PAREDE TÉRMICA COMPOSTA CONTENDO PLACA DE GESSO E RESÍDUO DO CAROÇO DO BURITI: ANÁLISE EXPERIMENTAL

Ana Beatriz dos Santos Soares Arruda[1]

Gleyberth Ruan Pontes Carvalho[2]

Pedro Victor Braga Dias[3]

Ubiraci Silva Nascimento[4]

José de Ribamar Pestana Filho[5]

Valter Valder Reis Beckman[6]

INTRODUÇÃO

O crescimento das demandas energéticas no setor da construção civil, aliado às preocupações ambientais relacionadas ao aquecimento global e ao consumo excessivo de recursos naturais, tem impulsionado o desenvolvimento de materiais construtivos sustentáveis com melhor desempenho térmico. Nesse contexto, pesquisas voltadas à utilização de resíduos agroindustriais e biomassa vegetal vêm ganhando destaque, principalmente devido à possibilidade de redução dos impactos ambientais e melhoria do conforto térmico em edificações.

Teixeira e Milanez (2001) conceituaram que para se alcançar a sustentabilidade seriam necessárias diversas medidas. Primeiramente a sociedade precisaria aprender a monitorar o seu bem-estar e as condições ambientais. Posteriormente, precisaria reduzir o tempo de aplicações das ações corretivas, para que as soluções fossem implementadas antes que os impactos fossem irreversíveis. Seria desejável, ainda, uma minimização do uso dos recursos naturais não-renováveis, com o máximo de eficiência e reciclagem e com um consumo inferior a velocidade de substituição por recursos renováveis.

No Brasil, especialmente nas regiões de clima quente e úmido, como o Nordeste, o fluxo de calor através das paredes e coberturas representa uma parcela significativa da carga térmica das edificações. Segundo Nascimento (2020), a intensidade da radiação solar em cidades como São Luís do Maranhão pode atingir valores elevados, aumentando a necessidade de soluções construtivas capazes de reduzir a transferência de calor para os ambientes internos. Dessa forma, o uso de materiais isolantes térmicos torna-se uma alternativa importante para minimizar o consumo de energia elétrica com sistemas de climatização.

O conforto térmico de um ambiente é essencial para a sensação de bem-estar, humor e bom desenvolvimento das atividades dos usuários. Situações de desconforto, causadas sejam por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas, ou radiação térmica devida a superfícies aquecidas, podem ser bastante prejudiciais. Alguns efeitos físicos desse desconforto podem ser sonolência, alteração de

1 Discente em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: anabeatrizarruda2018@gmail.com
2 Discente em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: gleyberth.20220058159@aluno.uema.br
3 Discente em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: pdiaxxvi@gmail.com
4 Doutor em Engenharia Mecânica, Docente do Departamento de Física da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: ubiracisn@gmail.com
5 Mestre em Educação, Docente do Departamento de Física da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: ssjpestana@gmail.com
6 Especialista em Física, Docente do Departamento de Física da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: valter52beckman@gmail.com

batimentos cardíacos e aumento de sudação. Psicologicamente também se observam alguns efeitos como a apatia e desinteresse pelo trabalho (ENESCU, 2017).

Lima (2005) desenvolveu uma pesquisa sobre material composto para uso na construção civil, utilizando argamassa de gesso e fibra vegetal, com objetivo obter um novo material que possa ser utilizado como revestimento ou elementos de vedação, agregando a esta propriedade que conduza à baixa condutividade térmica. Os testes realizados indicaram que as propriedades térmicas da Fibra Vegetal proporcionaram um ganho de 27,14 % em isolamento térmico pela redução da condutividade térmica do composto. Além disso, materiais naturais apresentam vantagens relacionadas à sustentabilidade, baixo custo e disponibilidade regional.

O buriti (Mauritia flexuosa), espécie abundante em regiões do Cerrado e dos Lençóis Maranhenses, possui elevada importância econômica, social e ambiental. Seus resíduos apresentam potencial para aplicações na engenharia civil, principalmente devido às características físicas e estruturais de suas fibras (SARAIVA, 2009). Pesquisas recentes também apontam que fibras de buriti podem melhorar propriedades mecânicas e térmicas de compósitos utilizados na construção civil (BARBOSA, 2011; MASSON et al., 2021).

