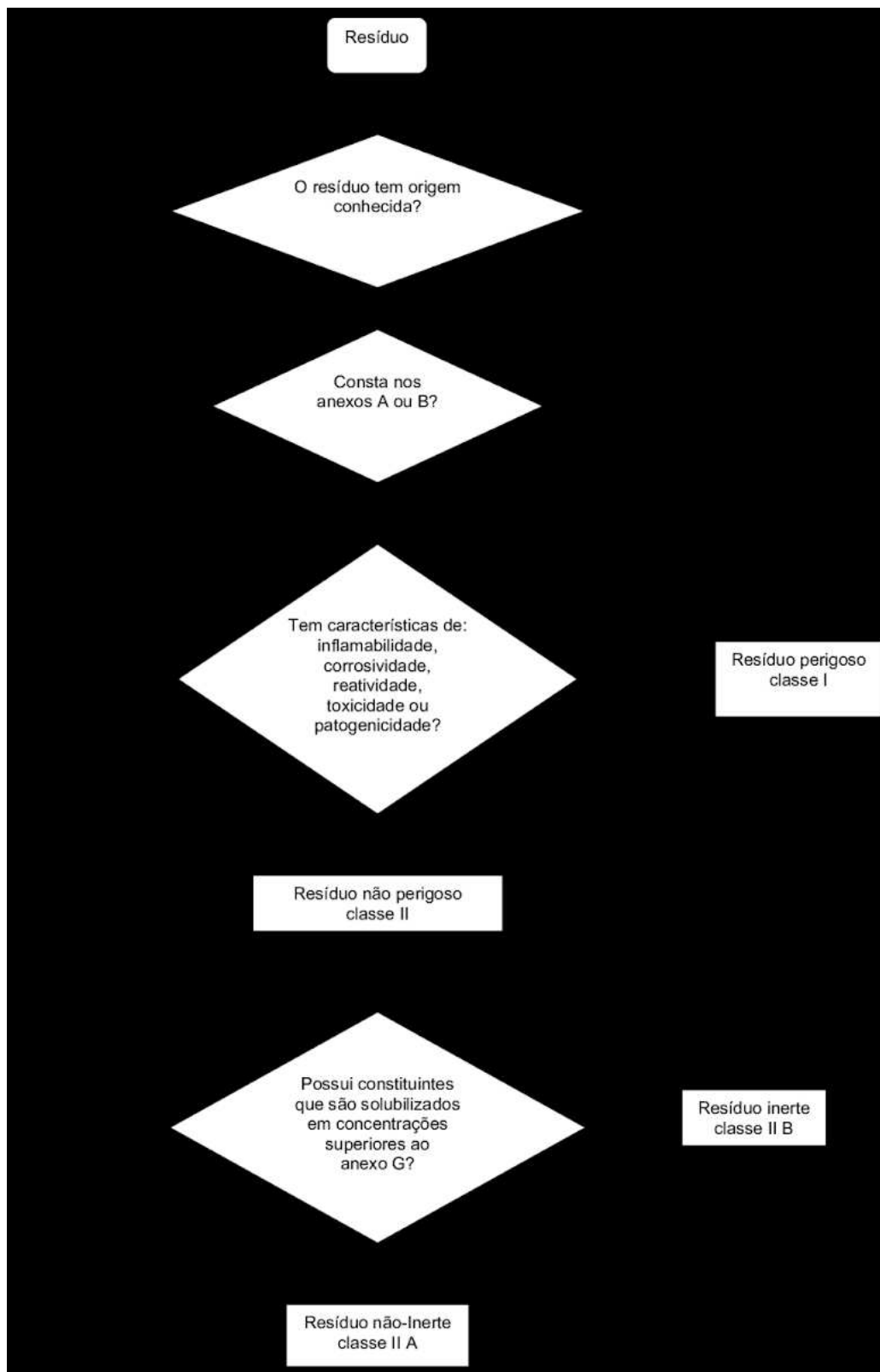
De acordo com a Norma ABNT NBR 10004 (2004), pode-se concluir que os resíduos de madeira se classificam na Classe II (“Não perigoso”), uma vez que o pó de serragem, em sua forma bruta, sem a contaminação por outros produtos químicos não apresenta características definidas na Classe I (“Perigosos”), como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Além dessa classificação, o resíduo também se enquadra na Classe II A “Não Inerte”, visto que possui propriedades como biodegradabilidade e combustibilidade,

além de apresentarem solubilidade ao serem expostos a água, o que o diferencia dos resíduos inertes da Classe II B, que não sofrem alterações em contato com a água.

6.4 Fluxograma do Processo de Classificação dos Resíduos

Figura 17 - Fluxograma do processo de classificação dos resíduos



Fonte: Norma ABNT NBR 10004, 2004.

7 RESINA EPÓXI

7.1 O Que é Resina Epóxi

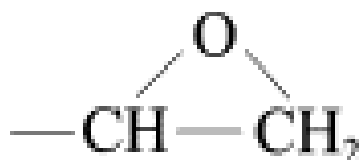
A resina epóxi é o tipo de pré-polímero orgânico que se refere a moléculas que contêm dois ou mais grupos epóxi, que ao entrar em contato com o agente catalisador endurece. A partir dessa reação, a superfície fica sólida e rígida.

Conseqüentemente, a resina epóxi é um produto bastante utilizado no mercado de interiores por ser um material que é de um revestimento resistente e durável, pode se ver o uso desse material em outros locais além dos pisos, como exemplo, em porcelanato, ardósias, pedras, adesivos, revestimentos, plástico de fundição e resina de matriz de compósitos reforçados com fibras, sendo muito utilizada em setores elétricos, químicos, mecânico, aeroespacial, automotivo e de construção (POCHTECA COREMAL, 2022).

7.2 Composição da Resina Epóxi

Os grupos epóxi estão localizados no meio da cadeia carbônica, em uma estrutura de anel ou na extremidade. Por possuírem grupos epóxi ativos em sua estrutura molecular, estes compostos podem reagir com diversos agentes de cura, formando um polímero com uma rede tridimensional, insolúvel e infusível (MIN WANG *et al*, 2014).

Figura 18 - Grupo epóxi



Fonte: ScienceDirect, 2014.

A resina epóxi é um produto químico autonivelante, ou seja, ela garante uma qualidade estética para o local e sem afetar o nivelamento. A mistura dela deve ser

feita com cuidado e geralmente a proporção é de 2L de resina para 1L de catalisador.

