



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
DA AMAZÔNIA**

RODRIGO BEZERRA GASPAR

**MANTA TÉRMICA PARA TELHADOS A BASE DE BUCHA VEGETAL (*Luffa
cylindrica*): Uma proposta eco sustentável**

**SANTARÉM - PA
2022**

RODRIGO BEZERRA GASPAR

MANTA TÉRMICA PARA TELHADOS A BASE DE BUCHA VEGETAL (*Luffa cylindrica*): Uma proposta eco sustentável

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará — UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Estudos e Manejos dos ecossistemas amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Júnior - Embrapa Amazônia Oriental.

**SANTARÉM - PA
2022**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

- G249m Gaspar, Rodrigo Bezerra
Manta térmica para telhados a base de bucha vegetal (*luffa cylindrica*): uma proposta eco sustentável . / Rodrigo Bezerra Gaspar. – Santarém, 2022.
48 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Orientador: Raimundo Cosme de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia.
1. Bucha vegetal (*Luffa cylindrica*). 2. Telhados residenciais . 3. Produto ecologicamente sustentável . I. Oliveira, Raimundo Cosme de, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 633.89

RODRIGO BEZERRA GASPAR

MANTA TÉRMICA PARA TELHADOS A BASE DE BUCHA VEGETAL (*Luffa cylindrica*): Uma proposta eco sustentável

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará — UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Estudos e Manejos dos ecossistemas amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Júnior - Embrapa Amazônia Oriental.

Conceito:

Data de aprovação: 13 /12 / 2022

Documento assinado digitalmente
gov.br RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR
Data: 13/03/2023 14:57:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Júnior — Orientador
Embrapa Amazônia Oriental

Documento assinado digitalmente
gov.br MANOEL ROBERVAL PIMENTEL SANTOS
Data: 03/04/2023 14:21:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Manoel Roberval Pimentel Santos
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Documento assinado digitalmente
gov.br QUEZIA LEANDRO DE MOURA GUERREIRO
Data: 31/03/2023 13:44:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Quezia Leandro de Moura Guerreiro
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAELA NICOLAU DOS SANTOS
Data: 12/03/2023 16:26:30-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Rafaela Nicolau dos Santos
Centro Universitário da Amazônia - UNAMA

Ao rapaz que teve força para viver sua verdade,
obrigado por sua coragem.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por sua liderança em minha vida, aos meus pais Lúcio C. Gaspar e Roseclea M. Bezerra pela ajuda em momentos de necessidade e ao apoio que nunca acreditei que fosse ter quando mais novo, mas que agradeço ter estado errado. Agradeço ao meu irmão, Luiz Ricardo, por fazer parte da minha vida, sua presença me faz querer sempre ser forte para lhe apoiar no que for preciso.

Ao professor Raimundo Cosme Jr, por sua confiança e orientação durante essa jornada do mestrado, seu apoio foi de fundamental importância para a conclusão desse percurso e estarei sempre disponível a retribuir os ensinamentos no que for possível.

As professoras da minha graduação, que hoje levo para a vida, Alessandra Damasceno e Isabel Martins, mulheres fortes que me auxiliaram sempre que clamei por auxílio e que hoje posso chamar de amigas.

Aos amigos do coração, que me acompanharam e que me acompanham até hoje nos diversos momentos da minha vida pessoal e profissional, pois o importante não é a quantidade, mas sim a qualidade. Agradeço a todos: Jorge Baia, Cristina Alves, Nylo Leite, Maysa Fernandes, Pamela Pinho, Natalle, Giorgio e todos os que sabem da sua importância em minha vida e na elaboração desta obra, sua companhia deixou mais feliz a caminhada.

Gostaria de agradecer também aos meus colegas Brayan Ferreira, Cyntia Godinho e Edilene Ribeiro e pelo suporte do Centro Universitário da Amazônia – UNAMA. Pelo apoio durante o período para meu ingresso ao mestrado e do suporte na conciliação do trabalho-estudo, sem vocês minha jornada seria impossível, agradeço também a Bianca Medeiros que, mesmo distante, não agradecer seu auxílio é inimaginável.

Por fim, vejo que tanto no campo profissional como no acadêmico, agradecer a todos que ajudaram a construir uma obra e nesse caso, essa dissertação, não é tão fácil, pois o maior perigo que se coloca no agradecimento seletivo não é decidir quem incluir, mas decidir quem não mencionar. Então, aos amigos que, garantidamente, contribuíram com sua amizade e com sugestões efetivas para a realização deste trabalho, gostaria de expressar minha profunda gratidão. Obrigado!

“Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem ‘Por quê?’ Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por que não?’”

Geroge Bernard Shaw

GASPAR, Rodrigo Bezerra. **Manta térmica para telhados a base de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*): uma proposta eco sustentável**. 2022. 48p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Processos de interação Biosfera e Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará — UFOPA, Santarém, 2022.

RESUMO

Nas últimas décadas, o consumo mundial de produtos tem aumentado significativamente, como consequência a industrialização é impulsionada para suprir tal demanda, gerando impactos ambientais. É necessário buscar alternativas sustentáveis para a substituição de produtos comercializados cujo a origem vem de fontes não renováveis. A manta térmica é utilizada nas estruturas dos telhados, cujo uso tem necessariamente a promoção do maior conforto térmico, e, atualmente não conta com uma alternativa de origem natural. O objetivo desta pesquisa é testar a bucha vegetal (*Luffa Cilindrica*), produto ecologicamente sustentável que apresenta sustentabilidade ecológica, pois é uma fibra natural conhecida e que possui relevante produção na região amazônica, como manta térmica pra a promoção de conforto térmico em edificações. Foram elaboradas seis caixas de tamanho e materiais idênticos (células-teste) onde haveria diferenciação apenas da manta utilizada abaixo do telhado, sendo uma sem manta (célula matriz), uma com manta de fibra de vidro, uma com manta reflexiva de alumínio e três células com carga de bucha vegetal progressiva (300g/m², 600g/m² e 900g/m²), estas a fim de analisar o desempenho por densidade do material. As células foram posicionadas ao ar livre, no Centro Universitário Luterano de Santarém (CEULSULBRA), sua temperatura interna foi coletada a cada três horas a partir de termopares e um datalogger CR10, para a medição da temperatura local foram coletados dados do INMET, foi adotado análise estatística ANOVA com aplicação de teste de Turkey. Foi verificado que as células com carga de bucha vegetal possuíram desempenho similar a célula matriz e a célula com carga de manta de alumínio, se mostrando suficiente para serem utilizadas como manta térmica em edificações. Portanto concluiu-se que a utilização da manta de *Luffa C.* pode ser um substituto adequado às mantas atualmente comercializadas.

Palavras-chave: Bucha vegetal (*Luffa cylindrica*); Telhados residenciais; Produto ecologicamente sustentável.

GASPAR, Rodrigo Bezerra. **Thermal blanket for roofs based on vegetable loofah (*Luffa cylindrica*): an eco-sustainable proposal**. 2022. 48p. Master's Dissertation in Natural Resources of the Amazon. Area of concentration: Biosphere and Atmosphere interaction processes - Postgraduate Program in Natural Resources of the Amazon. Federal University of Western Pará – UFOPA, Santarém, 2022.

ABSTRACT

In recent decades, the world consumption of products has increased significantly, as a result, industrialization is driven to meet this demand, generating environmental impacts. It is necessary to seek sustainable alternatives to replace marketed products whose origin comes from non-renewable sources. The thermal blanket is used in roof structures, whose use necessarily promotes greater thermal comfort, and currently does not have an alternative of natural origin. The objective of this research is to test the vegetal loofah (*Luffa Cilíndrica*), an ecologically sustainable product that presents ecological sustainability, as it is a known natural fiber and that has relevant production in the Amazon region, as a thermal blanket to promote thermal comfort in buildings. Six boxes of identical size and materials were prepared (test cells) where there would be differentiation only in the blanket used under the roof, one without a blanket (matrix cell), one with a fiberglass blanket, one with a reflective aluminum blanket and three cells with progressive loofah load (300g/m², 600g/m² and 900g/m²), these in order to analyze the performance by material density. The cells were positioned outdoors, at the Centro Universitário Luterano de Santarém (CEULS/ULBRA), their internal temperature was collected every three hours from thermocouples and a CR10 datalogger, for the measurement of the local temperature, INMET data were collected, ANOVA statistical analysis was adopted with application of Turkey's test. It was verified that the cells with a load of vegetable loofah had a similar performance to the matrix cell and the cell with an aluminum blanket load, proving to be sufficient to be used as a thermal blanket in buildings. Therefore, it was concluded that the use of the *Luffa C.* blanket can be an adequate substitute for the currently commercialized blankets.

Keywords: Vegetable loofah (*Luffa cylindrica*); Residential roofs; ecologically sustainable product.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferenças entre coberturas de telhados e lajes de concreto.....	16
Figura 2 - Elementos estruturais dos telhados.....	17
Figura 3 - Fluxo de temperatura diario.....	19
Figura 4 - L. cylindrica durante o amadurecimento.....	21
Figura 5 - Bucha Vegetal seca e descascada.....	22
Figura 6 - Localização geográfica de Santarém.....	25
Figura 7 - Conjunto medidor de temperatura.....	27
Figura 8 - Modelo de bucha aberta.....	28
Figura 9 - Modelo da célula-teste.....	29
Figura 10 - Modelo de Célula teste construída.....	30
Figura 11 - Campo das células-teste.....	31
Figura 12 - Comparação de média de desempenho as 00hs (°C).....	36
Figura 13 - Comparação de média de desempenho as 03hs (°C).....	37
Figura 14 - Comparação de média de desempenho as 06hs (°C).....	37
Figura 15 - Comparação de média de desempenho as 09hs (°C).....	38
Figura 16 - Comparação de média de desempenho as 12hs (°C).....	39
Figura 17 - Comparação de média de desempenho as 15hs (°C).....	39
Figura 18 - Comparação de média de desempenho as 18hs (°C).....	40
Figura 19 - Comparação de média de desempenho as 21hs (°C).....	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	13
2.1	Geral.....	13
2.2	Específicos	13
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Desempenho térmico em edificações.....	14
3.2	Características das coberturas	15
3.2.1	ESTRUTURA DOS TELHADOS	16
3.3	Aspectos gerais sobre os isolantes térmicos.	17
3.4	Ciclo de temperatura no ambiente	18
3.5	Fibras naturais	19
3.6	Bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>)	20
3.6.1	PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA <i>Luffa cylindrica</i>	23
4.	METODOLOGIA	25
4.1	Caracterização da área de estudo	25
4.2	Materiais	26
4.3	Método	28
4.3.1	PROTÓTIPO DA MANTA DE BUCHA VEGETAL.....	28
4.3.2	CÉLULAS-TESTE	29
4.3.3	COLETA DOS DADOS	31
4.3.4	TRATAMENTO DOS DADOS	32
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Análise estatística.....	33
5.2	Análise gráfica	36
6.	CONCLUSÃO	42
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
8.	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o consumo mundial de produtos industriais e manufaturados tem aumentado significativamente devido ao grande crescimento populacional (INSTITUTE, 2010). Em contrapartida, a conscientização da sociedade quanto ao consumo desenfreado de recursos naturais de fontes não renováveis vem alterando o estilo de consumo atual, esse novo formato de utilização de recursos, grandes empresas constataram a necessidade de adaptação das suas manufaturas.

No que lhe concerne, na indústria da construção civil, existem inúmeros produtos e processos construtivos que ainda não possuem alternativa ecologicamente correta, fazendo essa modalidade da indústria uma das mais prejudiciais para o meio ambiente, tanto no processo de extração de matéria-prima, produção de insumos e na geração de resíduos (MEDEIROS et. al, 2019). Dentre esses produtos encontram-se as mantas térmicas, que tem como finalidade a supressão térmica em telhados e que, até a presente defesa, não possui alternativa ecologicamente sustentável com escala industrial.

Nesse contexto, as fibras naturais se mostram uma boa alternativa substituta para a supressão de temperatura indireta em telhados, uma vez que as fibras vegetais tais como sisal, juta, fibras de bananeira, coco entre outras, possuem aplicações em diversas áreas da indústria (construção civil, indústria têxtil e área da saúde).

Entre as fibras, encontra-se a *Luffa cylindrica* ou “bucha vegetal” como é popularmente conhecida, ela é uma planta de origem subtropical, encontrada em grande escala no Brasil, possui textura áspera e boa resistência, e já possui grande utilização na indústria de higiene pessoal e cosmética, além do uso popular de pequenos grupos de artesões (MAROUELLI; SILVA; LOPES, 2013).

