



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA CAMPUS CAMPINA GRANDE
CURSO TECNÓLOGO EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

ANGÉLICA THAÍS GOMES MARQUES

**EFICIÊNCIA DA MANTA TÉRMICA PRODUZIDA COM EMBALAGEM
LONGA VIDA EM RESIDÊNCIAS POPULARES: ESTUDO DA ARTE**

CAMPINA GRANDE-PB 2023

ANGÉLICA THAÍS GOMES MARQUES

**EFICIÊNCIA DA MANTA TÉRMICA PRODUZIDA COM EMBALAGEM
LONGA VIDA EM RESIDÊNCIAS POPULARES: ESTUDO DA ARTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso tecnólogo em Construção de Edifícios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus* Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Cruz Teixeira

CAMPINA GRANDE-PB 2023

M357e

Marques, Angélica Thaís Gomes

Eficiência da manta térmica produzida com embalagem longa vida em residências populares: estudo da arte / Angélica Thaís Gomes Marques. - Campina Grande, 2023.

65 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios.) - Instituto Federal da Paraíba, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Cruz Teixeira

1. Engenharia civil 2. Construção civil - conforto térmico
3. Resíduos sólidos - reaproveitamento I. Teixeira, Eduardo da Cruz II. Título.

CDU 624

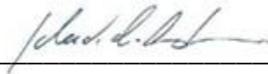
ANGÉLICA THAÍS GOMES MARQUES

**EFICIÊNCIA DA MANTA TÉRMICA PRODUZIDA COM EMBALAGEM
LONGA VIDA EM RESIDÊNCIAS POPULARES: ESTUDO DA ARTE**

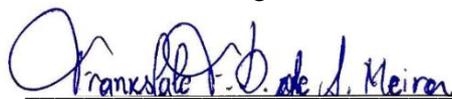
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso
tecnólogo em Construção de Edifícios do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus*
Campina Grande, como requisito para obtenção do título
de Tecnólogo em Construção de Edifícios.

APROVADO EM:08/02/2024

Banca Examinadora



Professor: Dr. Eduardo da Cruz Teixeira (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba



Professor: Dr. Franklale Fabian Diniz de Andrade Meira
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba



Professora: Ma. Camila Macêdo Medeiros
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus por me permitir ultrapassar todos os obstáculos durante todo esses anos de curso e por seu grande amor. A minha mãe Maria José, que foi mãe e pai durante toda minha vida, minha vó Auta da Silva, que sempre me apoiou, aos meus irmãos Adolfo de Assis e principalmente a Allan Kardec, que acreditou em mim.

A minha amiga e irmã Patrícia Santos, que sempre esteve ao meu lado, me incentivando, ao meu esposo Luciano Carvalho e meus filhos Lucas Morôni e Fábio Ângelo, por serem minha coluna de sustentação para que eu não desista dos meus sonhos. Ao meu Professor Dr. Eduardo da Cruz Teixeira (Orientador), ao meu Professor da disciplina de TCC: Dr. Franklale Fabian Diniz de Andrade Meira e ao coordenador do curso Tecnólogo em Construção de Edifícios, Professor Me. Victor Moises Araújo Medeiros, por desempenhar tal função com dedicação e maestria.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com qual guiaram o meu aprendizado, a todos da instituição de ensino IFPB - *campus*, Campina Grande-PB, pela dedicação e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso, Tecnólogo em Construção de Edifícios, por fim a todos os que contribuíram de alguma forma, para realização deste trabalho.

*“Ouça conselhos e aceite instruções, e acabará
sendo sábio.”*
Provérbios

19:20

RESUMO

O conforto térmico desempenha um papel relevante na saúde física e mental do ser humano. O desconforto térmico em residências populares pode ser atribuído a diversas causas, algumas delas incluem a falta de isolamento térmico adequado, materiais de construção inadequados, localização geográfica desfavorável e a falta de acesso a sistemas de climatização eficientes. Além disso, a gestão concentrada dos resíduos sólidos pode contribuir significativamente para esse desconforto. Quando os resíduos são depositados em aterros sanitários e não são adequadamente gerenciados, ocorre a decomposição anaeróbica, que libera gases de efeito estufa, como metano e dióxido de carbono, para a atmosfera. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da arte em alguns artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso -TCC e outras literaturas, com o intuito de realizar uma análise eficiente das mantas térmicas sustentáveis feitas com embalagem tipo *Tetra Pak* ou longa vida em casas populares para fornecer isolamento térmico, reduzindo assim, a necessidade de consumo de energia para aquecimento ou refrigeração nas edificações. O material utilizado na confecção é de fácil acesso e sua instalação é de baixo custo. O trabalho também contempla investigar o desenvolvimento do material analisado que seja ecologicamente correto e analisa a durabilidade das mantas térmicas feitas com caixa longa vida. De acordo com os resultados verificou-se que a manta térmica é um material promissor na construção civil, apresentando potencial para diminuir a incidência da temperatura dentro das residências populares, promovendo um ambiente mais saudável e confortável para seus habitantes.

Palavras-chave: Conforto térmico; Habitação popular; Resíduos sólidos; Embalagem longa vida; Qualidade de vida.

ABSTRACT

Thermal comfort plays an important role in human physical and mental health. Thermal discomfort in popular homes can be attributed to several causes, some of which include the lack of adequate thermal insulation, inadequate construction materials, unfavorable geographic location, and lack of access to efficient air conditioning systems. Furthermore, concentrated solid waste management can significantly contribute to this discomfort. When waste is deposited in landfills and is not properly managed, anaerobic decomposition occurs, which releases greenhouse gases, such as methane and carbon dioxide, into the atmosphere. The objective of this work was to carry out a bibliographical study on some articles, Course Conclusion Papers -TCC and other literature, with the aim of carrying out an efficient analysis of sustainable thermal blankets made with Tetra Park or long-life boxes in popular homes to provide thermal insulation, thus reducing the need for energy consumption for heating or cooling in buildings. The material used in manufacturing is easily accessible and its installation is low cost. The work also includes investigating the development of the analyzed material that is environmentally friendly and analyzes the durability of thermal blankets made with long-life boxes. It was observed that the thermal blanket is a promising material in civil construction to reduce the incidence of temperature inside popular homes, promoting a healthier and more comfortable environment for its inhabitants.

Keywords: Thermal comfort; Popular housing; Solid waste; Long life packaging; Quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 A disposição inadequada de resíduos em lixões.....	17
Figura 2 Países com maior acúmulo de CO ₂ de combustíveis fósseis e uso do solo.....	18
Figura 3 Multicamadas das embalagens longa vida.....	19
Figura 4 As regiões brasileiras que têm maior geração de resíduos sólidos, Foto (a, b, e c).....	20
Figura 5 Manta ecológica feita com caixa longa vida.....	21
Figura 6 Hidrapulper, semelhante a um liquidificador gigante.....	23
Figura 7 Bairro do Pedregal, Campina Grande - PB.....	24
Figura 8 Ilha de calor urbano (ICU) são zonas de calor causadas pela alta da temperatura.	26
Figura 9 Efeito estufa é essencial para manter a temperatura da Terra.....	28
Figura 10 Condução, Convecção e Radiação.....	29
Figura 11 Absorção e Reflexão.....	30
Figura 12. O superaquecimento no verão ou o frio excessivo no inverno podem levar ao desconforto e afetar a saúde.....	34
Figura 13 Limpeza das embalagens longa vida.....	34
Figura 14 Embalagem longa vida aberta.....	35
Figura 15 Montagem da Manta.....	35
Figura 16 Mantas térmicas confeccionada.....	36
Figura 17 Aplicação das mantas.....	37
Figura 18 Estrutura do telhado.....	38
Figura 19 Disposição diferente das embalagens: a) Alumínio para baixo, b) Alumínio para cima e c) Alumínio intercalado.....	38
Figura 20 Desempenho térmico nos dias: a) 01/09/2020 e b) 02/09/2020.....	39
Figura 21 Variações de temperatura Térmica para o experimento 1.....	39
Figura 22 Diferente união entre as embalagens: a) Colada, b) Costurada e c) manta comercializada.....	40
Figura 23 Desempenho térmico das uniões nos dias a) 18/09/2020 e b) 19/09/2020.....	40
Figura 24 Variações de temperatura térmica para o teste 2.....	41
Figura 25 Duas camadas e sanduíche: a) Duas camadas e b) Sanduíche.....	41
Figura 26 Desempenho térmico nos dias: a) 24/09/2020 e b) 25/09/2020.....	42
Figura 27 Variação de Temperatura Térmica o experimento.....	43
Figura 28 Diferentes tipos de telhas: a) telhas de fibrocimento e b) telhas metálica.....	43
Figura 29 Desempenho térmico nos dias: a) 17/10/2020 e b) 19/10/2020.....	44
Figura 30 Variação de temperatura térmica das 3 tipos de telhas.....	44
Figura 31 Preço dos experimentos: Teste a)1, Teste b)2, Teste c)3, Teste e d) Teste 4.	45
Figura 32 Externa da habitação estudada.....	47

Figura 33 Foto interna da habitação estudada.....	48
Figura 34 Simulação do Conforto Térmico no Caso Base.....	48
Figura 35 Simulação do conforto térmico com revestimento de paredes e forro.....	49
Figura 36 Simulação do conforto térmico com revestimento de paredes e forro e inclusão de janela voltada para o norte.....	49
Figura 37 Simulação do conforto térmico com aumento da camada de ar nas paredes e cobertura.....	50
Figura 38 Protótipo utilizado nos testes de eficiência.....	53
Figura 39 Variação das temperaturas no sensor S3.....	53
Figura 40 Processo de beneficiamento das embalagens longa vida.....	56
Figura 41 Painel Formado pela união das embalagens após a abertura e lavagem.....	57
Figura 42 Fotografia do forro de uma das residências Antes a) e depois b) da instalação com as mantas térmicas de embalagem longa vida.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Países produtores de resíduos sólidos e quanto destes resíduos são descartados de maneira sustentável.....	17
Tabela 2: Trabalho 1, Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens.....	46
Tabela 3: Trabalho 2, Análise do nível desconforto térmico em habitação vulnerável revestida com embalagens <i>Tetra Pak</i> proposições de projeto.....	51
Tabela 4: Temperatura média em casa tratamento.....	54
Tabela 5: Trabalho 3, Embalagens <i>Tetra Pak</i> no isolamento térmicos de cobertura em edificações.....	55
Tabela 6: Trabalho 4, Isolamento térmico de residências através da reutilização de embalagens <i>Tetra Pak</i>	58

LISTA DE SIGLAS

BEEE	Laboratório de Eficiência Energia em Edificações
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
FSC	Conselho de Manejo Florestal
CO ₂	Dióxido de Carbono
ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
IPEA	Pesquisa Econômica Aplicada
ONU	Organização das Nações Unidas
ICU	Ilhas de Calor
CH ₄	Metano
H ₂ O	Água
°C	Grau Celsius
PVC	Policloreto de vinila
NBR	Norma Brasileira
M ²	Metro quadrado
K/W	Kilowatts
W	Watts
V	Volt
ITTP	Isolante térmico, <i>Tetra Pak</i>
C	Caixa de madeira
S	Sensor
T	Tratamento estatístico
RSU	Resíduos sólidos urbanos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema.....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo Geral.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 A problemática dos resíduos sólidos.....	16
2.2 Embalagens Longa Vida	18
2.3 Reutilização da embalagem Longa Vida como isolante térmico.....	21
2.4 Reutilização e reciclagem.....	22
2.5 Habitações populares.....	23
2.6 Clima.....	25
2.7 Mecanismos de transferência de calor.....	26
2.8 Absorção, reflexão e conforto térmico	28
2.8.1 A importância da manta térmica.....	29
2.9 Conforto térmico e o ser humano.....	30
3 METODOLOGIA.....	32
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1 Fabricações da manta térmica	34
4.2. Análise do primeiro trabalho: Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens <i>Tetra Pak</i>	37
4.2.1 Metodologia de Ensaio	37
4.2.2 Experimento 1.....	38
4.2.3 Experimento 2.....	39
4.2.4 Experimento 3.....	41
4.2.5 Experimento 4.....	43
4.3 Análise do segundo trabalho: Análise do nível desconforto térmico em habitação vulnerável revestida com embalagens <i>Tetra Pak</i> e proposições de projeto.....	47
4.3.1 Metodologia de Ensaio.....	47
4.3.2 Análise de eficiência.....	48
4.4 Análise do terceiro trabalho: Embalagens <i>Tetra Pak</i> no isolamento térmico de cobertura em edificações.....	52
4.4.1 Metodologia de ensaio.....	52
4.4.2 Análise de eficiência	53
4.5 Análise do quarto trabalho: Isolamento térmico de residência através da reutilização de embalagens <i>Tetra Pak</i>	56
4.5.1 Metodologia de Ensaio.....	56

4.5.2 Análise e resultados.....	57
5 CONCLUSÕES.....	59
6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

INTRODUÇÃO

Com o alto crescimento urbano desordenado, o consumo desenfreado e aquecimento global, com recordes de temperaturas registradas no Brasil e no mundo, a diminuição das áreas verdes e o aumento das áreas impermeáveis, pavimentadas e com edificações, colaboram para uma menor circulação de ar, conseqüentemente esse fato é mais um agravante para as altas temperaturas e o desconforto térmico entre as edificações.

