

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

LARISSA GRAZIELY DO NASCIMENTO MARQUES

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO COM USO DE
EMBALAGEM CARTONADA: Estudo de caso em Bacabal-MA.**

BACABAL

2024

LARISSA GRAZIELY DO NASCIMENTO MARQUES

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO COM USO DE
EMBALAGEM CARTONADA: Estudo de caso em Bacabal-MA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil na Universidade Estadual do Maranhão, como requisito a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Profa. Ma. Natália Barros Falcão Cutrim.

BACABAL

2024

M298a Marques, Larissa Graziely do Nascimento.

Análise da aplicabilidade de isolamento térmico com uso de embalagem cartonada: Estudo de caso em Bacabal-MA / Larissa Graziely do Nascimento Marques – Bacabal-MA, 2024.

00 f: il.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil Bacharelado - Universidade Estadual do Maranhão-UEMA/ Campus Bacabal-MA, 2024.

Orientador: Prof^a Mestre: Natália Barros Falcão Cutrim

1. Manta Térmica 2. Embalagens Cartonadas 3. Conforto
4. Temperatura

CDU: 624. 01: 691 (91)

Elaborada por Poliana de Oliveira Ferreira CRB/13-702 MA

LARISSA GRAZIELY DO NASCIMENTO MARQUES

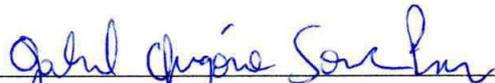
**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO COM USO
DE EMBALAGEM CARTONA: Estudo de caso em Bacabal-MA.**

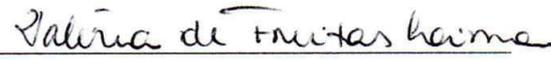
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 05 / 08 / 2024

BANCA EXAMINADORA


Prof. Ma. Natália Barros Falcão Cutrim (Orientadora)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Prof. Esp. Gabriel Gregório Sousa Pereira
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Prof. Esp. Valéria de Freitas Lima
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

À minha mãe, que em todos esses anos de trabalho árduo, dedicou sua vida a minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força, coragem e está sempre me auxiliando, principalmente nos momentos difíceis.

Agradeço a minha mãe, Jacilda, e aos meus irmãos, Lauandson e Lailson, por toda força que me deram ao longo dessa trajetória, o carinho, amor e suas orações foi o que me manteve firme. Obrigada por todo incentivo, apoio e por lutarem por esse objetivo comigo.

Agradeço as minhas amigas, aqui representadas pela pessoa da Lucy Araújo, por serem as primeiras a acreditarem que esse sonho seria possível e que mesmo distantes sempre foram as minhas inspirações, minha fonte de fé e maturidade. Obrigada por serem meu auxílio, por toda motivação, conselhos e todos os nossos momentos descontraídos.

Agradeço às mulheres que tiveram grande contribuição na minha vida, primeiramente, a minha madrinha Cioneide por ter sido uma das pessoas que teve grande participação na minha educação, seus ensinamentos e acompanhamento foi essencial para o meu crescimento. À doutora Yara, por ter acolhido a mim e a minha família com tanto carinho, sou muito grata por tudo que fez por nós desde que essa jornada começou.

À minha amiga e companheira de moradia, Maria Clara, por ter sido meu apoio nos últimos meses, por toda força, incentivo e nossas boas risadas. Sua companhia tem sido importantíssima nesse momento, obrigada por ter me dado força, pelo encorajamento e por ter comemorado comigo cada vitória.

As minhas companheiras de turma, Aline Xavier e Joana Kelly, obrigada pela companhia e por todas as nossas partilhas.

Aos meus amigos e companheiros de estágio, Mateus Lavôr, obrigada por toda a sua contribuição para com essa pesquisa, toda força que me transmitiu foi essencial para o desenvolvimento desse trabalho. Karen Michaelly e Juliana Paiva, obrigada por cada palavra motivadora, por cada conversa e todo o suporte que me deram diante das dificuldades. Obrigada meus amigos, por estarem sempre disposto a me ajudar independente da situação, vocês fizeram com que esse processo fosse mais leve.

Agradeço aos meus professores por todo aprendizado ao longo desses anos, e principalmente a minha orientadora, Professora Natália Barros Falcão Cutrim, por ter aceitado enfrentar esse desafio junto comigo.

E finalmente, agradeço a empresa Omnia Engenharia por todo aprendizado repassado durante esse tempo no escritório, o conhecimento adquirido foi essencial para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, serei eternamente grata por todo apoio e confiança.

“Serei heroína da minha própria história.”

Anne with an E

RESUMO

Esta pesquisa aborda o estudo do uso de embalagens cartonadas, como manta térmica e seu uso nas edificações. Essas embalagens possuem uma superfície reflexiva capaz de impedir ou retardar a radiação solar, resultando em um ambiente com boa condição térmica e diminuindo o desconforto gerado pela transferência de calor. Buscou-se reunir dados com o propósito de fazer uma manta e realizar testes de temperatura, a fim de garantir condições térmicas consideráveis e ainda diminuir a poluição em virtude da redução de seu descarte no meio ambiente. O método utilizado neste trabalho é de caráter descritivo, de natureza qualitativa, onde foi aplicado o levantamento bibliográfico juntamente com análises e dados numéricos, baseando-se em artigos, monografias e dissertações que tem as embalagens como principal objeto de estudo. Os resultados desta pesquisa demonstram um grande passo no avanço tecnológico gerado pela utilização de materiais reutilizáveis na construção civil, pois com as características da embalagem cartona e seu bom desempenho, seu uso pode mudar as condições térmicas em uma residência gerando maior conforto e em virtude do baixo custo na convecção das mantas, diversos benefícios podem surgir, principalmente para pessoas de baixa renda que não tem condições de adquirir aparelhos de refrigeração e/ou custear sua manutenção. Diante disso, conclui-se que a utilização da manta contribui significativamente para a redução de resíduos e traz ótimos benefícios a quem opta por usá-la.

Palavras-chave: Manta térmica; Embalagens Cartonadas; Conforto; Temperatura.

ABSTRACT

This research examines the use of carton packaging as a thermal blanket and its application in buildings. These packages have a reflective surface capable of preventing or slowing down solar radiation, resulting in environments with favorable thermal conditions and reducing discomfort caused by heat transfer. We aimed to gather data to create a blanket and conduct temperature tests, to ensure substantial thermal performance while also mitigating pollution by decreasing environmental disposal. The methodology employed is descriptive, qualitative, and quantitative, involving a bibliographic survey complemented by analysis and numerical data, based on articles, monographs, and dissertations focusing on packaging as the main subject of study. The results of this research represent a significant advancement in technological developments arising from the use of reusable materials in civil construction. Given the characteristics and effectiveness of carton packaging, its application could improve thermal conditions in homes, enhancing comfort. Additionally, due to the low cost of these thermal blankets, various benefits may emerge, particularly for low-income individuals who cannot afford cooling appliances and/or their maintenance. Therefore, it can be concluded that using this blanket significantly contributes to waste reduction and provides substantial benefits for its users.

Keywords: Thermal blanket; Cardboard packaging; Comfort; Temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Acúmulo de resíduos da construção civil.....	17
Figura 2, 3 e 4: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	19
Figura 5: Fatores de transferência de calor.....	23
Figura 6: Barra de metal conduzindo calor.....	24
Figura 7: Movimentação de partículas em um recipiente aquecido.....	24
Figura 8: Transferência de ondas de calor pelo vácuo.....	25
Figura 9: Aplicação da lã mineral em paredes divisórias.....	29
Figura 10: Poliestireno expandido (EPS).....	30
Figura 11: Faces da embalagem cartonada (Tetra Pak).....	31
Figura 12: Aparelhos de medição de temperatura posicionados nos protótipos.....	32
Figura 13: Caixas de leite longa vida.....	32
Figura 14: Materiais utilizados na confecção.....	33
Figura 15: Embalagem aberta e com dimensões do corte.....	34
Figura 16: Colagem das embalagens com o ferro de passar.....	35
Figura 17: Embalagens coladas e finalizadas.....	35
Figura 18: Termo-higrômetro digital.....	37
Figura 19: Planta baixa e corte com dimensões adotadas.....	38
Figura 20: Vistas do protótipo.....	38
Figura 21: Fase de construção de um dos protótipos.....	39
Figura 22: Protótipos em construção.....	39
Figura 23: Protótipos em campo.....	40

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAEMA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
EPS	Poliestireno Expandido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura de Estado do Ceará
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais.....	28
Tabela 2: Dados de temperatura e umidade coletados entre os dois protótipos.....	42
Tabela 3: Orçamento sintético elaborado no software OrçaFascio.....	44
Tabela 4: Orçamento sintético elaborado no software OrçaFascio.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação da temperatura interna entre os dois protótipos.....	41
Gráfico 2: Variação da umidade relativa entre os dois protótipos.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Impactos no meio ambiente causados pela construção civil	17
2.2 Sustentabilidade e reciclagem	18
2.2.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS	19
2.2.2 Impactos Socioambientais	20
2.2.3 Impactos Socioeconômicos	20
2.2.3.1 <i>Impactos na saúde</i>	21
2.3 Viabilidade econômica	21
2.4 Energia térmica	23
2.4.1 Condução	23
2.4.2 Convecção	24
2.4.3 Radiação	24
3 CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA DA CIDADE DE BACABAL	25
4 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES	26
4.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15220:2005	27
5 CONFORTO TÉRMICO	28
5.1 Isolantes térmicos	29
5.2 Embalagem cartonada	30
6 METODOLOGIA	31
6.1 Desenvolvimento das mantas térmicas	32
6.2 Características e propriedades da embalagem como material isolante	35
6.2.1 Instrumentação.....	37
6.2.1.1 <i>Termo-higrômetro Digital</i>	37
6.3 Experimento em campo: Aplicação da manta em protótipos	37
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
7.1 Temperaturas internas e suas variações	40
7.2 Análise Comparativa de Custos	42
7.2.1 Software OrçaFascio.....	43

7.2.2 Mantas térmicas comerciais	43
7.2.3 Mantas térmicas com embalagens cartonadas	44
8 CONCLUSÃO	46
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – PLANILHAS ANALÍTICAS	51

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil é uma das áreas que mais causam poluição do meio ambiente devido a desperdícios de materiais, demolições, desastres catastróficos e muitos outros fatores. Com isso, tecnologias sustentáveis têm surgido para solucionar ou amenizar esses problemas. A reciclagem de materiais é uma excelente solução para ajudar a diminuir a poluição, fazer uso de materiais que têm propriedades que podem ajudar nas construções é um fator que deve ser considerado, nesse contexto, a utilização de embalagens cartonadas como manta térmica, devido à sua versatilidade e fácil acesso, tem mostrado bons resultados em sua utilização.