Alguns exemplos de aplicação ambiental da bucha vegetal que podem ser citadas são os isolantes acústicos (QUINTERO; PARRA, 2019), os reforços de sistema epóxi (PSARRA; PAPANICOLAU, 2020) e reforço em matrizes cimentícias (QUERIDO, 2018), no tratamento de água proveniente de resíduos industriais (HENINI et al., 2012). AKGUL et al. (2013) apontam para a fabricação de MDF, indicando, assim, a versatilidade nas utilizações desse fruto e seu potencial em aplicações de produtos industriais.

Portanto, a presente dissertação analisou o desempenho de retenção térmica de mantas protótipas formadas pela união de buchas vegetais, como uma opção ecologicamente sustentável para a supressão de temperatura indireta em telhados buscando verificar a

possibilidade de haver um material alternativo aos comercializados atualmente, uma vez que hoje não existem alternativas ecológicas a venda.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Verificar a eficiência da fibra da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) como manta térmica para a retenção de temperatura indireta de coberturas de zinco.

2.2 Específicos

- Elaborar o protótipo de manta térmica à base da fibra de *L. cylindrica*;
- Comparar a média de temperatura da manta de bucha vegetal a cobertura desprovida de isolamento térmico e a mantas térmicas comerciais sob as mesmas condições;
- Avaliar o nível de eficiência de diferentes densidades de bucha na composição da manta protótipa;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As coberturas nas edificações têm a importante função de preservar não só a saúde dos usuários como a própria construção e sua durabilidade, uma vez que impedem a infiltração de umidade e a degradação dos materiais (ABNT, 2013b). Para se evitar custos extras, muitas vezes as coberturas projetadas e construídas acabam se tornando inadequadas às condições climáticas onde se localiza a edificação (MASCARÓ, 2004).

3.1 Desempenho térmico em edificações

A avaliação de desempenho “consiste em prever o comportamento potencial do edifício, seus elementos e instalações, quando submetidos a condições normais de exposição de clima, e avaliar se tal comportamento satisfaz as exigências do usuário” (FREIRE; PIZZOLATO, 1999).

Os requisitos de desempenho, segundo a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), são “condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer as exigências do usuário”. Segundo a CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION — CIRIA (1992), pode-se dividir os requisitos em dois grupos: a) condições impostas por agentes naturais, por exemplo, a temperatura do ar, a chuva e a radiação solar e b) condições exigidas internamente ao edifício, caracterizadas por ventilação, perda de calor, segurança, entre outros. O desempenho térmico das edificações está baseado na influência das aberturas, quantidade de energia térmica recebida, espaço interno e na insolação combatida pelos dispositivos de proteção (PERDIGÃO, 1994). Akutsu e Lopes (1988) acrescentam que as condições climáticas, as condições de implantação e as condições de uso da edificação influenciam no seu desempenho térmico.

Nas condições de implantação tem-se a influência no desempenho térmico da latitude e a longitude, a topografia e a orientação solar e nas condições de uso tem-se o número de ocupantes, as atividades desenvolvidas, os equipamentos utilizados, a quantidade produzida de calor e vapor de água e a taxa de renovação de ar no ambiente; outras grandezas que influenciam no comportamento térmico são a forma e a dimensão da edificação, a capacidade térmica e o atraso térmico (AKUTSU; LOPES, 1988). O desempenho térmico dos materiais depende também da parcela de radiação solar incidente, assim como das propriedades das superfícies atingidas, ou seja, da absorvância e da refletância à radiação solar e da emissividade (PERALTA, 2006; KABRE, 2009).

O conforto térmico, segundo a norma número 55 da AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE (2013) é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Alguns fatores que influenciam a sensação de conforto térmico, segundo Roriz (1987) são: a temperatura do ar; a temperatura superficial do fechamento; a umidade relativa do ar; a ventilação; a adaptação das pessoas ao clima; o tipo de roupa utilizado por elas; o metabolismo humano; dentre outros. Os principais fatores do clima que influenciam o conforto humano, segundo Givoni (1981) são: a radiação solar; a radiação emitida pelas superfícies; a temperatura e umidade do

ar; os ventos e as precipitações.

Quando alguns desses fatores são combinados para trazer conforto ao indivíduo, então se diz que tais condições se situam em uma “zona de conforto”. Olgyay (1998) define “zona de conforto”, como um estado em que o corpo mantém o equilíbrio biológico com o menor gasto possível de energia, possibilitando assim, que essa energia seja aproveitada, em sua maioria, para a produtividade. Nesse caso, deve-se modificar a edificação para que esta se adéque às necessidades de conforto dos indivíduos que irão utilizá-la, ou melhorá-la usando equipamentos climatizadores para se obter o conforto térmico desejado.

3.2 Características das coberturas

A cobertura de uma edificação tem como função principal abrigar, a edificação e os seus usuários, de intempéries climáticas, a mesma necessita possuir propriedades isolantes, impermeabilidade, rápida secagem e apresentar bom escoamento e trama adequada para sua inserção, manutenção e resistência, durante a vida útil, com relativa economia e inalterabilidade quanto ao peso e à forma (AZEREDO, 1997). Em edificações habitacionais, Cardoso (2000) aponta a existência de dois grandes grupos principais de coberturas: os telhados e as lajes de concreto impermeabilizadas. A fins comparativos, a figura 1, apresenta as características fundamentais desses dois sistemas.

Figura 1 – Diferenças entre coberturas de telhados e lajes de concreto.

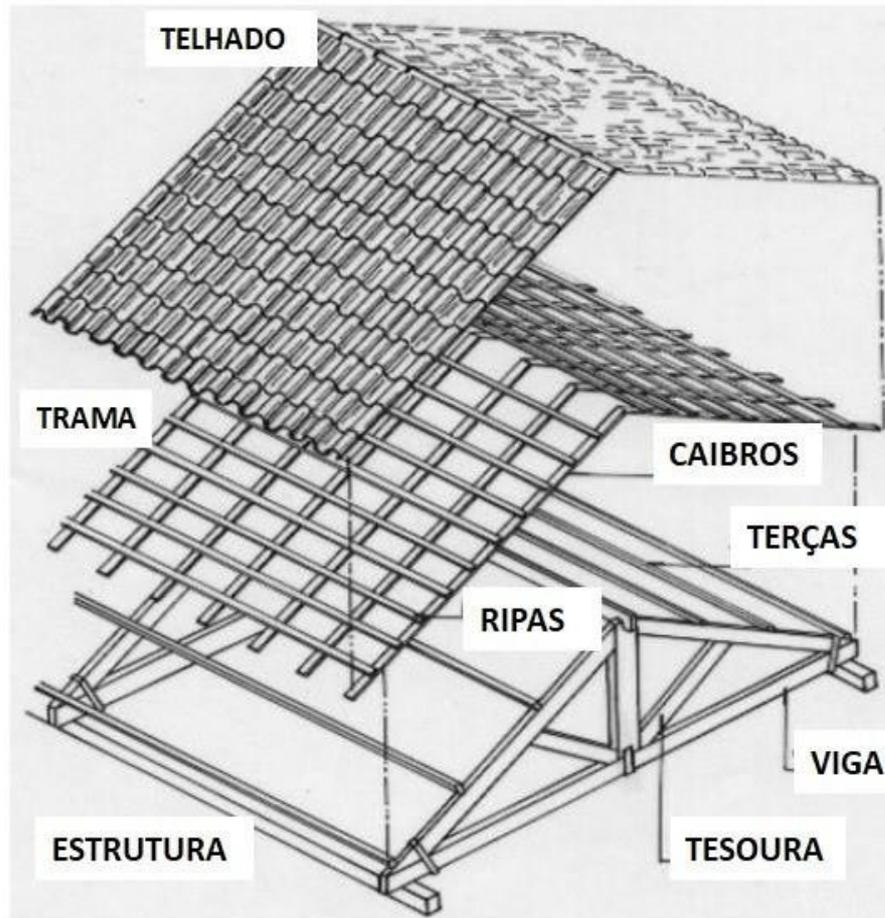
Características	Coberturas em telhados	Lajes de concreto
Peso	Os materiais de revestimento utilizados são leves (telhas) e os vãos são vencidos geralmente por treliças, resultando em estruturas leves.	Os vãos são vencidos pelo próprio concreto armado ou protendido, resultando geralmente em coberturas mais pesadas.
Estanqueidade	É garantida pelo detalhe de justaposição das telhas e pela inclinação que garante uma velocidade de escoamento das águas evitando a penetração pelas juntas, através do efeito do vento, ou através das próprias peças constituintes.	A continuidade é garantida pela impermeabilização da superfície já que o concreto, pela sua fissuração (devido à retração, movimentação térmica e carregamento), não garante por si só está continuidade.
Participação estrutural e comportamento frente a movimentações do edifício.	As coberturas em telhados se apoiam sobre o suporte, não tendo participação estrutural significativa no conjunto da edificação.	As coberturas de concreto, integram a estrutura do edifício. As movimentações estruturais introduzem tensões na cobertura, o que pode comprometer sua estanqueidade devido à fissuração ou trincamento.
Necessidade de forro	Geralmente, utiliza-se um forro, que desempenha dupla função, nivela o teto fornecendo suporte às instalações e propicia correção térmica, uma vez que os telhados têm em geral pequena espessura.	Geralmente, dispensam a utilização de forros, o nivelamento do teto e o suporte para as instalações já é obtido pela própria laje.

Fonte: Adaptado de Pichi (1994 *apud* COUTINHO, 2018).

3.2.1 ESTRUTURA DOS TELHADOS

A estrutura dos telhados tem como funções principais a sustentação e fixação das telhas e a transmissão dos esforços solicitantes para os elementos estruturais, garantindo assim a estabilidade do telhado (CARDOSO, 2000). Segundo Calil Jr. (2010), os vários sistemas que podem ser adotados são escolhidos conforme as características das telhas e se dividem usualmente em trama, estrutura principal e contraventamento. A estrutura principal poderá ser constituída por tesouras ou por pontaltes e vigas principais, sendo a trama constituída pelas ripas, pelos caibros e pelas terças conforme visto na Figura 2.

Figura 2- Elementos estruturais dos telhados.



Fonte: Milito (2004). Modificado.

Além da estrutura principal dos telhados, existem componentes que auxiliam, em diferentes aspectos, no melhor desempenho dos telhados, como a utilização de beirais para a promoção de conforto térmico e redução de incidência de chuvas em paredes, instalação de calhas para captação e direcionamento de águas pluviais, além da inserção de rufos e pingadeiras para a prevenção de infiltrações e, em casos de ambientes com grandes variações de temperatura, recorre-se ao uso de forros e isolantes térmicos a fim de promover maior conforto térmico na edificação (CALIL Jr., 2010; MILITO, 2004; SOUZA, 2010).

3.3 Aspectos gerais sobre os isolantes térmicos.

A norma C-168 (ASTM INTERNACIONAL, 2019) define isolante térmico como “um material com a finalidade de fornecer resistência à transferência de calor”. Assim, isolar

termicamente é dificultar a transferência de calor entre dois sistemas que se encontram a níveis diferentes de temperatura (TORREIRA, 1980).