Conforme o Laboratório de Eficiência Energia em Edificações – LAB EEE, as pessoas passam 90% do seu tempo dentro das edificações, habitando, trabalhando e estudando, nessas edificações, o ambiente térmico interno é um fator que além de impactar no consumo energético, tem papel fundamental na forma como vivenciamos e absorvemos tais experiências Labeee (2020).

De acordo com Labeee (2020), conforto térmico é a condição global de uma pessoa na qual ela não prefira sentir nem mais calor, e nem mais frio; ou seja, é um estado total de bem-estar físico e mental que expressa satisfação com o ambiente térmico ao seu redor.

Para mitigar o desconforto térmico pode-se utilizar as mantas feitas com as próprias embalagens longa vida nas edificações com baixo custo. As mantas térmicas são colocadas abaixo das telhas de uma edificação, evitando que os raios solares sobre as telhas absorvam o calor ao longo do dia transmitido para o interior da construção, as mantas são acessíveis e fáceis de instalar.

Neste trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito do desconforto térmico em residências e por fim verificar a utilização das mantas térmicas feita de embalagem longa vida, analisando se existe uma minimização do desconforto térmico e sua viabilidade de instalação das mantas feitas para reduzir a incidência dos raios solares nas residências.

O trabalho de conclusão de curso estrutura-se em quatro capítulos, apresentando-se no primeiro a problemática dos resíduos sólidos, a história da embalagem *Tetra Pak* no Brasil e sua composição, crescimento desordenado. O segundo Capítulo aborda as mudanças climáticas e conforto térmico. No terceiro Capítulo trataremos metodologia e no quarto Capítulo os resultados e discussões e no quinto Capítulo trata-se da conclusão do trabalho.

1.1 Problema

A falta de conhecimento técnico no aproveitamento da luz e vento passivo na construção de residências é um dos grandes problemas no conforto térmico na construção civil, outro fator é o descarte inadequado dos resíduos sólidos no meio ambiente e o aquecimento global, tendo implicações significativas na qualidade de vida das pessoas.

1.2 Justificativa

A justificativa deste estudo está centrada na busca por soluções práticas, econômicas, acessíveis e ecológicas para resolver o problema do desconforto térmico em moradias populares. O desconforto térmico afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas que residem em moradias populares, especialmente em regiões com climas extremos. Temperaturas inadequadas podem resultar em desconforto, dificultando o descanso adequado e impactando a saúde física e mental dos moradores.

Ao buscar maneiras práticas de resolver o desconforto térmico, o estudo pode impulsionar a inovação social e tecnológica, inspirando novas abordagens para a melhoria das condições de vida em comunidades carentes. Ao abordar essas questões, a pesquisa tem o potencial não apenas de melhorar as condições de vida nas moradias populares, mas também de contribuir para um futuro mais sustentável, equitativo e inovador.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Geral

O objetivo do presente trabalho visa avaliar com base na literatura a eficiência das mantas térmicas na redução de calor das edificações, e a reutilização de materiais sólidos como a embalagem longa vida que seriam descartados de maneira inadequada.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Analisar com base na literatura a eficiência térmica das mantas feita com embalagem longa vida no interior de residências populares;
- b) Observar o clima dentro das habitações antes e depois da implantação das mantas ecológicas e sua eficiência dos materiais utilizados conforme as literaturas estudadas;
- c) Incentivar o reuso das embalagens longa vida, evitando que seja destinada para lixões e aterros sanitários, promovendo o uso consciente e de maneira ecológica. Através de projetos futuros com a comunidade.
- d) Revisar o estudo da arte sobre o uso de mantas térmicas produzidas com embalagem longa vida.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta algumas problemáticas dos resíduos sólidos, os componentes da embalagem longa vida, a reutilização das embalagens como isolante térmico, a diferença de reutilização e reciclagem, habitações populações, aspectos sobre o clima, mecanismos de transferência de calor, o papel da absorção e reflexão no conforto térmico, a manta térmica, conforto térmico e o ser humano.

2.1 A problemática dos resíduos sólidos

O Brasil tem uma população superior a 210 milhões de habitantes, cada pessoa produz, em média, 343 (trezentos e quarenta e três) quilos de resíduos por ano, cerca de 80 milhões de toneladas, enfrentando um aumento constante na geração de resíduos sólidos, devido ao crescimento populacional, urbanização e aumento do consumo assim, conforme Moreno (2023). Os impactos ambientais causados pelas atividades humanas e a busca por soluções que atenuem seus efeitos negativos têm ocupado cada vez mais este espaço na sociedade Moreno (2023).

Um avanço na legislação brasileira é a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, de Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a qual responsabiliza os geradores, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

De acordo com a PNRS, em seu capítulo II, dispõe de definições no inciso XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade [...]. Entre esses resíduos são encontradas as embalagens longa vida, conhecidas mundialmente por sua versatilidade e eficiência em preservar e transportar alimentos de maneira segura. Sendo amplamente utilizadas para acondicionar produtos líquidos, como leite, sucos, molhos, sopas e muito mais.

A disposição inadequada em lixões e em terrenos baldios ainda é uma realidade em muitas partes do país, representando riscos para a saúde pública e ao meio ambiente, os resíduos podem contaminar o solo e a água do nosso planeta conforme a Figura 1. Salienta-se que, conforme a legislação, a proibição do acondicionamento dos resíduos em lixões.

Observando todo impacto causado ao meio ambiente, encontra-se uma maneira para reutilizar ou reciclar esses materiais, visto que o tempo de decomposição dos materiais no meio ambiente é diretamente influenciado por suas características, podendo variar de alguns

meses a centenas de milhares de anos (Leite, 2021). No levantamento realizado pela *think tank internacional Carbon Brief* considerou pela primeira vez o desmatamento ao contabilizar a liberação de CO₂.

Figura 1: A disposição inadequada de resíduos em lixões.



Fonte: Eureciclo (2019)

O Brasil aparece em quarto lugar no ranking de emissões desde 1850 (Passarinho, 2021). Muitas áreas do Brasil enfrentam problemas na coleta de resíduos sólidos, especialmente em comunidades carentes e regiões remotas, e isso resulta em acúmulo de lixo nas ruas e áreas públicas.

A Tabela 1 mostra os principais países produtores de resíduos sólidos e quanto destes resíduos são descartados de maneira sustentável:

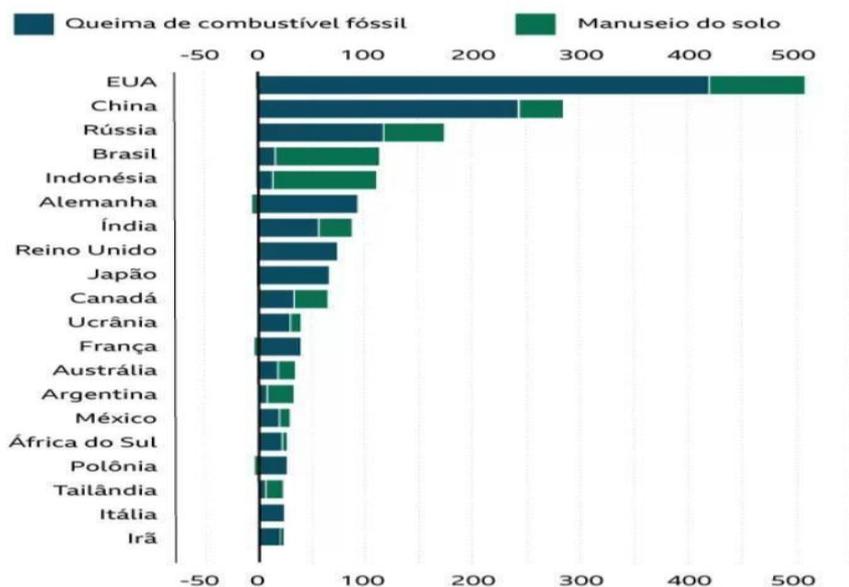
Tabela 1: Países produtores de resíduos sólidos.

País	Total de plástico gerado	Total incinerado	Total reciclado	Relação produção e reciclagem
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.677	5,73%
Brasil	11.355.220	0	145, 043	1,28%
Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%

Fonte: Mesquita (2019)

A reciclagem e a reutilização promovem uma redução da quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Já a Figura 2, mostra os países com maior acúmulo de emissões no período de 1850 a 2021, bilhões de toneladas de CO₂ de combustíveis fósseis, desmatamento e uso do solo.

Figura 2: Países com maior acúmulo de CO₂ de combustíveis fósseis e uso do solo.



Fonte: Coxim (2021)

2.2 Embalagens longa vida

A *Tetra Pak* é uma empresa sueca fundada em 1951 por Ruben Rausing. Ela revolucionou a indústria de embalagens ao introduzir as embalagens cartonadas ou longa vida como são popularmente conhecidas, elas são leves, econômicas e eficazes na preservação de alimentos.

A embalagem longa vida é conhecida mundialmente por sua versatilidade e eficiência em preservar e transportar alimentos de maneira segura, elas são amplamente utilizadas para acondicionar produtos líquidos, como leite, sucos, molhos, sopas e muito mais (Tetra pak, 2022). Conforme a Associação Brasileira de Embalagem – ABRE (2012), a tecnologia da embalagem longa vida inclui camadas que protegem o conteúdo da luz, do oxigênio e das bactérias, mantendo os alimentos frescos sem a necessidade de refrigeração, prolongando sua vida útil, além disso, são empilháveis, facilitando o transporte e a armazenagem. A fabricação da embalagem requer alguns processos: que envolvem a

impressão da embalagem, a laminação de várias camadas, a formação e o preenchimento do conteúdo de forma asséptica (para evitar contaminação), conforme a Figura 3.

Figura: 3 Multicamadas das embalagens longa vida.



Fonte: Ecotelhado (2014)

Em relação à composição da embalagem longa vida, esta não é biodegradável, mas sim um composto, pois é formado por três matérias, 75% de papel-cartão, 20% de plástico e 5% de alumínio (Fogaça, 2023). Quando descartada na natureza, a embalagem pode levar mais de 100 anos para a natureza decompor este material.

Os danos causados ao meio ambiente não é só o descarte inadequado, mas também na sua fabricação, visto que a produção do papel vem da celulose das madeiras das árvores provocando desmatamento das florestas.

A *Tetra Pak* tem se esforçado para tornar suas embalagens mais sustentáveis, elas são recicláveis, a empresa trabalha para melhorar a eficiência do uso de recursos em sua produção, e sua reciclagem envolve a separação das camadas de materiais e o reprocessamento em novos produtos, como papel toalha, telhas, placas entre outros (Tetra Pak, 2022). No ano de 2019, foram confeccionadas pela *Tetra Pak*, cerca de mais de 190 bilhões de embalagens, sendo vendidas em mais de 160 países

Na fábrica de Ponta Grossa, a quarta maior fábrica da *Tetra Pak* no mundo, em volume de produção, mais de 6 bilhões de embalagens no ano, com 60% negociadas para o mercado brasileiro, e 40% exportada (Tetra Pak, 2022).

Segundo ABRE (2012), as embalagens longa vida são amplamente utilizadas na indústria de alimentos devido à sua capacidade de preservar alimentos de maneira segura, eficiência logística e esforços de sustentabilidade, elas são uma parte essencial da vida cotidiana de muitas pessoas em todo o mundo, permitindo o acesso a produtos alimentícios

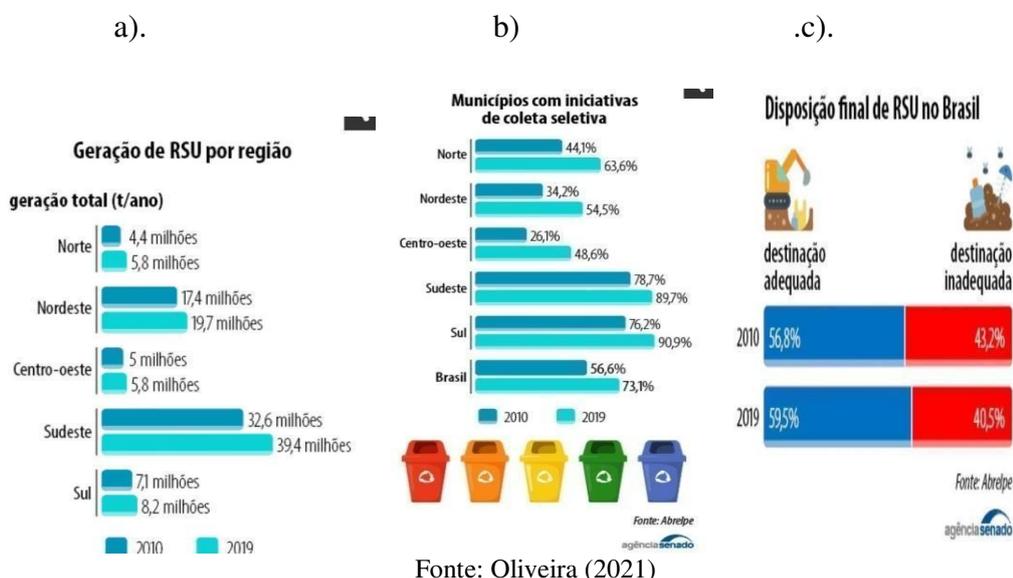
seguros e de qualidade.