Em virtude disso, esse trabalho apresenta o uso de Embalagens Cartonadas como uma solução alternativa para as edificações em relação a temperaturas elevadas, sua aplicação como Manta Térmica, além de incentivar a reciclagem pode proporcionar às pessoas um conforto maior em relação as ondas de calor excessivo que o país vem presenciando. Essa utilização é reforçada pela localização da cidade de Bacabal que fica no estado do Maranhão, na região Nordeste do Brasil, que segundo a prefeitura a cidade fica a uma altitude de 38 metros acima do nível do mar na latitude 4°13'02" Sul e 44°46'55" Oeste.

Diante disso, o município tem como clima o tropical, com duas estações distintas: a estação chuvosa (de janeiro a junho) e a estação seca (de julho a dezembro). Em Bacabal, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019, a Amazônia é o bioma predominante, embora haja sinais de transição para o Cerrado em algumas áreas. A temperatura local é diretamente influenciada por esse contexto biogeográfico porque a densidade da vegetação e a cobertura arbórea regulam o microclima, atenuando parcialmente as altas temperaturas durante a estação chuvosa. No entanto, durante a estação seca, as temperaturas aumentam significativamente devido à redução da umidade relativa do ar e à menor cobertura vegetal. Isso torna mais óbvio que as construções na área precisam de métodos eficientes de isolamento térmico.

Além disso, vemos no cenário mundial o aumento significativo das temperaturas, como podemos observar no relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM), 2023, o mês de outubro foi o mês que apresentou uma temperatura média global de 1,4°C acima da média comparado com anos anteriores. Sendo assim o ano de 2023 foi considerado de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2023, o mais quente em 174 anos de estudos meteorológicos, o INMET ainda informa que o Brasil em 2023 se destaca como um dos mais quentes da história desde a década de 60, com uma temperatura de 1,6°C acima comparada ao período de 1991 a 2020.

Com base nas características das embalagens, essa pesquisa busca desenvolver uma tecnologia que ajude a melhorar as condições térmicas nas residências e trazer um pouco mais de conforto para as pessoas, essa manta feita de caixas de leite longa vida é uma solução viável para as construções. Segundo Correa; Nascimento (2023), é recomendado o uso de materiais de cobertura que minimizem a transferência de calor no verão, e que também evitem perdas de calor no inverno, com isso devido aos materiais na qual é constituída, a embalagem cartonada possui propriedades isolantes que apresentam um bom desempenho térmico.

Portanto, como objetivo, o trabalho propõe o desenvolvimento de mantas de embalagens longa vida, buscando analisar suas propriedades físicas e térmicas em diferentes condições de temperaturas, que podem proporcionar conforto e ainda se tornar uma solução sustentável e eficiente.

Este trabalho justifica-se pelo modo como soluções sustentáveis e inovadoras podem transformar um lar e torná-lo confortável, proporcionando condições melhores de saúde. Além disso, o seu uso pode garantir uma melhora significativa na poluição do meio ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar as embalagens cartonadas como isolante térmico expostas a altas temperaturas, incentivando a adoção de novos materiais na construção civil, valorizando seu baixo custo e promovendo a conscientização ambiental.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma manta térmica de embalagens cartonadas, contribuindo para a conscientização social sobre a reutilização de materiais;
- Aplicar a manta térmica confeccionada sobre a parede de um protótipo de residência;
- Analisar a eficiência em relação à diferença de temperatura no interior do protótipo, considerando os impactos sociais;
- Comparar o custo com mantas existentes no mercado, enfatizando a viabilidade econômica para famílias de baixa renda.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Impactos no meio ambiente causados pela construção civil

A construção civil é uma das áreas que trazem muitos benefícios, tanto para o âmbito social quanto para o desenvolvimento econômico do país. Segundo Laruccia (2014), a indústria é caracterizada por uma extensa movimentação socioeconômica, pois impulsiona a geração de empregos e o comércio de materiais. Contudo, a construção civil também é uma das áreas que mais causam desperdício e acúmulo de resíduos no meio ambiente.

Problemas como destruição de áreas verdes para construções, poluição atmosférica, consumo de recursos naturais, redução de reservas hídricas e entre outros fatores que têm um impacto significativo. O cimento é um dos materiais com produção em grande escala, sua utilização é indispensável nas obras, no entanto, esse material tem um nível elevado de impacto ao meio ambiente, a produção de cimento e do concreto libera dióxido de carbono, um dos principais gases do efeito estufa. A construção civil também contribui com o crescimento da poluição por meio do transporte frequente de materiais, e mesmo que de maneira indireta, quando utiliza recursos naturais há a destruição de áreas verdes, provenientes da mineração.

Figura 1: Acúmulo de resíduos da construção civil.



Fonte: Resiclean.

Observa-se que, nos últimos meses, ondas de calor excessivas vêm se manifestando no Brasil e em outros países do mundo, o mês de setembro teve temperaturas máximas de até 43,5°C (Peixoto, 2023) e essa alta de temperatura além de causada por fatores climáticos, há também contribuição por parte da poluição.

Embora alguns impactos não tenham como ser evitados, é possível optar por materiais, recursos e tecnologias que possam solucionar ou diminuir esses fatores, como por exemplo o uso de materiais reciclados como a embalagem cartonada que é uma solução acessível, econômica e que apresenta boas características. Além disso, o compromisso dos profissionais com a responsabilidade social é fundamental, pois, de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que cita a norma Brasileira ABNT NBR 16001 (2012), a responsabilidade social:

é a responsabilidade de uma organização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente, por meio de um comportamento ético e transparente que: contribua para o desenvolvimento sustentável, inclusive para a saúde e o bem-estar da sociedade [...] (INMETRO *apud* ABNT NBR 16001, 2012).

2.2 Sustentabilidade e reciclagem

Entende-se como “sustentabilidade” a capacidade de suprir as necessidades atuais sem comprometer as necessidades futuras, tendo em vista que os recursos naturais são finitos. Portanto, deve-se englobar práticas que perpetuem a manutenção do meio ambiente e da vida, ou seja, do ecossistema de modo geral (Correa; Nascimento, 2023, p. 11).

Segundo Santos (2019), utilizar os recursos naturais disponíveis no ambiente, além de diminuir nos custos, há o benefício da sustentabilidade que reduz a produção de lixo e ajuda na utilização de materiais mais acessíveis na construção civil.

Diante dessa realidade, Santos (2019) afirma ainda que empresas e pesquisadores têm investido em pesquisas e tecnologias que podem viabilizar a reutilização e reciclagem das embalagens cartonadas voltadas à construção civil, e isso unindo as definições de conforto térmico aos materiais empregados nas edificações. Esse investimento é ótimo para a área ambiental, pois há uma diminuição na extração de insumos indispensáveis à produção, pode-se diminuir os gastos com matéria-prima e ressalta-se que a utilização do material apresentado é uma excelente alternativa ao conforto térmico nas moradias.

O interesse de empresários brasileiros em utilizar embalagens cartonadas na construção civil como elemento alternativo à solução de problemas causados por altas temperaturas no interior das edificações ainda é pequeno. Entre os fatores à baixa adesão e interesse estão questões e dúvidas relacionadas a sua resistência, durabilidade e real capacidade de isolamento térmico. O que se sabe é que as embalagens longa vida são de fácil acesso e aplicação e que seu uso pode substituir uma série de produtos similares encontrados no mercado (Santos, 2019, p. 22).

A adoção de práticas ecológicas, a utilização de recicláveis, como é o caso da caixa tetra pak, e a remoção de materiais descartáveis não são suficientes para sua reutilização, pois quando se trata de detritos sólidos é essencial viabilizar sua coleta, o que exige uma conscientização sobre sua coleta seletiva, seus benefícios e principalmente exige uma consciência socioambiental. Essas são soluções boas e eficazes, capazes de resolver ou mitigar os impactos causados pela produção de resíduos (Santos, 2019).

2.2.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS

A Organização das Nações Unidas (ONU) juntamente com seus apoiadores, está trabalhando para cumprir a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que foram criados em 2015 com o intuito de melhorar a qualidade de vida, promovendo a universalidade, integração, inclusão e sustentabilidade. Além disso, os ODS trazem em sua importância a mobilização de recursos, aumento da conscientização e fomento à colaboração. Dessa forma, asseguram que as pessoas consigam sair da pobreza, que vivam em paz e com prosperidade com um bom crescimento econômico, oportunidades mais justas e igualitárias.

Os ODS são 17 objetivos, dentre esses destaca-se 3: Objetivo 8 que é caracterizado pelo “trabalho decente e crescimento econômico”, que de acordo com sua meta 8.3 trata de “promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros”. Objetivo 9, que aborda a ideia de “construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação”. E por fim o objetivo 11 que fala sobre “cidades e comunidades sustentáveis” (Nações Unidas Brasil).

Figura 2, 3 e 4: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Nações Unidas Brasil.

Cada um desses objetivos tem papel fundamental no desenvolvimento e melhorias de uma cidade, pois incentivam o trabalho, a inovação e a sustentabilidade. As pessoas podem fazer uso de novos recursos e métodos para promover a criatividade e um mundo mais sustentável. As embalagens cartonadas são parte dessa inovação que as comunidades mais pobres precisam para melhorar o conforto, a saúde e ajudar o meio ambiente. De acordo com CEMPRE *apud* Silva *et al.*, 2022, no ano de 2020, 42,7% das embalagens cartonadas foram recicladas no Brasil e a expectativa é que esse número só aumente em virtude da expansão da coleta seletiva, a criação pelas prefeituras de novos processos tecnológicos, cooperativas e organizações comunitárias.