O isolamento térmico é formado por um material ou combinação de materiais, que retardam o fluxo de calor que atravessa o envelope da edificação por condução, convecção e/ou radiação (AL-HOMOUD, 2005), proporcionando melhores condições de conforto, reduzindo a temperatura interna e o consumo de energia nas instalações (MIRANVILLE; BOYER; GARDE, 2003). Conforme AL-HOMOUD (2005), os isolantes térmicos usualmente são de três tipos:

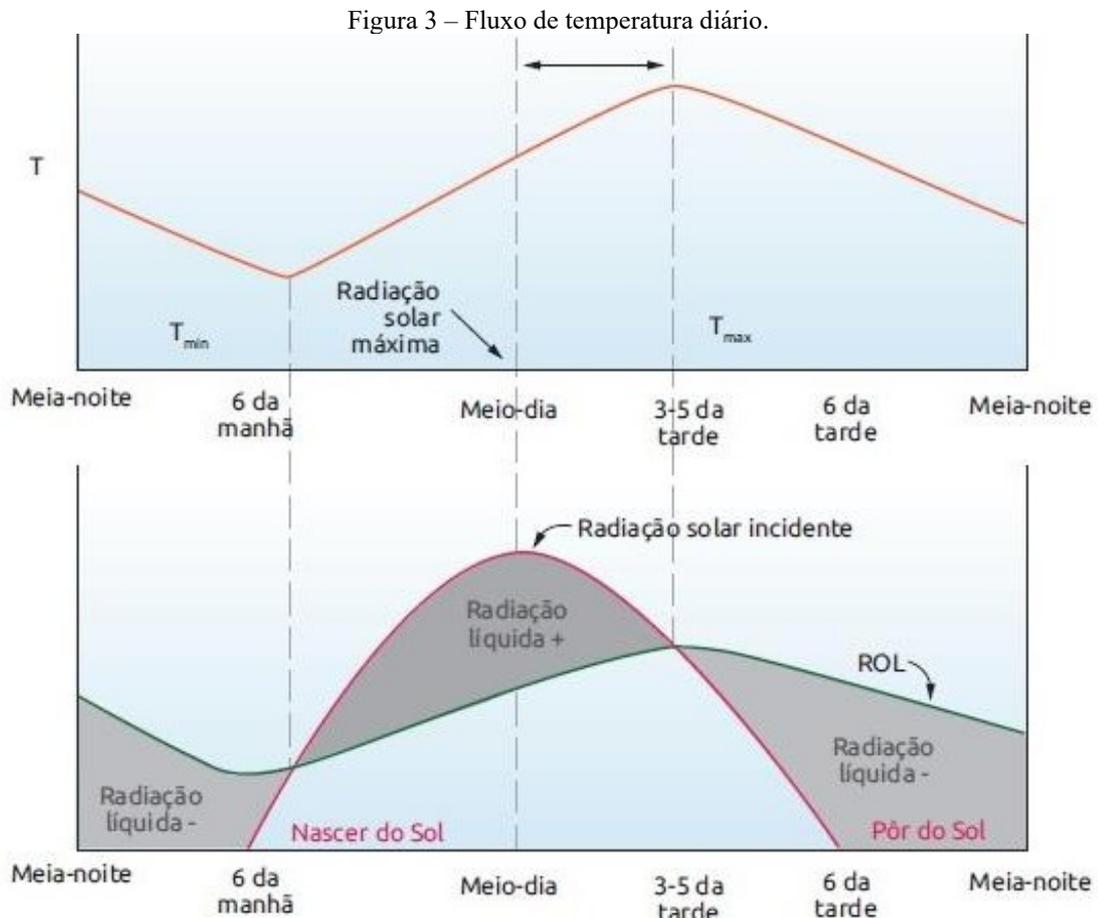
- a) materiais inorgânicos: são os materiais fibrosos e celulares, formados por fibra de vidro e lã de rocha, silicato de cálcio e vermiculite;
- b) materiais orgânicos: formados por celulose, algodão, madeira, fibras sintéticas e poliestireno, poliuretano e outros polímeros;
- c) metálicos ou membranas refletivas: são as mantas formadas por um material de baixa emissividade.

A resistência térmica dos materiais orgânicos e inorgânicos, conhecidos como resistivos ou isolantes térmicos convencionais, ocorre pela abundância de ar presente entre as fibras ou confinado nas pequenas células formadas no processo de expansão das espumas e dos isolantes granulares (VITTORINO; SATO; AKUTSU, 2003). Algumas espumas podem conter ainda nos seus poros outros gases, com condutividade menor que a do ar, dificultando ainda mais a passagem do calor. Desta forma, os isolantes resistivos reduzem a transferência de calor por condução.

3.4 Ciclo de temperatura no ambiente

De acordo com Ynoue et al. al (2017), o ciclo de temperatura diurna está associado a mudanças na radiação ao longo de um dia de 24 horas. Após o pôr do sol, em dias sem nuvens e sem vento, as temperaturas caem, causando resfriamento radiativo da superfície da Terra. As temperaturas caem ao longo da madrugada, com os valores mais baixos ao nascer do sol.

Com o aquecimento solar, a temperatura volta a subir. Ao meio-dia solar, o sol está em sua maior altura no céu e a superfície recebe o máximo de energia solar possível para o dia. No entanto, as temperaturas máximas ocorrem algumas horas após o meio-dia solar. Para entender esse atraso, veja a Figura 3:



Fonte: Ynoue et. Al (2017) .

A temperatura do ar responde à radiação líquida (diferença entre a radiação solar e a radiação do solo) e não à radiação solar incidente. Embora essa diferença seja positiva, ou seja, a radiação solar incidente é maior que a radiação terrestre emitida (aproximadamente entre o nascer do sol e às 15h), a temperatura aumenta. A partir do momento em que a diferença se torna negativa, ou seja, a radiação terrestre emitida é maior que a radiação solar incidente, a temperatura cai.

3.5 Fibras naturais

Segundo Gonçalves (2018), as fibras naturais são um recurso renovável por excelência, elas absorvem a mesma quantidade de dióxido de carbono que produzem. Durante seu processamento, geram resíduos essencialmente orgânicos e deixam escórias que podem ser

utilizados na geração de energia elétrica e, ao final de seu ciclo de vida, são 100% biodegradáveis (BRITO; AGRAWAL; ARAÚJO, 2011).

Existem registros do antigo Egito que retratam a utilização das fibras naturais, evidenciando a existência de uma indumentária simples utilizando fibras naturais, uma vez que a utilização de fibras de origem animal era proibida em função da religião (COSTA, 2018). A partir da revolução industrial ocorreu o surgimento de novas tecnologias que possibilitaram a substituição destas por fibras sintéticas e artificiais.

As fibras naturais podem ser divididas em vegetais, animais ou minerais, enquanto as fibras vegetais apresentam cadeias celulósicas (recebendo a alcunha de fibras lignocelulósicas), os animais apresentam cadeias proteicas e os minerais, grandes redes cristalinas (PEREIRA, 2012). A constituição das fibras vegetais é basicamente celulose, com quantidades significativas de hemicelulose, lignina, açúcares livres, pectina, amidos, proteínas, compostos orgânicos e sais minerais inorgânicos; o teor de celulose é o principal influenciador das propriedades mecânicas das fibras vegetais e varia, em função da espécie e da idade da planta (BLEDZKI; GASSAN, 1999; ASHBY, 2011).

A empregabilidade das fibras vegetais, no que lhe concerne, são várias, partindo da clássica utilização na indústria têxtil, até o seu uso como reforço de compósitos com matriz poliméricas, a sua biodegradabilidade, sustentabilidade e o baixo custo são as características mais exploradas (REBELO, 2016). As fibras vegetais possuem densidade relativamente baixas e propriedades mecânicas específicas, são boas reguladoras de umidade, atuam como isolantes térmicos e acústicos, e ainda reduzem o peso de diversos componentes devido a sua estrutura, além de gerar de empregos na agricultura (CENZIG; BABALIK, 2009; YACHMENEV; NEGULESCU; YAN, 2006; TANOBE, 2003).

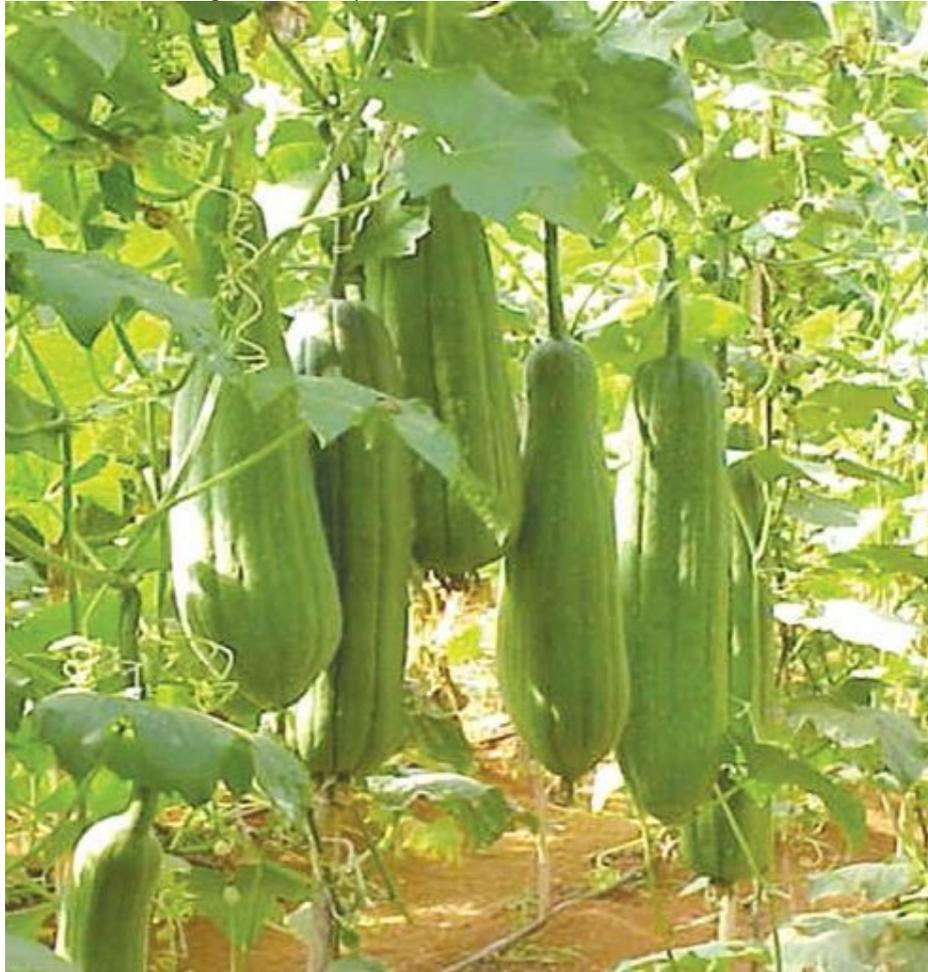
Contudo, Bolaños (2013) sinaliza algumas desvantagens em relação à utilização destas como, sensibilidade a efeitos ambientais e geometria não uniforme e complexa e ainda propriedades mecânicas com variabilidade e relativamente baixas quando comparadas a fibras sintéticas.

3.6 Bucha vegetal (*Luffa cylindrica*)

A *Luffa cylindrica* é uma planta herbácea pertencente às famílias Cucurbitales e Cucurbitáceas. De acordo com Heiser e Schiling (1990) e Bisognin (2002), o gênero *Luffa* é subdividido em sete espécies: *quinquefida*, *operculata*, *astorii*, *echinata*, *acutangula*,

graveolense aegyptiaca (cylindrica). Sendo esta última a mais cultivada no Brasil e no mundo (Figura 4).

Figura 4 — *L. cylindrica* durante o amadurecimento.



Fonte: EMBRAPA (2013).

É uma planta trepadeira anual e perene, rastejante, que chega até cinco metros de comprimento, com folhas grandes, ásperas, verde-escuras, semelhantes ao formato de uma mão aberta, e as flores são grandes e amarelas claras, e os frutos têm um formato Baga, fibrosa, esponjosa, cilíndrica ou retangular, que atinge até 50 cm, quando seco (figura 5) é constituído de uma fibra natural vegetal que possui versáteis propriedades (isolante térmico e acústico, pouco inflamável e de grande compactação) (MOTA, 2016).

Figura 5 — Bucha Vegetal seca e descascada.



Fonte: EMBRAPA, 2013.

Entre os tipos varietais de bucha vegetal, encontram-se a bucha-de-metro (variedade da *L. cylindrica*), sendo o tipo mais explorado e aceito pelo mercado nacional, cujos frutos podem ultrapassar um metro de comprimento (AGUIAR et al., 2014). Os tipos cultivados atualmente no Brasil não são resultantes de um programa de melhoramento por isso apresentam uma série de limitações como desuniformidade no padrão dos frutos (tamanhos diversos), coloração, diâmetro e espessura, entre outras características importantes para a comercialização (LIRA et al., 2012).

A *Luffa cylindrica* tem melhor desenvolvimento em regiões tropicais, suportam temperaturas de até 35 °C e apresentam ótimo desempenho em regiões nas quais a temperatura média é de 28 °C, é encontrada em todos os estados brasileiros, popularmente conhecida como bucha, esfregão, esponja vegetal, bucha dos paulistas ou pepino-bravo. (CARVALHO, 2007; MOREIRA et al., 2008).

Na indústria, para que as fibras sejam utilizadas em forma de manta, estas são cortadas ao meio, abertas e processadas em uma calandra (conjunto de rolos compressores), para adquirirem a forma ideal. O formato de manta permite a utilização da fibra em diversos setores da indústria, tais como confecção de palmilhas e solados de calçados, chinelos e luvas de banho, peneiras,

correias e filtros para automóveis e em artigos de artesanato como cestos, tapetes, chapéus etc. (TANOBE, 2003). Na China, a fibra da *Luffa* é utilizada como medicamento e consumida em forma de alimento (CHEN et al., 2014). A aplicabilidade mais popular e conhecida da fibra é como esponja-de-banho.

3.6.1 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA LUFFA CYLINDRICA

Além do uso convencional da bucha vegetal na higiene pessoal, existem diversos estudos que analisam as propriedades da fibra deste fruto e comprovam as suas aplicabilidades domésticas, dermocosméticas e industriais (BLIND, 2016).