Todas as embalagens brasileiras recebem o selo FSC (Conselho de Manejo Florestal), que garante que as madeiras venham de florestas plantadas e certificadas, mesmo assim promove um imenso impacto ambiental. O polietileno é resultado da polimerização por adição de várias moléculas, mas a maior fonte de obtenção são as reservas de petróleo, sendo o grande causador de poluição por CO₂ (dióxido de carbono), na atmosfera e o maior fomentador do efeito estufa (Fogaça, 2023). Segundo Ricchini (2015), embora a empresa *Tetra Pak* incentive a reciclagem das embalagens, não é tão fácil separar os componentes, uma alternativa é a reutilização das embalagens como mantas térmicas para habitações populares, pois ela possui 5% de alumínio que é um ótimo isolante térmico.

Na fabricação de mantas térmicas que são produzida manualmente com baixo custo e de fácil instalação, não é necessário mão de obra qualificada para instalação, reduzindo a temperatura em até 8 °C no interior da edificação e reduzindo conseqüentemente também o uso de equipamentos eletrônicos como ventiladores e ar condicionado, favorecendo assim uma queda no consumo de energia elétrica.

As embalagens desempenham um papel importante nesse desafio, uma vez que representam uma parcela substancial dos resíduos sólidos urbanos. Isso se deve, na maioria, ao aumento do consumo de produtos embalados em embalagens descartáveis, como plásticos, vidros e papelão. A figura 4 (a, b e c) mostra as regiões brasileiras que têm maior geração de resíduos sólidos e a disposição final desses materiais.

Figura 4: As regiões brasileiras que têm maior geração de resíduos sólidos.



Fonte: Oliveira (2021)

2.3 Reutilização da embalagem longa vida como isolante térmico

O uso da embalagem longa vida como isolante térmico é uma prática que tem sido explorada em algumas situações específicas, especialmente em contextos de construções populares. Em áreas onde materiais isolantes tradicionais são caros ou difíceis de obter, as embalagens podem ser uma solução criativa e acessível.

A embalagem longa vida é composta por várias camadas, e uma delas é a fina camada de alumínio, embora o papel e o plástico possam oferecer alguma resistência ao fluxo de calor, a camada de alumínio tem o papel de refletir o calor fornecendo um isolamento térmico eficiente, (Schmutzler, 2000). A Figura 5 mostra a aplicação da manta ecológica feita com a embalagem longa vida.

Figura 5: Manta ecológica feita com caixa longa vida.



Fonte: Noctula (2023)

O isolante térmico é a capacidade de um material em reduzir a entrada ou saída de calor de um ambiente para outro. Nas edificações é um material ou elemento de construção projetado e instalado com o propósito de reduzir a transferência de calor entre o interior e o exterior de um edifício, ele desempenha um papel fundamental na eficiência energética das edificações, pois ajuda a manter a temperatura interna confortável, reduzindo a necessidade de aquecimento ou resfriamento excessivo. Isso, por sua vez, pode resultar em economia de energia e custos operacionais mais baixos (Equipe Celere, 2021).

Segundo a Equipe Celere (2021), quanto mais usamos energia para equipamentos de climatização, mais gases de efeito estufa emitimos, ou seja, um bom isolamento térmico resulta, conseqüentemente, em menos emissões de CO₂ e mais economia de energia. Os isolantes térmicos funcionam bloqueando ou retardando a condução, convecção e radiação de calor. Iremos abordar estes temas mais à frente deste trabalho

Segundo Schmutzler (2000), o princípio físico do alumínio tem a propriedade de refletir mais de 95% do calor que chega por meio de radiações, e de emitir menos de 5%, dependendo do estado de polimento de sua superfície.

2.4 Reutilização e reciclagem

A reutilização e a reciclagem são duas abordagens importantes para lidar com resíduos e recursos naturais de maneira mais sustentável, ambas têm o potencial de reduzir o impacto ambiental negativo e promover a conservação de recursos. A reutilização se concentra em estender a vida útil dos produtos e materiais, enquanto a reciclagem se concentra em transformar materiais usados em novos produtos (Brasil, 2010). De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada -Ipea, Oliveira (2021).

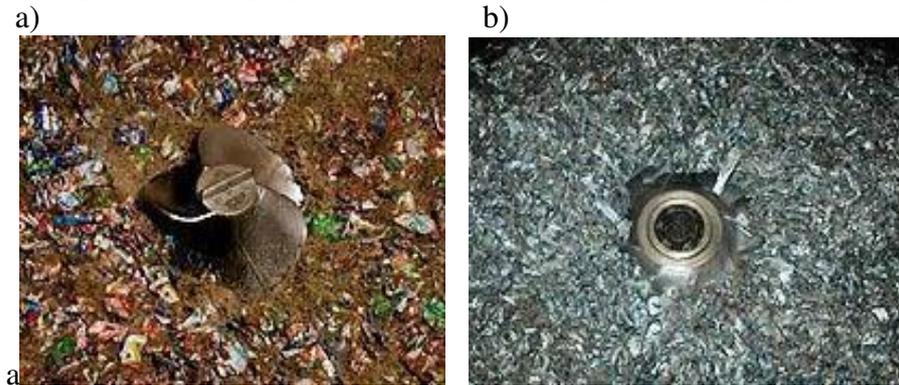
Aproximadamente 160 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos são geradas por dia no Brasil. Do total de resíduos gerados, cerca de 30-40% são passíveis de reutilização e reciclagem, porém apenas 13% deles são efetivamente encaminhados para a reciclagem, argumenta o senador Valentim.

As embalagens têm baixo valor comercial, sua reciclagem é difícil e de custo muito elevado (Cempre, 2021). Por este motivo, a reutilização da embalagem como mantas ecológicas é uma das formas mais práticas e econômicas para ser adotada.

A reutilização e reciclagem da embalagem longa vida desempenham um papel vital na preservação do meio ambiente, ao reduzir resíduos, conservar recursos, diminuir a poluição e reduzir as emissões de carbono, podemos fazer a nossa parte para garantir um futuro mais sustentável para o meio ambiente. É importante adotar ambas as práticas em nossa vida cotidiana e apoiar programas de reciclagem e iniciativas de reutilização em nossa comunidade para maximizar seu impacto positivo no planeta.

O primeiro passo na reciclagem das embalagens longa vida é a separação das camadas de materiais, isso pode ser feito através de um processo chamado "*hidrapulper*", que usa água e agitação para separar as camadas de papel, polietileno e alumínio, como mostra a Figura 6 a) e b). Porém esse processo não é tão fácil e nem toda cidade tem infraestrutura para reciclar este material.

Figura 6: Hidrapulper, semelhante a um liquidificador gigante.



Fonte:Gomes (2011)

2.5 Habitações populares

O crescimento desordenado pode resultar em uma densidade populacional excessiva em determinadas áreas urbanas, alterando a paisagem natural, como a redução das áreas verdes, a impermeabilização das superfícies urbanas por meio de pavimentação intensiva, levando a uma maior quantidade de edifícios e habitações compactadas em espaços limitados.

Sendo assim, pode dificultar a ventilação adequada e aumentar o acúmulo de calor nas habitações, especialmente durante os meses de clima quentes, tendo assim impacto significativo nas habitações populares, muitas vezes construídas de forma inadequada, e isso pode influenciar negativamente o desconforto térmico nas casas (Santa Mouris, 2015). Na Figura 7, mostra o bairro do Pedregal na cidade de Campina Grande, Paraíba, um bom exemplo de falta de planejamento urbano.

Figura 7: Bairro do Pedregal, Campina Grande-Pb.



Fonte: Bezerra (2009)



Fonte: Andrade (2013)

A falta de isolamento térmico adequado nas paredes, tetos e pisos das habitações

podem resultar em temperaturas internas desconfortáveis, o aquecimento global está causando um aumento nas temperaturas médias em muitas regiões do mundo.

O relatório divulgado pela agência da ONU afirma que há uma probabilidade de 66% de a média anual de aquecimento ultrapassar 1,5 °C entre 2023 e 2027. É considerado 1,5 °C o “limite seguro” das mudanças climáticas (Rivas, 2023). Podendo resultar em temperaturas mais altas durante o verão, o que torna as casas mais quentes e desconfortáveis, especialmente em áreas urbanas com pavimentação de concreto e asfalto, conhecidos como "ilhas de calor" (ICU), na (Natura, 2021).

A "ilha de calor" refere-se a uma área urbana ou região que apresenta temperaturas mais altas do que as áreas circundantes, devido ao desenvolvimento urbano e ao uso de materiais urbanos que absorvem e retêm calor, como asfalto e concreto. Esse fenômeno é mais pronunciado em áreas urbanas densamente povoadas e desenvolvidas. Aqui estão algumas características e causas da ilha de calor urbana, concentração de edifícios, pavimentação das ruas, redução da vegetação, etc. (Natura, 2021). Observa-se na Figura 8 ilha de calor urbano (ICU).

Figura 8: Figura 8: Ilha de calor urbano (ICU) são zonas de calor causadas pela alta da temperatura.



Fonte: Nasa (2023)

Conforme Bastide (2006), a má ventilação pode resultar em acumulação de calor no interior das habitações durante os meses quentes, tornando-as abafadas e desconfortáveis, no inverno, a falta de ventilação adequada pode contribuir para a condensação e umidade excessiva

A escolha de materiais de construção inadequados, como telhados que absorvem

calor ou materiais que não retêm o calor de maneira eficaz, pode agravar os problemas de conforto térmico, a orientação inadequada das habitações populares em relação ao sol pode resultar em superaquecimento durante o dia ou falta de aquecimento solar passivo durante o inverno, a escolha inadequada de cores e materiais nas habitações pode afetar a absorção ou reflexão da radiação solar, são muitos os fatores que afetam o conforto térmico (Coelho, 2021).

Portanto, a melhoria do conforto térmico em habitações populares é essencial não apenas para o bem-estar dos moradores, mas também para a eficiência energética e a sustentabilidade ambiental das comunidades. É fundamental abordar essas questões de forma abrangente e colaborativa, procurar maneiras, formas fáceis e econômicas de oferecer ambientes que promovam qualidade de vida Jamei *et al.* (2016).

2.6 Clima

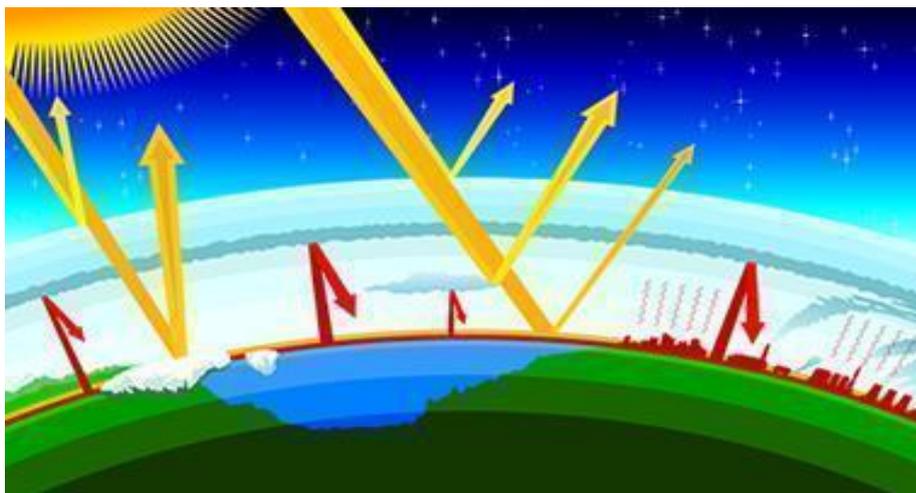
O clima é caracterizado por fatores como temperatura, umidade e ventos, afetando o conforto térmico das pessoas e o aumento da temperatura pode agravar os riscos para a saúde, especialmente para aqueles que vivem em áreas urbanas superpovoadas, onde o calor é intenso e não há infraestrutura adequada (Giatti, 2015).

O padrão de condições atmosféricas em uma determinada área ao longo de um período específico, exerce uma influência significativa no tipo de roupa e moradia adotada pelas pessoas em uma determinada região (Torres; Gnipper, 2021).

O clima e o efeito estufa estão intimamente relacionados, uma vez que o efeito estufa é um dos principais mecanismos que regulam o clima. O efeito estufa é um aspecto natural que ocorre na atmosfera da Terra, sendo essencial para manter a temperatura da terra em um nível adequado para a vida (Sousa, 2023).