2.2.2 Impactos Socioambientais

Segundo Menezes (2023), impacto socioambiental: “é o efeito que uma ação ou atividade humana pode ter sobre as condições sociais e ambientais de uma determinada área”. Esses impactos podem ser positivos ou negativos, dependem de como essa ação vai interferir no meio ambiente ou no bem-estar da população.

Os principais efeitos desses impactos são alterações nos ecossistemas, uso de recursos naturais, emissões de gases de efeito estufa e entre outros fatores que causam danos, perdas e poluições. Portanto, é necessário compreender essas consequências e tomar atitudes que possam preservar a vida das pessoas e o ecossistema.

Fazer o uso de materiais recicláveis é o primeiro passo para uma comunidade mais sustentável, o que pode impactar de forma positiva tanto no meio social quanto ambiental. O uso das embalagens cartonadas como manta térmica ajuda a diminuir esses impactos ao meio ambiente, pois a reciclagem e reutilização ajudam a evitar que mais embalagens cheguem aos aterros sanitários ou sejam descartadas na natureza de forma incorreta, reduzindo assim o uso de resíduos sólidos e diminuindo a produção de novos materiais que utilizam bastante energia e recursos, o que contribui para o aumento de gases do efeito estufa. Essa tecnologia pode ainda melhorar de forma significativa o consumo energético das residências, pois as embalagens cartonadas são acessíveis e econômicas o que é benéfico para a população de baixa renda.

2.2.3 Impactos Socioeconômicos

Em muitas cidades do país, existem pessoas vivendo em condições de baixa renda, o que limita as condições financeiras para a adoção de soluções que amenizem as condições

térmicas em uma residência. A cidade de Bacabal, Maranhão é uma delas, de acordo com o IBGE, 2010, seu IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) é de 0,651. Além disso, as condições climáticas no estado são desafiadoras em alguns períodos do ano e impactam diretamente na saúde e conforto da população. Em virtude das condições financeiras, o uso de sistemas de ventilação modernos e ar-condicionado faz parte de uma realidade distante. Em consequência disso, a criação de soluções inovadoras e acessíveis poderá proporcionar um alívio térmico a sociedade.

A elaboração da manta térmica com as embalagens longa vida são uma solução inovadora e essencial para a redução da temperatura, sua construção impacta de forma positiva no consumo energético, pois com sua aplicação a necessidade de equipamentos elétricos de resfriamento diminui. Essa economia de energia em decorrência da confecção da manta, além de ser uma forte motivação ambiental, proporcionando boas vantagens para regiões com infraestrutura energética limitada, pode promover um excelente avanço no conhecimento científico, tecnológico e na engenharia de materiais.

No impacto socioeconômico, as mantas têm grande redução de custo na sua confecção e, com sua produção, esses materiais de construção podem gerar empregos em várias áreas, desde a coleta e separação até a fabricação e instalação das mantas térmicas.

2.2.3.1 Impactos na saúde

Com a melhoria da redução de temperatura nas residências, no âmbito da saúde pública, isso tem uma excelente implicação, pois, com ambientes mais arejados e frescos, doenças relacionadas ao calor, como insolação e desidratação, podem ser minimizadas. Além disso, fatores como a qualidade do sono e bem-estar podem ser melhorados, proporcionando uma vida melhor. Portanto, adotar boas alternativas com criatividade e sustentabilidade pode mudar a vida de muitas famílias da região, desenvolvendo um ambiente mais justo e igualitário para todos.

2.3 Viabilidade econômica

Uma solução inovadora e sustentável é o uso de embalagens cartonadas, como as de leite longa vida, como manta térmica em edificações. A utilização de materiais que seriam descartados reduz a quantidade de resíduos sólidos presentes no meio ambiente. A coleta e

reutilização dessas embalagens são fáceis de fazer em Bacabal; isso criará um ciclo de reciclagem local eficaz.

Como os materiais são baratos, fazer mantas térmicas a partir de embalagens cartonadas é uma opção rentável. As camadas de papel, plástico e alumínio das embalagens têm excelentes propriedades isolantes e podem refletir a radiação solar e reduzir a transferência de calor. A conversão dessas embalagens em mantas térmicas requer processos básicos de limpeza, corte e montagem, que não exigem tecnologia sofisticada ou um investimento inicial significativo.

Para que a produção das mantas térmicas seja viável economicamente em Bacabal, algumas estratégias podem ser adotadas:

- Parcerias com cooperativas de reciclagem: Estabelecer parcerias com cooperativas locais de reciclagem para coletar e preparar as embalagens cartonadas, assegurando um fornecimento constante de matéria-prima.
- Incentivos do governo: solicite apoio e financiamento do governo municipal e estadual para a criação de pequenas fábricas e capacitação de mão-de-obra.
- Educação ambiental: Implementar programas de educação ambiental para conscientizar a população sobre a importância da reciclagem e do reaproveitamento de materiais, incentivando a doação de embalagens.
- Mercado local: Aumentar a demanda por mantas térmicas, principalmente em climas quentes.

A coleta e transformação das embalagens podem ajudar as pessoas menos favorecidas a se empregar em cooperativas de reciclagem, fábricas de processamento e distribuição do produto final. Além disso, essa iniciativa pode ajudar diretamente famílias de baixa renda, que muitas vezes não têm acesso a sistemas de refrigeração, ao fornecer uma alternativa de isolamento térmico acessível. Essas famílias poderão desfrutar de um ambiente mais confortável e saudável com a melhoria das condições térmicas em suas residências, além de reduzir os gastos com energia elétrica.

O uso de manta térmica feita de embalagem cartonadas em Bacabal parece ser rentável, principalmente com relação ao reaproveitamento de resíduos e aos efeitos sociais. Uma cadeia produtiva sustentável pode ser construída com o apoio do governo, parcerias estratégicas e planejamento adequado. Isso melhorará a qualidade de vida da população local, bem como o meio ambiente.

2.4 Energia térmica

A transmissão de energia térmica acontece quando dois objetos com temperaturas diferentes entram em contato, onde o que apresenta temperatura mais elevada transfere calor para o que tem menor temperatura. A transferência pode ocorrer através de três fatores: condução, convecção e radiação.

Figura 5: Fatores de transferência de calor.

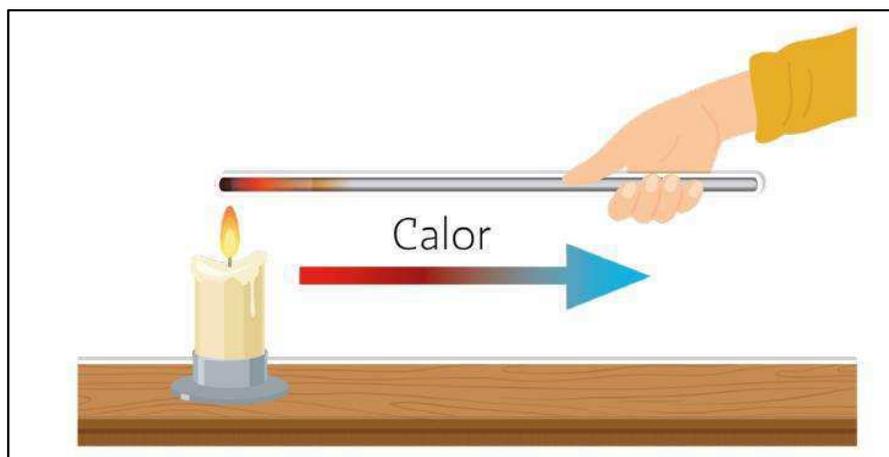


Fonte: Melo, Mundo Educação.

2.4.1 Condução

Conforme Correa; Nascimento (2023), a condução acontece quando a temperatura de um objeto é transferida para o outro sem que ele se mova. Isso acontece porque as partículas no material vibram e distribuem dessa forma energia térmica até o outro objeto, criando um fluxo de calor. Por exemplo, quando uma barra de metal tem sua extremidade aquecida e o calor se propaga por ela.

Figura 6: Barra de metal conduzindo calor.

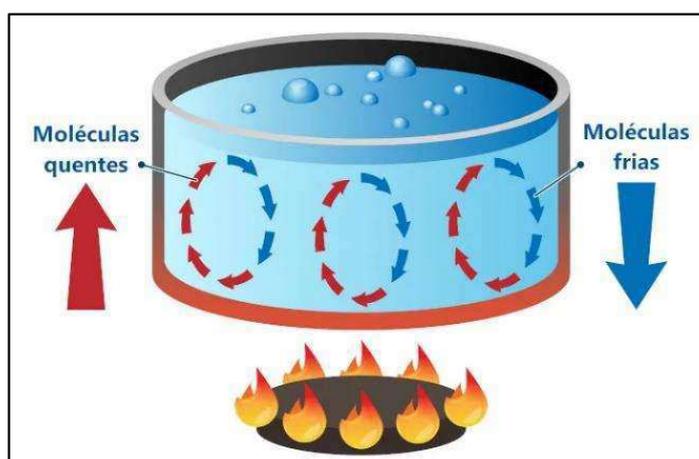


Fonte: Tópicos da Física (2012) *apud* Correa e Nascimento (2023).

2.4.2 Convecção

Segundo Correa; Nascimento (2023), a convecção ocorre quando há transferência de calor em um fluido devido à movimentação de suas partículas. O calor se espalha ao se movimentar pelo ambiente, elevando a temperatura de todo o local onde está o fluido. Um exemplo comum é o aquecimento de água no preparo de um chá.

Figura 7: Movimentação de partículas em um recipiente aquecido.



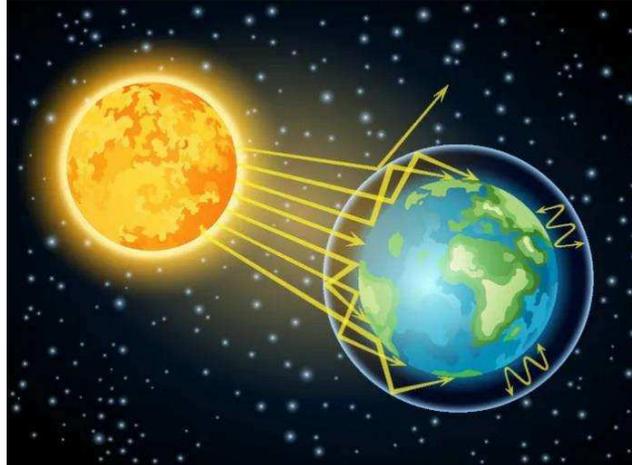
Fonte: Melo, Mundo Educação.