7.2.1 Propriedades e características da resina epóxi

- Grande variedade: Uma de suas variedades é o sistema de agentes modificadores e os agentes de cura, que podem se adaptar a uma ampla gama de aplicações mediante solicitação, permitindo a variação de líquidos de baixíssima viscosidade a sólidos de alto ponto de fusão (MIN WANG *et al*, 2014).
- Facilidade de cura: Ao selecionar uma variedade de agentes de cura, o sistema da resina epóxi pode curar quase na faixa de 0 °C a 180 °C (MIN WANG *et al*, 2014).
- Baixa contração: Com intuito de se obter um sistema não modificado, a taxa de contração do epóxi é inferior a 2%, se diferenciando de resinas de poliéster e resinas fenólicas comuns, que apresentam maior percentual de contração (MIN WANG *et al*, 2014).
- Forte adesão: Às ligações hidroxila e éter da resina epóxi, por sua natureza polar, promovem forte adesão a uma ampla gama de substâncias (MIN WANG *et al*, 2014).
- Propriedades mecânicas: A resina epóxi curada apresenta excelentes propriedades mecânicas, ou seja, uma ótima resistência à tração, à compressão, à flexão, ao impacto e um ótimo módulo de elasticidade (MIN WANG *et al*, 2014).

- Propriedades elétricas: O sistema de epóxi curado demonstra ter um bom impedimento da passagem de corrente elétrica o que o torna um bom material isolante pois é resistente a vazamentos superficiais e boa resistência a arcos (MIN WANG *et al*, 2014).
- Estabilidade química: A resina epóxi apresenta forte estabilidade química quando curada. A sua capacidade de resistir a danos e degradação quando expostas a condições ambientes ou substâncias como bases, solventes, água e ácidos se deve pela hidroxila graxa e o anel benzênico que são menos suscetíveis à erosão da base e resistentes a ácidos. A reação da resina fenólica com o hidróxido de sódio resulta na geração de sódio fenólico altamente solúvel em meio aquoso, o que ocasiona na degradação de cadeias poliméricas. Já na resina de poliéster, a hidrólise do éster leva a liberação do álcool original e no sal de sódio e ácido carboxílico (MIN WANG *et al*, 2014).
- Estabilidade dimensional: Refere-se à capacidade do material de preservar suas dimensões originais ao longo do tempo. O sistema de resina epóxi de cura apresenta excelente estabilidade dimensional e durabilidade. Essa característica é crucial para pisos, protótipos e moldes, para garantir que a peça não se desmanche, incha ou encolha após a cura (MIN WANG *et al*, 2014).

7.3 Tipos de Resina Epóxi

Existem muitos tipos de resina epóxi, elas se dividem em cinco categorias principais.

Figura 19 - 1. Éter glicidílico



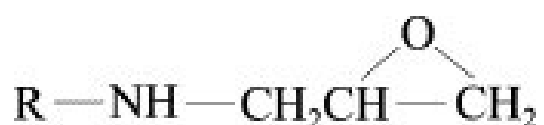
Fonte: ScienceDirect, 2014.

Figura 20 - 2. Éster glicídico



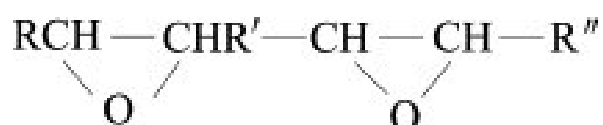
Fonte: ScienceDirect, 2014.

Figura 21 - 3. Glicidilamina



Fonte: ScienceDirect, 2014.

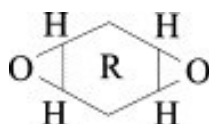
Figura 22 - 4. Tipo de alifático linear



Fonte: ScienceDirect, 2014.

5. Categoria alicíclica

Figura 23 - 5. Categoria alicíclica



Fonte: ScienceDirect, 2014.

Os tipos 1, 2 e 3 são resinas epóxi de condensação de epiclorigrina e compostos contendo átomos de hidrogênio ativos, como fenóis, álcoois, ácidos orgânicos e aminas.

Os tipos 4 e 5 são feitos de olefinas epoxidantes com ligações duplas, por ácido peracético ou peróxido de hidrogênio em baixa temperatura (MIN WANG *et al*, 2014).

7.4 Princípio de Nomeação do Modelo de Resina Epóxi

Para a nomeação da resina epóxi, se usa de um a dois alfabetos fonéticos chineses e dois algarismos arábicos para identificar os tipos e variedades de cada resina.

A primeira letra vem normalmente do nome dos principais componentes da substância em chinês, em casos que haja uma interferência com o nome de outra resina, é adicionado uma segunda letra e assim por diante. A segunda letra do modelo é o alfabeto fonético chinês da substância alterada, se tiver, caso o material não for alterado, se usa “-”. A terceira e quarta letra, são os dígitos que representam o valor do desempenho do principal produto. Por exemplo, um grau de resina epóxi, usando bisfenol A como o principal material componente, o valor de epóxi de 0,48 equivalente/100g a 0,54 equivalente/100g, enquanto a média aritmética é 0,51, a resina é chamada de “resina epóxi E-51” (MIN WANG *et al*, 2014).

Tabela 3 - Códigos e tipos de resina epóxi

CÓDIGO	TIPO DE RESINA EPÓXI	CÓDIGO	TIPO DE RESINA EPÓXI
E	Resina epóxi bis(4-hidroxifenil)propano	N	Resina epóxi fenolftaleína
ET	Resina epóxi difenolpropano modificada com titânio orgânico	S	Resina epóxi tetra-fenólica
EG	Resina epóxi difenolpropano modificada por organossilício	J	Resina epóxi resorcinol
EX	Resina epóxi difenolpropano modificada com bromo	UM	Resina epóxi triciânica
EL	Resina epóxi difenolpropano modificada com cloro	R	Resina epóxi de dióxido de biciclopentadieno
Ei	Resina epóxi de cadeia lateral de difenol propano	E	Resina epóxi de dióxido de vinila ciclohexeno
F	Resina multiepóxi fenólica	YJ	Resina epóxi de vinil ciclohexeno com dióxido de dimetilo substituído
B	Resina epóxi de glicerol	D	Resina epóxi de polibutadieno epoxidado
eu	Resina epóxi de fósforo orgânico	C	Resina de éter bis-ciclopentenílico de dióxido
H	3,4-epóxi-6-metil ciclohexano ácidos carboxílicos 3',4'-epóxi-6-metil ciclohexano metil éster	Zg	Glicerídeo graço
G	Resina epóxi de silício	Ig	Éster glicidílico naltênico

Fonte: ScienceDirect, 2014.