Porém, um dos entraves para encontrar novas utilizações para esta fibra natural é a falta de dados científicos disponíveis sobre a sua diversidade genética, estrutura e propriedades (DAIRO et al., 2007; OBOH; ALYOR 2009; SILVA et al., 2012). É conhecido que a maioria das fibras naturais têm resistência moderada a influências ambientais e mostram uma variabilidade intrínseca das suas propriedades, sendo assim necessário estudos empregando estas fibras em testes físicos-mecânicos e químicos.

O estudo das propriedades mecânicas e como ela se comporta entre diferentes épocas de colheita, constitui caráter importante porque evidenciam possíveis processamentos e modelagens e devem ser considerados em culturas cuja produção sejam prioritariamente de fibras. Dentre as propriedades tecnológicas do complexo fibroso dos frutos da bucha destacasse várias características que evidenciam e despertam o interesse agroindustrial desta fibra (Quadro 1).

Quadro 1 — Propriedades da fibra da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

CARACTERÍSTICAS	ITEM	DADOS
Organolépticas	Aparência	Macro e micro porosidade.
	Cheiro — Cor	Cristalina e/ou tom creme, amarelado.
Físicas	Textura	Macia — ríspida.
	Densidade	Satisfatória com resultado igual ou superior a 0,82 g/cm ³ .
	Teor de Umidade	Pós secagem a sombra padrão de 7,9% a 9,5%.
Químicas	Degradabilidade — Toxidade — Aeróbica	Reação tóxica nula.
		Lenta.
Mecânicas	Elasticidade	Boa elasticidade, não apresenta casos de rompimento brusco.
	Flexibilidade	Alta flexibilidade em testes de manuseio.
	Resistência	Ao calor até 200 °C.
	Ruptura	Boa resistência a tração com variação média de 53,1 ± 19 MPa em formato de celulose micro fibrilada.

Fonte: BLIND (2016). Adaptado.

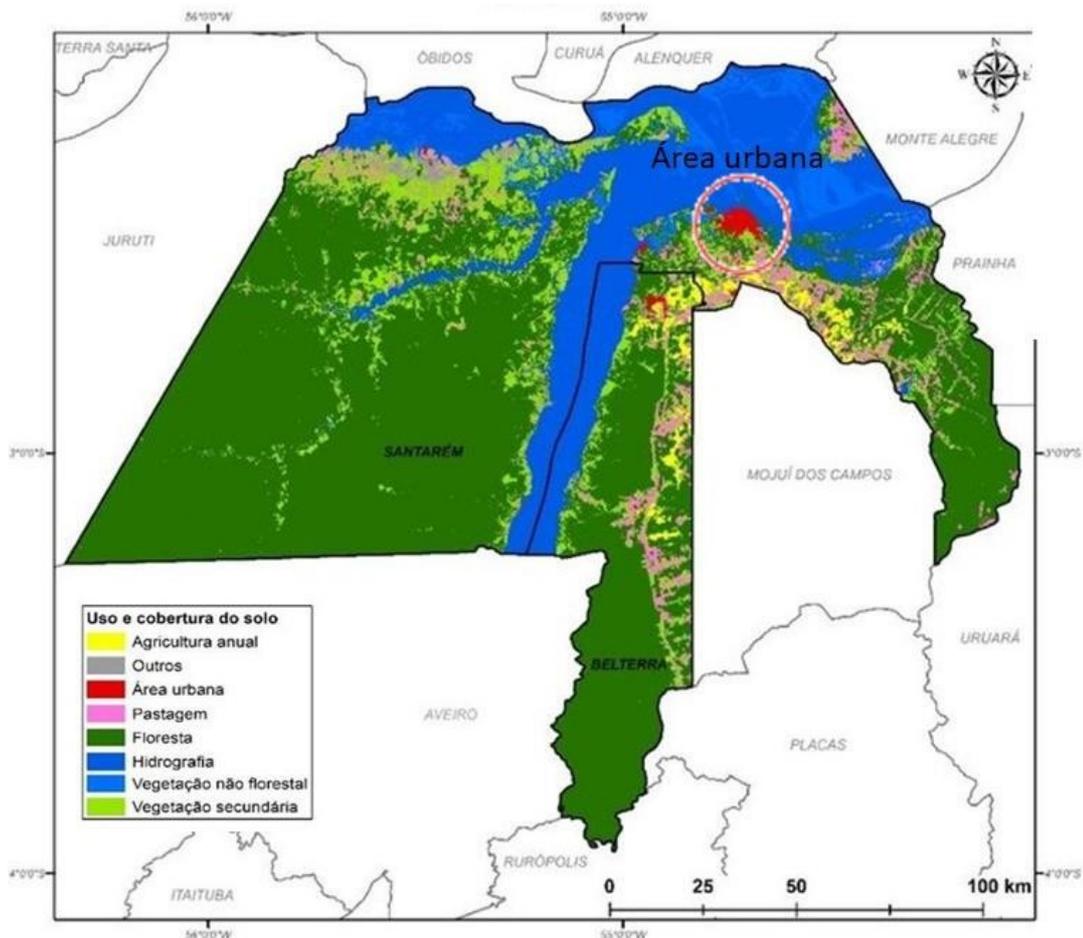
4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Santarém, localiza-se na mesorregião do Baixo Amazonas, na região Oeste do Estado do Pará, ocupa uma área de 22.887 km². Faz limites, ao norte com os Municípios de Óbidos, Monte Alegre e Curuá; a Leste, com Prainha e Uruará; ao sul, com Rurópolis, Aveiro, Placas e Belterra, e a oeste, com o Município de Juruti. Segundo IBGE (2020), o município possui uma população total estimada de 306.480 habitantes.

O núcleo urbano atual está dividido em 48 bairros, distribuídos em uma área aproximada de 40 km², entre as coordenadas 02° 26'18" S e 54° 42'00" W na porção centro-norte do município, na junção dos rios Amazonas e Tapajós (Figura 6).

Figura 6 — Localização geográfica de Santarém.



Fonte: Martorano (2014). Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-localizacao-do-polo-de-graos-Santarem-Belterra-no-oeste-do-Para_fig1_328328915>.

Segundo Martorano et al. (1993), na classificação climática baseada no método de

Koppen, a região do município de Santarém enquadra-se no grupo (Am.), apresentando estação seca moderada, com ocorrência de no mínimo um mês o valor de precipitação média inferior a 60 mm. As precipitações anuais variam entre 1900 a 2100 mm, com frequência de dias com ocorrência de chuva ao longo do ano em torno de 126 a 150 dias. A temperatura média apresenta valores oscilando entre 25,9 e 26 °C, sendo os valores médios das temperaturas extremas, variando entre 21,6 e 22 °C e 31,1 e 31,2 °C, para temperatura mínima e máxima, respectivamente. A umidade relativa média, anual é bastante elevada, com valores em torno de 84,1 a 86%, a insolação total anual em horas é climatologicamente uma das maiores do Estado do Pará, com valores entre 1900 a 2000 horas.

Pelo fato de a temperatura do ar apresentar pequena variabilidade, a caracterização climática é feita basicamente em função da distribuição de sua precipitação. Sendo assim, costuma-se dividir o ano em duas estações distintas: uma estação chuvosa, sendo o trimestre mais chuvoso ocorrendo entre fevereiro a abril, e uma estação menos chuvosa, com trimestre mais seco entre agosto a outubro (Zoneamento Ecológico Econômico —PA, 2009).

O local onde foi realizado o teste foi no Centro Universitário Luterano de Santarém, sua localização se deu, principalmente, pela disponibilidade de área aberta para implementação do experimento.

4.2 Materiais

Para a realização dos experimentos, foram utilizados os seguintes materiais. Para a confecção da manta protótipo:

- bucha vegetal (*Luffa cylindrica*);

Para a construção das células-teste:

- placas de MDF de 7 mm;
- tinta Látex PVA — cor branca;
- parafusos de ferro com cabeça (cabeça 5 mm, comprimento 4 cm);
- ripas de madeira de 1,5 m;
- telha de alumínio ondulada;
- tubo de silicone;
- manta Térmica Para Telhados 1 Face Rolo 10 m²;
- manta lã de vidro revestimento alumínio — 38 mm;
- espuma expansiva;

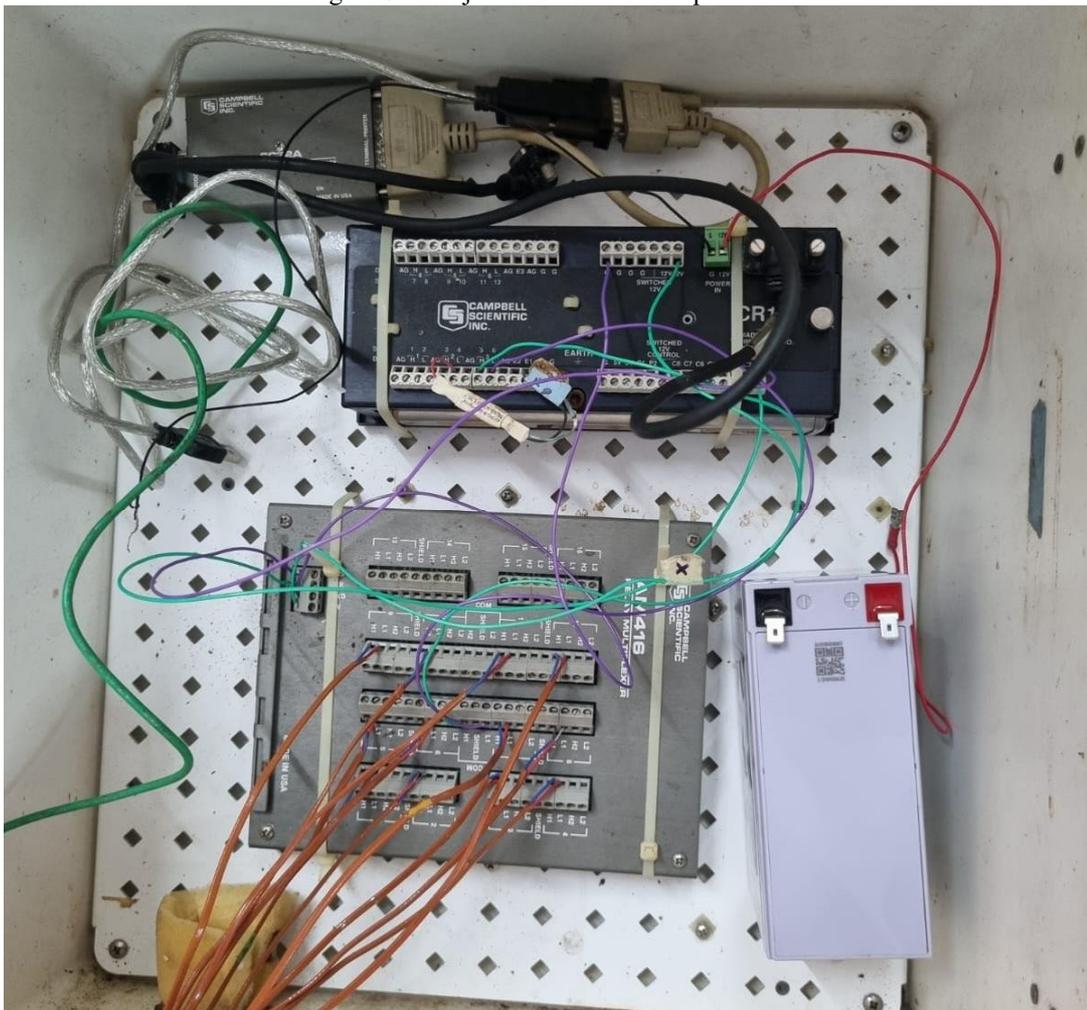
- pincel 2”;
- tela de proteção multiuso 40mm.

Para as mediações de temperatura:

- datalogger CR10 Campbell Scientific;
- relay Multiplexer AM416 Campbell Scientific;
- isolador Ótico 232 Campbell Scientific;
- cabo RS232;
- bateria 12V 7A;
- conjunto de termopares.

O conjunto de medição de temperatura interna das células está disposto abaixo na figura 07.

Figura 7 - Conjunto medidor de temperatura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Método

4.3.1 PROTÓTIPO DA MANTA DE BUCHA VEGETAL

A confecção da manta foi realizada no laboratório de engenharia civil da UNAMA campus Santarém. Conforme elaborado por PAZ (2017), a confecção da manta ocorreu pelo processo listado a seguir:

- Coleta da bucha vegetal *in natura* no aterro sanitário local de Santarém, foi escolhido retirar material deste local devido sua disponibilidade;
- Limpeza do produto através da retirada da casca e sementes de forma manual e posterior lavagem com água corrente, após lavagem as buchas foram deixadas para secar expostas ao ar livre por quarenta e oito horas;
- Para a utilização das amostras, houve a compressão manual para redução de volume aparente, separação dos volumes a serem utilizados, abertura das buchas para aumento de área.