2.4.3 Radiação

Ainda segundo Correa; Nascimento (2023), a radiação é a transferência de temperatura através de ondas eletromagnéticas que são lançadas de um objeto até outro e,

diferente da condução e convecção, se propaga através do vácuo. Por exemplo, é assim que o calor do sol chega à Terra, dessa forma que uma fogueira também transmite calor até as pessoas ao seu redor.

Figura 8: Transferência de ondas de calor pelo vácuo.



Fonte: Melo, Mundo Educação.

3 CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA DA CIDADE DE BACABAL

Para entender como a temperatura em Bacabal é influenciada, é fundamental ter em mente os conceitos de bioma e clima, bem como eles interagem um com o outro. A cidade de Bacabal, no estado do Maranhão, fica na Amazônia Legal, um bioma de floresta tropical. A densa vegetação e a variada biodiversidade deste bioma desempenham um papel importante na regulação da temperatura local, pois é diretamente influenciada pela abundante cobertura vegetal da floresta tropical. A fotossíntese é o processo pelo qual as árvores e plantas em florestas absorvem dióxido de carbono e liberam vapor d'água. Esse vapor d'água é liberado na atmosfera por meio da evapotranspiração e ajuda a manter a umidade do ar.

Logo, a existência de corpos d'água e áreas alagadas na área de Bacabal também é um fator importante. A regulação térmica local é melhorada pela proximidade de rios e lagos. A capacidade calorífica alta da água permite que ela absorva e libere calor mais lentamente do que o solo. Esse efeito termorregulador modera as flutuações térmicas diárias e sazonais, ajudando a manter uma temperatura relativamente estável ao longo do ano.

A temperatura em Bacabal é fortemente influenciada pelo clima, além dos fatores associados ao bioma. A área, que fica próxima a linha do Equador, recebe muita radiação solar ao longo do ano. Temperaturas médias elevadas são comuns nas áreas equatoriais devido à alta

incidência de luz solar. A temperatura permanece elevada ao longo do ano graças à radiação solar contínua.

O clima de Bacabal é composto por estações de chuva e estações secas. A precipitação e a umidade na região aumentam durante a estação chuvosa, constata-se que vai de dezembro a maio. Durante esse período, a presença de nuvens e a intensa evaporação podem causar uma ligeira redução nas temperaturas, o que pode aliviar temporariamente o calor.

Por outro lado, durante a estação seca, que ocorre de junho a novembro, a incidência solar aumenta e a quantidade de chuvas diminui, tornando o clima mais quente e seco.

A sensação térmica também é influenciada pela umidade relativa do ar. A alta umidade em Bacabal pode aumentar o calor, pois o ar saturado reduz a eficiência do resfriamento por evaporação da pele. Assim, as temperaturas podem parecer mais altas do que o que os termômetros mostram.

Portanto, a interação entre o bioma de floresta tropical e o clima equatorial cria um ambiente com temperaturas médias elevadas, com variações sutis ao longo do ano devido às mudanças na precipitação e na umidade. A combinação desses fatores cria o padrão climático distinto de Bacabal. As características naturais do local e as condições atmosféricas locais também o influenciam.

4 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

A necessidade do desempenho térmico é evidenciada pelas temperaturas altas em Bacabal, como mencionado anteriormente. Portanto a NBR 15575 (2013) determina que os requisitos de desempenho são “condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender aos requisitos do usuário”.

Perdigão (1994) *apud* Suetake (2017), expressa que o desempenho térmico das edificações sofre influência de alguns fatores, como a quantidade de energia térmica recebida, insolação combatida pelos dispositivos de proteção e aberturas das janelas. O comportamento térmico também sofre influência da capacidade térmica, atraso térmico e da forma e dimensão da edificação (Akutsu; Lopes, 1988 *apud* Suetake, 2017).

A capacidade térmica é a capacidade do material de estabilizar a temperatura interna dos recintos em relação às flutuações da temperatura externa, e está relacionada à inércia térmica. Neste contexto, o calor ganho durante o dia é armazenado na massa dos elementos que compõem a envoltória da edificação e somente parte deste calor é transmitida para o interior dos ambientes. Assim, dois parâmetros são importantes

para a análise da inércia térmica, o atraso térmico e o amortecimento do calor transmitido, que se relacionam diretamente com as características térmicas do material e sua espessura (Papst, 1999 *apud* Suetake, 2017, p. 23).

A norma NBR 15575-1 (2005), define atraso térmico como sendo o “tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor.”

De acordo com Rivero (1985) *apud* Suetake (2017), o amortecimento térmico refere-se à capacidade que uma estrutura ou material tem de reduzir as amplitudes de temperatura entre a superfície interna e o ambiente externo. Ou seja, é a relação da temperatura que varia dentro de um ambiente e fora dele.

O desempenho térmico dos materiais vai depender também da incidência da radiação solar que absorvem, refletem e emitem (Peralta, 2006; Kabre, 2009 *apud* Suetake, 2017). Os principais fatores que influenciam são: a absorvância à radiação solar (α) que é quando uma superfície absorve uma fração da energia solar e transforma-a em calor, e essa absorção está diretamente ligada a cor da superfície, onde superfícies escuras absorvem mais energia, ou seja, têm alta absorvância, enquanto superfícies claras ou metálicas refletem mais energia, têm baixa absorvância (Szokolay, 2004 *apud* Suetake, 2017). A refletância à radiação solar (ρ) é quando uma superfície reflete uma fração da energia solar sem modificar a temperatura (Peralta, 2006 *apud* Suetake, 2017).

Aves (1997) *apud* Suetake (2017), fala sobre a importância de conhecer as propriedades termo-físicas dos materiais e quando usá-los, pois, com esse conhecimento, é possível e necessário garantir um bom desempenho térmico dentro das residências.

4.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15220:2005

A norma que trata sobre Desempenho Térmico de Edificações é a ABNT NBR 15220-2 (2005). Ela mostra métodos e critérios para a avaliação do desempenho térmico de sistemas construtivos e outros componentes. Por isso, é uma norma essencial para garantir a eficiência energética e, principalmente, o conforto térmico nas construções.

A NBR 15220-2 (2005), apresenta parâmetros de Propriedades Térmicas dos Materiais; alguns deles são apresentados nesta pesquisa. Os dados mostram a condutividade térmica (λ) e o calor específico (c) para diversos materiais de construção em função de sua densidade de massa aparente (ρ), como mostra a tabela B.3 da NBR, a seguir:

Tabela 1: Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais.

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/(m.K))	C (kJ/(kg.K))
Fibrocimento			
Placas de fibrocimento	1800-2200	0,95	0,84
	1400-1800	0,65	0,84
Isolantes térmicos			
Lã de rocha	20-200	0,045	0,750
Lã de vidro	10-100	0,045	0,700
Poliestireno expandido moldado	15-35	0,040	1,420
Poliestireno extrudado	25-40	0,035	1,420
Espuma rígida de poliuretano	30-40	0,030	1,670

Fonte: Adaptada da NBR 15220-2 (2005).

De acordo com os ensaios de temperatura feitos por Cunha (2011), os valores obtidos para a embalagem cartonada de densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico foram:

- Densidade da amostra: 934,0 kg/m³
- Condutividade térmica: 0,80 (W/(m.k))
- Calor específico: 0,93 (kJ/(kg.k))

Comparando a condutividade térmica ensaiada, com a condutividade térmica de placas usadas para ambientes internos, como as placas de gesso acartonado [0,35 W/(m.k)], as placas de aglomerados densos [0,20 W/(m.k)] e compensados [0,15 W/(m.k)]; percebe-se que a condutividade térmica da placa reciclada é maior; porém, comparando-se com placas usadas para fechamentos externos, como as de fibrocimento [0,95 W/(m.k)], percebe-se que a placa reciclada tem condutividade térmica menor [0,80 W/(m.k)]. Esses dados indicam que as Placas recicladas de Embalagens Longa Vida podem ser favoráveis no desempenho de proteção da condução do calor. Este é um indicativo preliminar, que analisa o material individualmente; porém, o desempenho irá variar de acordo com o conjunto de materiais que estiverem compondo a envolvente do edifício (Cunha, 2011, p. 81)

5 CONFORTO TÉRMICO

Segundo Lamberts (2011), o conforto térmico apresenta estudos que buscam ambientes que atendam às necessidades humanas e que contribuem para o bem-estar e agilidade na realização de tarefas diárias. Esses estudos têm um papel crucial na criação de métodos que possibilitam fazer uma análise térmica detalhada do ambiente.

O conforto térmico apresenta várias definições; uma delas o caracteriza como sendo “a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”, de acordo com ASHRAE Standard 55, 2004 *apud* Lamberts, 2011.

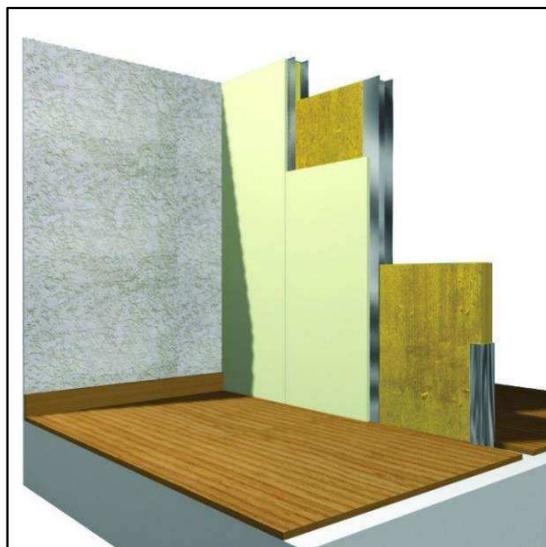
Para exemplificar, é a condição como uma pessoa se encontra, caracterizada por uma combinação de aspectos como umidade, temperatura do ar e vento, juntamente com as vestimentas e o metabolismo humano. Todos esses fatores influenciam no conforto térmico dos indivíduos que ocupam um determinado espaço.