Esse efeito é resultado da absorção e reemissão de radiação infravermelha pela atmosfera, principalmente pelos gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o vapor-d'água (H₂O), contribuindo para as mudanças climáticas, eles permitem que a radiação solar entre na atmosfera, aqueça a superfície da Terra e, em seguida, retenha parte desse calor (Fragmaq, 2016), como mostra na Figura 9. O aquecimento global é causado principalmente pela a emissões de dióxido de carbono (CO₂), a queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, para geração de energia, transporte e indústria, é a fonte de emissões de CO₂, um dos principais gases de efeito estufa.

Figura 9: Efeito estufa é essencial para manter a temperatura da Terra.



Fonte: Escola (2023)

As emissões de Metano (CH_4) podem levar à ondas de calor mais frequentes e intensas, afetando principalmente as populações mais carentes, que podem não ter acesso a sistemas de refrigeração ou habitações adequadas (IEMA, 2022).

Já a produção de materiais reciclados, geralmente emite menos dióxido de carbono (CO_2) e outros gases de efeito estufa do que a produção de materiais novos, enquanto que a reciclagem e o reaproveitamento promovem uma mentalidade de consumo responsável e sustentabilidade, incentivando a sociedade a reconsiderar a maneira como consome e descarta produtos, o que pode levar a comportamentos mais ecológicos (Brasil, 2023).

2.7 Mecanismos de transferência de calor

A transferência de calor em edificações desempenha um papel crucial no conforto térmico. Existem três principais mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação que mostram a Figura 10. Compreender esses mecanismos e como controlá-los é fundamental para manter uma temperatura agradável de uma residência.

Segundo, Melo (2023). O calor, também chamado de energia térmica, é a energia transferida entre corpos que apresentam temperaturas diferentes, fluindo do sistema termodinâmico de maior temperatura para o sistema termodinâmico de menor temperatura até que ambos atinjam o equilíbrio térmico, conforme a lei zero da termodinâmica.

A condução é a transferência de calor por via de materiais sólidos, como paredes, janelas e pisos, logo, materiais com alta condutividade térmica, como metais, permitem que o

calor seja transferido facilmente (Teixeira, 2023). Para melhorar o conforto térmico, é importante garantir que as paredes e janelas estejam bem isoladas para minimizar a perda de calor no inverno e a entrada de calor no verão.

A convecção envolve a transferência de calor através de fluidos, como o ar. No inverno, o ar quente tende a subir e o ar frio a se deslocar para baixo, criando correntes de convecção que podem afetar o conforto térmico (Melo, 2023). A instalação de sistemas de aquecimento central, como radiadores, pode ajudar a controlar a convecção, distribuindo o calor de maneira uniforme, além disso, a ventilação adequada pode ajudar a remover o ar quente e úmido no verão.

Enquanto que a radiação é a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, como a luz solar. No inverno, aproveitar a luz solar direta pode aquecer naturalmente uma casa, enquanto no verão, é importante bloquear ou refletir a luz solar para evitar o superaquecimento (Melo, 2023).

A eficiência energética desempenha um papel importante no conforto térmico e na redução dos custos de energia, isso pode ser alcançado com um bom isolamento, selagem de janelas e portas, a escolha de materiais adequados e a manutenção regular de sistemas de aquecimento e resfriamento.

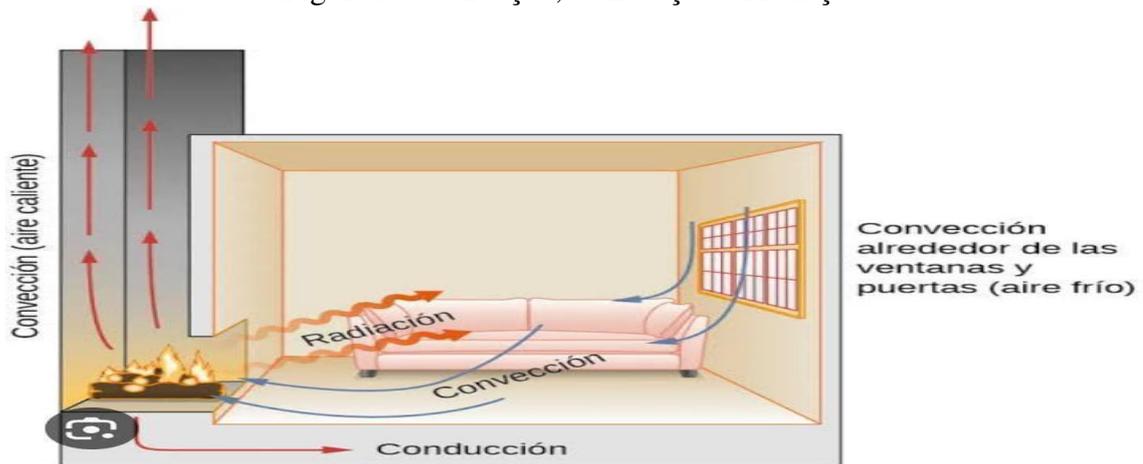
O equilíbrio entre esses mecanismos de transferência de calor e a manutenção de um ambiente confortável em casa é essencial para o bem-estar e a eficiência energética, e isso pode ser feito com o uso de mantas térmicas, cortinas, persianas e revestimentos de janelas apropriados.

Além dos mecanismos de transferência de calor, outros fatores afetam o conforto térmico em uma residência, como a umidade relativa do ar e a temperatura do ar, também é importante considerar a ventilação adequada para garantir a qualidade do ar interior.

Na chaminé, a transferência de calor ocorre por três métodos: condução, convecção e radiação de acordo com a Figura 10.

Segundo, Opemstax (2023). A radiação é responsável pela maior parte do calor transferido para a sala. A transferência de calor também ocorre por condução no ambiente, mas muito mais lentamente. A transferência de calor por convecção também ocorre através do ar frio que entra na sala ao redor das janelas e do ar quente que sai da sala subindo pela chaminé.

Figura 10: Condução, Convecção e Radiação.



Fonte: Opemstax (2023)

2.8 Absorção, reflexão e conforto térmico

A absorção e reflexão desempenham papéis fundamentais no controle do conforto térmico em uma residência, a forma como os materiais e elementos de uma casa absorvem e refletem a energia térmica, como a luz solar e o calor, pode afetar significativamente a temperatura e o ambiente interno. Trata-se de aquecimento passivo, dessa forma, em climas mais frios, é benéfico usar materiais que absorvam a energia solar durante o dia, armazenando calor e liberando-o à noite. Este processo é conhecido como aquecimento passivo e pode reduzir a necessidade de aquecimento artificial (Delaqua, 2023).

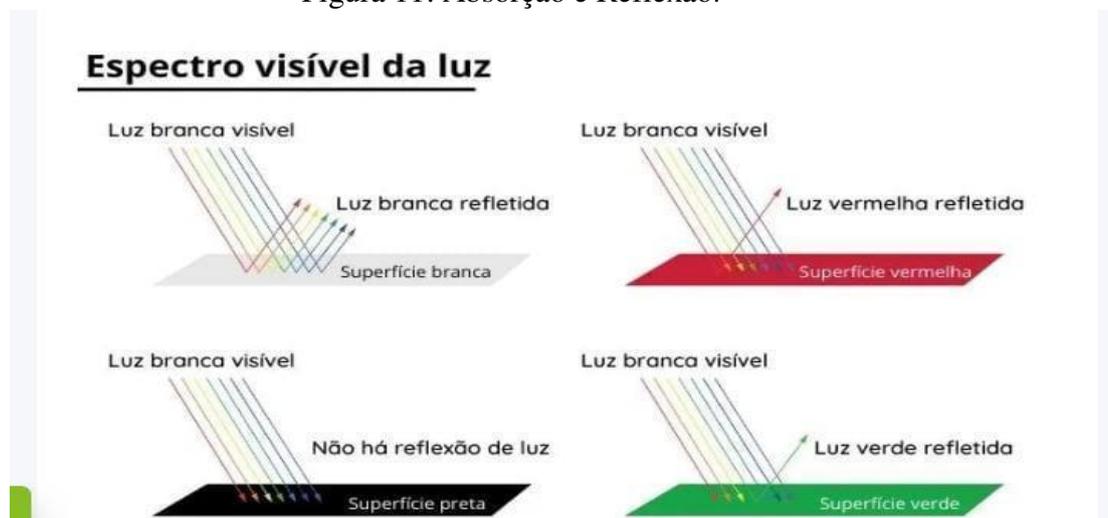
O isolamento térmico são materiais de isolamento com capacidade limitada de absorção térmica, são eficazes em manter a temperatura interna constante, isolando a casa do calor externo ou do frio (Isover, 2023).

Reflexão: Resfriamento passivo, em climas quentes, a reflexão da luz solar pode reduzir a absorção de calor na casa, isso pode ser alcançado com superfícies reflexivas no telhado, paredes externas e janelas, ajudando a manter a temperatura interna mais baixa, a eficiência energética: Materiais de telhado reflexivos, como telhas brancas ou superfícies metálicas reflexivas, podem ajudar a reduzir a demanda de resfriamento artificial, economizando energia (Mundo Educação, 2023).

Portanto, a seleção de materiais e elementos em uma residência que absorvem ou refletem calor e luz solar deve ser cuidadosamente considerada, dependendo do clima local e dos objetivos de eficiência energética. Isso não apenas afeta o conforto térmico, mas também pode ter um impacto direto nos custos de aquecimento e resfriamento, na eficiência energética

da casa e no bem-estar dos ocupantes (LABEEE, 2017). Como mostra a Figura 11, a ocorrência da absorção e reflexão, a luz branca é incidida no objeto, quase todos os espectros são absorvidos e um é refletido. O espectro refletido é aquele da cor que é percebida, quando a luz branca incide em uma superfície branca, ela é totalmente refletida, quando a superfície é preta, a luz é absorvida (Mundo Educação, 2023).

Figura 11: Absorção e Reflexão.



Fonte: Mundo Educação (2023)

2.8.1 A importância da manta térmica

As mantas térmicas são usadas em residências para melhorar a eficiência energética e o conforto térmico, elas funcionam como isolantes térmicos, reduzindo a transferência de calor entre o interior e o exterior da casa, impedindo que o calor se dissipe da casa no inverno ou entre na casa no verão, mantendo uma temperatura interna confortável (Vittorino *et al*, 2003).

No inverno, as mantas térmicas ajudam a manter o calor gerado pelo sistema de aquecimento dentro de casa, reduzindo as perdas de energia. No verão, elas impedem que o calor externo penetre na residência, reduzindo a necessidade de resfriamento. Como resultado da redução das perdas de calor no inverno e do calor excessivo no verão, a instalação de mantas térmicas pode levar a uma redução significativa nos custos de energia para aquecimento e resfriamento da casa (Brasilit, 2023).

As habitações populares geralmente não atendem aos requisitos de conforto térmico e eficiência energética. Para evitar esses problemas, é essencial que as casas sejam projetadas

e construídas levando em consideração os mecanismos de transferência de calor, como isolamento térmico adequado, ventilação apropriada e sistemas de aquecimento e resfriamento eficientes.

Em resumo, as mantas térmicas funcionam protegendo a casa contra variações de temperatura externa e minimizando a transferência de calor.

2.9 Conforto térmico e o ser humano

O conforto térmico é uma condição fundamental para o bem-estar e a saúde das pessoas, em virtude de o ser humano ser sensível às variações de temperatura e umidade no ambiente, manter uma temperatura agradável é essencial para garantir o conforto térmico. Temperaturas extremas, seja muito calor ou muito frio, podem causar desconforto e afetar a saúde das pessoas, como a Figura 12 mostra.

Figura 12: O superaquecimento no verão ou o frio excessivo no inverno podem levar ao desconforto e afetar a saúde.



Fonte: Mendes (2019)

O superaquecimento no verão ou o frio excessivo no inverno podem levar a condições como insolação, hipotermia, desidratação e problemas respiratórios, além disso, a exposição a temperaturas desconfortáveis por longos períodos pode causar estresse térmico, resultando em fadiga e desconforto físico (Mendes, 2019).

Portanto, o conforto térmico é crucial em ambientes de trabalho e estudo, já que quando as condições não são ideais, a produtividade e o desempenho das pessoas podem

diminuir. Em locais de trabalho, o desconforto térmico pode levar a um maior número de erros e menor eficiência, além do mais, a temperatura do ambiente influencia a qualidade do sono. Um quarto muito quente ou muito frio pode perturbar o sono e levar a noites mal dormidas, por isso o conforto térmico adequado no quarto é importante para promover um sono reparador (Torres, 2016) .

Segundo Mendes (2019), além dos efeitos físicos, o conforto térmico também desempenha um papel no bem-estar emocional, na saúde dos moradores, reduzindo a privação social sofrida pelas famílias de baixa renda em ambientes termicamente estressantes, dessa forma, as consequências não são apenas econômicas e ambientais, mas também sociais.