As literaturas envolvendo a utilização do Buriti e seus compósitos com foco em aspectos térmicos são raras, mas um trabalho bastante interessante com o título "Características e Propriedades de Compósitos de Polipropileno-fibra de Buriti com adição de octadecilamina", publicado em 2021 na revista "Brazilian Journal of Development", estudou compósitos reforçados, tendo como matriz o polipropileno (PP) e, atuando como fazer dispersa, a fibra de Buriti (FB), de origem natural, que foi tratada com octadecilamina (ODA) para melhorar a sua homogeneização na matriz polipropileno. A preparação dos compósitos possibilitou que fossem obtidos corpos-de-prova com aspecto visual satisfatório e com bom acabamento e de acordo com os ensaios de processabilidade, os compósitos reforçados podem ser processados em condições similares ao polipropileno puro. De uma forma geral, a incorporação da fibra de buriti enriquecida com ODA, provocou um aumento na resistência dos compósitos, podendo ser utilizados para diversas aplicações da construção civil (MASSON et al., 2021).

Neste trabalho apresentaremos uma alternativa de uso da adição do resíduo do caroço do Buriti ao gesso moldadas em formas de placas, como alternativa de construção, como enchimento de uma parede composta de alvenaria tradicional de tijolos maciço, de forma a avaliar numérica e experimentalmente o seu desempenho, dando-se ênfase ao aspecto térmico. Ele será estruturado de forma que inicialmente será realizada uma revisão bibliográfica do estado da arte consultando diversos artigos atuais que abordam o assunto, apresentando um modelo numérico contendo equações governantes, condições iniciais, condições de contornos e método de resolução, com base em (PATANKAR,1980).

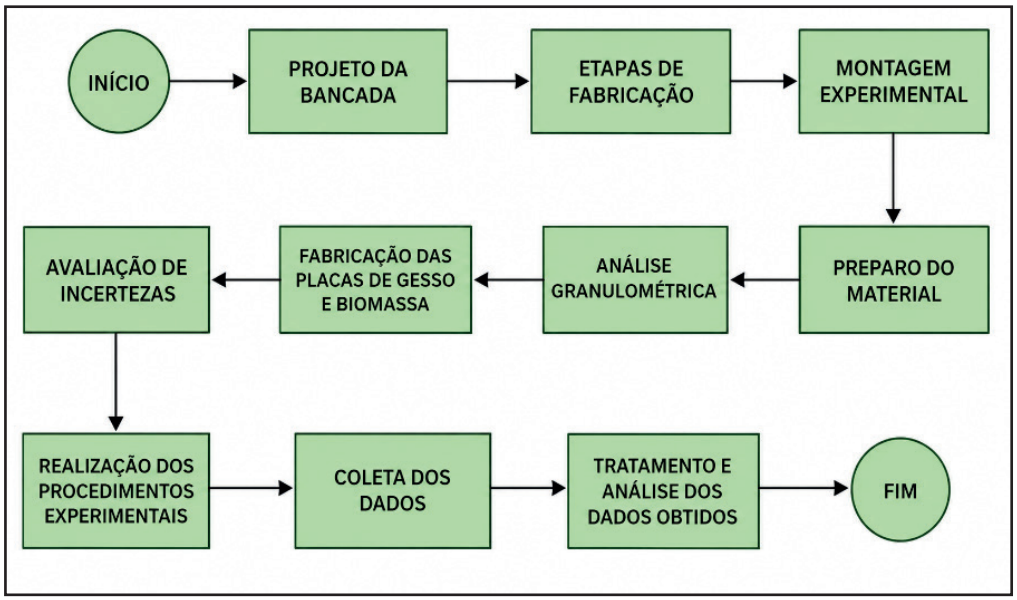
Por fim, definiremos uma bancada experimental com a instrumentação necessária com informações de variáveis a serem investigadas e procedimentos operacionais (ISMAIL,2000).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar experimentalmente o desempenho térmico de paredes compostas contendo placas de gesso associadas à biomassa do resíduo do caroço do buriti. A pesquisa busca determinar os coeficientes de condutividade térmica do material desenvolvido e comparar seus resultados com paredes convencionais de alvenaria, avaliando sua viabilidade como alternativa sustentável para melhoria do conforto térmico em edificações.

METODOLOGIA

A metodologia adotada envolve múltiplas etapas organizadas de forma sequencial para garantir a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos. Para assegurar a organização e o gerenciamento eficiente do projeto, foi desenvolvido um fluxograma representando as principais etapas do estudo (Figura 1).

Figura 01 - Fluxograma do projeto



Fonte: Autores, 2025.