5.1 Isolantes térmicos

O isolante térmico é um material criado para diminuir a transferência de calor em ambientes, segundo Torreira (1980), esse material pode dificultar a transferência de calor em locais que apresentam diferentes níveis de temperatura. O isolamento térmico tem uma combinação de fatores que minimizam o fluxo de calor: condução, convecção e radiação, como mencionados anteriormente. Além de retardar o calor na edificação, proporcionam boas condições de temperatura e influenciam no consumo energético.

Os materiais isolantes mais comuns são: fibra de vidro, conhecida por sua durabilidade e alta resistência ao calor e seu ótimo desempenho acústico; Poliestireno expandido (EPS), além de ser um material leve, tem baixa condutibilidade térmica e não é inflamável (Correa; Nascimento, 2023); Lã mineral, de acordo com a Fibrosom, é um material resistente ao fogo, ecológico e tem altas propriedades térmicas e acústicas.

Figura 9: Aplicação da lã mineral em paredes divisórias



Fonte: Fibrosom

Figura 10: Poliestireno expandido (EPS).



Fonte: Mundo isopor (2020).

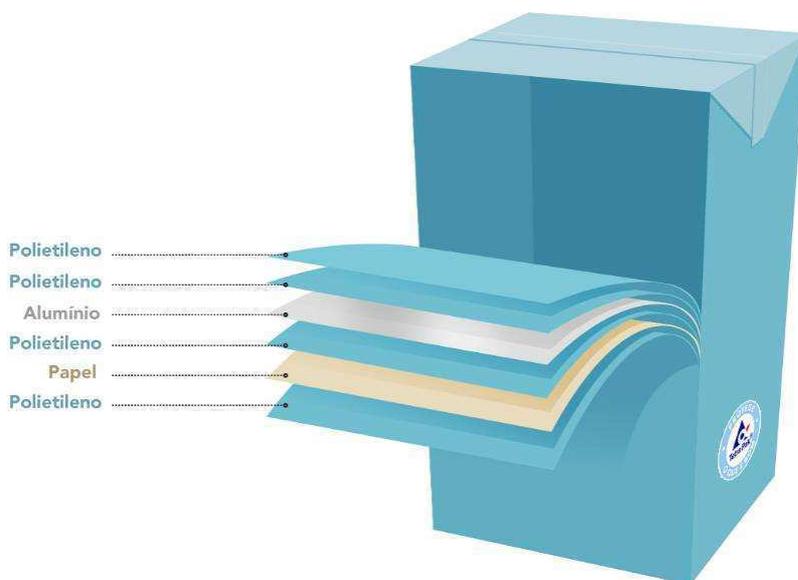
5.2 Embalagem cartonada

As embalagens Longa Vida foram inventadas por Ruben Rausing e a comercialização iniciou-se em 1952 na Suécia. Desde então o seu uso tem aumentado por todo o mundo. No Brasil, o uso de embalagens cartonadas iniciou-se em 1957, a primeira fábrica foi inaugurada em 1978 em Monte Mor (SP) e a segunda em 1999 em Ponta Grossa (PR) (Michels, 2007, p. 41).

A embalagem longa vida é utilizada para garantir a durabilidade e a qualidade dos alimentos nela acondicionados. Após o consumo, estas embalagens tornam-se lixo de difícil decomposição. A maior parte deste lixo destina-se para aterros sanitários, contribuindo para a ocupação de áreas e o aumento do volume de lixo a ser depositado (Michels, 2007, p. 42).

Devido aos materiais dos quais é constituída, (75% de papel, que garante resistência; 20% de polietileno, que protege da umidade e evita o contato com o alimento; e 5% de alumínio, que evita a passagem de luz, microrganismos e oxigênio) (Suetake, 2017), as embalagens cartonadas possuem propriedades isolantes, como as mostradas na figura a seguir:

Figura 11: Faces da embalagem cartonada (Tetra Pak).



Fonte: Nutrição Prática e Saudável (2018).

6 METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta aspectos quali-quantitativos, pois foram realizados testes em campo para comprovar a viabilidade da manta térmica como isolante em residências e foram utilizadas pesquisas bibliográficas que descrevem a aquisição da manta feita com embalagens longa vida e que tratam não somente suas propriedades e utilização, mas também a reutilização e sustentabilidade, caracterizando o conforto térmico aos moradores, o fácil acesso e o seu baixo custo.

Após os estudos, foram construídos dois protótipos idênticos, com a aplicação da manta térmica sendo feita nas paredes externas de apenas um deles. Para a comparação da temperatura interna entre os dois protótipos, foram usados dois termo-higrômetros digitais, ambos posicionados nos mesmos locais. Por fim, foram apresentados os resultados dos testes de temperatura que estimam a emissividade do material desenvolvido.

Figura 12: Aparelhos de medição de temperatura posicionados nos protótipos.



Fonte: Autora (2024).

6.1 Desenvolvimento das mantas térmicas

Figura 13: Caixas de leite longa vida.



Fonte: Autora (2023).

Para a confecção das mantas térmicas de Tetra Pak, serão seguidas algumas etapas:

- Coleta das embalagens;
- Higienização;
- Corte e colagem.

Após a coleta das caixas, é necessário fazer uma lavagem para retirar os compostos que estiverem presentes e deixar secar ao ar livre por alguns minutos, é importante que as caixas sejam guardadas em um local longe de agentes externos, como chuva.

Para sua confecção, serão necessários os seguintes materiais:

- Caixas Tetra Pak;
- Tesoura ou estilete;
- Régua, trena ou outro material;
- Cola, grampeador, fita adesiva ou outro material para fixação;
- Papel sulfite (A4);
- Ferro de passar roupa.

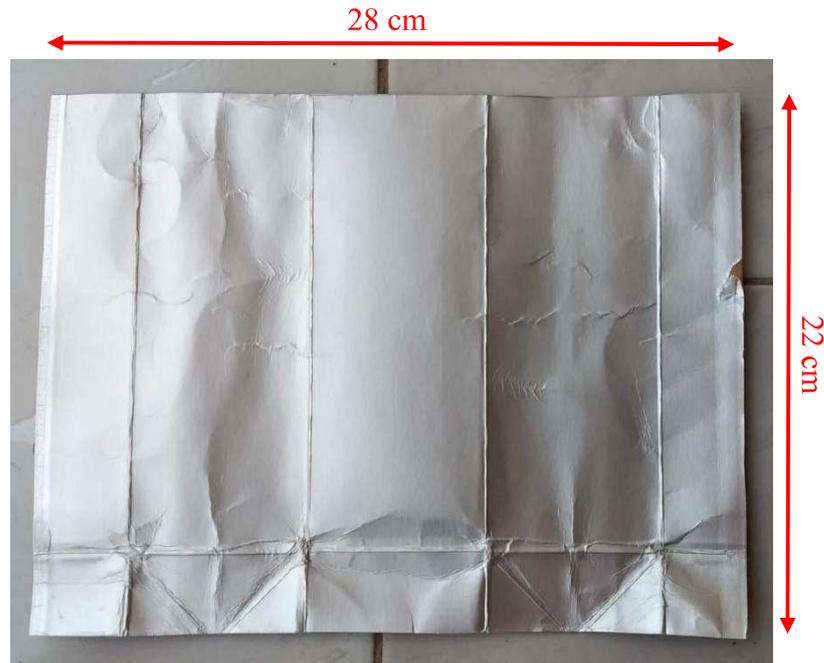
Figura 14: Materiais utilizados na confecção.



Fonte: Autora (2024).

Depois de toda higienização, vem a fase de cortar e juntar cada embalagem para formar a manta térmica. O corte deve ser feito retirando as partes menos importantes da caixa de modo que fiquem todas com tamanho aproximado.

Figura 15: Embalagem aberta e com dimensões do corte.



Fonte: Autora (2023).

De acordo com Correa; Nascimento (2023), as orientações para a confecção da manta seguem os seguintes passos. Primeiramente, as embalagens serão colocadas sobre uma base lisa e resistente a elevadas temperaturas para fazer a junção. Deve-se colocar o papel sulfite sobre os locais onde serão as emendas para assim passar o ferro sobre ele (não passar o ferro quente diretamente sobre a embalagem para evitar a danificação do material). Dessa forma, os plásticos que compõem as embalagens cartonadas ficarão amolecidos e se unirão. A união da manta deve seguir uma sequência para que todas as partes permaneçam iguais. Cortar o sulfite em partes menores, como tiras, facilita o direcionamento do ferro quente sobre a embalagem e a retirada do papel. Logo depois que as embalagens estiverem coladas, pode-se remover o papel; se houver alguma dificuldade, basta passar o ferro novamente sobre ele e removê-lo. As fileiras seguintes das caixas não devem seguir o alinhamento das uniões das anteriores. Para que a manta fique mais reforçada, recomenda-se a colagem em zigue-zague.

Figura 16: Colagem das embalagens com o ferro de passar.



Fonte: Autora (2024).

Figura 17: Embalagens coladas e finalizadas.



Fonte: Autora (2024).

6.2 Características e propriedades da embalagem como material isolante

Ao longo do tempo, têm surgido novas formas e tecnologias capazes de reduzir os ganhos térmicos nas edificações. Materiais que têm como característica o combate à radiação são uma dessas soluções inovadoras que tem ganhado espaço no mercado (Cavalcante, 2011 *apud* Santos, 2019). Esse tipo de material além de ser uma solução acessível, é simples, eficaz e econômico.

A embalagem cartonada é um exemplo dessas propriedades, pois possui baixa emissividade e absorvidade e uma superfície reflexiva, capaz de retardar ou bloquear os efeitos

da radiação solar, reduzindo o desconforto térmico causado pela transferência de calor para o ambiente interno (Cavalcante, 2011 *apud* Santos, 2019, p. 21).

Para que as barreiras radiantes apresentem bom desempenho é necessário considerar três fatores: a refletividade, que depende da forma como a manta é instalada; a emissividade, que indica as propriedades e eficiência de um material em irradiar e/ou emitir energia em função do comprimento de onda cuja referência é o corpo negro em mesma temperatura; e o ângulo de radiação incidente que atinge a superfície (Pachêco, 1998 *apud* Santos, 2019, p. 21).