Criar espaços que atendam às necessidades de conforto térmico dos ocupantes é uma prioridade em projetos de construção sustentável para habitações populares. A escolha de materiais como a embalagem longa vida na construção sustentáveis, como isolantes à base de materiais reciclados e reaproveitados, reduz o impacto ambiental da construção e melhora a eficiência energética.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo trataremos da metodologia utilizada no presente trabalho, realizou-se uma pesquisa sucinta das prováveis causas do aquecimento global e das possíveis razões do aumento da temperatura dentro da residência e das suas consequências no conforto térmico e na qualidade de vida, dando evidência para a importância de saber técnicas básicas de construção de habitação para manter um ambiente com temperatura agradável e evidenciar a importância para a reciclagem e reaproveitamento de materiais sólidos, que seriam descartados de maneira irregular, criar maneiras de reaproveitamento, pensando na qualidade de vida e na melhoria do meio ambiente, através do uso das mantas térmicas.

A metodologia escolhida foi o estudo da arte, diante da pesquisa bibliográfica. O trabalho foi desenvolvido com o propósito de estudar a embalagem longa vida na confecção de mantas, como isolante térmico por ter 5% de alumínio na sua composição, elas são integradas à subcobertura da edificação para melhoria das condições térmicas, na estrutura do telhado, a partir de artigos e documentos da empresa fabricante das embalagens Longa Vida e da literatura atual.

Foram selecionados Trabalhos de Conclusão de Curso –TCC, artigos de 2014 a 2022, e outras literaturas, visando analisar a eficiência, a durabilidade e o custo-benefício da manta térmica feita com a embalagem longa vida em casas populares, protótipos e também descrever os experimentos, bem como todo o processo de fabricação da manta térmica desde a coleta das embalagens, a sua higienização, a sua preparação, a adequação ao uso pretendido e a análise da verificação de dados coletados de medições de temperatura antes e depois de sua instalação da manta no telhado.

Por meio da abordagem quáli-quantitativo com base na qualidade e eficiência do material utilizado, dos dados quantitativo dos gráficos e o método hipotético dedutivo dos artigos analisando com finalidade básica de fornecer um conjunto de diretrizes, procedimentos e abordagens sistemáticas para a realização de atividade de pesquisa, ajudando a aperfeiçoar o uso de recursos, como tempo e material, tornando os processos mais eficientes e precisos ao estabelecer critérios e padrões.

Este trabalho permite que outros pesquisadores reproduzam o estudo verificando os resultados, contribuindo para a validação e confiabilidade e ajudando a análise de dados, o que auxilia na tomada de decisões embasadas em evidências, contribuindo para o progresso e o avanço do conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados quatro trabalhos com alguns estudos já realizados com o objetivo de avaliar a eficiência da manta térmica, feita com a embalagem longa vida.

O primeiro trabalho intitula-se como: “Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens Tetra Pak”, da Engenheira Civil, Kelen Zanella com a ajuda de mais dois pesquisadores, Engenharia da Unoesc-Joaçaba, 2022.

O trabalho utilizou 4 (quatro) testes em protótipos feitos de madeira para simular uma habitação humilde com as condições reais, expostas aos raios solares, com manta feitas de embalagens longa vida feita de diferentes modelos e com junções diferentes, com 3 tipos de telhas e manta térmica comercializada para obter a melhor eficiência da manta no calor, fazendo um estudo comparativo entre elas (Zanella, 2022).

O segundo trabalho trata-se de: “Análise do nível desconforto térmico em habitação vulnerável revestida com embalagens *Tetra Pak* proposições de projeto”, realizado por Taíse Sebben e mais dois estudantes da Faculdade Meridional-IMED, XVIII encontro Nacional de Tecnologia Ambiente Construído- ENTAC, Porto Alegre, 2020. O objeto do estudo foi uma moradia na ocupação de Bela Vista, no município de Passo Fundo-RS, feita de madeira e com 5,3 m por 5,3 m com pé direito de 2,5 m e cobertura de telha de fibrocimento, o intuito do estudo era minimizar o desconforto térmico na perda de calor no período de inverno e impede a entrada do calor no verão, utilizando a manta térmica feita com embalagem cartonada, longa vida.

Já no terceiro trabalho: Embalagens *Tetra Pak*, no isolamento térmico de cobertura em edificações, RG & AS (Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental). Doutor em Engenharia Agrícola, Adir Silverio Cembranel e professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde a pesquisa foi desenvolvida e mais 4 pesquisadores, os testes foram feitos com auxílio de um protótipo feito de madeira dividida em três partes a primeira parte tinha estalado três lâmpadas Incandescente de 200w/124V, simulando a radiação solar, no meio ficava a telha, a manta e o forro para simular o telhado de uma residência e por fim a terceira parte, que simula o ambiente de uma residência as três partes tinha um sensor de temperatura que era verificado a cada 5 minutos no tempo de uma hora 60 minutos o protótipo fica dentro do laboratório, em temperatura controlada para não interferir nos resultados dos testes.

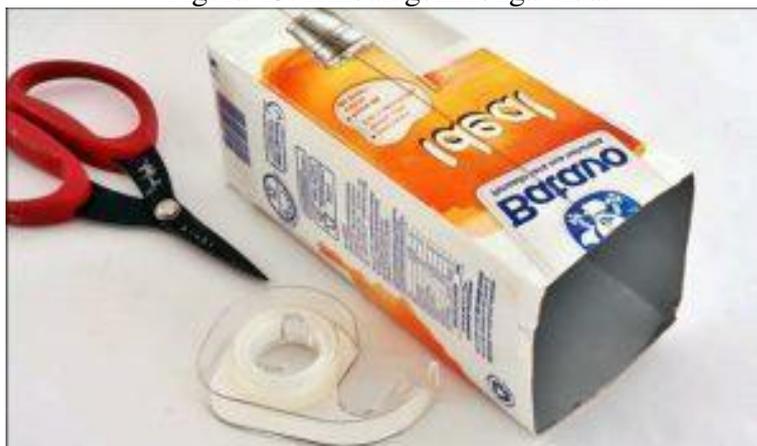
Os testes foram feitos de três formas: com manta comercializada, com a manta de embalagem longa vida e sem manta alguma para obter uma análise quantitativa dos dados da pesquisa (Cembranel, 2019). Por fim, o quarto trabalho: “Isolamento térmico de residência através da reutilização de embalagens *Tetra Pak*”, do aluno Jaquiel Salvi Fernandes com a colaboração de mais 2 (dois) participantes do Instituto Federal- *Campus* Videira-SC e do grupo Hábito Legal. Fórum de Pró-reitores de Extensão da Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras, 2014.

O projeto foi criado com a ajuda dos alunos da instituição, com o objetivo de promover técnica ecológica com a reutilização de embalagem longa vida, para melhoria do conforto térmico na comunidade carente do município de Videira- SC, foram selecionadas 7 (sete) habitações para serem instaladas as manta térmicas de caixa longa vida, foi dado a cada morador um termômetro para eles anotarem a temperatura todos os dias, no mesmo horário de meio dia (12 horas), durante todo o experimento. Anteriormente foi feito o teste com auxílio do Schmutzler, (2000) e mostrou-se o resultado favorável para manta feita com a embalagem, onde verificou-se que após 40 minutos de exposição ao calor, a temperatura interna reduzia 8 °C (Fernandes, 2014).

4.1 Fabricação das mantas térmicas

Materiais necessários: embalagens de longa vida vazias, limpas; tesoura; fita adesiva resistente; grampeador; ferro de passar ou outro material para unir as embalagem; régua; caneta ou lápis. Passos: Limpeza das embalagens: certifique-se estejam completamente limpas e secas. Remova qualquer resíduo de líquido ou rótulos como mostra a figura 13.

Figura 13: Embalagem longa vida.



Fonte: Edificasa (2021)

Corte das embalagens: Corte as embalagem nas costuras para criar folhas planas, em seguida corte as partes superiores e inferiores das embalagem como podemos observar na Figura 14

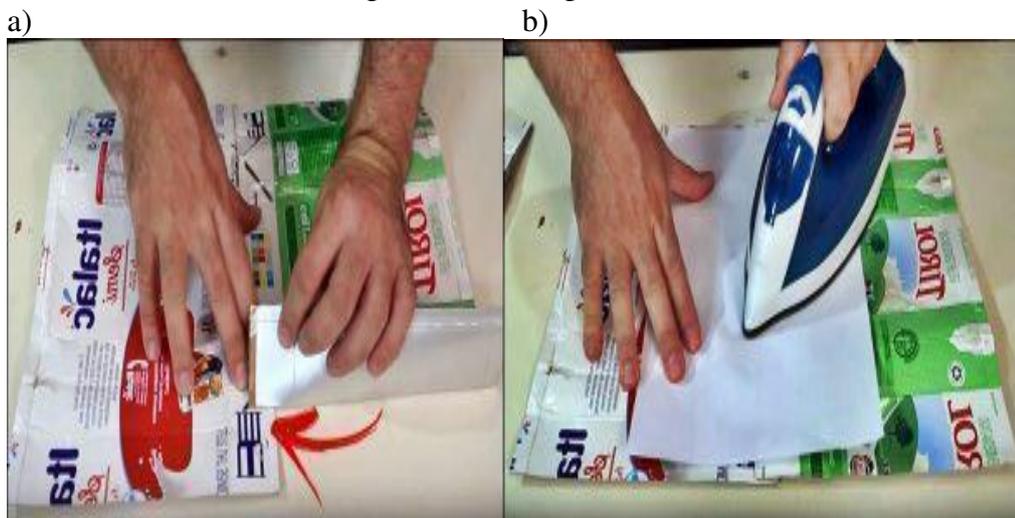
Figura 14: Embalagem longa vida aberta.



Fonte: Edificasa (2021)

Fixação das camadas: Use fita adesiva, grampeador ou ferro de engomar para unir as camadas juntas. Certifique-se de que as camadas estejam bem presas e que não haja espaços vazios, como mostra a figura 15 a) e b).

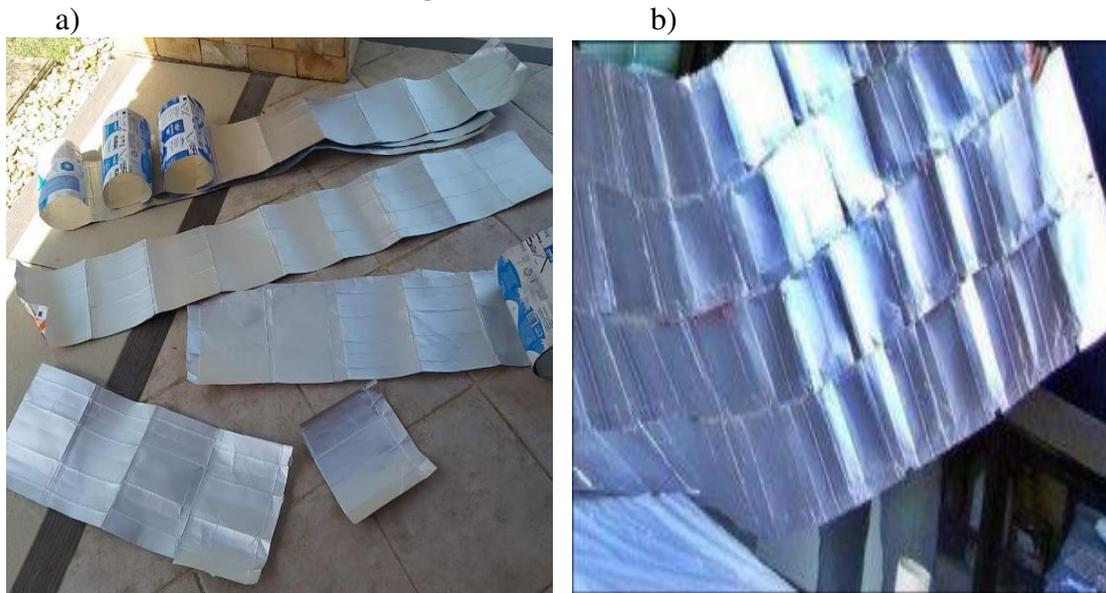
Figura 15: Montagem das mantas.



Fonte: Edificasa (2021)

Recorte da manta térmica: Corte a manta térmica feita com as embalagem longa vida nas dimensões desejadas. Pode-se cortá-la conforme o tamanho necessário para isolar telhados, janelas, portas ou outras áreas, como podemos observar na figura 16 a) e b).

Figura 16: Manta térmicas confeccionadas.



Fonte: Melo (2020)

Fonte: Edificasa (2021)

Aplicação: instale a manta térmica nas áreas que deseja isolar termicamente, usando fita, adesiva ou outra forma de fixação adequada. Certifique-se de que a manta cubra completamente a área que deseja isolar como a Figura 17 mostra.

Figura 17: Aplicação da manta térmica no telhado.



Fonte: Edificasa (2021)

A vantagem das embalagem é que elas reduzem tanto o frio quanto o calor, esta manta térmica feita com caixas longa vida, pode ser usada como uma solução de baixo custo para melhorar o isolamento térmico em situações específicas. No entanto, é importante notar que seu desempenho foi comparado com materiais de isolamento térmico convencionais e teve um bom resultado nos trabalhos estudados (Melo, 2020).

4.2. Análise do primeiro trabalho

Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens *Tetra Pak*.