Esse fluxograma serviu como guia para a execução das atividades, auxiliando na tomada de decisões e no planejamento das fases subsequentes da pesquisa.

Montagem da bancada experimental

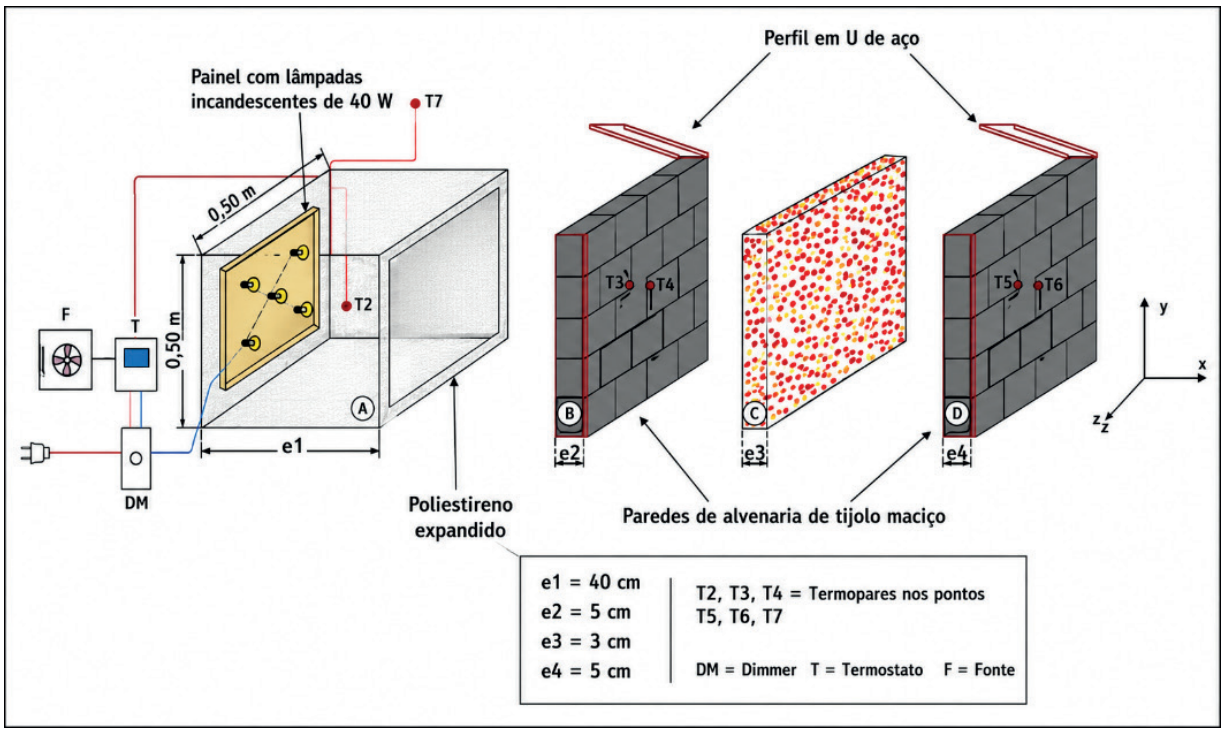
O sistema experimental foi desenvolvido no Laboratório de Física da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), sendo composto por uma câmara de aquecimento em Poliestireno Expandido (EPS), duas paredes de alvenaria convencional e uma célula central destinada à inserção das placas de gesso e biomassa.

A câmara de aquecimento utilizou cinco lâmpadas incandescentes de 40 W como fonte térmica, com controle de temperatura realizado por dimmer e termostato digital. Para o monitoramento térmico, foram instalados termopares tipo K conectados a um sistema de aquisição de dados (Datalogger), permitindo o registro contínuo das temperaturas nas interfaces da bancada.

As paredes laterais foram construídas com tijolos cerâmicos maciços e argamassa de cimento e areia, enquanto a célula central recebeu placas moldadas com diferentes percentuais de biomassa incorporada ao gesso. Além disso, as laterais da bancada foram isoladas termicamente com folhas de EPS, minimizando perdas de calor e aumentando a precisão dos resultados experimentais.

Após a montagem completa da estrutura, que pode ser observada na Figura 02, foram realizados os procedimentos de calibração dos sensores e aquisição de dados, possibilitando a continuação das atividades.

Figura 02 - Desenho esquemático da bancada Experimental



Fonte: Autores, 2025.