7.5 Segmentos Que Utilizam Resina Epóxi

A resina epóxi é utilizada em diversos setores industriais, sendo alguns deles:

- Indústria química: Essa resina é utilizada nesse setor para fazer o revestimento de tubos, produção de tintas, produção de materiais esportivos, bijuterias, catalisadores e na indústria de embalagens alimentícias;

- Tecnologia e elétrica: Usada em geradores eólicos, encapsulamento de componentes eletrônicos, placas de circuito impresso, isoladores e transformadores secos;
- Construção civil: Encontra-se em revestimento de concreto, madeira, metais e pisos.

8. METODOLOGIA

8.1 Materiais

- Balança analítica;
- Béquer;
- Erlenmeyer;
- Estufa;
- Molde;
- Papel absorvente.

8.2 Reagentes

- Catalisador;
- Fibra de coco;
- Pó de serragem;
- Resina epóxi.

8.3 Verificação da Quantidade de Materiais Necessários no Molde

Com os moldes dos pisos táteis, foi definida a quantidade de fibra de coco e pó de serragem para preencher o espaço necessário. Após a adição da fibra de coco, resultou em 15,24g, e a serragem, resultou em 18,71g. Depois deste processo, a serragem foi manuseada para fazer a trituração e peneiração das partículas mais grossas para obter o pó de serra, enquanto as fibras foram desfiadas para que as duas tivessem um melhor desempenho, durabilidade e mais resistência para o piso tátil.

Figura 24 - Fibra e serragem no molde

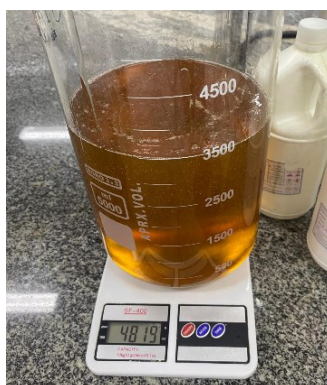


Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.4 Verificação da Quantidade de Reagentes e a Quantidade Necessária para o Produto Final

Com uma balança digital e dois béqueres de 5L, foi definida a quantidade de resina e catalisador que estava disponível. Após a medição, o peso da resina resultou em 2.395g (2,395kg), e um volume de 2.250mL (2,25L), e o catalisador, resultou em um peso de 1.211g (1,211kg), e um volume de 1.125mL (1,125L), e junção dos reagentes teve um peso de 3.606g (3,306kg) e um volume de 3.375mL (3,375L). Depois deste processo, foi decidida a quantidade de utilização da resina com o catalisador, que ficou em 1L para cada molde.

Figura 25 - Peso da resina com catalisador



Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.5 Preparação do Molde Para o Produto Final

A partir da pesagem dos materiais, iniciou-se a produção final, com a aplicação da vaselina sólida no molde, atuando como desmoldante para a retirada do piso após o processo de secagem na estufa.

Figura 26 - Aplicação da vaselina



Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.6 Produção do Piso Tátil Direcional e o Piso Tátil de Alerta

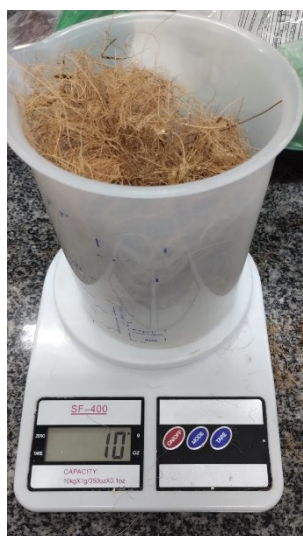
O processo iniciou com a pesagem dos materiais para ambos os pisos, onde a fibra de coco apresentou um peso de 10g, o pó de serragem um peso de 34g e a resina junto do catalisador um peso de 2060g (2,06kg). Após este processo, a serragem foi aplicada na parte da superfície do molde e, em sequência, a fibra de coco. O penúltimo processo de produção foi adicionar a resina com o catalisador, assegurando que nenhum espaço tenha ficado sem a presença do reagente e, para finalizar, foi aplicada uma fina camada de serragem. Por fim, para otimizar o processo de cura da resina, ambos os moldes foram colocados na estufa por 2 horas, em uma temperatura de 60°C. Após a secagem, os pisos foram limpos e lixados para apresentar um aspecto melhor.

Figura 27 - Peso do pó de serragem



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 28 - Peso do pó da fibra de coco



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 29 - Aplicação do pó de serragem



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 30 - Preparação do Piso Tátil



Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.7 Obtenção do Produto Final

Após o período de produção e secagem na estufa do piso tátil, o resultado foi a criação do piso de alerta com medidas de 25cm X 25cm X 2,5cm, e com o peso de 1.171g, e o piso direcional de 25cm X 25cm X 2cm e o peso de 997g.

Figura 31 - Resultado final do piso tátil direcional após ser levado a estufa



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 32 - Resultado final do piso tátil de alerta após ser levado a estufa