4.2.1 Metodologia de ensaio

Foram utilizados protótipos existentes no laboratório de Engenharia da Unoesc-Joaçaba, com dimensão externa de 1,10 m x 1,30 m por 1 m de altura, o protótipo foi colocado em um local que levasse toda luz solar durante todo o dia. No ensaio foi utilizado 3 tipos de telhas, cerâmica 40 cm x 23 cm com encaixe, fibrocimento com espessura de 6 mm e a telha metálica ondulada, a telha de cerâmica foi utilizada em todos os testes e as demais para fim de comparação.

A estrutura do telhado foi feita em duas águas, todas em madeira, com aproximadamente 35% de inclinação necessária para a telha principal de cerâmica. A montagem foi feita primeiramente pelos banzos inferiores e logo depois os superiores e do oitão, como mostra a Figura 18.

Figura 18: Estrutura do telhado.



Fonte: Zanella (2022)

4.2.2 Experimento 1

A montagem das mantas, foram feitas de caixa *tetra pak* como mostra a Figura 19 a), b) e c), as embalagens foram cortadas com uma tesoura e logo após lavadas com água e sabão e secas ao ar livre.

As mantas foram feitas de acordo com os testes, a primeira placa foi feita com a parte metálica para baixo Figura (a), a segunda placa com a parte metálica para cima Figura (b), e a terceira placa mesclada uma parte metálica para baixo e outras para cima Figura (c). Para este primeiro teste as embalagens foram costuradas e grampeadas na madeira, cobrindo toda estrutura do telhado.

Figura 19: Disposição diferente das embalagens.

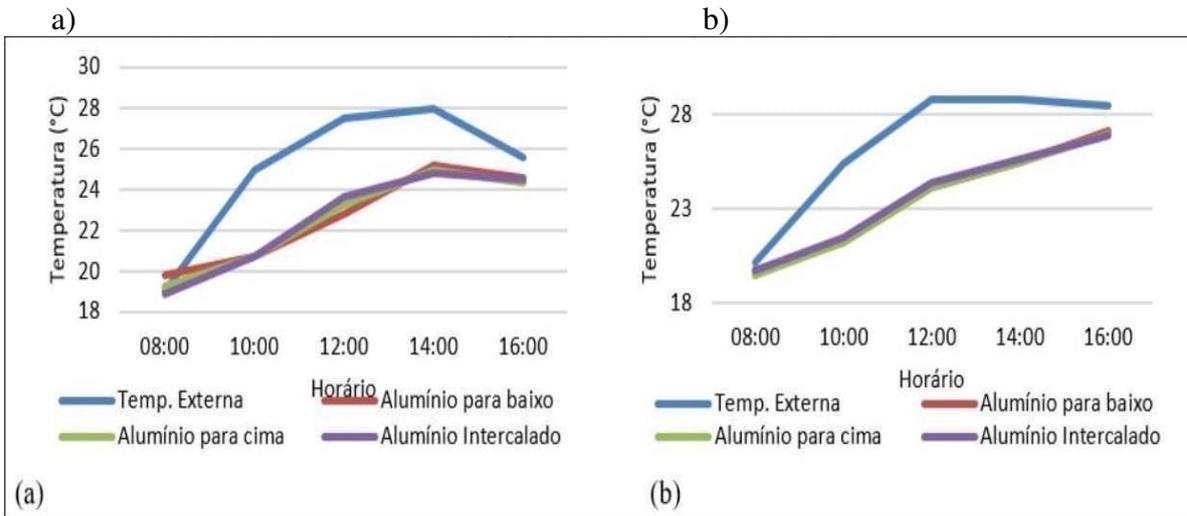


Fonte: Zanella (2022)

Foi analisado as diferentes disposições das mantas para verificar o lado que se comportaria melhor termicamente, conforme já citado anteriormente, no primeiro dia 01/02/2020, foi verificado grande diferença de temperatura principalmente nos horários de 10 h, 12 h e 14 h e o horário que teve melhor desempenho foi entre as 12 h que se observou uma diminuição de 4,7 °C, comparando com a parte externa. como demonstra na Figura 20, a).

Já no segundo dia 02/09/2020, notou-se que teve um grande diferencial de temperatura entre os horários analisados como mostrou o dia anterior, observou-se que a manta posta para cima e a manta posta para baixo tiveram um melhor resultado obtendo uma diminuição de 4,7°C, entre os horários de 11 h e 12 h como mostra a Figura 20, b).

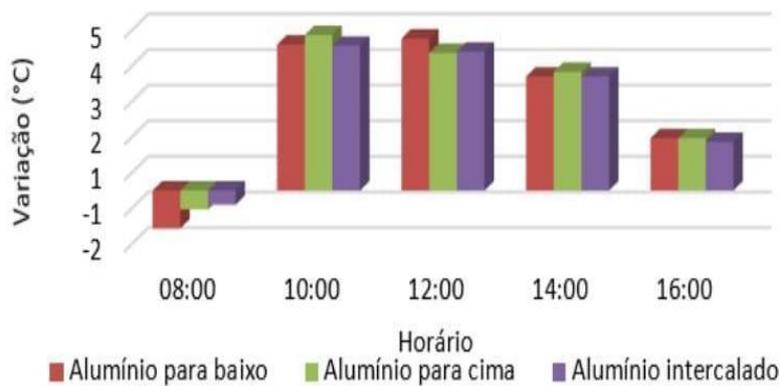
Figura 20: Desempenho térmico nos dias a) 01/09/2020 e b) 02/09/2020.



Fonte: Zanella (2022)

Na Figura 21, com base na variação de temperatura entre os 3 (três) testes, o melhor desempenho foi obtido com a manta para cima, entre o horário das 10h e nos demais horários a temperatura entre as mantas para cima ou para baixo, teve uma pequena variação como mostra o gráfico entre o horário das 16h que ficou quase a mesma temperatura.

Figura 21: Variações de temperatura térmica para o experimento 1.



Fonte: Zanella (2022)

4.2.3 Experimento 2

As placas foram unidas com diferentes uniões como mostra a Figura 22 a), b) e c). A figura a) foi colada com adesivo de contato da marca Cascola e grampeada, a figura b) foi costurada e a figura c) foi utilizada uma manta térmica comercializada para cobertura da marca Duralfoil. As mantas foram colocadas de acordo do experimento 1 e utilizou-se o método de comparação para os valores obtidos nos ensaios.

Figura 22:Diferente união entre as embalagens:

a) Colada

b) Costurada

c) Manta comercializada.

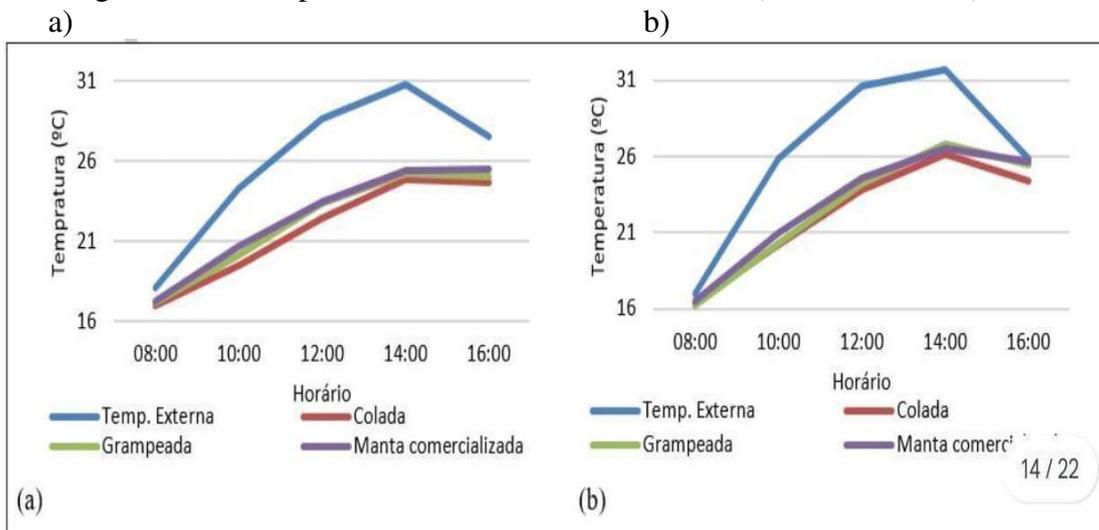


Fonte: Zanella (2022)

No dia 18/09/2020, foi analisado a melhor forma de unir as embalagens, e o melhor desempenho na temperatura foi a colada com adesivo de contato da marca Cascola como mostra a figura a), teve redução de $6,20^{\circ}\text{C}$ entre o horário das 12h, a união grampeada apresentou redução de $5,60^{\circ}\text{C}$ e a manta comercializada resultou em $5,40^{\circ}\text{C}$ comparadas com a temperatura externa, as duas foram analisadas no mesmo horário de 14h, conforme a Figura 23 a).

No dia seguinte, 19/09/2020, mais uma vez mostrou-se que a união colada teve um melhor desempenho como mostra na figura 23 b), tendo uma diminuição na temperatura de $6,80^{\circ}\text{C}$ entre o horário das 12h comparado com a temperatura externa.

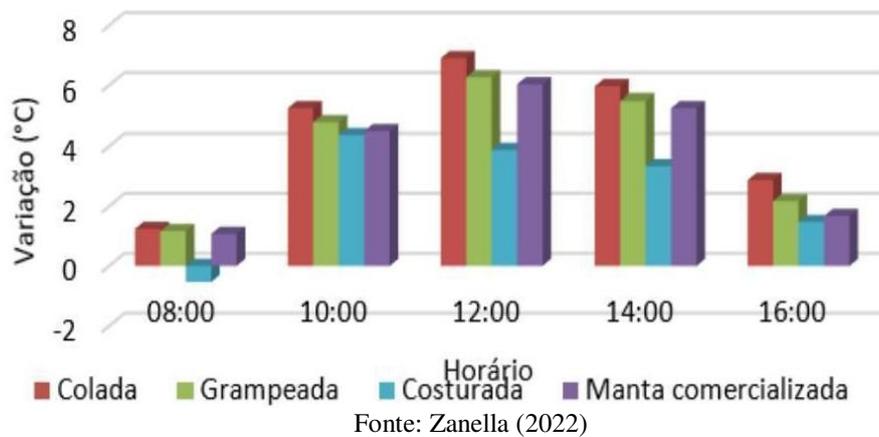
Figura 23: Desempenho térmico das uniões nos dias a) 18/09/2020 e b) 19/09/2020.



Fonte: Zanella (2022)

A variação térmica entre as uniões mostrou uma grande diferença na temperatura entre as uniões nos horários entre 8h a 16h, mas a manta colada mostrou -se com melhor eficiência térmica em todos os horários, como mostra na Figura 24, comparadas com as demais uniões, já a manta comercializada, ficou em terceiro lugar em eficiência térmica.

Figura 24: Variações de temperatura térmica para o teste 2.



4.2.4 Experimento 3

Foram utilizados dois testes com mantas como observa-se na Figura 25 a) utilizou-se duas mantas uma sobre a outra, já na Figura 25 b); foi colocado entre as duas manta uma manta de polietileno utilizada para confecção de pisos laminados, no terceiro protótipo foi utilizado a manta comercializada para cobertura térmica como vimos na Figura anterior 22, c), para meio de comparação entre as mesmas.

Figura 25: Duas camadas e sanduíche:

a) Duas camadas

b) Sanduíche.

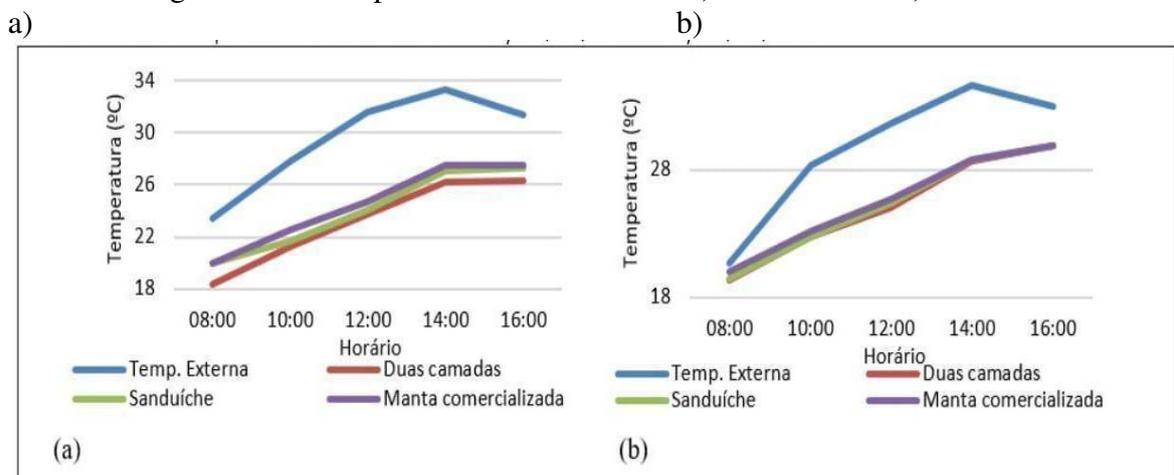


Fonte: Zanella (2022)

Na Figura 26, basearam-se os melhores resultados já obtidos, no primeiro protótipo, com duas mantas com a parte metalizada para cima e com a união das embalagens coladas e no outro protótipo foi colocada entre as mantas de longa vida, uma manta de polietileno como foi descrito acima e ambas analisada com a manta térmica comercializada.