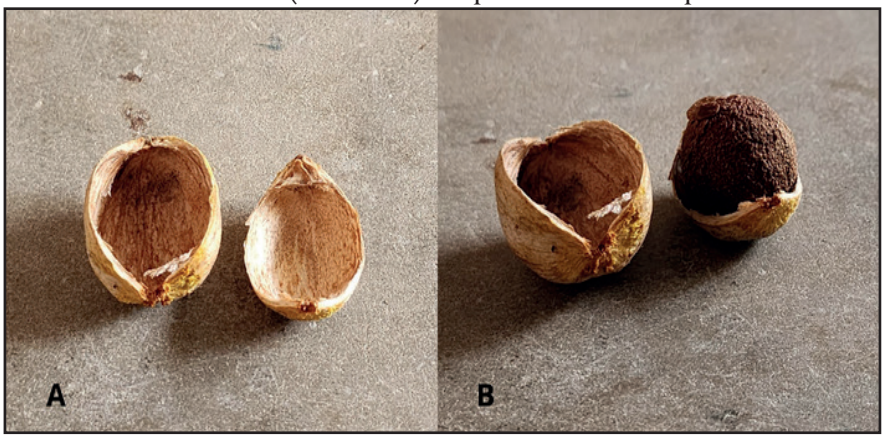
Estudo do material

À princípio, o material foi coletado a partir de palmeiras de buriti (Mauritia flexuosa) adultas, localizadas na região do município de Paço do Lumiar, Maranhão. A coleta foi realizada com o objetivo de obter os frutos, dos quais foi extraída a polpa alaranjada. No entanto, para a análise em questão, apenas os caroços foram selecionados e separados uma quantidade de aproximadamente de 50kg do material.

Após esse processo, os caroços foram submetidos à secagem natural por aproximadamente 30 dias, fundamental para minimizar o risco de deterioração por microrganismos, como fungos e bactérias.

O material utilizado na pesquisa foi o resíduo do caroço do buriti, especificamente o seu endocarpo, exposto na Figura 03, selecionado devido ao seu potencial sustentável e às propriedades térmicas favoráveis para aplicação na construção civil.

Figura 03 - Componentes do caroço do buriti: A) Endocarpo, casca que envolve a semente; B) Semente (amêndoa) acoplada ao endocarpo



Fonte: Autores, 2025.

Posteriormente, após a secagem adequada, o produto foi levado ao IFMA- Maracanã de São Luís- Ma, através de uma parceria, no intuito de moer o material para que fosse possível sua incorporação ao gesso. Porém, a realização desse processo não foi possível em decorrência da rigidez da semente do buriti, popularmente chamada de amêndoa.

Portanto, verificou-se a elevada resistência mecânica da semente do buriti com auxílio de uma prensa hidráulica, mostrado na Figura 04, o que justifica a dificuldade para sua trituração direta, explicando a utilização da camada que envolve a semente, por apresentar maior facilidade de processamento.

Figura 04 - Suporte com semente acoplada na prensa hidráulica



Fonte: Autores, 2025.

Após a trituração mecânica, o material foi submetido à análise granulométrica por peneiramento vibratório. Os resultados indicaram predominância de partículas retidas nas peneiras de 4,8 mm e 2,4 mm, demonstrando uma granulometria relativamente uniforme, observado na Tabela 01. Essa característica favorece o aumento da porosidade das placas de gesso, contribuindo para a melhoria do isolamento térmico do compósito desenvolvido.

Tabela 01 - Granulometria dos resíduos dos caroços de buriti moídos

Granulometria dos resíduos dos caroços de buriti moídos				
Peneiras (mm)	Massa retida (g)	Massa Acumulada (g)	% Retida	% Retida acumulada
9,5	0	249,3	0	100
6,3	4,3	245	1,69	98,31
4,8	155,1	89,9	62,22	36,09
2,4	78,7	11,2	31,57	4,52
1,2	5,2	6	2,09	2,43
0,600	2,8	3,2	1,13	1,3
0,300	0,9	2,3	0,37	0,93
0,150	0,6	1,7	0,24	0,69
Fundo	1,7	0	0,69	0
Total	249,3		100	

Fonte: Autores, 2025.