Ressalta-se que a abertura das buchas só ocorreu quando necessário, sua disposição foi intercalada e apoiada entre a tela de proteção e o telhado de cada célula teste. A Figura 8 ilustra a confecção da manta.

Figura 8 — Modelo de bucha aberta.



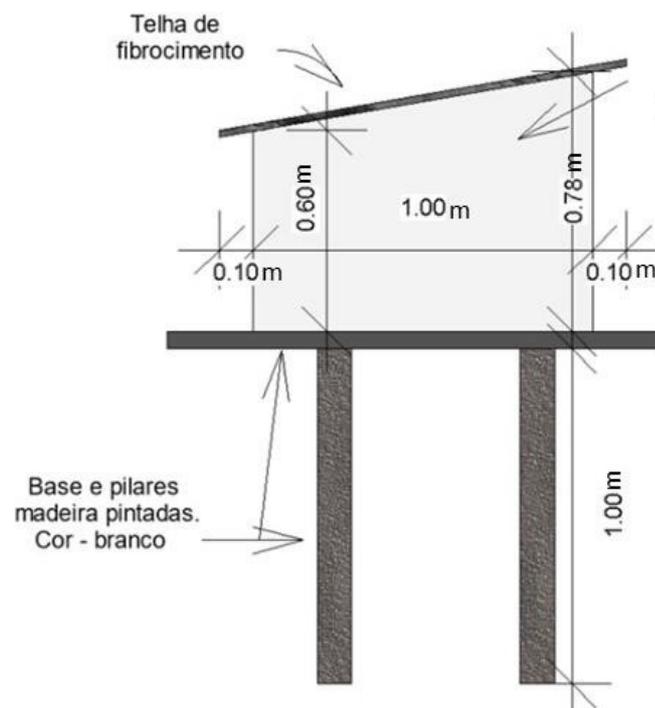
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Foram confeccionados três protótipos de manta, com densidades progressivas de bucha vegetal (300g/m^2 , 600g/m^2 e 900g/m^2) para verificar se existe influência da densidade da manta de bucha no seu desempenho de absorção calorífica, as densidades e progressões foram escolhidas devido a disponibilidade de produto.

4.3.2 CÉLULAS-TESTE

Para estimar o desempenho térmico proporcionado pelo uso de materiais isolantes, conforme elaborado por Pedote e Franco (2012), foram realizadas medições das condições térmicas internas de cada célula teste através de um acesso criado na parede da célula, ressalta-se que tal acesso, após inserção do termopar, foi vedado com o silicone, evitando influência externa. Foram utilizadas seis células-teste ao todo, sendo uma célula para cada amostra a ser analisada, baseadas na estrutura elaborada por Pedote e Franco (2012), a estrutura é composta de madeira MDF de 7 mm, unidas por pregos 10 cm, dimensão de 60×100 cm, cobertura de fibrocimento com inclinação de 10% voltado para o leste a fim de se receber o maior percentual de incidência solar até o horário de coleta dos dados, as especificações quanto as dimensões, locação e posição em relação ao sol estão descritas na figura 9 e o resultado final está disposto na figura 10.

Figura 9 — Modelo da célula-teste.



Fonte. Elaborado pelo Autor (2022).

Figura 10 – Modelo de Célula teste construída.



Fonte. Elaborado pelo Autor (2022).

A partir da metodologia de Pedote e Franco (2012), as células estavam separadas uma da outra por 2,0 m de distância a fim de minimizar o sombreamento mútuo entre elas, cada amostra diferiu entre si apenas pelo tipo de manta térmica (célula matriz sem manta, com manta de fibra de vidro, com manta de alumínio e mantas protótipas de bucha vegetal nas densidades de 300g/m^2 , 600g/m^2 e 900g/m^2) e, para tal distinção, foi inserida uma anotação em sua área externa.

A nomenclatura das células foi dada por:

- AM I — Célula Matriz (sem manta térmica);
- AM II — Célula com manta de manta reflexiva de alumínio; AM III — Célula com manta de fibra de vidro;
- AM IV — Célula com manta de bucha vegetal de 300g/m^2 ;
- AM V — Célula com manta de bucha vegetal de 600g/m^2 ;
- AM VI — Célula com manta de bucha vegetal de 900g/m^2 ;

Devido Pedote e Franco (2012) verificarem que a abertura das ondulações da cobertura pode influenciar nos resultados, após a sua instalação, as células-teste foram completamente vedadas com o auxílio de espuma expansível. As células-teste foram pintadas, em sua parte externa, com tinta látex de cor branca para a redução de incidência solar lateral e proteção contra agentes externos (SUETAKE, 2017).

A estrutura foi montada no Centro Educacional Luterano de Santarém (CEULS/ULBRA), onde as células-teste foram dispostas ao entorno do sistema de coleta de dados, os termopares foram inseridos e os orifícios posteriormente vedados, a figura 11 mostra o resultado do campo amostral.

Figura 11 – Campo das células-teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 COLETA DOS DADOS

As leituras de temperatura ocorreram em oito horários distintos, segundo Fisch (1998), na região amazônica, o período de maior incidência solar ocorre nos meses de setembro a novembro, portanto os dados foram colhidos no período de 22 de outubro de 2022 à 06 de novembro de 2022, a com intervalos de 03 horas entre cada coleta, resultando assim em oito coletas por dia.

Os dados de temperatura interna das células-teste foram obtidos através do sistema de Datalogger CR10 com a utilização do Multiplexer AM416 e termopares de cobre, cada célula teve um termopar inserido no seu centro e os dados foram coletados a cada dois dias através do programa LoggerNet.

Os dados coletados, foram organizados com o auxílio do programa Microsoft Office — Excel, o mesmo foi escolhido devido sua disponibilidade gratuita para download.

A análise dos dados quantitativos obtidos foi dividida entre os oito horários de coleta e analisados individualmente para verificação de média de desempenho individual de cada

amostra, logo os resultados foram avaliados por gráficos para a análise de desempenho ao longo do dia conforme executado por Paz (2018).

Os dados de temperatura local foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na estação A250.

4.3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Após teste de normalidade de variáveis quantitativas de desfecho principal através do teste de Kolmogorov-Smirnov ($N \geq 30$), foi verificada existência de parametricidade dos dados, portanto foi utilizado o teste ANOVA (Análise de variância) a fim de se comparar as medidas térmicas das amostras entre o período e horários de coleta de dados, para a supressão da comparação entre os horários e as diferentes mantas foi utilizado o método de comparação múltipla de Turkey, o intervalo de confiança utilizado na análise foi de 95%.

Caso não sendo encontrada interação estatisticamente significativa, $p \geq 0,05$, fez-se a análise de cada fator isoladamente, sendo encontrado $p < 0,05$, considera-se que houve influência da manta térmica utilizada em relação a matriz e em relação ao clima local. Para as análises estatísticas e para a elaboração dos gráficos foram utilizados os softwares: SPSS V20, Minitab 16 e Excel Office 2010.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise estatística

Foram analisadas as células providas de recobrimento, sendo elas a manta de alumínio, cobertura de fibra de vidro e as mantas com carga de *Luffa Cylindrica* utilizando o teste ANOVA, a fim de se obter um resultado condensado em horário coletado, os resultados do teste estão expostos na tabela 1.

Tabela 1 — Estatística descritiva e Teste ANOVA do desempenho das células teste, CEULS ULBRA, Santarém-Pará.

Horário	Célula	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coef Vari.	Min	Max	Nº coletas	Inter. Conf.	P-valor
Horário 0hs	Célula matriz	25,61	26,07	1,54	6%	22,07	27,95	16	0,76	<0,001
	Fibra de vidro	28,03	27,99	1,44	5%	25,11	30,84	16	0,71	
	Manta de Alumínio	25,22	25,83	1,73	7%	20,81	27,51	16	0,85	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	25,31	25,86	1,68	7%	21,25	27,65	16	0,82	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	25,26	25,66	1,69	7%	21,09	27,71	16	0,83	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	25,2	25,62	1,73	7%	20,93	27,76	16	0,85	
Horário 3hs	Célula matriz	25,02	25,26	1,5	6%	21,75	28,27	16	0,74	<0,001
	Fibra de vidro	27,36	26,98	1,74	6%	24,26	31,17	16	0,85	
	Manta de Alumínio	24,7	25,06	1,62	7%	20,83	27,74	16	0,8	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	24,75	25,05	1,6	6%	20,91	27,98	16	0,79	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	24,73	24,93	1,6	6%	20,94	27,87	16	0,78	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	24,71	24,92	1,6	6%	20,97	27,76	16	0,79	
Horário 6hs	Célula matriz	24,98	24,81	2,22	9%	21,46	30,58	16	1,09	0,023
	Fibra de vidro	26,98	26,39	2,47	9%	22,63	31,81	16	1,21	
	Manta de Alumínio	24,57	24,61	2,19	9%	20,55	29,66	16	1,07	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	24,69	24,5	2,31	9%	20,7	30,23	16	1,13	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	24,66	24,37	2,28	9%	20,77	30,02	16	1,12	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	24,64	24,41	2,25	9%	20,75	29,82	16	1,1	
Horário 9hs	Célula matriz	29,08	29,35	2,27	8%	25,01	32,88	16	1,11	<0,001
	Fibra de vidro	29,9	30,47	2,41	8%	25,16	33,73	16	1,18	
	Manta de Alumínio	28,35	29,12	2,17	8%	24,13	31,57	16	1,06	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	28,66	29,04	2,36	8%	23,96	32,47	16	1,16	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	28,74	29,07	2,45	9%	23,95	32,17	16	1,2	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	28,82	29,21	2,57	9%	23,94	33,19	16	1,26	
Horário 12hs	Célula matriz	33,38	33,68	2,95	9%	25,65	36,92	16	1,45	<0,001
	Fibra de vidro	33,39	33,18	3,49	10%	26,57	38,51	16	1,71	
	Manta de Alumínio	31,74	32,19	2,81	9%	25,76	34,73	16	1,38	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	32,73	33,34	2,85	9%	25,38	35,64	16	1,4	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	32,46	32,74	2,8	9%	25,52	35,41	16	1,37	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	32,2	32,53	2,76	9%	25,66	35,17	16	1,35	

Horário 15hs	Célula matriz	34,43	34,46	3,84	11%	27,12	39,4	16	1,88	<0,001
	Fibra de vidro	33,77	33,69	2,73	8%	29,86	38,32	16	1,34	
	Manta de Alumínio	32,71	32,92	3,61	11%	25,99	37,82	16	1,77	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	33,78	34	3,74	11%	26,53	39,3	16	1,83	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	33,54	33,67	3,65	11%	26,88	39,01	16	1,79	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	33,3	33,34	3,56	11%	27,23	38,72	16	1,74	
Horário 18hs	Célula matriz	30,93	31,53	2,29	7%	26,89	34,14	16	1,12	0,603
	Fibra de vidro	31,03	31,68	1,9	6%	27,46	33,36	16	0,93	
	Manta de Alumínio	29,92	30,67	2,25	8%	25,49	33,1	16	1,1	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	30,73	31,55	2,33	8%	26,61	34,02	16	1,14	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	30,5	31,3	2,29	8%	26,3	33,68	16	1,12	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	30,28	31,05	2,26	7%	25,99	33,34	16	1,11	
Horário 21hs	Célula matriz	26,73	27,07	1,87	7%	22,35	28,89	16	0,91	<0,001
	Fibra de vidro	28,66	29,28	1,69	6%	25,16	31,27	16	0,83	
	Manta de Alumínio	26,34	26,72	1,85	7%	21,81	28,69	16	0,91	
	<i>Luffa C.</i> 300gr	26,51	26,72	1,71	6%	22,17	28,93	16	0,84	
	<i>Luffa C.</i> 600gr	26,36	26,73	1,98	8%	22,05	28,81	16	0,97	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	26,39	26,74	1,93	7%	21,93	28,88	16	0,94	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Praticamente todos os horários existe diferença média estatisticamente significativa entre os grupos, com exceção do horário das 18hs (p -valor = 0,603). Assim, devido haverem sete grupos, foi utilizada a Comparação Múltipla de Tukey (post-hoc) para comparar os grupos aos pares e assim determinar com precisão entre quais grupos ocorre a diferença. A tabela 2 abaixo nos mostra todos os p -valores dessas comparações duas a duas entre os grupos, até mesmo para o horário das 18hs em que não seria necessário realizar o post-hoc, dado não haver significância encontrada.