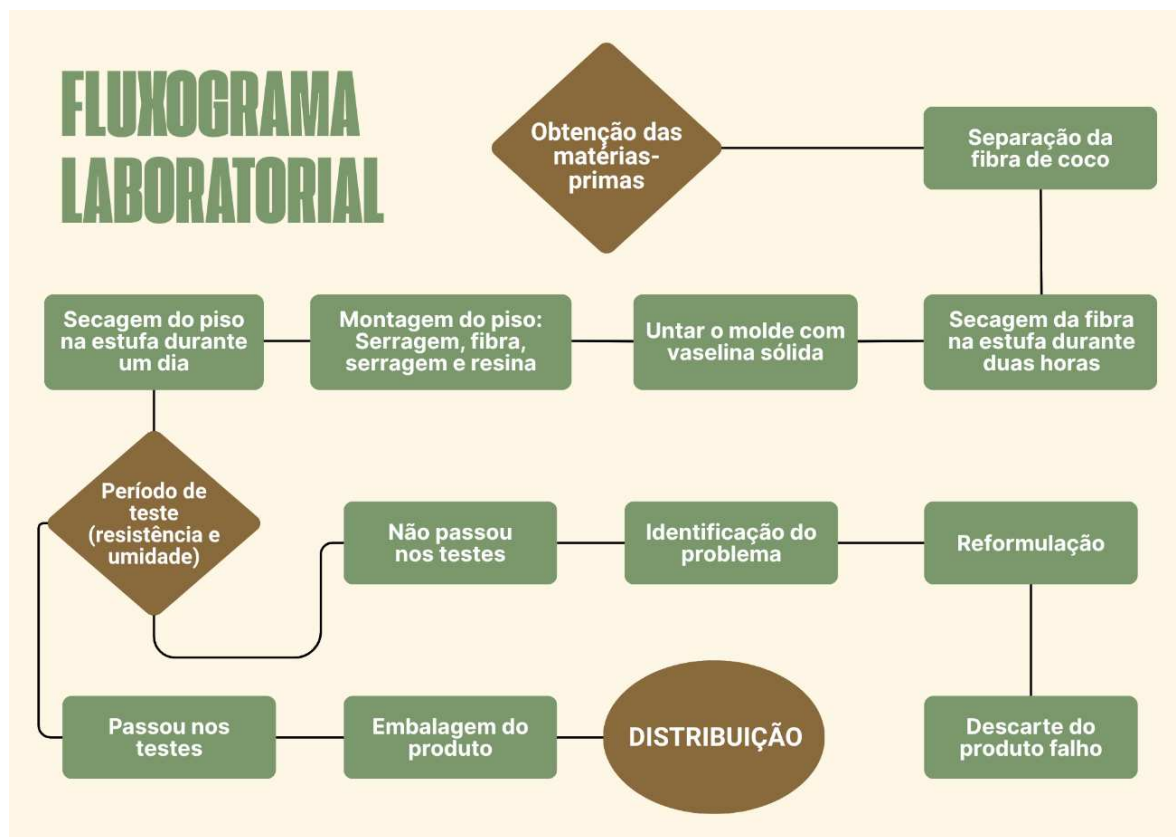


Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.8 Fluxograma Laboratorial

O fluxograma laboratorial abaixo representa, de forma objetiva, todos os processos necessários para realização do piso tátil.

Figura 33 - Fluxograma Laboratorial



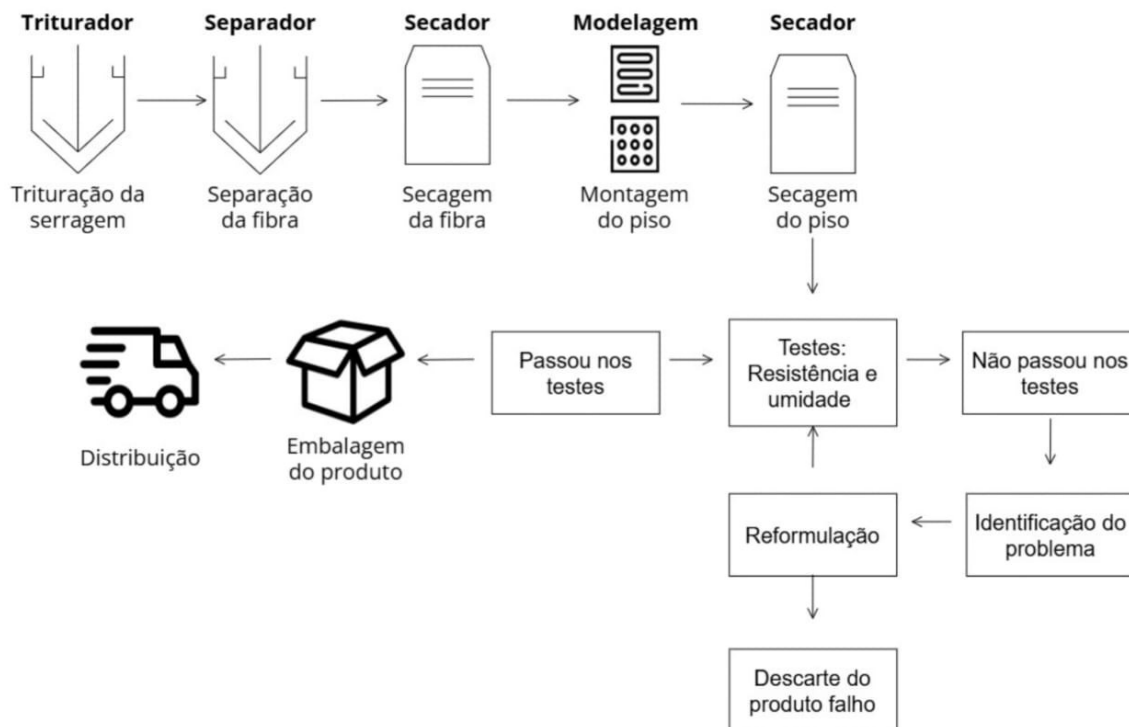
Fonte: Do próprio autor, 2025.

8.9 Fluxograma Industrial

O fluxograma industrial abaixo representa, de forma objetiva, todos os processos necessários para realização do piso tátil em maior escala:

Figura 34 - Fluxograma Industrial

FLUXOGRAMA INDUSTRIAL



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9 TESTES

9.1 Realização de Testes Com a Fibra de Coco

Após a realização da coleta dos cocos das barracas que o comercializam, foi feito o processo de abertura com uma serra de mão para retirar as partes mofadas e estragadas e obter as fibras de coco a partir do mesocarpo. O primeiro teste foi o processo de secagem na estufa, onde uma parte da fibra foi lavada com água de torneira, e a outra ficou em seu estado natural. Assim, ambas foram colocadas em diferentes recipientes de metal para serem levadas a estufa por 2 horas, a uma temperatura de 120°C. Nisso, colocou-se a fibra lavada na parte inferior da estufa, apresentando uma textura seca, com menor espessura e maior facilidade para ser separada e desfiada, enquanto a fibra não lavada, colocada na parte superior da estufa, apresentou uma textura úmida e unida, com dificuldade para ser separada.

Figura 35 - Fibra após secagem



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.2 Teste de Desenvolvimento de Mofo

O teste da secagem foi realizado novamente com duas amostras das fibras não lavadas. Após o teste, ambas foram armazenadas em dois béqueres, expostas a condições ambientais, uma com vidro de relógio tampando o béquer, e outra sem

nada na superfície. Após 10 dias do teste, ambas as amostras apresentaram mofo nas fibras.