Listagem dos materiais usados no experimento

Para a realização dos ensaios experimentais, foram utilizados materiais destinados à construção da bancada térmica, fabricação das placas e monitoramento das temperaturas. Entre os principais componentes empregados destacam-se tijolos cerâmicos, gesso em pó, biomassa do resíduo do caroço do buriti, folhas de EPS para isolamento térmico, lâmpadas incandescentes como fonte de calor, além de termopares tipo K, termostato digital, dimmer e sistema de aquisição de dados (Datalogger) para controle e monitoramento térmico dos experimentos. Os tijolos cerâmicos foram utilizados na montagem da estrutura experimental, enquanto o gesso constituiu a matriz principal das placas desenvolvidas. Já a biomassa do caroço do buriti foi incorporada em diferentes proporções, visando analisar sua influência nas propriedades térmicas do material.

As folhas de EPS foram aplicadas nas laterais da bancada para reduzir perdas de calor para o ambiente externo, garantindo maior estabilidade térmica durante os ensaios. As lâmpadas incandescentes foram utilizadas como fonte geradora de calor, simulando a incidência térmica sobre as paredes compostas. Para o monitoramento das temperaturas, empregaram-se termopares tipo K conectados a um sistema Datalogger, responsável pelo registro contínuo dos dados experimentais. Além disso, o termostato digital e o dimmer permitiram controlar e ajustar as condições térmicas do sistema, proporcionando maior precisão e confiabilidade aos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fabricação das placas de gesso e biomassa do resíduo do caroço de buriti

As placas utilizadas no experimento foram confeccionadas com gesso e biomassa proveniente do resíduo do caroço do buriti, variando-se os percentuais de incorporação da fibra em 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, conforme exposto na Tabela 02. As dosagens dos materiais foram realizadas com auxílio de balança digital, garantindo maior precisão na composição das amostras.

Tabela 02 - Percentuais e massas das placas

TABELA DOS PERCENTUAIS E MASSA DAS PLACAS					
ITEM	PERCENTUAIS (%)		PESO DOS MATERIAIS (g)		PESO DA PLACA SECA (g)
PLACA	GESSO	RESÍDUO	GESSO ÚMIDO	RESÍDUO SECO	
1	100	0	7800	0	8989
2	97,5	2,5	7605	195	8655
3	95	5	7410	390	8328
4	92,5	7,5	7215	585	7494
5	90	10	7020	780	6660

Fonte: Autores, 2025.

Inicialmente, o gesso e a biomassa triturada foram homogeneizados manualmente até a obtenção de uma mistura uniforme. A biomassa utilizada foi previamente preparada por meio de secagem e trituração do caroço do buriti, permitindo obter partículas adequadas para incorporação ao compósito. Durante o processo de mistura, observou-se que o aumento da porcentagem de biomassa alterava gradativamente a consistência da massa, tornando-a mais leve e porosa em comparação às placas produzidas somente com gesso.

Em seguida, o material foi despejado em moldes com dimensões de 0,50 × 0,50 × 0,03 m, respeitando o tempo necessário de cura para cada placa, mostrado na Figura 05.

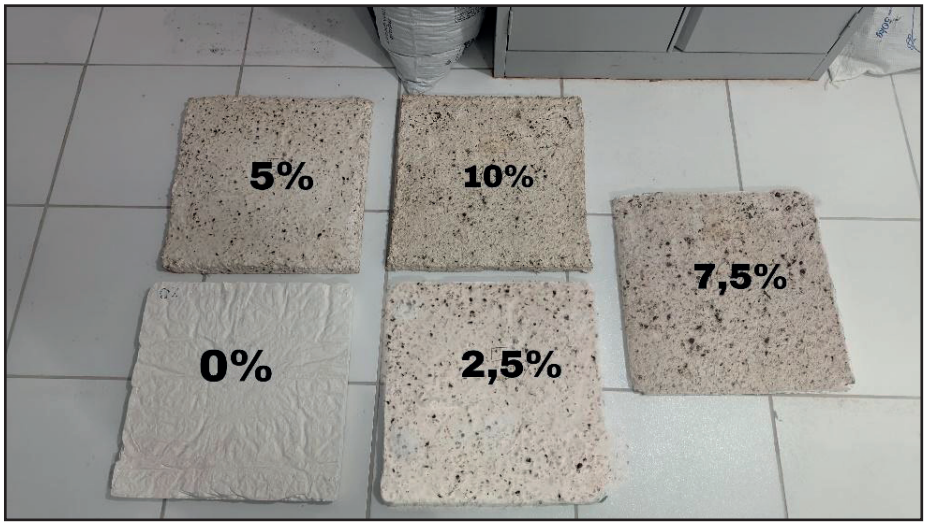
Figura 05 - Placa em processo de cura



Fonte: Autores, 2025.