O material reflexivo mais utilizado em barreiras radiantes é o alumínio. Sua folha aluminizada pode ser aplicada em um ou ambos os lados do substrato de apoio, geralmente em papéis kraft's, filmes plásticos e papelões. Quando associado a outros materiais isolantes, mediante alternância de folhas separadas por espaços de ar fechados, proporciona não só melhor resistência mecânica às embalagens, mas também cria um isolante térmico ideal, isto é, capaz de atender as funções requeridas por potenciais consumidores (Cavalcante, 2011 *apud* Santos, 2019, p. 21).

Segundo Santos (2019), a radiação solar que incide sobre a superfície aluminizada é pouco absorvida, isso porque apresenta baixa emissividade e é altamente reflexiva. Ou seja, quando a folha de alumínio é posicionada corretamente entre os materiais que, ao invés de transmitir calor por condução, transmite por radiação, essa troca de calor radiante é eliminada.

Na tentativa de encontrar soluções ao desconforto térmico nas edificações e, assim, promover benefícios à saúde e à qualidade de vida das pessoas, especialmente às de baixa renda, Schmutzler (2001) desenvolveu uma metodologia própria. Em um primeiro momento, analisou e comprovou que a propriedade de reflectância do alumínio presente nas caixinhas de leite é bastante significativa. Em seguida, em parceria com a Universidade de Campinas (Unicamp) criou o projeto Forro Vida Longa com o intuito de reaproveitar as embalagens cartonadas, dando a elas um destino sustentável e social. (Santos, 2019, p. 23).

Em um de seus estudos, Schmutzler (2001) utilizou-se de dois compartimentos cobertos com telhas de cimento-amianto, nos quais ambos sofreram aquecimento com lâmpadas que, imitando a radiação solar, forneceram radiação infravermelha às superfícies. Durante os experimentos, verificou-se que o alumínio presente na parte interna das embalagens cartonadas, possui propriedade física de irradiar menos de 5% e refletir mais de 95% do calor incidente, na condição de a superfície do material em teste estar em boas condições de polimento e isenta de poeira na face refletora (Santos, 2019, p. 24).

Segundo Santos (2019), Schmutzler (2001), com o objetivo de obter mais informações substituiu a manta cartonada por mantas comerciais (duralfoil) e constatou que os resultados eram compatíveis. Analisou-se também os riscos de incêndio caso as embalagens fossem colocadas próximas a fios elétricos e lâmpadas. Nos testes, percebeu-se que o material não é auto-combustível e que a corrente elétrica era interrompida pela própria embalagem após um curto-circuito. Esses são excelentes resultados para quem pretende usar as embalagens cartonadas em sua residência.

6.2.1 Instrumentação

6.2.1.1 Termo-higrômetro Digital

Esse aparelho permite medir a temperatura interna e externa do ar e a umidade relativa. Além disso, ele também funciona como relógio e armazena as temperaturas máximas e mínimas anteriores. Sua unidade pode ser dada em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) ou Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). O termo-higrômetro funciona com o uso de pilha e, para seu funcionamento correto, é necessário ajustar dia, mês, hora e seu formato (12h ou 24h). Ele apresenta as seguintes especificações:

- Escala de medição: $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ($-14^{\circ}\text{F}\sim 122^{\circ}\text{F}$)
- Precisão de medida: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($1,8^{\circ}\text{F}$)
- Resolução de temperatura: $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ($0,2^{\circ}\text{F}$)
- Faixa de medição de umidade: 10%~99% RH
- Precisão de umidade: $\pm 5\%$ RH

Figura 18: Termo-higrômetro digital.



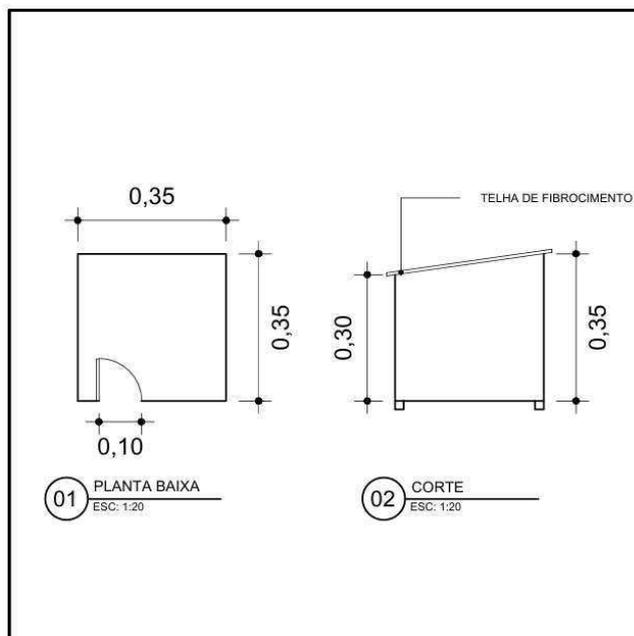
Fonte: Autora (2024).

6.3 Experimento em campo: Aplicação da manta em protótipos

Foram construídos dois protótipos idênticos feitos de madeira, com cobertura em telha de fibrocimento, pois estas telhas apresentam um desempenho térmico muito baixo por apresentarem espessuras pequenas permitindo a passagem de calor para o interior das casas

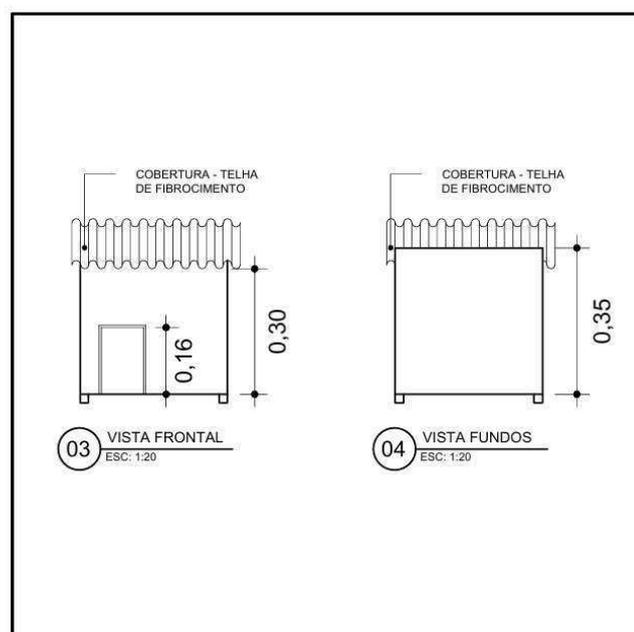
(Prado, 2015). Para a comparação da temperatura interna entre os dois protótipos, foi feito o uso de termo-higrômetros e que ambos foram posicionados nos mesmos locais. As figuras a seguir apresentam planta baixa e corte com as dimensões adotadas.

Figura 19: Planta baixa e corte com dimensões adotadas.



Fonte: Autora (2024).

Figura 20: Vistas do protótipo.



Fonte: Autora (2024).

Figura 21: Fase de construção de um dos protótipos.



Fonte: Autora (2024).

Figura 22: Protótipos em construção.



Fonte: Autora (2024).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa são apresentados em duas partes: as variações de temperatura entre os dois protótipos e a comparação de custos da manta com as de mercado.

7.1 Temperaturas internas e suas variações

O experimento foi realizado seguindo os procedimentos descritos neste estudo. Os protótipos depois de totalmente prontos, foram colocados em um local onde não houvesse sombras e com boa ventilação. Dessa forma, houve um melhor aproveitamento da incidência solar para a coleta dos dados de temperatura.

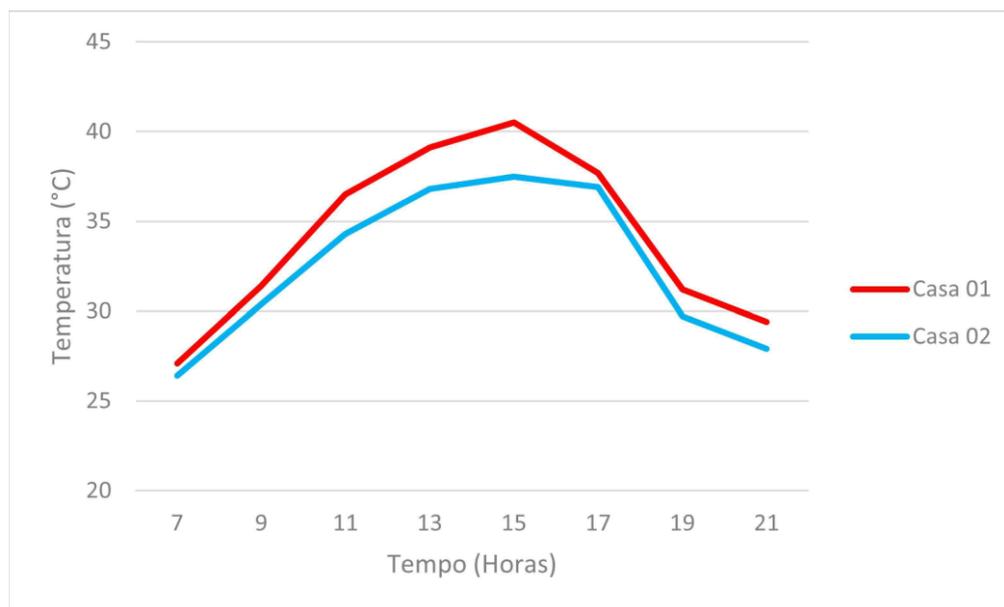
Figura 23: Protótipos em campo.



Fonte: Autora (2024).

O estudo foi feito em um único dia da semana no mês de julho, sendo um protótipo com a manta e o outro sem. Os gráficos apresentados a seguir mostram os resultados do dia de estudo, gerados a partir dos dados de temperatura e umidade relativa coletados a cada duas horas, iniciando às 07h da manhã e finalizando às 21h da noite do dia 16, terça-feira.

A primeira análise foi sobre a comparação das temperaturas internas registradas, onde pode-se perceber que a casa 02, revestida com a manta térmica, apresentou uma menor temperatura em comparação a casa 01. Nas primeiras duas horas de estudo, a elevação de temperatura no interior do protótipo com a manta foi de 26,4°C, enquanto que o protótipo sem a manta foi de 27,1°C. No horário de maior pico de calor, a avaliação com a manta foi de 37,5°C, e o experimento sem a manta apresentou uma temperatura de 40,5°C. Isto evidencia que a embalagem cartonada apresenta eficiência. A plotagem do gráfico 1 mostra essa variação de temperatura no interior dos protótipos.

