



Etec Conselheiro Antonio Prado - ETECAP

## PRODUÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DOS RESÍDUOS AGROFLORESTAIS DA MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*)

Nicole da Cunha, Natalia Ascari, Priscila Costa, Rogério José Machado Júnior

[lanzoni.natalia@gmail.com](mailto:lanzoni.natalia@gmail.com) [nicole.cunhasanttos@gmail.com](mailto:nicole.cunhasanttos@gmail.com)  
[priscila.costa164@gmail.com](mailto:priscila.costa164@gmail.com)  
[rogerio.machado7@etec.sp.gov.br](mailto:rogerio.machado7@etec.sp.gov.br)

Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado  
Curso Técnico em Biotecnologia - Turma 4ª A Biotecnologia

### 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é uma preocupação crescente, especialmente no setor da construção civil, onde o uso intensivo de recursos naturais e a geração de resíduos são constantes. O desenvolvimento de materiais ecológicos surge como resposta a esses desafios, promovendo a economia circular e a redução do impacto ambiental. Nesse cenário, a utilização de resíduos agroindustriais, como os provenientes da macaúba (*Acrocomia aculeata*), representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento de soluções sustentáveis na construção civil (Almeida et al., 2018).

A macaúba é uma palmeira nativa do Brasil, amplamente cultivada para a extração de óleo. No entanto, seu processamento gera resíduos como casca, polpa e epicarpo — este último, em especial, tem se mostrado útil na produção de biomateriais sólidos, como briquetes, devido à sua alta densidade energética e resistência (Guarizo et al., 2023). Em estudo sobre a fabricação de briquetes com epicarpo de macaúba e resíduos de madeira de *Pinus sp.*, observou-se que misturas com pelo menos 50% de macaúba apresentaram maior resistência física e melhor desempenho energético (Guarizo, 2023). Esse dado é relevante ao se considerar que essas mesmas propriedades físicas — como coesão, densidade e resistência — também são desejadas na fabricação de tijolos ecológicos.

Estudos como os de Almeida et al. (2018) demonstram que a casca da macaúba, rica em fibras vegetais, pode ser incorporada em compósitos para a produção de tijolos ecológicos. Além de conferir maior resistência mecânica e propriedades térmicas, o uso de resíduos reduz a dependência de matérias-primas tradicionais como argila e cimento, contribuindo para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, comuns na queima de tijolos convencionais (Silva et al., 2020). De forma semelhante, Costa et al. (2019) destacam que a polpa da macaúba, ao atuar como plastificante natural, melhora a coesão da mistura e permite reduzir a quantidade de cimento utilizada.

Esse tipo de reaproveitamento de biomassa se alinha ao conceito de economia circular, defendido por Günther et al. (2019), que propõe o uso prolongado de recursos, a valorização de resíduos e a minimização dos impactos ambientais. Além dos ganhos ambientais, essa abordagem também favorece o desenvolvimento socioeconômico em regiões produtoras da macaúba, promovendo alternativas de geração de renda e emprego, especialmente em comunidades rurais (Ribeiro et al., 2016).

A viabilidade técnica dos tijolos ecológicos é constantemente validada por estudos como os de Lima et al. (2021), que identificam que esses materiais apresentam resistência à compressão e bom desempenho térmico, o que os torna compatíveis com os padrões da construção civil. Com base nas propriedades identificadas no epicarpo da macaúba para briquetes, é possível estender sua aplicabilidade a compósitos estruturais como os tijolos ecológicos, aproveitando seu valor físico agregado (Guarizo, 2023).