Após o processo de secagem, observou-se redução progressiva da massa das placas conforme o aumento da porcentagem de biomassa incorporada, indicando diminuição da densidade do material em função da maior presença de vazios internos. As placas produzidas, apresentadas na Figura 06, foram armazenadas em ambiente seco e protegido até a realização dos ensaios experimentais, sendo posteriormente utilizadas na determinação das propriedades térmicas do compósito desenvolvido.

Figura 06 - Todas as placas de gesso e resíduo



Fonte: Autores, 2025.

Determinação das condutividades térmicas

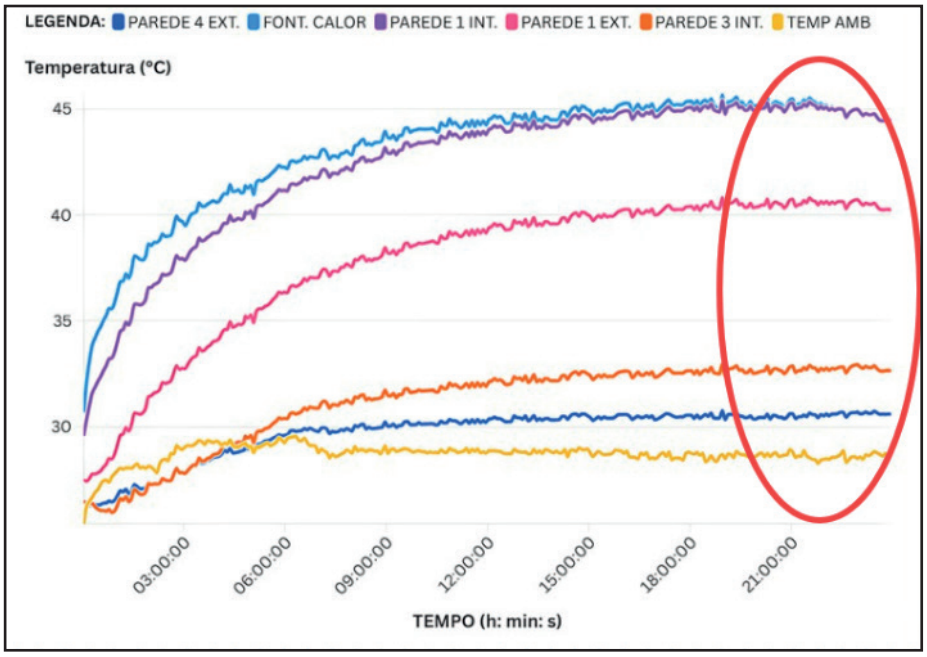
A determinação das condutividades térmicas das paredes compostas foi realizada por meio da bancada experimental desenvolvida para a pesquisa. Os ensaios consistiram na aplicação controlada de calor através de lâmpadas incandescentes posicionadas no interior da bancada, simulando a incidência térmica sobre as amostras, enquanto os termopares tipo K registravam

as temperaturas em diferentes pontos da estrutura. Os sensores distribuídos estrategicamente permitiram acompanhar a transferência de calor ao longo do tempo e avaliar o comportamento térmico das placas.

O controle da intensidade térmica foi realizado por meio do dimmer acoplado às lâmpadas, enquanto o termostato digital auxiliou na manutenção das condições experimentais desejadas. Todos os dados de temperatura foram armazenados continuamente pelo sistema Datalogger, possibilitando o monitoramento detalhado do regime térmico da bancada ao longo dos ensaios.

Os dados utilizados para os cálculos corresponderam às últimas cinco horas de experimento, intervalo em que foi observada estabilização das temperaturas medidas pelos termopares, caracterizando a condição de regime permanente, conforme demonstrado na Figura 07. A partir dessas temperaturas, foram determinados o fluxo de calor e os coeficientes de condutividade térmica das placas e paredes compostas. Observou-se que o aumento da porcentagem de biomassa incorporada promoveu redução gradual da condutividade térmica dos compósitos, indicando melhora na capacidade de isolamento térmico do material desenvolvido.

Figura 07 - Variação da temperatura ao longo do tempo para a parede com 5% de fibra de buriti. A área em destaque mostra as últimas cinco horas do experimento.