O primeiro dia 24/09/2020, a manta dupla teve um melhor desempenho térmico de 7,90°C no horário de 12h, já no segundo protótipo que tem a manta de polietileno entre as mantas, teve uma diminuição na temperatura de 7,50°C e o resultado menos favorável foi da manta comercializada dupla face obteve 5,90°C comparada com os testes anteriores, como mostra a imagem a), na imagem b) do dia 25/09/2020 a manta dupla feita com embalagem longa vida, apresentou um melhor resultado de 6,50 °C às 12h, comparada com a temperatura externa.

Figura 26: Desempenho térmico nos dias: a) 24/09/2020 e b) 25/09/2020.

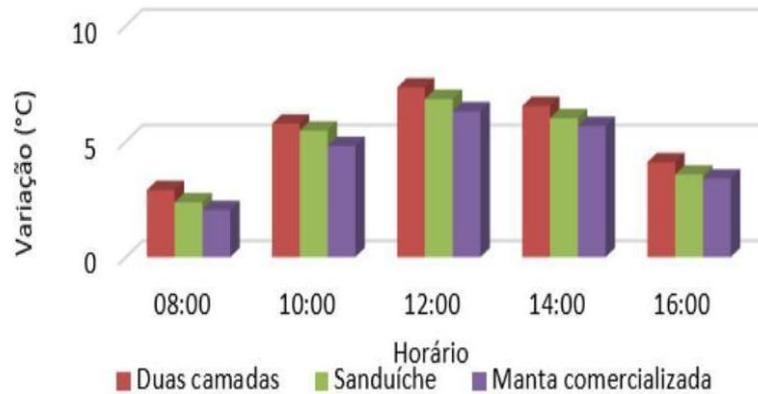


Fonte: Zanella (2022)

Na Figura 27, foi analisado a variação de temperatura entre os 3 (três) testes analisados e a que teve a melhor performance foi a manta dupla de embalagem *Tetra Pak*, obteve a melhor eficiência de temperaturas às 12h, enquanto que a manta comercializada teve o menor resultado comparada com as demais, tendo o menor índice às 8h. Observou-se que a manta com duas camadas obteve melhores resultados de 7,3°C comparada com a de uma camada, que teve temperatura reduzida de 6,9°C, analisada nos testes anteriores.

Optou-se por utilizar a manta de embalagem longa vida de uma camada, visto que a economia de embalagem e de cola seria mais eficiente e a diminuição de temperatura não foi significativa.

Figura 27: Variação de temperatura térmica no experimento.



Fonte: Zanella (2022)

4.2.5 Experimento 4

Utilizou-se outros dois tipos de telhas, a de fibrocimento e a telha metálica, demonstradas na Figura 28 a) e b), com as placas de embalagem longa vida voltadas a parte metálica para cima, como já foi explicado nos testes acima a fim de analisar qual o melhor teste para a diminuição da temperatura interna do telhado.

Figura 28: Diferentes tipos de telhas.

a) telhas de fibrocimento



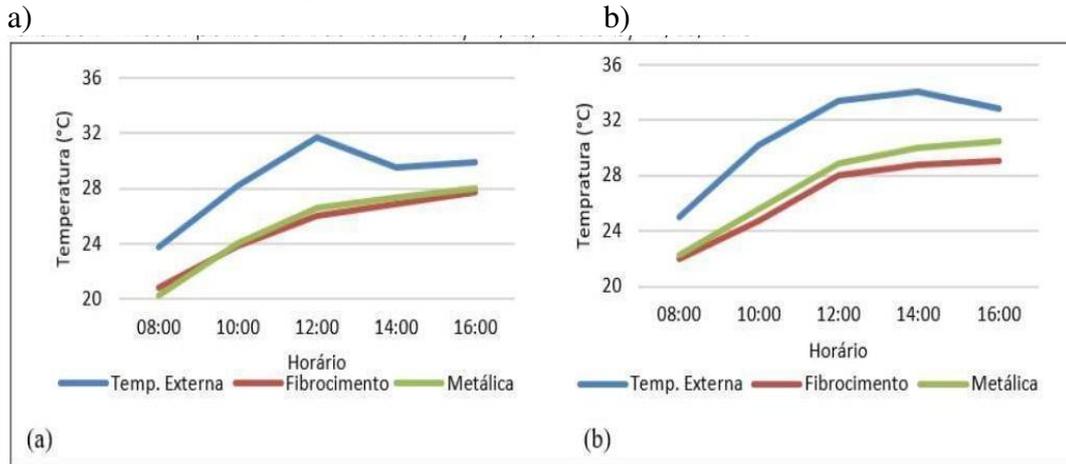
b) telhas metálica.



Fonte: Zanella (2022)

Na Figura 29, foi observado o maior desempenho térmico no dia 17/10/2020 e no dia 19/10/2020 a telha de fibrocimento com diminuição de 5,7°C, comparado com a temperatura externa.

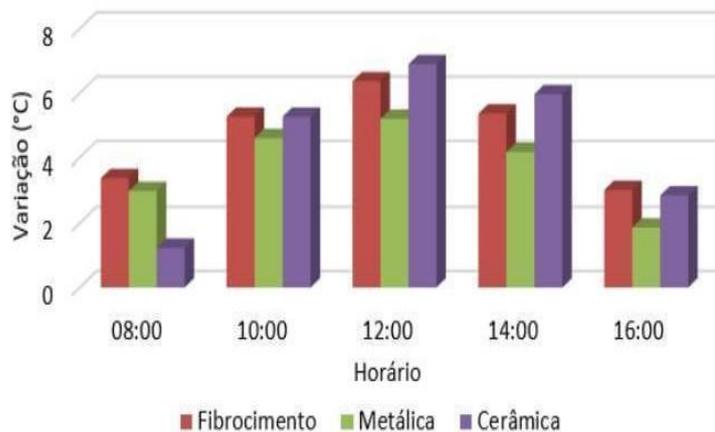
Figura 29: Desempenho térmico nos dias: a) 17/10/2020 e b) 19/10/2020.



Fonte: Zanella (2022)

Entre os três tipos de telhas como observado na Figura 30, o telhado que mostrou-se mais aplicabilidade na qualidade do conforto térmico no qual o fibrocimento é mostrando um bom desempenho em todos os horários analisados e a de cerâmica no qual é obtido o resultado do experimento 1, para ter um melhor resultado de comparação entre elas, já a telha metálica obteve o menor índice de qualidade térmica, conforme os testes. Diante disso, as melhores telhas para cobrir uma residência são as cerâmicas e a de fibrocimento para ter um bom desempenho térmico.

Figura 30: Variação de temperatura térmica dos 3 tipos de telhas.

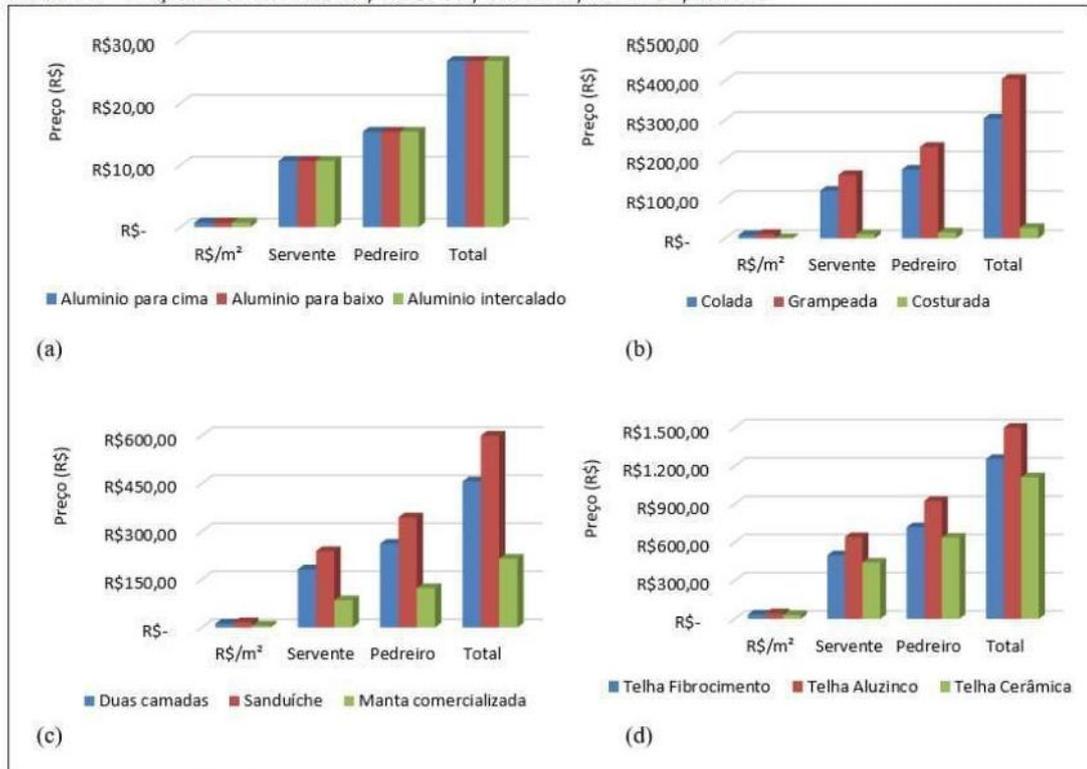


Fonte: Zanella (2022)

Na Figura 31, observou-se a quantidade de material utilizado e a mão de obra do pedreiro em cada experimento para se obter o custo por m². Tendo em vista que o custo do pedreiro custa R\$ 20,58, por hora e a do servente, custa R\$ 14,27. Na Figura 31 mostra o custo da fabricação de cada placa, aque teve o menor custo na produção das placas, custou R\$1,50 por 2 tubos de linha, já no experimento 2 foi gasto R\$ 17,00 pela cola e o pincel, para

a manta grampeada custou só a caixa de grampo, no experimento 3 custou R\$ 6,40 por m², na compra da cola e mais um pincel e a manta de polietileno que custou R\$ 4,00/m². Já na tabela 2, iremos ter um quadro resumo do trabalho de ZANELLA, (2022).

Figura 31: Preço dos experimentos: a), b), c) e d).



Fonte: Zanella (2022)

Tabela: 2, Trabalho 1.

Trabalho 1	Ano	Título	Autores	Material
<p>1</p> <p>ZANELLA, Kelen. Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens Tetra Pak-®. 2022. Disponível em: https://periodicos.unoesc.edu.br/conhecconstr/article/view/30070/17396. Acesso em: 11 dez. 2023.</p> <p>Fonte, (ZANELLA, 2022)</p>	2022	Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens Tetra Pak.	Kelen Zanell; Maiara Foiato; Jhulis Marina Carelli.	Embalagens Tetra Pak (LONGA VIDA).
Método	Eficiencia	Durabilidade	Resutados finas	Obs.
Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se protótipos existentes no Laboratório de Engenharia da Unoesc – Joaçaba. Os mesmos tinham dimensões externas de 1,10 m x 1,30 aproximadamente e altura de 1 m. O local foi escolhido para que os elementos recebessem a luz solar de forma satisfatória, obtivessem o máximo de incidência solar sobre a cobertura durante todo o dia e que simulasse o máximo possível um ambiente construí.	No cenário analisado, a manta com as embalagens dispostas com o alumínio para cima obteve os melhores resultados, estes foram de forma pouco expressiva, mas, ainda assim foi a disposição mais eficiente, assim como, as mesmas serem utilizadas coladas, em apenas uma camada e com a telha cerâmica. Desta maneira, a placa conseguiu diminuir a passagem de calor e ainda superou os resultados alcançados para a manta dupla face comercializada em até 72% no horário das 16h. No horário das 12h e às 14h a placa em conjunto com a telha cerâmica atingiu 14% e 13% a menos que a manta dupla face, respectivamente.	Não foi analisando a durabilidade da manta térmica feita com embalagem Longa vida, neste artigo.	Após fazer as análises com base nas medições realizadas, conclui-se que perante o conforto térmico é possível fazer o uso das embalagens nas coberturas, devido aos bons resultados encontrados, sendo que, dentre as diferentes disposições que foram ensaiadas, todas obtiveram resultados melhores que a manta comercializada própria para isto. Isso tudo mostra que além de as embalagens serem uma opção sustentável para a sociedade, elas também superam produtos encontrados no mercado frente ao desempenho térmico.	Através dos valores obtidos, os dados foram organizados em quadros e também através de gráficos. Primeiramente, os quadros foram montados com os dados retirados das suas respectivas medições, considerando a temperatura externa e interna de cada horário. A partir destes dados, a fim de haver uma demonstração mais detalhada, foram gerados gráficos que mostram os resultados obtidos para cada teste realizado, com a finalidade de se ter um melhor entendimento.