Tabela 2 – Comparação Múltipla de Turkey entre as células.

	Célula	Célula matriz	Fibra de vidro	Manta de Alumínio	<i>Luffa C.</i> 300gr	<i>Luffa C.</i> 600gr
Horário 0hs	Fibra de vidro	0,001				
	Manta de Alumínio	0,992	<0,001			
	<i>Luffa C.</i> 300gr	0,998	<0,001	1,000		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,996	<0,001	1,000	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,99	<0,001	1,000	1,000	1,000
Horário 3hs	Fibra de vidro	0,001				
	Manta de Alumínio	0,997	<0,001			
	<i>Luffa C.</i> 300gr	0,999	<0,001	1,000		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,998	<0,001	1,000	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,998	<0,001	1,000	1,000	1,000

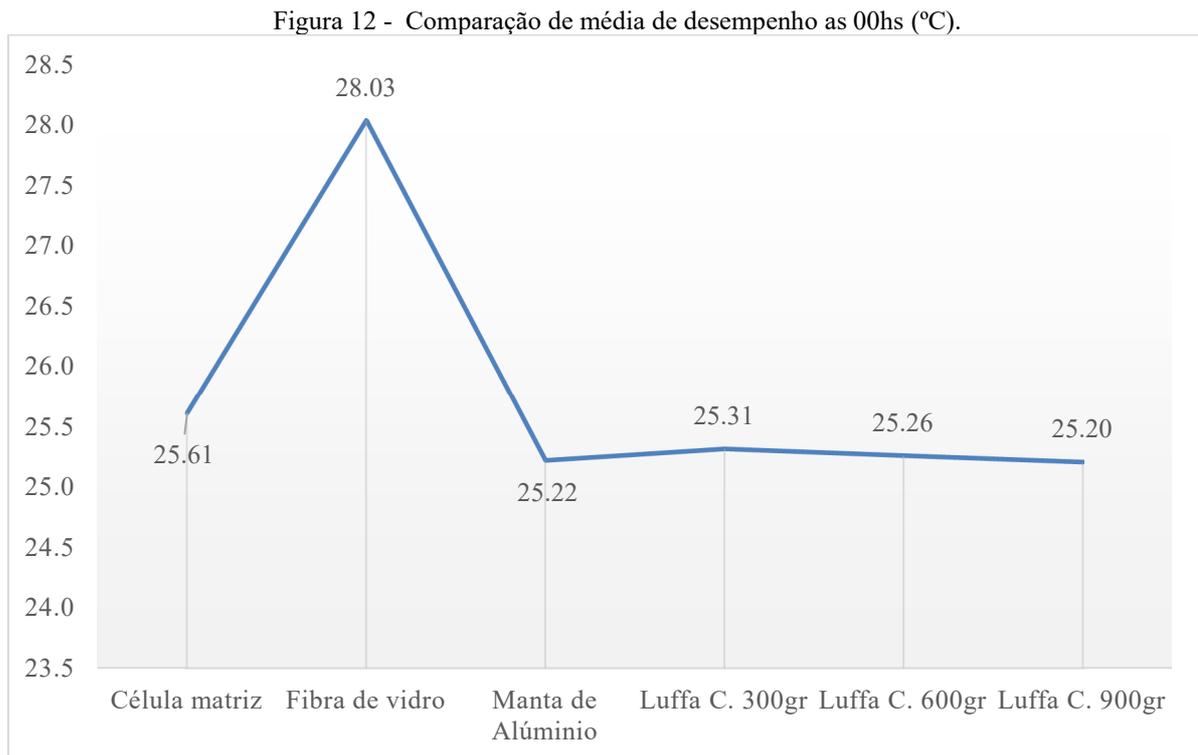
	Fibra de vidro	0,122				
	Manta de Alumínio	0,998	0,029			
Horário 6hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	1,000	0,046	1,000		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	1,000	0,043	1,000	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,999	0,039	1,000	1,000	1,000
	Fibra de vidro	0,945				
	Manta de Alumínio	0,967	0,444			
Horário 9hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	0,998	0,698	1,000		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,999	0,76	0,999	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	1,000	0,814	0,997	1,000	1,000
	Fibra de vidro	1,000				
	Manta de Alumínio	0,628	0,621			
Horário 12hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	0,994	0,993	0,949		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,965	0,963	0,989	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,888	0,883	0,999	0,998	1,000
	Fibra de vidro	0,998				
	Manta de Alumínio	0,758	0,971			
Horário 15hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	0,998	1,000	0,969		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,988	1,000	0,991	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,96	1,000	0,999	1,000	1,000
	Fibra de vidro	1,000				
	Manta de Alumínio	0,841	0,777			
Horário 18hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	1,000	1,000	0,94		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,998	0,994	0,988	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,979	0,958	0,999	0,997	1,000
	Fibra de vidro	0,048				
	Manta de Alumínio	0,997	0,008			
Horário 21hs	<i>Luffa C.</i> 300gr	1,000	0,018	1,000		
	<i>Luffa C.</i> 600gr	0,998	0,009	1,000	1,000	
	<i>Luffa C.</i> 900gr	0,998	0,01	1,000	1,000	1,000

Fonte: Elaborador pelo autor.

Ao analisar os p-valores do post-hoc da tabela 2, é possível concluir que ocorre diferença entre a célula com carga de manta de fibra de vidro em comparação a todos os demais grupos, é possível verificar ainda que não existe diferença estatística significativa entre os percentuais de bucha vegetal, podendo afirmar assim que a densidade de bucha não influencia significativamente no seu desempenho, ainda é possível observar que o desempenho das mantas de bucha vegetal é semelhante a manta de alumínio durante todos os horários coletados.

5.2 Análise gráfica

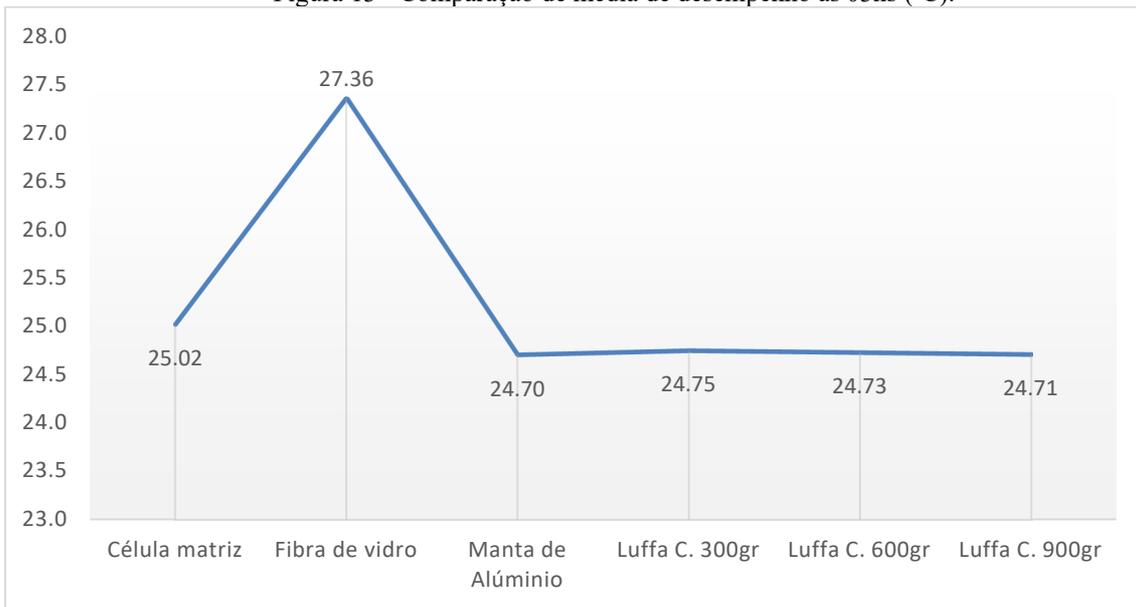
Após análise estatística, foi elaborada uma análise gráfica das médias de temperatura entre as diferentes mantas e a temperatura local para se verificar visualmente se houve alguma influência a ser considerada, foram utilizadas as médias de temperatura de cada célula para a construção de gráficos para cada hora coletada. Os resultados estão dispostos abaixo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante o período das 00hs (figura 12), quando comparando o desempenho das células com carga de bucha vegetal, é perceptível que houve um leve declínio de temperatura na progressão da sua densidade, foi verificado ainda que tanto as mantas de bucha vegetal, quanto a manta de alumínio e a célula sem manta térmica se comportaram de forma semelhante, apresentando temperatura média inferior quando comparada a temperatura ambiente, este fator pode representar um potencial de redução de temperatura.

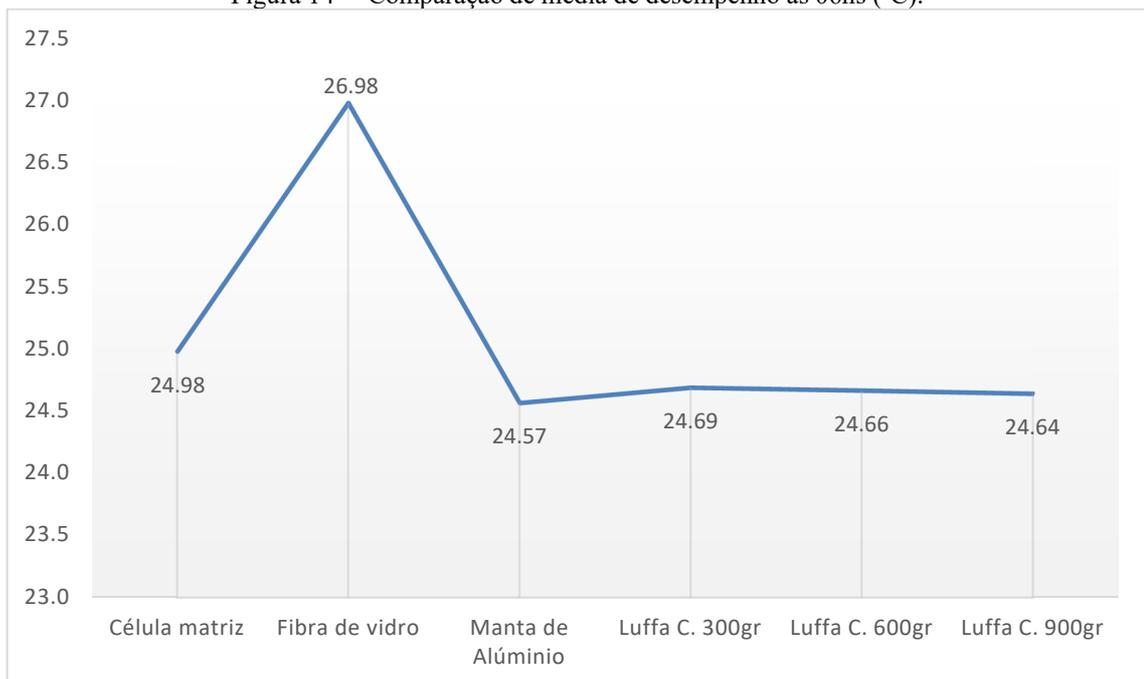
Figura 13 - Comparação de média de desempenho as 03hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

No período das 03hs (figura 13) foi verificado um comportamento semelhante ao período das 00hs, em que as células com carga de *Luffa C.* possuíram, junto a manta de alumínio e a célula sem carga de manta térmica, temperatura inferior a temperatura local, da mesma forma é observado o declínio de temperatura com o aumento de densidade de bucha vegetal, junto da redução de temperatura de todas as células, seguindo a redução verificada na temperatura local.

