

MADEIRA ECOLÓGICA DE BAIXO CUSTO, PRODUZIDA A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DOS REJEITOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA, E ELABORADA COM A COMBINAÇÃO DO BIOPOLÍMERO ADESIVO DA MANDIOCA E DO REVESTIMENTO NATURAL DO MANDACARU COM O COCO – PROJETO MADERBIO



Autor¹: Antonio Matheus Monteiro Lopes

Autora²: Marianne Martins Farias Vieira de Lima

Orientador: Francisco Renato Moreira da Silva

EEEP ANTONIO RODRIGUES DE OLIVEIRA - 14^a CREDE

criatividade e inovação
FEBRACE

INTRODUÇÃO/PROBLEMÁTICA

A indústria madeireira desempenha um papel importante na economia, empregando cerca de 1 milhão de pessoas (IBGE, 2023). No entanto, suas práticas estão associadas a graves impactos ambientais. Além disso, cerca de 30% da matéria-prima é perdida, sendo frequentemente descartadas de forma insustentável, intensificando a pressão sobre ecossistemas como a Caatinga, Cerrado e Amazônia.

OBJETIVO

Desenvolver uma madeira ecológica, de baixo custo, eficiente e sustentável a partir dos resíduos descartados, promovendo a valorização do rejeito, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais dessa atividade industrial.

METODOLOGIA



Imagem 01: Cana-de-açúcar
Fonte: Autores (2025)



Imagem 02: Bananeira
Fonte: Autores (2025)



Imagem 03: Mandioca
Fonte: Autores (2025)



Imagem 04: Serragem
Fonte: Autores (2025)

Amostras		Tempo de secagem	Teor de água	Abundância estimada
Bananeira	Pseudocaule	38 min	88,00 %	0,9 a 1,1 g/cm ³
	Pseudocaule fibroso	32 min	84,80 %	
Mandioca		31 min	70,12 %	0,4 a 0,5 g/cm ³
Cana-de-açúcar	Bagaço sem casca	40 min	90,50 %	0,6 a 0,8 g/cm ³
	Bagaço com casca	45 min	94,10 %	
Serragem		15 min	8,30 %	-

Tabela 01: Análise das biomassas de bananeira, cana-de-açúcar, mandioca e amostra de serragem.

Fonte: Autores (2025)

Fonte de amido		Quantidade de amido	Volume de água	Viscosidade	Temperatura	Ação fúngica
TESTE I	Milho	2,5 g	35 ml	4 mm ² /s	80 °C	Presente **
		3,0 g	35 ml	6 mm ² /s		Presente **
		3,5 g	35 ml	8 mm ² /s		Presente **
	Mandioca	2,5 g	35 ml	6 mm ² /s		Presente **
		3,0 g	35 ml	9 mm ² /s		Presente **
		3,5 g	35 ml	14 mm ² /s		Presente **
	Milho e Mandioca*	2,5 g	35 ml	6 mm ² /s		Presente **
		3,0 g	35 ml	8 mm ² /s		Presente **
		3,5 g	35 ml	10 mm ² /s		Presente **
TESTE II	Milho	2,5 g	25 ml	8 mm ² /s	80 °C	Ausente
		3,0 g	25 ml	10 mm ² /s		Ausente
		3,5 g	25 ml	12 mm ² /s		Ausente
	Mandioca	2,5 g	25 ml	12 mm ² /s		Ausente
		3,0 g	25 ml	15 mm ² /s		Ausente
		3,5 g	25 ml	20 mm ² /s		Ausente
	Milho e Mandioca*	2,5 g	25 ml	9 mm ² /s		Ausente
		3,0 g	25 ml	12 mm ² /s		Ausente
		3,5 g	25 ml	15 mm ² /s		Ausente

(*) Proporções iguais entre o amido de milho e mandioca (**) Ação interrompida de forma posterior com a utilização do bicarbonato de sódio (NaHCO₃).

Tabela 02: Ensaios de determinação de proporções para produção do aglutinante.

Fonte: Autores (2025)

Granulometria	Massa		Secagem			
	Serragem	Aglutinante*	Estufa		Sombra	
			Temperatura	Tempo	Temperatura	Tempo
Pequeno	20 g	38 g	35 °C	60 min	30 - 35 °C	2,5 dias
Médio	15 g	38 g	35 °C	38 min	30 - 35 °C	2,0 dias
Grande	8 g	38 g	35 °C	35 min	30 - 35 °C	2,0 dias

(*) Aglutinante com densidade igual a 1,14 g/mL elaborado com a mistura de 3,5g de amido de mandioca com 25 ml de água.

Tabela 03: Determinação das proporções de aglutinante e massa de rejeito e seus tempos de secagem em métodos distintos.