Fonte: Autores, 2025

Os cálculos foram realizados com base na Lei de Fourier (equação 01), para condução unidimensional de calor:

$$q = -k \times A \frac{dT}{dx} \qquad (01)$$

Considerando regime estacionário, a potência térmica pode ser expressa pela equação 02:

$$P = k \times A \frac{\Delta T}{e} \qquad (02)$$

em que:

- Potência (W);
- é a condutividade térmica do material (W/mK);
- corresponde à área da superfície analisada (m^2);
- corresponde a espessura da parede (m);
- representa a variação da temperatura (°C).

Para o cálculo da condutividade térmica das placas, utilizou-se a equação 03:

$$k = \frac{P \times e}{A \times \Delta T} \quad (03)$$

Os resultados demonstrados na Tabela 03 mostram que o aumento da quantidade de biomassa incorporada ao gesso contribuiu para a redução da condutividade térmica do compósito, indicando melhora na capacidade de isolamento térmico do material.

Tabela 03 - Condutividade térmica das placas de gesso e fibra para diferentes percentuais

Item	Percentuais (%)		Condutividade térmica (W/m·k)	
Placa	Gesso	Fibra	Parede composta (k)	Parede gesso-fibra (k)
1	100	0	0,491	0,309
2	97,5	2,5	0,467	0,303
3	95	5	0,442	0,296
4	92,5	7,5	0,415	0,290
5	90	10	0,388	0,279

Fonte: Autores, 2025.

Comparação do desempenho térmico da parede estudada com parede de alvenaria convencional

Os resultados obtidos demonstraram que as paredes compostas por placas de gesso e biomassa do resíduo do caroço do buriti apresentaram condutividade térmica inferior à dos tijolos convencionais estabelecidos pela NBR 15220-2 (2005). Enquanto os tijolos de alvenaria apresentam valores entre 0,700 e 1,050 W/m·K, as paredes analisadas neste estudo variaram entre 0,491 W/m·K, para placas sem biomassa, e 0,388 W/m·K, para placas com 10% de biomassa, evidenciando maior capacidade de isolamento térmico.

Além disso, as placas de gesso avaliadas isoladamente apresentaram condutividades térmicas ainda menores, variando de 0,309 W/m·K a 0,279 W/m·K conforme o aumento da biomassa incorporada. Esses resultados demonstram que a adição do resíduo do caroço do buriti contribuiu significativamente para a redução da transferência de calor, demonstrando uma redução do valor da condutividade térmica em 44,57% comparação entre a parede composta de alvenaria (k=0,700 W/m·K) e a com 10% de biomassa (k=0,388 W/m·K), sendo uma alternativa promissora para o aumento do conforto térmico em edificações.

Comparação do desempenho térmico da parede estudada com paredes compostas de gesso e biomassa de Babaçu

A Tabela 04 apresenta uma comparação entre as condutividades térmicas de paredes compostas por gesso e biomassa de diferentes resíduos vegetais: o caroço de buriti, estudado neste trabalho, e o babaçu, conforme dados apresentados por Almeida (2021).

Ao analisar os resultados, observa-se que as paredes com fibra de buriti apresentaram desempenho térmico superior, especialmente com a incorporação de 10% de biomassa, atingindo uma condutividade térmica de 0,388 W/m·K, valor mais baixo que o registrado nas paredes com fibra de açaí (0,447 W/m·K para o mesmo teor de fibra).

Tabela 04 - Comparação de desempenho térmico entre os resíduos babaçu e buriti

BABAÇU		BURITI	
Fibra seca (%)	Parede composta (K)	Fibra seca (%)	Parede composta (K)
0	0,486	0	0,491
5	0,449	5	0,442
10	0,447	10	0,388

Fonte: Autores, 2025.

Os resultados demonstram que a fibra vegetal do caroço de buriti, além de ser um resíduo renovável e abundante, apresenta maior desempenho em relação as placas com fibra de babaçu analisadas em estudo anterior.

Comparação do desempenho térmico da parede estudada com parede de paredes compostas de gesso e biomassa do resíduo do açaí

Os resultados também foram comparados com estudos envolvendo paredes compostas por gesso e biomassa do resíduo do açaí, conforme dados do trabalho de Silva (2022). Observa-se que, para todos os percentuais de fibra seca avaliados (0%, 5% e 10%), as paredes com fibra de buriti apresentaram menores valores de condutividade térmica.