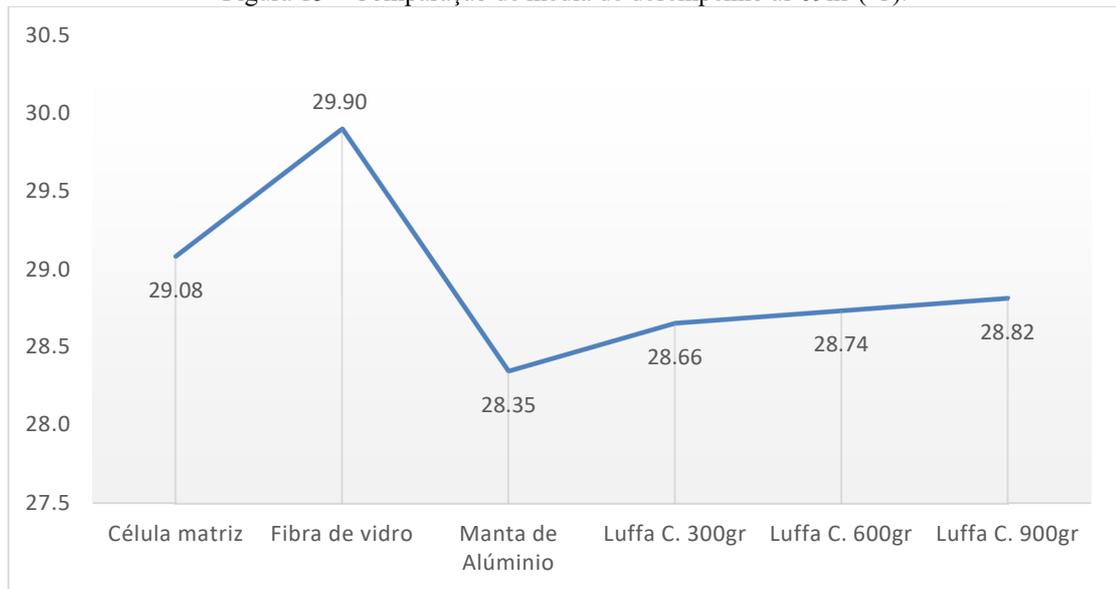
Figura 14 – Comparação de média de desempenho as 06hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por sua vez, no período de coleta das 06hs, que corresponde ao figura 14, houve uma diminuição da temperatura local, porém as células mantiveram sua temperatura média seguindo ainda a redução progressiva de temperatura a partir do acréscimo de bucha vegetal por metro quadrado, quando comparada a manta de alumínio, percebe-se que as mantas de bucha vegetal seguem o mesmo fluxo de comportamento, sem com temperaturas relativamente mais baixas a célula matriz.

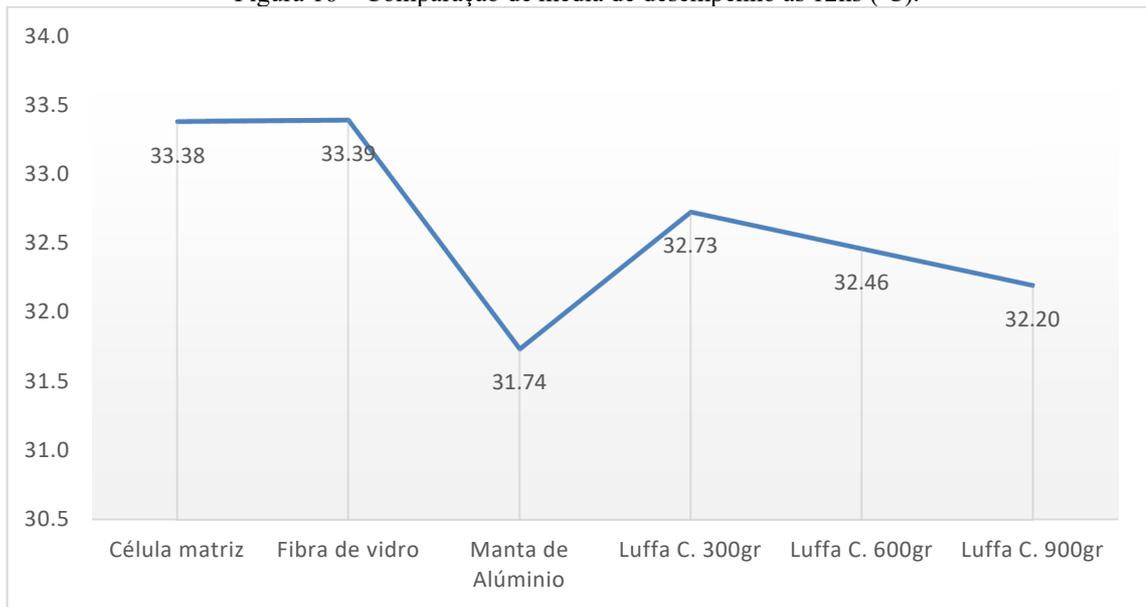
Figura 15 – Comparação de média de desempenho as 09hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

No horário de coleta das 09hs (figura 15), houve um ganho considerável de temperatura em todas as células, tal fator pode ser explicado devido a este período já haverem raios solares significativos, segundo dados do Observatório Naval dos Estados Unidos, durante o período de coleta dos dados o sol nascia por volta das 05:12hs a.m, portanto, no horário das 09hs, as células já estariam absorvendo raios solares, ressalta-se ainda a verificação de trabalho progressivo das buchas de acordo com o aumento de sua densidade, neste caso, foi verificado que quanto maior o percentual de *Luffa C.*, maior sua temperatura.

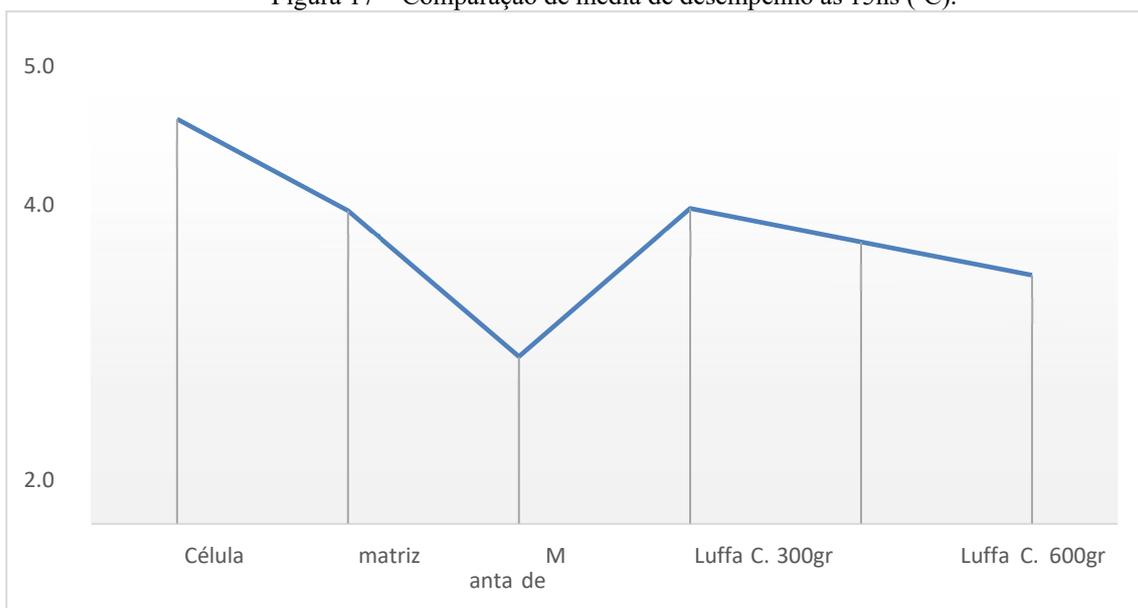
Figura 16 – Comparação de média de desempenho as 12hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tendência verificada nas últimas figuras, em que a temperatura das células estava superior a temperatura local, quando comparadas mas células com caga de bucha, novamente nota-se a progressão de trabalho das células com bucha na figura 16, além deste fator, percebe-se que as células com carga de *Luffa C.* tiveram temperaturas inferiores a célula matriz e a célula com fibra de vidro, porém superiores a célula com manta de alumínio, tal fator pode indicar instabilidade de desempenho das mantas comerciais.

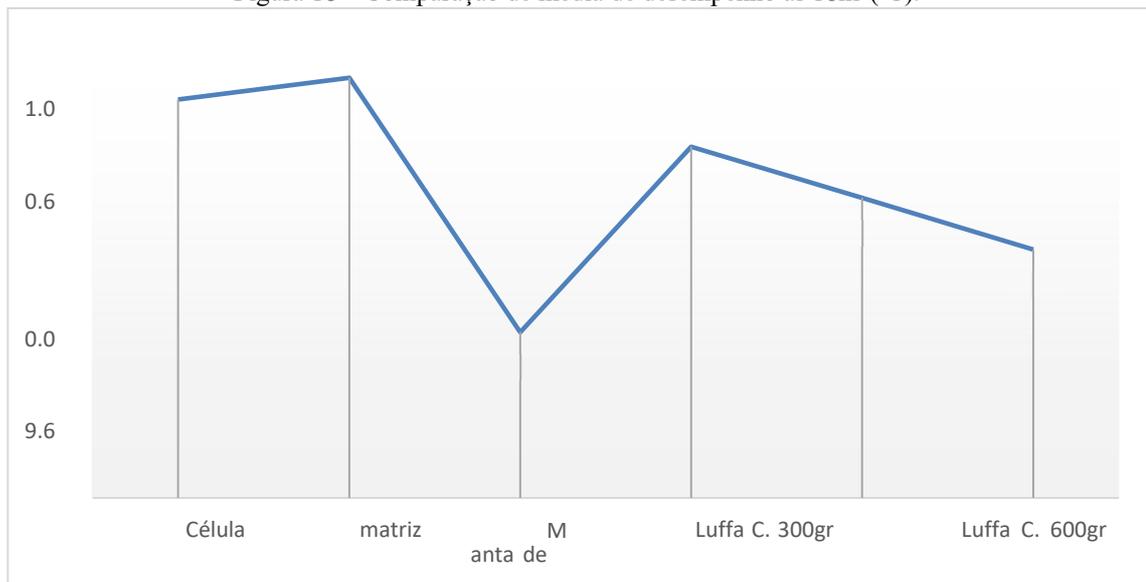
Figura 17 – Comparação de média de desempenho as 15hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como visualizado nas figuras anteriores, a figura 17 que corresponde ao horário das 15hs possuiu comportamento semelhante, ainda se observa a temperatura se reduzindo conforme o aumento de densidade de bucha vegetal e neste gráfico, percebeu-se que a manta de alumínio teve temperatura superior a célula com maior densidade de *Luffa*, agora comparando a célula matriz, percebeu-se a redução de mais de 1°C, portanto pode-se notar uma maior troca de calor com o meio externo.

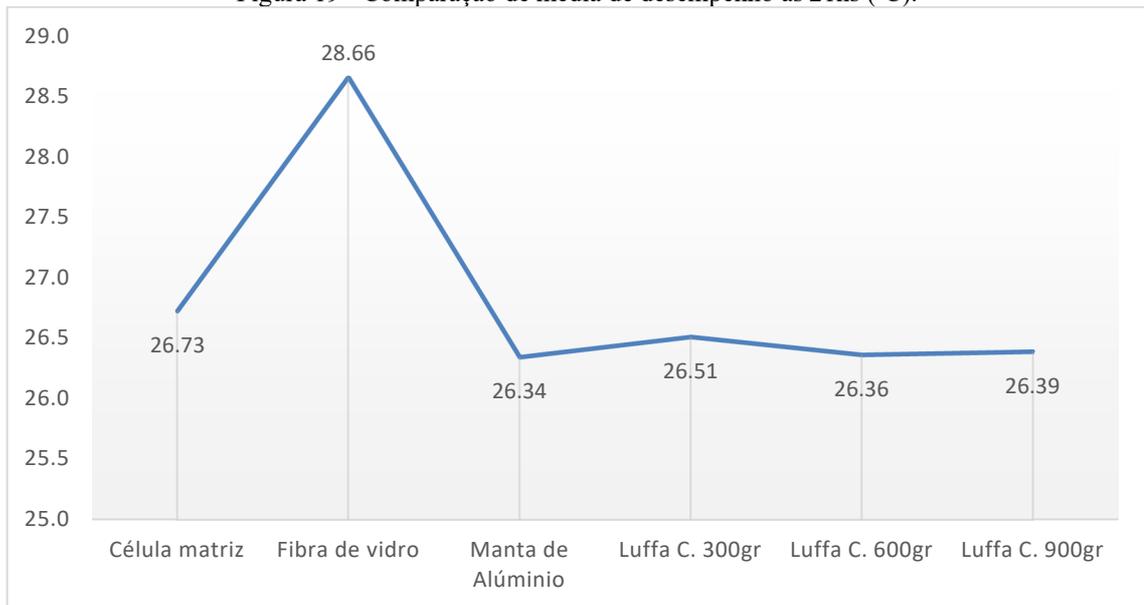
Figura 18 – Comparação de média de desempenho as 18hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diferentemente dos gráficos antecessores, na figura 18, correspondente ao horário das 18hs, período próximo o ocaso do sol na região, houve um comportamento variável entre as amostras, as células com carga de bucha vegetal tiveram um desempenho de equilíbrio térmico progressivo quanto ao aumento de sua densidade e, quando comparado a célula matriz, houve perda média superior de temperatura, no entanto, tal desempenho ainda inferior a manta de alumínio, essa variação indica uma propensão do material como catalisador para equilíbrio térmico.