Figura 36 - Teste da fibra com o béquer exposto ao ar livre e com o béquer coberto com um vidro de relógio



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 37 - Fibras após o teste com o béquer coberto com vidro de relógio



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 38 - Fibras após o teste com o béquer exposto ao ar livre

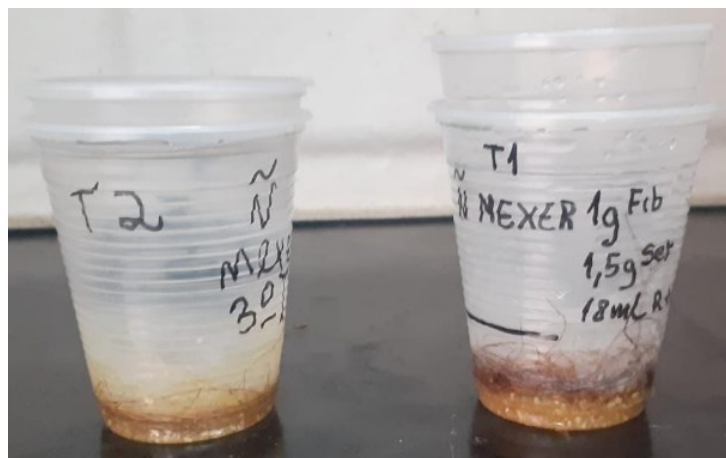


Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.3 Testes 1 e 2 do Piso Tátil em Miniatura

Foram realizados dois testes pequenos em copos descartáveis com fibra de coco, serragem e resina, onde um teste possuía o spray desmoldante e outro não possuía nenhum tipo de desmoldante. Para iniciar os testes, foi separado e pesado a fibra de coco e serragem e, em seguida, a mistura da resina e o catalisador foi adicionada. O teste 1 possui 1g de fibra de coco, 1,5g de pó de serragem e 18mL de resina, o teste 2 possui 0,8g de fibra de coco, 1g de serragem e 18mL de resina. Após um período de 24 horas, ambos os testes falharam, tanto o teste 1 e o teste 2 grudaram no copo descartável independentemente da presença do spray desmoldante.

Figura 39 - Testes 1 e 2



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.4 Teste 3 do Piso Tátil em Miniatura

Foi realizado outro teste, em um béquer de polipropileno utilizando óleo de cozinha para verificar se a resina aderiria ao material. O teste não obteve sucesso, em relação ao desmoldante utilizado, pois a resina grudou no plástico, dificultando sua retirada. Porém, o teste apresentou uma boa consistência e resistência a impactos. A amostra foi composta pelas seguintes medidas: 1g de fibra de coco; 1,5g de pó de serragem e 18mL de resina.

Figura 40 - Teste 3



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.5 Teste na Água

Foi realizado com o teste 3, um teste com o objetivo de analisar a resistência do piso tátil à exposição à água. Em um espaço de tempo de 24 horas, o piso ficou submerso em copo plástico descartável com água em temperatura ambiente, e não apresentou absorção de água, deslocamento do material ou reagente, e manteve a coloração inicial.

Figura 41 - Piso submerso na água



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 42 - Piso submerso após 1 dia



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Figura 43 - Resultado após a submersão na água



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.6 Teste de Desmoldante

Em um béquer de polipropileno, foi realizado dois testes com a vaselina, um tendo a presença do spray desmoldante, e outro apenas a vaselina, a fim de verificar se a resina iria grudar na superfície. Os testes foram bem-sucedidos, pois em nenhum caso a resina aderiu ao béquer. Porém, o primeiro teste, por conter o spray desmoldante junto a vaselina, não apresentou uma secagem correta e a resina apresentou um aspecto menos rígido.

Figura 44 - Resultado dos testes



Fonte: Do próprio autor, 2025.

9.7 Teste em Miniatura do Piso Tátil Final

Foi realizado mais um teste, com o intuito de criar uma versão reduzida do produto final, foram utilizados: 1g de fibra de coco; 3,5 de serragem e 18mL de resina. O processo iniciou com a preparação de um béquer de polipropileno com o desmoldante e a adição dos materiais e reagentes no béquer. Após este passo, foi utilizada a estufa por uma hora e meia, em uma temperatura de 60°C, para uma secagem mais rápida. Dessa forma, a amostra demonstrou um resultado positivo após se desgrudar do béquer, pois comprovou a eficácia da vaselina sólida e apresentou boas características físicas, como resistência e durabilidade.

Figura 45 - Resultado do teste final



Fonte: Do próprio autor, 2025.

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização de todos os testes, foram realizadas análises para comparação do piso tátil realizado em laboratório com as características encontradas anteriormente. Os resultados obtidos demonstraram desempenho satisfatório.

Após as análises, podemos afirmar que o produto desenvolvido, apresenta as seguintes características:

- Alta resistência;
- Material ecológico e sustentável;
- Boa aderência;
- Durabilidade elevada;
- Impermeável e resistente à umidade.

O piso tátil apresenta a resistência física desejada, pois os testes comprovam que é capaz de suportar esforços e desgastes sem apresentar deformações significativas. Além disso, é produzido a partir de resíduos naturais – fibra de coco e serragem –, o que contribui para a redução de resíduos sólidos. Com isso, pode-se concluir que os resultados foram satisfatórios, sendo uma alternativa ecológica e segura, favorecendo a acessibilidade e a sustentabilidade.

11 PLANO DE NEGÓCIOS

11.1 Relação Com o Consumidor

A relação com o consumidor é uma parte fundamental de todas as empresas e, pensando nesse aspecto, a empresa Guia Ecológica visa construir laços fortes com os nossos compradores, transmitindo lealdade, confiança e clareza.

Por tratar-se de um piso tátil destinado à instalação direta na fundação de áreas em construção, essa empresa tem como público-alvo prefeituras e construtoras que desejam tornar os espaços mais acessíveis e inclusivos para aqueles com alguma deficiência que enfrentam dificuldades de locomoção.

Além disso, a empresa fornecerá suporte através de chats, e-mails e redes sociais, caso haja alguma dúvida sobre o produto ou como implementar ele na sua construção. Junto a isso, serão disponibilizadas informações sobre os benefícios de garantir espaço inclusivo e seguro para a população, reforçando a credibilidade da empresa e a valorização do produto.

11.2 Fluxo de Vendas

As vendas dos produtos serão feitas em grande escala, os produtos serão vendidos em depósitos de construção ou direto com o fabricante em vendas online. O preço para duas unidades (sendo um piso tátil direcional e o outro de alerta), será de aproximadamente 20 reais e terá um lucro de 63,3%.