Dessa forma, o presente estudo buscou explorar a viabilidade técnica, econômica e ambiental dos resíduos da macaúba — incluindo casca, polpa e epicarpo — na produção de tijolos ecológicos. Acredita-se que essa prática não só contribui para a redução do impacto ambiental da construção civil, como também promove a valorização de resíduos e o fortalecimento de economias locais, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

## **2. MATERIAL E METODOS**

### **2.1 Material**

A produção de tijolos ecológicos a partir de resíduos da macaúba (*Acrocomia aculeata*) utilizou os seguintes materiais:

<b>Material</b>	<b>Função</b>	<b>Proporção (%)</b>
<b>Casca de macaúba</b>	Resistência mecânica e isolamento térmico	15–25%
<b>Polpa de macaúba</b>	Plastificante natural, melhora de coesão	5–10%
<b>Solo arenoso ou argiloso</b>	Base estrutural	50–60%
<b>Cimento Portland</b>	Aglutinante	10–15%
<b>Água</b>	Ativador de coesão	Suficiente para formar massa homogênea

## 2.2 Métodos

A produção dos tijolos ecológicos seguiu as etapas descritas abaixo:

### 1. Coleta e preparação dos resíduos:

- Coletou-se os resíduos de casca e polpa de macaúba em unidades de processamento de óleo.
- Secou-se os resíduos ao sol por 48 horas ou em estufa a 60°C por 4 horas, com o objetivo de reduzir a umidade.
- Triturou-se a casca até atingir uma granulometria entre 0,5 mm e 1 mm.

### 2. Formulação da mistura:

- Pesou-se os materiais conforme as proporções descritas na tabela de materiais.
- Homogeneizou-se a mistura manualmente ou com o auxílio de um misturador mecânico.

### 3. Moldagem e compactação:

- Colocou-se a massa em moldes padronizados (20 cm x 10 cm x 5 cm).
- Aplicou-se uma pressão de compactação de 1,5 a 2 MPa, utilizando uma prensa hidráulica.

### 4. Cura e secagem:

- Realizou-se a cura dos tijolos em ambiente protegido por 7 dias,

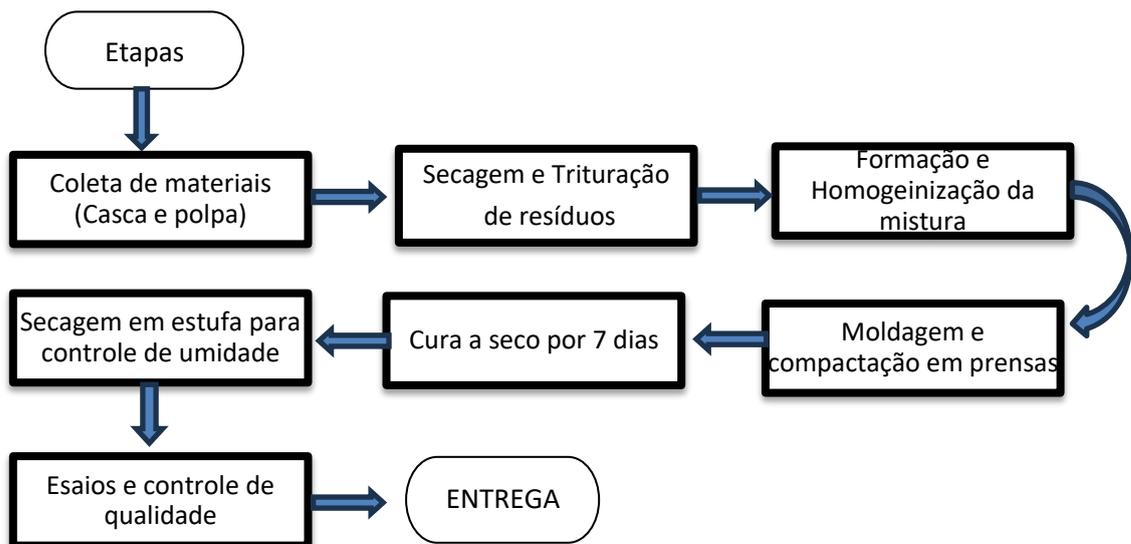
evitando exposição direta ao sol.

- Secou-se os tijolos em estufa a 40°C até que a umidade residual seja inferior a (5%).

### 5. Ensaios de qualidade:

- Realizou-se ensaios de resistência à compressão, absorção de água e desempenho térmico, seguindo as normas técnicas ABNT NBR 8492 e ABNT NBR 15575.