Gráfico 1: Variação da temperatura interna entre os dois protótipos.

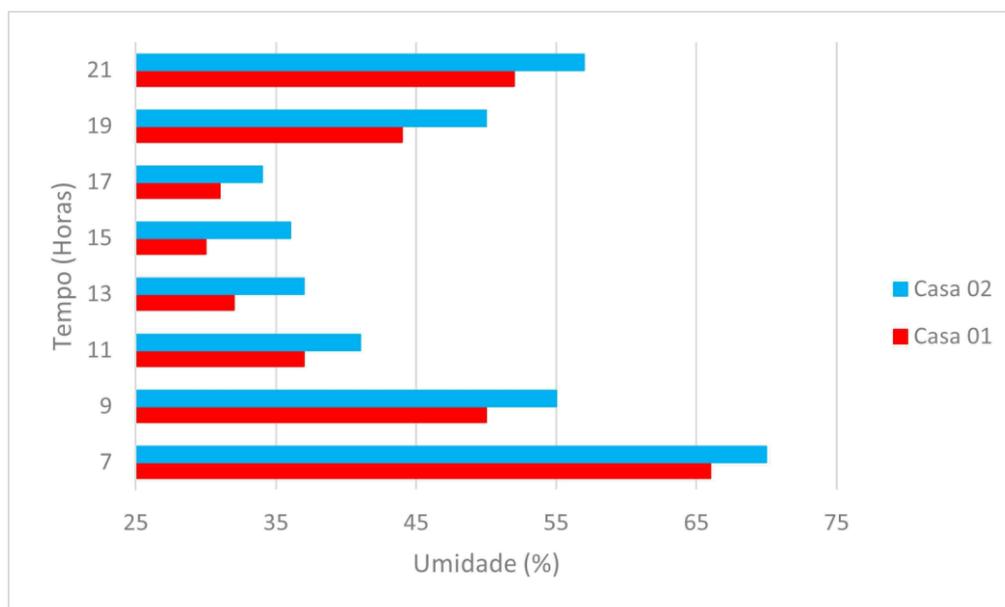
Fonte: Autora (2024).

O gráfico mostra que, de acordo com o intervalo de tempo em que a temperatura externa aumenta, o ambiente interno do protótipo 01, que não tem a manta térmica, apresenta uma temperatura mais elevada em relação ao protótipo 02, ou seja, absorveu mais calor e transmitiu por condução para o interior do ambiente. Já o ambiente do protótipo 02, que foi revestido com a manta, manteve sua temperatura interior sempre abaixo, caracterizando que a intervenção da manta térmica feita com as embalagens cartonadas dificultou a entrada de calor no ambiente. Sua superfície aluminizada refletiu os raios solares, deixando o interior do protótipo com a temperatura mais amena. Percebe-se ainda que, no início da noite, quando já não havia incidência solar, o protótipo com a manta conservou sua temperatura interna e foi diminuindo gradativamente, mesmo os dois apresentando uma queda brusca de temperatura por volta das 17h da tarde.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) *apud* Ministério da Saúde (2022), afirma que a umidade relativa do ar ideal é 60%. Sabe-se que, se o nível estiver abaixo de 30%, o ambiente está muito seco, o que pode afetar as condições de saúde. Usando a análise comparativa, observa-se no gráfico 2 que a umidade dentro do protótipo 02 esteve acima do percentual de umidade em relação ao protótipo 01. O que é benéfico, apesar dos valores de temperatura estarem próximos, houve diferença em relação ao calor transmitido nos dois protótipos. Como mencionado, umidade muito abaixo do ideal pode causar desidratação, doenças respiratórias e outros fatores prejudiciais à saúde. Percebe-se que o protótipo com a

manta térmica ajuda a manter o interior do ambiente mais fresco, com boas condições térmicas, garantindo o conforto do usuário.

Gráfico 2: Variação da umidade relativa entre os dois protótipos.



Fonte: Autora (2024).

A tabela a seguir apresenta todos os dados coletados durante o experimento.

Tabela 2: Dados de temperatura e umidade coletados entre os dois protótipos.

Tempo (h)	Protótipo 01		Protótipo 02	
	Temperatura(°C)	Umidade (%)	Temperatura(°C)	Umidade (%)
7	27,1	66	26,4	70
9	31,4	50	30,4	55
11	36,5	37	34,3	41
13	39,1	32	36,8	37
15	40,5	30	37,5	36
17	37,7	31	36,9	34
19	31,2	44	29,7	50
21	29,4	52	27,9	57

Fonte: Autora (2024).

7.2 Análise Comparativa de Custos

7.2.1 Software OrçaFascio

Para a composição das planilhas orçamentárias com o custo das mantas existentes no mercado, fez-se uso do Software online OrçaFascio, que é uma excelente ferramenta para elaborar orçamentos detalhados, permitindo calcular custos de materiais e mão de obra. De acordo com o próprio software, ele é “uma plataforma completa para a gestão eficiente da sua obra” e que ainda é um “software para orçamento de obras, licitação de obras e otimização BIM para empreendedores, construtoras, incorporadoras e órgãos públicos”. O OrçaFascio elabora as planilhas sintéticas, analíticas, cronogramas, curvas ABC, medições, diários de obra, etc.

Segundo Branco (2022), o software é fácil de usar, aumenta a produtividade e reduz o tempo de produção em até 80%. É o melhor custo-benefício do mercado, e além disso, a plataforma é em nuvem, o que facilita o acesso a qualquer hora e local.

A partir da planilha sintética, é possível gerar automaticamente outras planilhas, que são necessárias para um melhor entendimento sobre o orçamento apresentado. Além disso, o software permite a consulta de preços em várias bases de dados, como Sistema de preço da Secretaria de Infraestrutura de Estado do Ceará (SEINFRA), Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) e as mais utilizadas: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE).

7.2.2 Mantas térmicas comerciais

Como já mencionado no decorrer deste trabalho, as mantas térmicas feitas de embalagens cartonadas têm um custo-benefício melhor em comparação com o valor das mantas comerciais. A tabela a seguir apresenta o orçamento das mantas de acordo com a base de dados do ORSE.

Tabela 3: Orçamento sintético elaborado no software OrçaFascio.

Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit
12842	ORSE	Manta aluminizada 1 face para subcobertura, e = *1* mm	m ²	1	18,96
12841	ORSE	Manta de polietileno expandido, com 1 face metalizada para subcobertura, e =*5* mm	m ²	1	39,03
9634	ORSE	Manta de alumínio, subcobertura de telhado, Freshfoil da Tégula ou similar	m ²	1	36,15
7704	ORSE	Manta em lâ de rocha de 25mm - fornecimento e aplicação	m ²	1	35,70
9854	ORSE	Manta em lâ de vidro aluminizada esp=25mm	m ²	1	23,29

Fonte: Autora (2024).

A base do ORSE mostra além do material, o custo total de produção, incluindo também a mão de obra, como observa-se no apêndice A, na planilha orçamentária analítica.

Tabela 4: Orçamento sintético elaborado no software OrçaFascio.

Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit
39696	SINAPI	Manta aluminizada 1 face para subcobertura, e = *1* mm	m ²	1	6,43
42527	SINAPI	Manta de polietileno expandido, com 1 face metalizada para subcobertura, e = *5* mm	m ²	1	24,16
42529	SINAPI	Fita adesiva aluminizada, para instalação de mantas de subcobertura, l = *5* cm	M	1	1,35

Fonte: Autora (2024).

A tabela mostra o custo das mantas de acordo com a base de dados do SINAPI, que, diferentemente do ORSE, se concentra exclusivamente nos insumos, sem a mão de obra, como verifica-se no apêndice A.

As mantas de mercado geralmente são fabricadas em larga escala por fabricantes especializados, e seus custos incluem tanto os materiais usados na manta quanto mão de obra, transporte, lucro e outros custos indiretos, o que justifica o aumento de preço em relação a esses custos.

7.2.3 Mantas térmicas com embalagens cartonadas

O custo da manta feita de embalagens cartonadas pode diminuir se essa matéria-prima for reaproveitada ou reciclada. No entanto, é necessário levar em consideração alguns

fatores, como: limpeza, secagem e corte; união das embalagens; cola, fita adesiva ou outros materiais necessários. O custo com as caixas pode ser zero se elas forem coletadas em residências, restaurantes ou locais de reciclagem de material. Para a mão de obra, o custo é o tempo de quem irá produzir; se outra pessoa for contratada, o custo será por hora. Os materiais de junção, como a fita adesiva transparente 38x45cm, custa R\$6,99 reais, e cada rolo contém 3m, ou seja, fica R\$2,33 por metro de fita.

Cada embalagem tem uma área $0,0616 \text{ m}^2$ (considerando dimensões médias de 28 cm x 22 cm). Seriam necessárias cerca de 17 embalagens para 1 m^2 . O custo da limpeza com uso de água e detergente por embalagem é de R\$0,10. Logo, $17 \text{ embalagens} \times \text{R}\$0,10 = \text{R}\$1,70$ por metro quadrado. Somando com o valor da fita adesiva (R\$6,99), o valor total fica em torno de R\$8,69 reais.

Portanto, observa-se que o custo da confecção da manta é muito mais barato do que o de uma manta comercializada. Essa alternativa só apresenta benefícios, tanto para o meio ambiente como para as comunidades de baixa renda.

8 CONCLUSÃO

Este experimento prova que o uso de embalagens cartonadas pode funcionar para reduzir a temperatura e manter um nível aceitável de umidade do ar em construções. Como descoberto na análise dos dados coletados durante as horas de estudo, o protótipo com a embalagem resultou em temperaturas mais amenas em comparação com o protótipo sem qualquer envoltório.

Os resultados exibidos mostram que a manta térmica produzida com caixa de leite impede ou atrasa a radiação solar e, conseqüentemente, a passagem de calor para o interior do ambiente. Tal fator é bastante positivo nas regiões altamente ensolaradas, a fim de fornecer um ambiente mais agradável e saudável. Ademais, o uso destas mantas contribui ainda com a preservação do meio ambiente ao reutilizar materiais que seriam descartados, reduzindo a poluição causada por acúmulos.