No mercado atual, não se tem muitos concorrentes, e o piso feito a partir da fibra do coco e da serragem se destacará no mercado, por ser sustentável ao contrário dos de plásticos e tendo uma maior resistência comparado aos de concreto.

11.3 Fornecedores

Para o adquirento das matérias-primas, a empresa Guia Ecológica terá parcerias estratégicas.

A primeira parceria estratégica será com quitandas, pastelarias e restaurantes, com o objetivo de adquirir os cocos verdes (Cocos nucifera) que seriam descartados por esses locais, para reutilizar suas fibras para a produção dos pisos táteis.

A segunda parceria será com marcenarias, visando obter a serragem que seria descartada por elas, utilizando-a como agente antiderrapante do piso.

A terceira parceria será com empresas que fabricam resina epóxi, tendo como o objetivo a compra direta e em larga escala da resina com o fornecedor, o que permitirá adquiri-la por um preço mais acessível do que em depósitos ou com revendedores.

Portanto, os cocos e a serragem seriam adquiridos gratuitamente, por se tratar de materiais sem utilidade para esses estabelecimentos e que anteriormente seriam descartados. Com isso, a empresa consegue obter as principais matérias-primas sem custos adicionais. Já a resina seria adquirida por uma quantia X em dinheiro, no entanto não seria um gasto que elevaria exuberantemente o preço do produto final.

11.4 Descrição da Empresa

A empresa escolheu o nome “Guia Ecológica” para reforçar seus ideais, sendo o “Guia” para referenciar o desejo de guiar pessoas e empresas para serem mais inclusivos, e o “Ecológica” para mostrar o compromisso com o meio ambiente ao usar materiais que anteriormente seriam descartados.

Os valores e a visão da empresa concentram-se na promoção de uma sociedade mais inclusiva e sustentável. Essas informações são divulgadas de forma transparente aos clientes, com o objetivo de fortalecer a credibilidade da empresa e construir uma imagem sólida, íntegra e livre de polêmicas.

A ideia de criar essa empresa surgiu a partir de observações de dois amigos sobre as dificuldades de locomoção de pessoas com deficiências visuais. A partir disso, estabeleceu-se uma parceria entre ambos, resultando na criação da empresa Guia Ecológica (que produz os pisos) e a ArquéStudios (que faz a arquitetura do local para se ter a maior acessibilidade possível).

Figura 46 - Logo do piso tátil



Fonte: Do próprio autor, 2025.

12 PESQUISA DE CAMPO

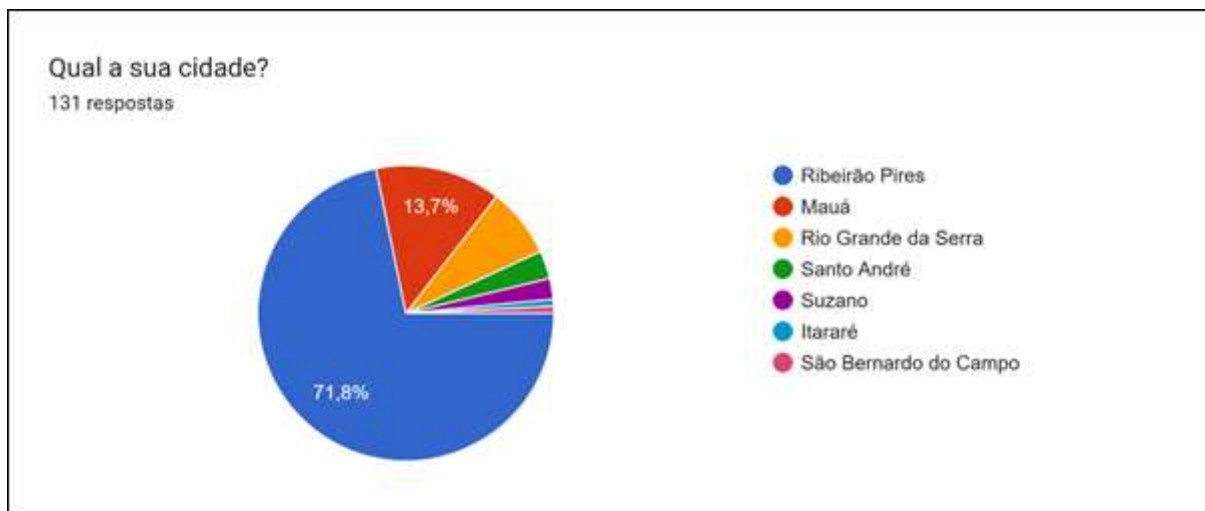
12.1 Metodologia

Ao realizar a pesquisa de campo para levantar dados dos conhecimentos dos entrevistados, foram obtidas cerca de 131 respostas entre os meses de maio e julho de 2025. A pesquisa foi realizada através de um formulário no Google Forms, para ajudar a avaliar a necessidade do piso tátil e as dificuldades enfrentadas por deficientes visuais.

12.2 Resultados Gráficos das Pesquisas

A pesquisa de campo foi realizada pela internet através do Google Forms. O formulário foi divulgado nas redes sociais, obtendo um total de 131 respostas:

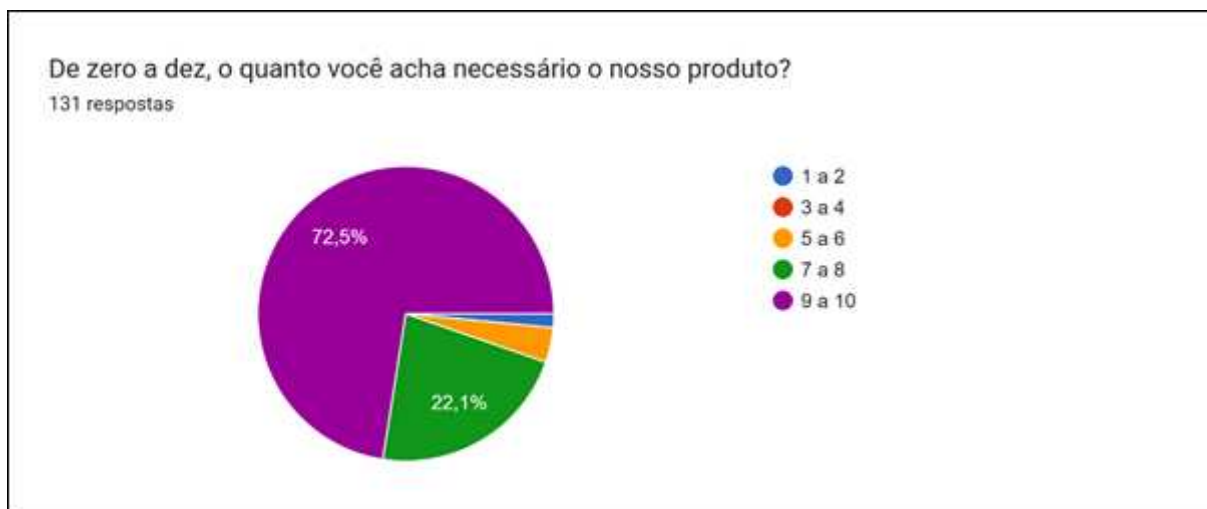
Gráfico 1 - Qual a sua cidade?