### 3. FLUXOGRAMA



### 4. ANÁLISE DAS FORMULAÇÕES E CONSIDERAÇÕES SOBRE COMPACTAÇÃO

Durante a fase experimental, foram testadas formulações que continham 300 g de resíduos da macaúba (compostos por polpa seca, endocarpo e casca triturada), 117 g de areia, 600 g de cimento e 340 ml de água. Apesar da tentativa de homogeneização e preparo adequado da mistura, observou-se que a massa apresentava baixa coesão e desempenho insatisfatório após a cura.

A elevada proporção de cimento e a reduzida quantidade de areia

comprometeram a resistência mecânica, enquanto o excesso de resíduo vegetal dificultou a compactação adequada. Segundo Costa et al. (2019) e Guarizo et al. (2023), resíduos orgânicos devem representar no máximo 20% a 25% da massa total seca para não comprometer a estrutura dos tijolos.

Com base nas referências e nas normas técnicas, como a ABNT NBR 8492 (2012), foi proposta uma reformulação, reduzindo a quantidade de cimento e aumentando a proporção de agregados inertes. A seguir, apresenta-se a comparação entre a formulação testada e a ajustada:

<b>Componente</b>	<b>Formulação Testada (g)</b>	<b>Formulação Sugerida (g)</b>	<b>Função na Mistura</b>	<b>Observações</b>
<b>Cimento</b>	600	400	Aglomerante	Reduzido para evitar retração
<b>Areia</b>	117	300	Agregado miúdo	Aumenta estabilidade
<b>Resíduo de macaúba</b>	300	200	Carga orgânica	Reduzido para 20–25%
<b>Água</b>	340 ml	220–250 ml	Plastificante	Reduzida para evitar porosidade

Em relação à compactação, os ensaios foram realizados sem o uso de prensa hidráulica. A pressão foi aplicada manualmente, utilizando o peso corporal de uma pessoa de aproximadamente 60 kg sobre o molde. No entanto, essa força representa apenas cerca de 0,03 MPa, valor muito inferior à pressão mínima recomendada de 3 MPa para garantir a coesão ideal da massa (Lira, 2020; Lima et al., 2021).

Portanto, sugere-se a adoção de mecanismos alternativos de compactação, como prensas manuais de alavanca ou moldes com cargas adicionais de peso distribuído, a fim de atingir uma pressão mínima aceitável que contribua para a densidade, resistência e durabilidade dos tijolos produzidos.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Realizaram-se ensaios visando avaliar o desempenho físico dos tijolos ecológicos produzidos com resíduos da macaúba (*Acrocomia aculeata*), conforme os critérios estabelecidos nas normas técnicas ABNT NBR 8492:2012, para verificação da resistência à compressão e absorção de água, e ABNT NBR 15575:2013, referente ao desempenho térmico em edificações.

### **5.1 Resistência à Compressão**

O ensaio de resistência à compressão, embora executado segundo os procedimentos descritos na ABNT NBR 8492 (2012), apresentou resultados abaixo do mínimo exigido para aplicações estruturais. As amostras testadas não resistiram à carga mínima de 2 MPa, rompendo-se antes de atingir esse limite. Essa falha está possivelmente associada à baixa compactação da massa durante a moldagem, realizada de forma manual, o que resultou em pressão significativamente inferior à recomendada pela literatura técnica.

Além disso, a elevada proporção de resíduos vegetais na formulação pode ter prejudicado a coesão interna do compósito. De acordo com Costa et al. (2019) e Lima et al. (2021), a presença de resíduos orgânicos acima de 25% pode comprometer as propriedades mecânicas do tijolo, especialmente quando não há um sistema de compactação eficaz.

## **5.2 Absorção de Água**

Em contrapartida, o ensaio de absorção de água apresentou resultados satisfatórios, atendendo aos parâmetros da ABNT NBR 8492 (2012). Após imersão em água por 24 horas, os tijolos demonstraram índice de absorção inferior a 20%, limite considerado adequado para blocos de uso não estrutural.