Dado o material e o baixo custo de produção, a acessibilidade das mantas térmicas e, portanto, o método em si é uma solução econômica viável para melhorar as condições térmicas das habitações. Dá esperança e oportunidade de melhorar o bem-estar para aqueles que não têm condições de comprar um sistema de refrigeração. O uso de mantas térmicas na residência trará conforto térmico, saúde e sustentabilidade.

Portanto, conclui-se que a proposta de utilizar embalagens cartonadas como mantas térmicas nas construções é uma solução que pode melhorar a qualidade de vida dos usuários e, ao mesmo tempo, ajudar a reduzir a quantidade de resíduo e danos ambientais. Contudo, novas pesquisas e inovações visando encontrar novas maneiras de implementar materiais recicláveis nas construções são bem-vindas justamente pela sua valiosa contribuição no desenvolvimento sustentável.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Melhorar a estética da residência sem modificar o desempenho térmico da manta;
- Fazer novos testes seguindo o mesmo processo, porém com o acréscimo de lâmpadas no interior do ambiente para verificar o comportamento da manta com mais incidência de calor no local.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: 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, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais: desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BRANCO, Hiago. **OrçaFascio, seu sistema de orçamento de obras**. 2022. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/orcafascio-seu-sistema-de-orcamento-de-obras>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

CORREA, E. L. M. S.; NASCIMENTO, U. S. **Construções Sustentáveis – Módulo 1: Conceitos Iniciais Sobre Construção de Baixo Impacto Ambiental**. UEMAnet, São Luís, 2023.

CORREA, E. L. M. S.; NASCIMENTO, U. S. **Construções Sustentáveis – Módulo 2: Técnicas Construtivas Sustentáveis**. UEMAnet, São Luís, 2023.

CORREA, E. L. M. S.; NASCIMENTO, U. S. **Construções Sustentáveis – Módulo 3: Técnicas de Construção de Mantas Térmicas com Caixas Tetra Pak**. UEMAnet, São Luís, 2023.

CUNHA, Érica Cristina. **Placas recicladas de embalagens longa vida: caracterização, design e propostas projetuais**. São Carlos, 2011.

FRIBOSOM. **Isolamentos**. Portugal. Disponível em: <https://www.fibrosom.com/>. Acesso em: 03 de abril de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Economia**. IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/bacabal/panorama>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Meio Ambiente**. IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/bacabal/panorama>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **A Norma Nacional – ABNT NBR 16001**. INMETRO. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/norma_nacional.asp. Acesso em: 16 de julho de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **2023 é o mais quente em 174 anos, confirma relatório da OMM**. INMET, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/>. Acesso em: 07 de junho de 2024.

LAMBERTS, Roberto. **Conforto e stress térmico**. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Civil. 2011.

MELO, Pâmella Rafaella. **Propagação de calor (condução, convecção, irradiação)**. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/radiacao-conducao-conveccao.htm>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

MENEZES, Rafaela Beatriz Miranda de. **Impacto socioambiental: o que é e como fazer sua parte**. 2023. Disponível em: <https://www.worldpackers.com/pt-BR/articles/impacto-socioambiental>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

MICHELS, Caren. **Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MUNDO ISOPOR. **3 Aplicações inovadoras de EPS isopor na construção civil**. 2020. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/mercado/3-aplicacoes-inovadoras-de-eps-isopor-na-construcao-civil>. Acesso em: 03 de abril de 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 de julho de 2024.

NUTRIÇÃO PRÁTICA E SAUDÁVEL. **Para alimentos e bebidas, transparência da embalagem não significa mais qualidade**. 2018. Disponível em: <http://www.nutricaoopraticaesaudavel.com.br/nutricao-e-saude/protecao-da-embalagem-contraluz/>. Acesso em: 22 de maio de 2024.

ORÇAFASCIO. **Uma plataforma completa para a gestão eficiente de sua obra**. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

ORGANIZAÇÃO METEOROLOGICA MUNDIAL. **Provisional State of the Global Climate 2023**. OMM, 2023. Disponível em: <https://wmo.int/files/provisional-state-of-global-climate-2023>. Acesso em: 07 de junho de 2024.

PEIXOTO, Roberto. **Calor de até 43,5°C: veja lista de 24 cidades que tiveram as maiores temperaturas máximas do ano**. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/09/27/calor-de-ate-435c-veja-lista-de-24-cidades-que-tiveram-as-maiores-temperaturas-maximas-do-ano.ghtml>. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

PRADO, Daiane Fátima. **Desenvolvimento de placas de embalagens ‘longa vida’ e estudo de seu comportamento como material térmico**. Alegrete, 2015.

PREFEITURA DE BACABAL. **Dados do município**. Disponível em: <https://www.bacabal.ma.gov.br/dados-do-municipio>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

RESICLEAN. **Resíduos da construção civil: impactos positivos ocasionados por uma gestão eficiente**. Disponível em: <https://www.resiclean.com.br/residuo-construcao-civil/>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

SANTOS, Alyne Ramos de Campos dos. **Avaliação da Emissividade de Embalagens Cartonadas por Termografia e Modelagem Computacional**. Cuiabá, 2019.

SILVA, I. C. D.; MORAES, T. D. J.; BONINI, L. M. D. M.; RODRIGUES, R. A. Embalagens Tetra Pak e os desafios para o meio ambiente. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.8.n.05. maio. 2022.

SUETAKE, Graziela Yumi. **Avaliação do desempenho térmico de mantas isolantes em guaritas de fibra de vidro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

TORREIRA, Raul P. **Isolamento térmico**. São Paulo, 1980.

APÊNDICE A – PLANILHAS ANALÍTICAS

MANTAS TÉRMICAS EXISTENTES NO MERCADO		Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais				
		ORSE - 04/2024 - Sergipe	0,0%	Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.				
Planilha Orçamentária Analítica								
1		MANTAS					153,13	
1.1	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	12842 ORSE	Manta aluminizada 1 face para subcobertura, e = *1* mm	Complementos	m²	1,0000000	18,96	18,96	
Composição Auxiliar	88316 SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	23,52	4,70	
Composição Auxiliar	88262 SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	28,83	5,76	
Insumo	00039696/ ORSE SINAPI	Manta aluminizada 1 face para subcobertura, e = *1* mm	Material	m²	1,1000000	6,62	7,28	
Insumo	00042529/ ORSE SINAPI	Fita adesiva aluminizada, para instalacao de mantas de subcobertura, l = *5*cm	Material	m	0,8800000	1,39	1,22	
			MO sem LS =>	7,04	LS =>	0,00	MO com LS =>	7,04
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI =>	18,96
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total =>	18,96
1.2	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	12841 ORSE	Manta de polietileno expandido, com 1 face metalizada para subcobertura, e = *5* mm	Complementos	m²	1,0000000	39,03	39,03	
Composição Auxiliar	88316 SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	23,52	4,70	
Composição Auxiliar	88262 SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	28,83	5,76	
Insumo	00042527/ ORSE SINAPI	Manta de polietileno expandido, com 1 face metalizada para subcobertura, e = *5* mm	Material	m²	1,1000000	24,87	27,35	
Insumo	00042529/ ORSE SINAPI	Fita adesiva aluminizada, para instalacao de mantas de subcobertura, l = *5*cm	Material	m	0,8800000	1,39	1,22	
			MO sem LS =>	7,04	LS =>	0,00	MO com LS =>	7,04
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI =>	39,03
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total =>	39,03
1.3	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	9634 ORSE	Manta de alumínio, subcobertura de telhado, Freshfoil da Tégula ou similar	Tratamentos de Superfícies	m²	1,0000000	36,15	36,15	
Composição Auxiliar	88316 SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	23,52	4,70	
Composição Auxiliar	88309 SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	29,19	5,83	
Insumo	9959 ORSE	Manta de alumínio, subcobertura de telhado, Freshfoil Premium, da Tégula ou similar	Material	m²	1,0500000	24,40	25,62	
			MO sem LS =>	7,09	LS =>	0,00	MO com LS =>	7,09
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI =>	36,15
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total =>	36,15
1.4	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	7704 ORSE	Manta em lâ de rocha de 25mm - fornecimento e aplicação	Forros	m²	1,0000000	35,70	35,70	
Insumo	7265 ORSE	Manta em lâ de rocha de 25mm	Material	m²	1,0000000	35,70	35,70	
			MO sem LS =>	0,00	LS =>	0,00	MO com LS =>	0,00
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI =>	35,70
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total =>	35,70
1.5	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	9854 ORSE	Manta em lâ de vidro aluminizada esp=25mm	Tratamentos de Superfícies	m²	1,0000000	23,29	23,29	
Composição Auxiliar	88316 SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2000000	23,52	4,70	

Insumo	10280 ORSE	Manta em lâ de vidro aluminizada esp=25mm	Material	m²	1,0500000	15,05	15,80
Insumo	00034794/ ORSE SINAPI	Mecanico de refrigeracao (horista)	Mão de Obra	h	0,2000000	13,99	2,79
			MO sem LS =>	5,78	LS =>	0,00	MO com LS => 5,78
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI => 23,29
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total => 23,29

MANTAS EXISTENTES NO MERCADO	Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais
	SINAPI - 06/2024 - Maranhão	0,0%	Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.

Planilha Orçamentária Analítica

1		MANTAS						31,94
1.1	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Insumo	00039696 SINAPI	MANTA ALUMINIZADA 1 FACE PARA SUBCOBERTURA, E = *1* MM	Material	m²	1,0000000	6,43	6,43	
			MO sem LS =>	0,00	LS =>	0,00	MO com LS => 0,00	
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI => 6,43	
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total => 6,43	
1.2	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Insumo	00042527 SINAPI	MANTA DE POLIETILENO EXPANDIDO, COM 1 FACE METALIZADA PARA	Material	m²	1,0000000	24,16	24,16	
			MO sem LS =>	0,00	LS =>	0,00	MO com LS => 0,00	
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI => 24,16	
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total => 24,16	
1.3	Código Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Insumo	00042529 SINAPI	FITA ADESIVA ALUMINIZADA, PARA INSTALACAO DE MANTAS DE	Material	M	1,0000000	1,35	1,35	
			MO sem LS =>	0,00	LS =>	0,00	MO com LS => 0,00	
			Valor do BDI =>	0,00			Valor com BDI => 1,35	
					Quant. =>	1,0000000	Preço Total => 1,35	