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Dos 131 respondentes, a grande maioria, 71,8%, afirmou residir na cidade de Ribeirão Pires, seguida por Mauá, com aproximadamente 13,7%. Isso ressalta a importância de considerar a realidade local para identificar a presença de elementos de acessibilidade.

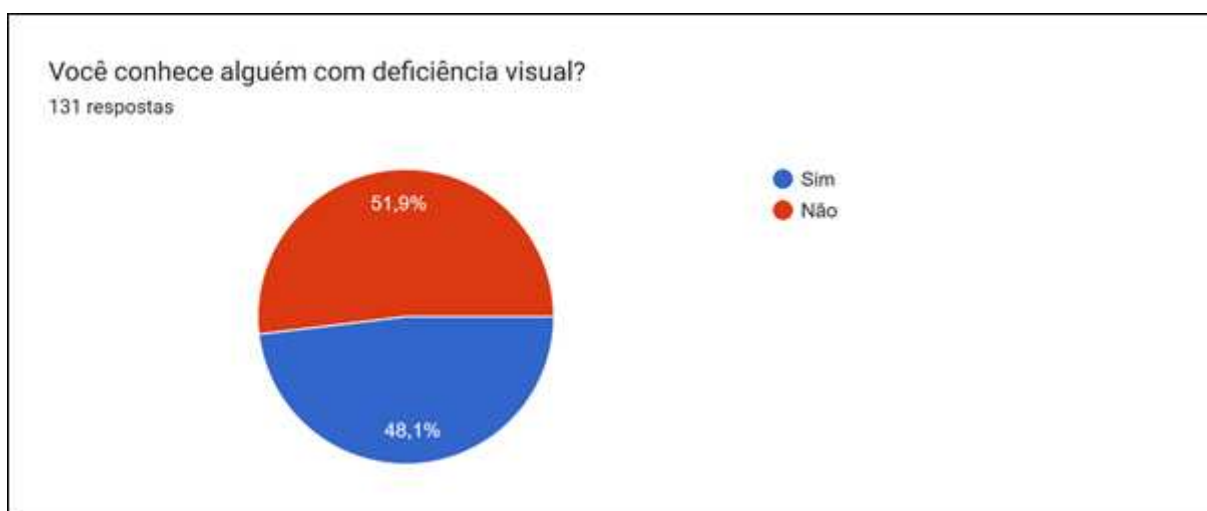
Gráfico 2 - Necessidade do nosso produto



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Entre as respostas sobre a necessidade do nosso produto, a maior parte dos participantes, cerca de 94,6% avaliaram a necessidade de 7 a 10. Esses dados demonstram uma percepção positiva em relação à proposta, indicando que a maioria reconhece a importância de soluções voltadas à acessibilidade.

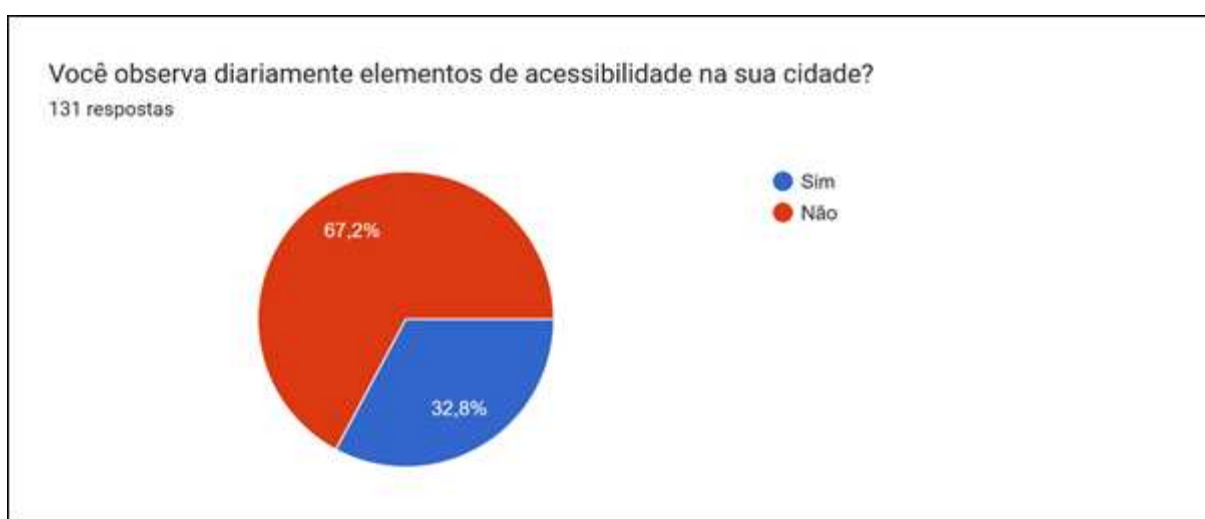
Gráfico 3 - Conhecimento de pessoas com deficiência visual



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Diante do conhecimento de pessoas com deficiência visual, as respostas apresentaram uma divisão relativamente equilibrada, onde 51,9% desconhecem pessoas com deficiência visual, enquanto 48,1% conhecem. Embora que a grande parte não tenha contato direto com esse público, uma parcela possui contato com deficientes visuais, o que reforça a importância de conscientizar sobre a inclusão e a acessibilidade em espaços internos e externos.

Gráfico 4 - Observação de elementos de acessibilidade na cidade do entrevistado



Fonte: Do próprio autor, 2025.

67,2% dos correspondentes relatam não observar elementos de acessibilidade em sua devida cidade, enquanto 32,8% responderam que sim. Isso destaca a necessidade de ferramentas de inclusão, pois a grande maioria observa sua ausência.