Tabela 05 - Comparação de desempenho térmico entre os resíduos açaí e buriti

AÇAÍ		BURITI	
Fibra seca (%)	Parede composta (K)	Fibra seca (%)	Parede composta (K)
0	0,490	0	0,491
5	0,434	5	0,442
10	0,428	10	0,388

Fonte: Autores, 2025

No teor de 10%, a parede com fibra de buriti apresentou 0,388 W/m·K, enquanto a parede com fibra de açaí alcançou 0,428 W/m·K, indicando que o buriti proporciona um isolamento térmico mais eficiente.

Esses resultados indicam que o uso do buriti como aditivo no gesso foi mais eficaz na redução da condutividade térmica, provavelmente devido às suas características físicas e estruturais que favorecem maior retenção de ar no compósito, formando uma barreira térmica mais eficiente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a incorporação da biomassa do resíduo do caroço do buriti em placas de gesso contribui significativamente para a redução da

condutividade térmica das paredes compostas analisadas. À medida que o percentual de biomassa aumentou, observou-se diminuição progressiva da transferência de calor, evidenciando melhora no desempenho térmico do material desenvolvido.

A composição contendo 10% de biomassa apresentou o melhor resultado experimental, alcançando condutividade térmica de 0,388 W/m·K, valor inferior ao encontrado em paredes de alvenaria convencional e também em compósitos produzidos com resíduos de babaçu e açaí. Esse comportamento está diretamente relacionado ao aumento da porosidade interna do material e à maior retenção de ar no compósito, fatores que dificultam a propagação do calor através da parede.

Além do desempenho térmico satisfatório, o estudo evidencia a viabilidade do aproveitamento do resíduo do caroço do buriti como alternativa sustentável para a construção civil, agregando valor a um material regional frequentemente descartado e contribuindo para a redução de impactos ambientais associados ao consumo de materiais convencionais.

Entretanto, algumas limitações foram identificadas durante a pesquisa, principalmente relacionadas ao processamento do material, devido à elevada resistência mecânica da semente do buriti, o que impossibilitou sua trituração integral. Dessa forma, o estudo concentrou-se apenas na utilização do endocarpo. Além disso, os ensaios foram realizados em escala laboratorial, sendo necessários estudos complementares em condições reais de aplicação.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras avaliem propriedades mecânicas, durabilidade, comportamento acústico e desempenho térmico em diferentes condições climáticas, possibilitando maior validação do material para utilização em sistemas construtivos sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Alison Sousa. **Análise experimental de uma parede térmica mista contendo placa de gesso e fibra vegetal do babaçu**: ATTALEA SPECIOSA MARTIUS, para determinar o coeficiente de condutividade térmica, São Luís, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2021, Relatório Final.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220 2: **Desempenho térmico de edificações** — Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BARBOSA, Anderson de Paula. **Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de buriti**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011.

ENESCU, D. A **review of thermal comfort models and indicators for indoor environments**. 2017. Renew Sustain Energy Rev. 2017;79:1353–1379. Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117308109 [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar].

ISMAIL, A.R.K. **Técnicas e instrumentações**. Campinas, S.P: Editora do autor, 2000. 369p.

ISMAIL, A.R.K. **Técnicas Experimentais em Fenômenos de Transferência**. Campinas, S.P: Editora do autor, 2000. 488p.

LIMA, José de Ribamar. **Desenvolvimento de compósito de gesso reforçado com fibra vegetal para aplicação na construção civil**. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 2005.

MASSON, T. J. et al. **Características e propriedades de compósitos de polipropileno-fibra de buriti com adição de octadecilamina**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 48745-48761, 2021.

NASCIMENTO, U. S. **Borracha de Pneus no Isolamento Térmico de Paredes e Tetos: Modelagem, Validação e Comparação com Paredes Convencionais**. 180p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2020.

PATANKAR, S. V. **Numerical Heat Transfer and Fluid Flow**. Hemisphere Publishing Corporation, Taylor & Francis Group, New York, 1980.

SARAIVA, N. **Manejo sustentável e potencial econômico da extração do buriti nos Lençóis Maranhenses.** São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2009.

SILVA, Willian de Vasconcelos. **Análise experimental de uma parede térmica composta contendo placa de gesso e resíduo do caroço do açaí**: EUTERPE OLERACEA MARTIUS, para determinar o coeficiente de condutividade térmica, São Luís, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2022, Relatório Final.

TEIXEIRA, B. A. do N.; MILANEZ, B. **Contextualização de princípios de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos.** Artigo técnico. João Pessoa/PB, 2001. 11p. ABES 21, João Pessoa, 2001.

ENGENHARIAS