Fonte: Autores (2025)



Imagem 05: Carnaúba
Fonte: Autores (2025)



Imagem 06: Coqueiro
Fonte: Autores (2025)



Imagem 07: Palma forrageira
Fonte: Autores (2025)



Imagem 08: Mandacaru
Fonte: Autores (2025)

BIOMASSA		Método de extração	Quantidade lipídica	Abundância
Amostras	Parte da amostra			
Mandacaru	Parte externa (Casca)	Extração em água quente após trituração	1,0 g/100g *	1,04 g/cm ³
	Parte interna (Parênquima)		0,0 g/100g *	
Palma forrageira	Parte externa (Casca)		1,1 g/100g *	0,9 g/cm ³
	Parte interna (Parênquima)		0,0 g/100g *	
Carnaúba	Folhagem	Raspagem seguido de aquecimento	4,0 g/100g **	1,0 g/cm ³
Coco	Endosperma sólido (Polpa)	Extração úmida	35,0 g/100g **	1,2 g/cm ³

(*) Massa em gramas de óleo a cada 100g de biomassa (**) Massa em gramas de cera a cada 100g de biomassa

Tabela 04: Ensaio de extração da fase lipídica das biomassas locais, para impermeabilizar a madeira produzida.

Fonte: Autores (2025)



Imagem 09: Ecomadeira tamanho pequeno
Fonte: Autores (2025)



Imagem 10: Ecomadeira tamanho médio
Fonte: Autores (2025)



Imagem 11: Ecomadeira tamanho grande
Fonte: Autores (2025)

ANÁLISES E DISCUSSÃO

ENSAIOS MECÂNCIOS DAS AMOSTRAS DA ECOMADEIRA											
AMIDO DE MANDIOCA				AMIDO DE MILHO				COMBINAÇÃO			
								AMIDO DE MILHO E DA MANDIOCA			
		Com NaHCO ₃	Sem NaHCO ₃	Com NaHCO ₃	Sem NaHCO ₃	Com NaHCO ₃	Sem NaHCO ₃	Com NaHCO ₃	Sem NaHCO ₃	Unidade	
TAMANHO		Compressão	Tração	Compressão	Tração	Compressão	Tração	Compressão	Tração	Compressão	Tração
PEQUENO		20,0	6,45	22,37	8,14	15,12	4,41	17,30	5,11	19,74	6,03
MÉDIO		27,78	8,97	29,78	9,82	23,15	6,30	25,45	7,12	26,82	8,01
GRANDE		26,50	8,02	28,61	9,0	22,04	5,04	24,41	6,08	25,79	7,0

Tabela 05: Ensaios mecânicos de compressão e tração das amostras de madeira em diferentes granulometrias e combinações

Fonte: Autores (2025)

ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS AMOSTRAS DA ECOMADEIRA					
ANÁLISES		MDF	MDP	MBIO *	VME ** UNIDADES
Densidade aparente (p)		1.000	699	982,0	500 kg/m ³
Resistência à compressão paralela às fibras		50,0	35,0	48,0	30 MPa
Resistência à flexão estática (MOR)		35,4	30,0	32,8	30 MPa
Módulo de Elasticidade (MOE)		5,0	3,5	4,1	3,5 GPa
Umidade		3	11	3	<12 *** %
Retração volumétrica e dimensional		1	3,5	1,2	< 8 *** %

(*) Amostra MADERBIO. (**) Valores Mínimos Exigidos de acordo com a ABNT NBR 7.190. (***) Valores Máximos Permitidos pela ABNT NBR 7.190.

Tabela 06: Ensaios físico-mecânicos das amostras de ecomadeira produzida e já comercializada.

Fonte: Autores (2025)

CONCLUSÃO

Concluiu-se, com a elaboração e aplicação do projeto, que a nossa ecomadeira é uma alternativa viável, sustentável e de baixo custo, com um valor de produção por quilo inferior a R\$1,50. Ela se destaca por sua resistência à água, garantida por sua propriedade impermeável. Além disso, o Projeto MADERBIO contribui diretamente para o alcance de 10 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICOS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

COSTA, R.; ALMEIDA, T. Desafios ambientais da indústria madeireira e a busca pela economia circular. **Revista Brasileira de Sustentabilidade Industrial**, 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dados de abundância e caracterização da vegetação da Caatinga**. 2020.

MELO, L. Ecomadeiras à base de amido. **Journal of Sustainable Materials**, v. 12, n. 1, p. 145-155, 2024.

OLIVEIRA, Avaliação mecânica e físico-química de ecomadeiras. **Revista de Materiais Biodegradáveis**, v. 15, n. 2, p. 98-110, 2025.

PINHEIRO, R. S. **Estudo do processo de produção de cera vegetal do tipo IV na indústria Agrocer**a. 2022.

SOUZA, A.; FERNANDES, C. Avanços na modificação de polímeros de amido para produção de biocompósitos. **Polymer Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 201-213, 2025.

TEN, Elena; VERMERRIS, Wilfred. Functionalized polymers from lignocellulosic biomass: state of the art. **Polymers**. 2025.

Palavras-chave: Ecomadeira, sustentabilidade e rejeitos industriais.

E-mail: francisco.silva116@prof.ce.gov.br