Gráfico 5 - Dificuldade de locomoção dos deficientes visuais



Fonte: Do próprio autor, 2025.

O gráfico aponta que 75,6% dos entrevistados presenciaram ou conhecem alguém que tenha presenciado alguma dificuldade de locomoção. Esses dados sugerem a falta de suporte necessário que os deficientes visuais enfrentam diariamente para realizar suas tarefas.

Gráfico 6 - Avaliação da proposta do projeto



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Sobre a avaliação da proposta do nosso projeto, a grande parte dos entrevistados, 87%, avaliaram nosso projeto como “muito bom”; 12,2% como “bom”; 0,8% como “não faz diferença para mim”. Esses dados indicam que a proposta foi bem recebida pelos respondentes.

12.3 Conclusão da Pesquisa de Campo

Conforme a pesquisa de campo, 80,9% dos respondentes são jovens de até 18 anos, os quais trazem à tona a observação de elementos de acessibilidade em suas cidades. Essa percepção é relevante para compreender a locomoção dos deficientes visuais, visto que cerca 48,1% dos participantes conhecem alguém com essa condição.

Com base nas respostas coletadas, observa-se que na região do ABC ainda apresenta uma limitação em termos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual, o que dificulta a locomoção desses indivíduos. No entanto, o grupo concluiu que a criação de um piso tátil feito a partir de fibras de coco seria uma alternativa viável e sustentável para garantir a mobilidade segura e promover a inclusão social.

13 CONCLUSÃO

Com base nos estudos, experimentos e análises realizadas ao longo do desenvolvimento deste projeto, conclui-se que o piso tátil produzido a partir da fibra de coco e da serragem de madeira apresentou resultados satisfatórios. O produto demonstrou boa resistência, durabilidade e a possibilidade de aplicação tanto em ambientes internos quanto externos, sendo uma alternativa sustentável e funcional aos modelos convencionais existentes no mercado, com a contribuição direta para redução de impactos ambientais e para o incentivo à economia circular.

Diante dos resultados obtidos através da pesquisa de campo, foi possível identificar a relevância do projeto para a sociedade de modo geral, pois é visto que grande parte dos entrevistados reconhece a importância de soluções voltadas à acessibilidade e à sustentabilidade. Com isso, o piso tátil feito a partir de fibras de coco representa um avanço social e alternativa para pessoas com deficiência, promovendo a inclusão e incentivando práticas mais conscientes no uso de recursos naturais. Dessa forma, o projeto Guia Ecológica reforça a importância da inovação e da responsabilidade ambiental no desenvolvimento de novos projetos ecológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16537: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://ampid.org.br/site2020/wp-content/uploads/2024/01/NBR-16537-2024.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://acessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA_NBR-9050.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

BANDEIRA, Joyce Da Silva *et al.* **Potencial aplicação do pó de serragem como aditivo para controle das propriedades reológicas e de filtração de fluidos de perfuração aquosos**. Anais do IV CONEPETRO E VI WEPETRO. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/75400>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

BARUTTI, Amanda Natasha Rossato; ARAÚJO, João Vitor Pires de; ALTOÉ, Silvia Paula Sossai. **REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO PÓ DE SERRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. APLICAÇÃO EM ENCHIMENTO DE LAJES PRÉ-FABRICADAS**. Revista de Engenharia e Tecnologia, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13037/209209211478>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Coco-da-baía**. IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/br>. Acesso em: 25 de jul. de 2025.

KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato de. **Química da Madeira**. Universidade Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

MARTINS, J.; FERREIRA, L. **Fibra de coco: propriedades e aplicações em materiais compósitos**. Revista Brasileira de Engenharia, v. 12, n. 3, p. 45-56, 2021.

MIN WANG, Ru *et al.* **Matérias da matriz**. ScienceDirect, 2014. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/epoxy-resin#:~:text=2\)%20%C3%89ter%20diglicid%C3%ADlico%20do%20bisfenol,estrutural%20%C3%A9%20mostrada%20a%20seguir.&text=Na%20f%C3%B3rmula%2C%2](https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/epoxy-resin#:~:text=2)%20%C3%89ter%20diglicid%C3%ADlico%20do%20bisfenol,estrutural%20%C3%A9%20mostrada%20a%20seguir.&text=Na%20f%C3%B3rmula%2C%2)

On%20=%200%20~,resina%20ep%C3%B3xi%20bisfenol%20A%20artesanal. Acesso em: 11 de out. de 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Data reafirma os direitos das pessoas com deficiência visual.** Portal MEC, 2017. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/45981>. Acesso em: 25 de jul. de 2025.

OLIVEIRA, R. et al. **Estrutura e composição do fruto do coco: implicações para extração de fibra.** Revista de Ciências Agrárias, v. 39, n. 2, p. 101-110, 2018.

PEREIRA, A.; SOUZA, M. **Propriedades mecânicas e composição química da fibra de coco comparadas a outras fibras naturais.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 29, n. 4, p. 200-208, 2019.

Pochteca Coremal. **Resina epoxi: o que é, para que serve e como utilizá-la: confira as dicas.** Pochteca Coremal, 2022. Disponível em: <https://brasil.pochteca.net/o-que-e-resina-epoxi/>. Acesso em: 11 de out. de 2025.

RAMOS, Thiago Borin. **AVALIAÇÃO DO USO DE SERRAGEM PARA PRODUÇÃO DE MATERIAL COMPOSITO COM APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Universidade Federal de Santa Maria, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/28599/Ramos_Thiago_Borin_2023_TC_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 de out. de 2025.

SANTOS, Alvaro Figueredo dos *et al.* **Cultivo de Pínus.** Embrapa, 2014. Disponível em: <https://share.google/DNtEgmat3PlciaUcv>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

SANTOS, Raquel do Carmo. **Serragem substitui materiais da construção civil.** Jornal Unicamp, 2004. Disponível em: https://unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/dezembro2004/ju275pag8a.html. Acesso em: 20 de out. de 2025.

SILVA, F.; LIMA, R. **Aplicações sustentáveis da fibra de coco.** Revista Engenharia Verde, v. 5, n. 1, p. 15-24, 2020.

SOUZA, Flávio Silva de *et al.* **Os impactos da casca do coco verde frente a ODS11.** Portal Sustentabilidade, 2023. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2023/08/03/os-impactos-da-casca-do-coco-verde-frente-a-ods11>. Acesso em: 25 de jul. de 2025.