Esse bom desempenho pode estar relacionado à adequada homogeneização da mistura e à correta execução do processo de cura, que contribuiu para a diminuição da porosidade superficial do material. Esses resultados reforçam a viabilidade do uso de resíduos da macaúba em formulações destinadas à fabricação de tijolos ecológicos, desde que sejam observados os parâmetros técnicos relacionados à compactação e proporção de materiais.

## **APÊNDICE A – ETAPAS DO PROCESSO DE PREPARO DOS RESÍDUOS DE MACAÚBA**

Este apêndice apresenta os registros visuais das etapas realizadas durante os testes experimentais de produção de tijolos ecológicos com resíduos da macaúba (*Acrocomia aculeata*), incluindo a preparação, peneiramento e mistura dos materiais.

Figura A.1 – Peneiramento dos resíduos da macaúba



Legenda: Peneira granulométrica ABNT nº 14 com abertura de 1,41 mm utilizada para uniformização da fração granulada da casca, polpa e endocarpo da macaúba.

Figura A.2 – Separação dos resíduos de macaúba



Legenda: Porções de resíduos de macaúba separados manualmente.

Figura A.3 – Mistura dos resíduos de macaúba com areia



Legenda: Mistura inicial dos resíduos com areia antes da adição de cimento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. et al. (2018). Aproveitamento de resíduos da macaúba na produção de biomateriais para construção civil. *Journal of Sustainable Materials*.

COSTA, L. et al. (2019). Potencial dos resíduos da macaúba para produção de tijolos ecológicos de baixo custo. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*.

GÜNTHER, C., et al. (2019). Construção sustentável e o uso de tijolos ecológicos: uma perspectiva da economia circular. *Journal of Environmental Management*.

RIBEIRO, J. et al. (2016). Propriedades nutricionais e uso alimentar da polpa de macaúba. *Food Science and Technology*.

SILVA, J. et al. (2020). O uso de resíduos da macaúba na produção de tijolos ecológicos. *Journal of Green Building Materials*.

SOUZA COSTA, L. (2008). O aproveitamento dos resíduos do setor florestal. *Ciências Sociais em Perspectiva (geysler,+Gerente+da+rev...)*.

DIARIO do comércio. Tijolos Ecológicos são opção sustentável. 2021. Disponível em : <https://diariodocomercio.com.br/negocios/tijolos-ecologicos-sao-opcao-sustentavel/#gref>  
Acesso : 07 Out. 2024

DA SILVA, Amanda. Avaliação das propriedades dos tijolos ecológicos produzidos na região de Feira de Santana. 2016. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Sá  
Disponível: [https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com\\_chronoforms5/chronoforms/upload/tcc/20190314183852\\_2016.1\\_-\\_TCC\\_Amanda\\_Da\\_Silva\\_-\\_Avaliao\\_das\\_Propriedades\\_dos\\_Tijolos\\_Ecolgicos\\_Produzidos\\_na\\_Regio\\_deFeira\\_de\\_Santana.pdf](https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/upload/tcc/20190314183852_2016.1_-_TCC_Amanda_Da_Silva_-_Avaliao_das_Propriedades_dos_Tijolos_Ecolgicos_Produzidos_na_Regio_deFeira_de_Santana.pdf) Acesso: 07 de outubro de 2024

GUARIZO, André .Produção, Sustentabilidade e Consumismo: Uma Reflexão Sobre a Responsabilidade Ecológica . 2023. Disponível : <http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/14489/1/ARTIGO%20-%20PRODU%20C%27%20-%20SUSTENTABILIDADE%20E%20CONSUMISMO%20UMA%20REFLEX%20-%20SOBRE%20A%20RESPONSABILIDADE%20ECOL%20-%20-%20Entrega%20Final%20v.2.pdf> Acesso: 22 de Outubro de 2024

LIRA, Douglas Sadalla de. Tijolos ecológicos: estudo de viabilidade técnica no uso de

agregados reciclados de resíduos da construção civil classe A. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13300>. Acesso: 07 de outubro de 2024

SILVA, João. Estudo sobre X. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS, 2013, Brasília. Anais... Brasil  
Disponível <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/II-005.pdf> Acesso: 07 de outubro de 2024