Figura 19 - Comparação de média de desempenho as 21hs (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, no período de coleta das 21hs conforme exibida na figura 19, houve uma queda considerável de temperatura da células com carga de bucha vegetal, verificando-se a progressão e desempenho com o aumento de densidade, e ainda pode-se comparar este comportamento com a manta de alumínio e a célula sem manta térmica, ressalta-se ainda que este comportamento se liga a figura 12, uma vez que esta análise reflete um ciclo diário.

6. CONCLUSÃO

A partir da produção da manta protótipo de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*), é possível afirmar que seu uso como manta térmica em telhado de zinco, apresentou desempenho estatisticamente insuficiente em relação a temperatura local e a célula com carga de manta térmica de fibra de vidro, porém, a partir da análise dos gráficos de desempenho médio por hora de coleta é possível afirmar ainda que as células de bucha vegetal possuem comportamento semelhante a manta de alumínio, levando assim a concluir que seu uso, sob as condições propostas, resulta em um ambiente com as mesmas condições as proporcionadas com a utilização de manta de alumínio, foi verificado ainda que as mesmas possuem um potencial de redução térmica.

A utilização de diferentes cargas de *Luffa Cylindrica* resultou em um desempenho diferenciado, onde notou-se que quanto maior a densidade de *Luffa Cylindrica* dentro da célula, superior era sua tendência ao equilíbrio térmico, tendendo-se sempre a uma temperatura inferior a temperatura local, cabe ressaltar que tal verificação só foi observada na análise via gráfico, portanto sugere-se submeter amostras a variação de temperatura maiores a fim de se constatar estatisticamente tal fator.

Por fim, é possível concluir que a utilização da manta de *Luffa C.* pode ser um substituto adequado às mantas atualmente comercializadas, dado, principalmente, por seu comportamento semelhante a manta de alumínio, tendo assim um produto com potencial agente catalizador para a promoção de equilíbrio térmico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tal estudo aponta que esse recurso natural tem potencial comercial, no entanto ainda existem diversos estudos que possam ser realizados para ser possível a comercialização de produtos ecologicamente sustentáveis, uma vez que a substituição das mantas atualmente comercializadas agregará consigo um grande benefício a natureza, nesse contexto sugerem-se os seguintes estudos para que assim exista um produto comercial ativo ecologicamente sustentável.

- Análise da característica catalizadora da *Luffa Cylindrica* através da sua exposição a temperaturas controladas para verificação de desempenho;
- Utilização de outras espécies de *Luffa* para a verificação do seu desempenho como manta térmica;

- Uso de diferentes fibras vegetais como material alternativo para a promoção de confortotérmico em edificações.

Com a realização de novos estudos, buscando sempre utilizar agregados naturais para se manter a característica natural do produto, é possível se vislumbrar uma mercadoria potencial para a preservação do conforto térmico em edificações que não agregue, em sua produção, danos a natureza.

8. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. de E.; GONÇALVES, C.; PARTENIANI, M. E. A.G.Z.; TUCCI, M. L. S; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2014.
- ASTM INTERNATIONAL. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Terminology relating to thermal insulation, ASTM C 168-19.** West Conshohocken, 2019.
- ASHRAE. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **Thermal environmental conditions for human occupancy.** Atlanta, EUA, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575: edificações habitacionais - desempenho.** Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013b.
- AKGÜL, M. et al. **Some chemical properties of *Luffa* and its suitability for medium density fiber board (MDF) production.** Bio Resources, v. 8, n. 2, 2013.
- AL-HOMOUD, M. S. **Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials.** Building and Environment. v. 40, 2005.
- AKUTSU, M.; LOPES, D. **Simulação do desempenho térmico de edificações.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Tecnologia de edificações. São Paulo, Pini, 1988.
- ASHBY, M. M. F. **Materials Selection in Mechanical Design,** 4^o ed. Elsevier, 2011.
- AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura.** 2^a ed. revisada. Edgard Blücher. São Paulo, 1997.
- BISOGNIN, D. A. **Origin and evolution of cultivated cucurbits.** Ciência Rural, 2002.
- BLEDZKI, A. K.; GASSAN, J. **Composites reinforced with cellulose-based fibers.** Prog. Polym. Sci, 1999.
- BLIND, A. D. **Diversidade genética em acessos de *Luffa cylindrica* baseado em análise molecular e caracteres morfo-agronômicos.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2016.
- BOLAÑOS, R. E. Z. **Comportamento Mecânico de um Solo Argiloso Reforçado com Fibras de Coco.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2013.
- BRITO, G. F.; AGRAWAL, E. M.; ARAÚJO, T. A. J. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes.** Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campo Grande. REMAP, v.6., 2011.

- CALIL Jr., C.; MOLINA, J. C. **Coberturas em estruturas de madeira: exemplos decálculo**. Editora Pini. Ed. 1. São Paulo, 2010.
- CARDOSO, F. F. **Coberturas em telhados**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.
- CARVALHO J.T. **Cultivo de bucha vegetal**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília, 2007.
- CENGIZ, T. G. e BABALIK, F. C. **The effects of ramie blended car seat cover on thermal comfort during road trials**. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 39, n. 2, 2009.
- CHEN, Q. *et.al.* A multi scale study on the structural and mechanical properties of the ***Luffa sponge from Luffa Cylindrica plant***. Journal of biomechanics, Vol. 47, n. 6, 2014.
- CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION - CIRIA – **Wall technology. Volume A: Performance Requirements**. Special publication 87. London, 1992.
- COSTA, D. C. W. **Estudo da *Luffa cylindrica* em assento e encosto**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- COUTINHO, A. L. M. **Telhados de edificações habitacionais**. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2018.
- DAIRO, F. A.; AYE, S. P. A. & OLUWASOLA, T. A. **Some functional properties of loofah gourd (*Luffa cylindrica* L., M. J. Roem) seed**. Journal of Food Agriculture & Environment, 2007.
- FISCH, G; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia**. Acta Amazônia. Vol. 28, pag. 101-126. 1998.
- FREIRE, E. H. B.; PIZZOLATO, N. D. **Habitações populares: seleção de sistemas construtivos**. Artigo Técnico. In: SEMENGE 99, N. 5º, Niterói, 1999.
- FROTA, A. B.; SHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. 2 ed. London: Applied Science. 1981.
- GONÇALVES, F. A. de C. *et al.* **Fibras Vegetais: Aspectos Gerais, Aproveitamento, Inovação Tecnológica e uso em Compósitos**. Revista Espacios. Vol. 39, n. 6, pag. 12-28, 2018.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.

HEISER, C.B., SCHILLING, E.E. **The genus Luffa: A problem in phytogeography.** In: **BATES, D.M., ROBINSON, R.W., JEFFREY, C. Biology and utilization of the Cucurbitaceae.** Cornell University, 1990.

HENINI, G. et al. **Study of static adsorption system phenol/Luffa Cylindrica fiber for industrial treatment of wastewater.** Energy Procedia, v. 18, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades.** Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santarem>>. Acesso em janeiro de 2021.

INSTITUTE, The World Watch. **Education's New Assignment: Sustainability. State of The World: Transforming Cultures from Consumerism to Sustainability.** London, 2010. Disponível em: <www.worldwatch.org>. Acesso em maio de 2021.

KABRE, C. **A new thermal performance index for dwelling roofs in the warmhumidtropics.** Building and Environment. v. 45, n.2010, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIRA, I. C. S. A. et al. **Seleção de bucha vegetal visando produção de artesanato.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS. Belém – PA, 2012.

MARTORANO. L. G.; PEREIRA, L. C.; NECHET, D. **Tipologia climática do estado do Pará – Adaptação do método de Köppen.** Boletim de Geografia Teorética. Vol. 23. 1993.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; LOPES, J. R. **Irrigação na cultura da bucha vegetal.** Circular Técnica, Brasília, 2013.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. E. R. **O custo das decisões arquitetônicas.** 3º ed. Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, M. F.; FRANCO, M. A. C.; KEPLA, R. B.; SANTANA, J. C. C. **Viabilidade econômica de mantas térmicas, produzidas a partir de resíduos de asfalto, para revestimento de telhados.** Revista Matéria. Vol. 24. Nº 4. 2019.

MIRANVILLE, F.; BOYER, H.; GARDE, F. **On the thermal behavior of roof-mounted radiant barrier under tropical and humid climatic conditions: modelling and empirical validation.** Energy and Buildings, Saint-Pierre, v.35, n.10, 2003.

MILITO, J. A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios – anotações de aula.** Sorocaba, 2004.

MOHAN, M.; SIDDIQUI, T. A. **Analysis of various schemes for the estimation of atmospheric stability classification.** Atmospheric Environment, v. 32, n. 21, 1998.

MOREIRA, F. J. C. et al. **Emergência e crescimento inicial de plântulas de bucha (Luffa Cylindrica Roemer).** Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 2, 2008.

- MOTA, M. K. de F. **Obtenção e caracterização de um compósito de matriz polimérica com carga de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*)**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.
- OBOH, O.; ALUYOR, E. O. ***Luffa cylindrica* – an emerging cash crop**. African Journal of Agricultural Research, 2009.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima:Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1998.
- PASQUILL, F. **The estimation of the dispersion of windborne material**. Meteorological Magazine, Vol. 90, n. 1063, 1961.
- PAZ, M. F. da. **Desenvolvimento de uma manta térmica para construção civil utilizando resíduos de polipropileno**. Monografia (Graduação). Curso de engenharia têxtil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.
- PEDOTE, L.; FRANCO, T. T. **Análise da Eficiência Térmica de Diferentes Tipos de Coberturas para Casas de Emergência**. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Química. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- PERALTA, G. **Desempenho térmico de telhas: Análise de monitoramento e normalização específica**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.
- PERDIGÃO, A. K. de A. **Beiral quebra-sol/quebra-chuva: um estudo comparativo da resposta térmica no ambiente construído em zonas equatoriais úmidas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Planejamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1994.
- PEREIRA, C. L. **Aproveitamento do resíduo do coco verde para produção de compósitos destinados à construção rural**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – USP. São Paulo, 2012.
- PSARRA, E; PAPANICOLAOU, G. C. **Luffa Cylindrica as a durable biofiber reinforcement for epoxy systems**. Composites Science and Technology, 2020.
- QUERIDO, V.A. **Estudo da Inserção de Fibra de Bucha Vegetal como Reforço Estrutural em Matrizes Cimentícias**. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos - PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2018.
- QUINTERO, D. F.; PARRA, R. S. **Propuesta de laluffa cylindrica como absorbente acústico aplicable a recintos con fenómenos de reverberación**. Monografia (Graduação). Graduação em Arquitetura. Universidad La Grand Colombia. Bogotá, 2019.
- REBELO, V. S. M. **Efeitos da mercerização em fibras de Piaçava Amazônica (*Leopoldinia piassaba*) para produção de painéis de partículas de média densidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas. 2016.

RORIZ, M. **Zona de conforto térmico – Um estudo comparativo de diferentes abordagens.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Planejamento - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP. São Carlos, 1987.

SILVA, M. W. K. P.; RANIL, R. H. G.; FONSEKA R. M. 2012. ***Luffa cylindrica* (L.) M. Roemer (Sponge Gourd-Niyam wetakolu): An Emerging High Potential Under-utilized Cucurbit.** Tropical Agricultural Research, 2012.

SOUZA, J. **Como comprar materiais e serviços para obras.** Editora Pini. São Paulo, 2010.

SUETAKE, G. Y. **Avaliação do desempenho térmico de mantas isolantes em guaritas de fibra de vidro.** Dissertação (Mestrado). Departamento de engenharia civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

TANOBE, V. O. A. **Caracterização de fibras de esponja de *Luffa Cylindrica* para utilização em compósitos com matriz polimérica.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de materiais e Processos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

TORREIRA, R. P. **Isolamento térmico.** São Paulo, SP, 1980.

TURNER, D. B. **Workbook of atmospheric dispersion estimates.** Office of Air Program Pub. No. AP-26, Environmental Protection Agency, USA, 1970.

VITTORINO, F.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M. **Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas.** ENCAC-COTED. Curitiba, 2003.

YACHMENEV, V., NEGULESCU, I., YAN, C. **Thermal insulation properties of cellulose-based non-woven composites.** Journal of Industrial Textiles, v.36, 2006.

Ynoue, R. Y.; Reboita, M. S.; Ambrizzi, T.; Silva, G. A. M. Da. **Meteorologia: noções básicas.** Ed. Oficina de textos. 1º ed. 2017.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO – ECONÔMICO. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Oeste – em 2009.** Ministério do Meio Ambiente e Sustentabilidade. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/digeo/zee/>>. Acesso em janeiro de 2021.