4.3 Análise do segundo trabalho:

Análise do nível desconforto térmico em habitação vulnerável revestida com embalagens *Tetra Pak* e proposições de projeto

4.3.1 Metodologia de ensaio

Coleta de dados: O primeiro passo para o estudo ocorreu na escolha da casa, e logo depois foram tiradas fotos em edições, também se fez necessário fazer um projeto em 3D no *ketchup* 2017 e uma análise de carga térmica e energética no *Software Ebergy Plus 8.7*, tem como base o uso contido de acordo com índices da normativa ASHRAE 55/2014, verificaram-se alguns problemas térmicos e energético na residência.

A casa é feita de madeira e coberta com telha de fibrocimento no Município de Passo Fundo - RS, na ocupação conhecida por Bela Vista, a casa analisada possui 28,09 m² com pé direito de 2,50 m e foi construída irregularmente, desprovida de infraestrutura adequada, como água, luz, esgoto e sem coleta seletiva de lixo, como podemos observar na Figura 32 (Sebben, 2020).

Figura 32: Externa da habitação estudada.



Fonte: Sebben (2020).

Na Figura 33, nesta segunda etapa do experimento foi utilizado uma técnica desenvolvida pelo projeto social Brasil Sem Frestas para auxiliar na execução do experimento. Foram feitas mantas elas foram cortadas, limpas, costuradas e logo após as

foram grampeadas em ripas de madeira com 1,5 centímetro no telhado e nas paredes com espessura tendo modulação de dimensão de 0,30m (L)x 0,90m (A),Sebben (2020).

Figura 33: Foto interna da habitação estudada.

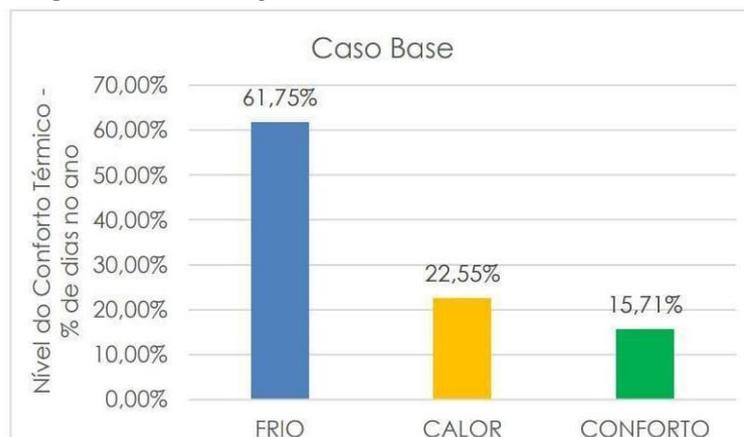


Fonte: Sebben (2020).

4.3.2 Análise e resultados

Na Figura 34, passou a ser analisado as contenções reais da habitação sem a colocação das placas feitas de embalagem longa vida, denominado Caso base, verificou-se que os moradores dessa residência passariam mais de 60% dos dias do ano em desconforto térmico (Sebben, 2020).

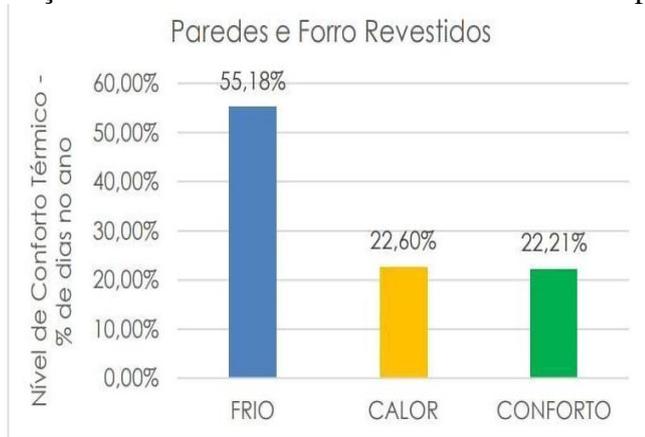
Figura 34: Simulação do conforto térmico no caso base.



Fonte: Sebben (2020)

Na Figura 35, foi analisada a residência já com a instalação das placas de longa vida, com distância com camada de ar 1,5 cm das mantas, à estrutura da habitação, e observou-se que houve um aumento do conforto térmico comparado com a Figura 34.

Figura 35: Simulação do conforto térmico com revestimento de paredes e forro.

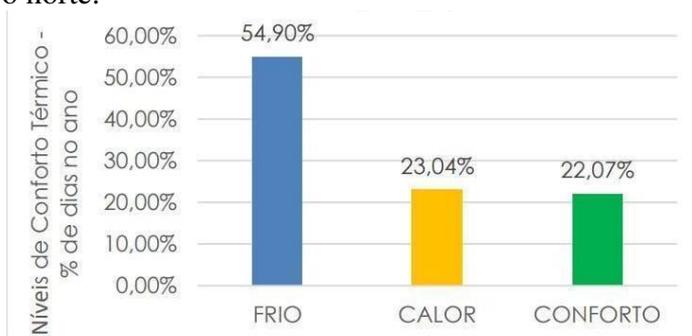


Fonte: Sebben (2020)

Observou-se, que tanto na Figura 35 quanto na 34, não houve uma melhora considerável da condição térmica da residência e se achou necessário encontrar outra forma para auxiliar com as mantas de longa vida. Sendo assim, analisaram-se alternativas construtivas, uma das possibilidades foi colocar uma janela voltada para o Norte da habitação que pudesse aproveitar toda incidência solar no período mais frio do ano.

A janela serviria na prática de aquecimento passivo, ou seja, serviria para receber toda incidência solar direto para dentro da casa, com o acúmulo do calor, criando o efeito estufa. Mas mesmo assim, os dados coletados foram insuficientes no conforto térmico adequado, como mostra a Figura 36 (Sebben, 2020).

Figura 36: Simulação do conforto térmico com revestimento de paredes e forro e inclusão de janela voltada para o norte.

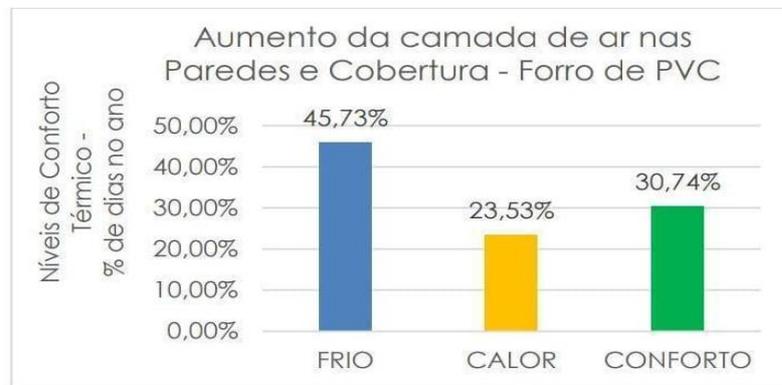


Fonte: Sebben (2020)

Analisando os três gráficos dos experimentos, observou-se que não houveram grandes alterações térmicas entre elas, o caso base até a alteração com a janela, mesmo tendo um acréscimo no conforto térmico, o valor obtido foi insuficiente para aquecer a habitação.

Realizou-se mais um experimento, aumentando a camada de ar que era de 1,5 cm para 5 cm entre as placas e as paredes, achou-se necessário acrescentar no forro PVC e a cobertura passou de 0,29 m². K/W para 0.61 m² K/W, os dados de condutividade térmica, calor específico e densidade de massa aparente foram extraídos conforme a NBR 15220/2005. Só assim houve um aumento considerável do conforto térmico durante o inverno, de acordo com o Figura 37. Mesmo com todos os esforços de armazenar o calor independente da aplicação dos revestimentos, os ganhos técnicos foram insuficientes. Na tabela 3 tem um pequeno resumo do trabalho de Sebben, 2020.

Figura 37: Simulação do conforto térmico com aumento da camada de ar nas paredes e cobertura.



Fonte: Sebben (2020)

Tabela: 3, Trabalho 2.

Trabalho 2	Ano	Título	Autores	Material
SEBBEN, Thaíse. ANÁLISE DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO HABITAÇÃO VULNERÁVEL REVESTIDA COM EMBALAGENS TETRAPAK®E PROPOSIÇÕES DE PROJETO. 2020. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/896/553 . Acesso em: 21 dez. 2023. (SEBBEN, 2020)	2020	Análise do nível desconforto térmico em habitação vulnerável revestida com embalagens tetra pak® e proposições de projeto.	Thaíse Sebben; Thaísa Leal da Cunha; Eduardo Grala da.	Embalagens <i>Tetra Pak</i> (LONGA VIDA).
Método	Eficiência	Durabilidade	Resultados finais	Obs.
Este trabalho tem como base o uso de simulações no <i>software Energy Plus</i> 8.7 para análise dos níveis de desconforto térmico, de acordo com os índices contidos na normativa ASHRAE/2014. Posteriormente foram definidas estratégias de projeto para o melhoramento das condições térmicas da habitação vulnerável de análise.	Aplicação do revestimento cartonado, já que na comparação da habitação com e sem revestimento, os ganhos térmicos foram inexpressivos.	Não foi analisada a durabilidade da manta térmica feita com embalagem Longa vida, neste artigo.	As simulações computacionais implementadas no objeto de estudo permitiram verificar que a inclusão de uma janela voltada para a fachada Norte, juntamente com a aplicação de forro de material plástico (PVC) e o amplitude da resistência térmica das camadas de ar não ventiladas de paredes e forro e o revestimento cartonado, foi possível atingir o nível de conforto térmico de 30,74% na edificação. Além disso, foi possível verificar a diminuição do desconforto causado pelo frio que era de 61,75% (Caso Base sem revestimento) para 45,73% com a implementação das estratégias passivas de aquecimento.	Após a modelagem do volume na interface gráfica <i>Sketchup</i> , foram realizadas as configurações no <i>Energy Plus</i> de acordo com elementos construtivos da habitação, sua orientação solar, número de aberturas e controle da ventilação, quando atingido a uma temperatura interna de 25°C.

4.4 Análise do terceiro trabalho

Embalagens *Tetra Pak* no isolamento térmico de cobertura em edificações.

4.4.1 Metodologia de ensaio

O experimento teve como base a metodologia utilizada pelos professores Schumutzler e Arruda (2000), foi utilizado um protótipo de teste para analisar a eficiência da manta térmica feita com caixa longa vida, o protótipo foi construído de madeira com 1m de altura e 0,50m x 0,50m de comprimento (Cembranel, 2019).

A caixa de madeira foi dividida em 3 (três) partes denominadas de (C1, C2 e C3). A parte C1 simula a fonte de calor, por meio da temperatura refletida, foram colocadas 3 (três) lâmpadas incandescentes de 200w/127V, na parte C2 no meio do protótipo foi dividido em 3 (três) camadas, a primeira, de cima para baixo, foi instalado uma telha de fibrocimento de 6 mm, logo abaixo foi colocada o isolante térmico com uma distância considerável da telha e a seguir foi colocado um forro de PVC para simular uma residência.

Realizou-se 3 (três) testes, para avaliar a eficiência dos isolantes térmicos, as análises foram estatísticos e comparativos, para comparar a variação das temperaturas entre eles. Como podemos observar na Figura 38, o primeiro teste foi com uma manta ecológica de caixa longa vida, o segundo com uma manta comercial e o terceiro teste sem manta alguma (Cembranel, 2019).

E por último foi instalado 4 (quatro) sensores denominados (S1, S2, S3 e S4) o S1 foi instalado entre as lâmpadas e a telha de fibrocimento como podemos observar na Figura 38, a S2 entre a telha e o PVC, a terceira S3 abaixo do PVC com uma distância considerável e a última a S4 foi instalado fora do protótipo para analisar a temperatura no ambiente (Cembranel, 2019).

Figura 38: Protótipo utilizado nos testes de eficiência.



Fonte: Cembranel (2019)

4.4.2 Análise de eficiência

O experimento levou em média 1 hora cada medição, ao total foi dividido as medições em 5 em 5 minutos da temperatura no protótipo, começando com o tempo (zero), até completar os 60 minutos. O sensor S4 estava fora da caixa de madeira avaliando a temperatura do ambiente do laboratório, que estava com o ar condicionado ligado em uma temperatura estável e controlada (Cembranel, 2019).

T1- tratamento estatístico com isolante térmico confeccionado a partir de embalagem Tetra Pak (ITTP). T2- tratamento estatístico com isolante térmico comercial. T3- tratamento estatístico sem isolante térmico. No teste T1, T2 e T3 foram divididas em três partes de medições, com o auxílio dos sensores (S1, S2 e S3), que já vemos na Figura 38, cada sensor foi verificado a cada 5 minutos como mostra a tabela 4, o S1 estava logo abaixo das lâmpadas recebendo todo o calor transferido, já a S2 estava entre as camadas de telha de fibrocimento e o forro de PVC e o sensor S3 estava logo abaixo do forro de PVC, simulando as contenções de uma residência. Após os 60 minutos observou-se o aumento da temperatura no sensor S1 e a diminuição no sensor S3, nos testes T1, T2 e T3 com uma diminuição considerável, como mostra o Tabela 4 (Cembranel, 2019).

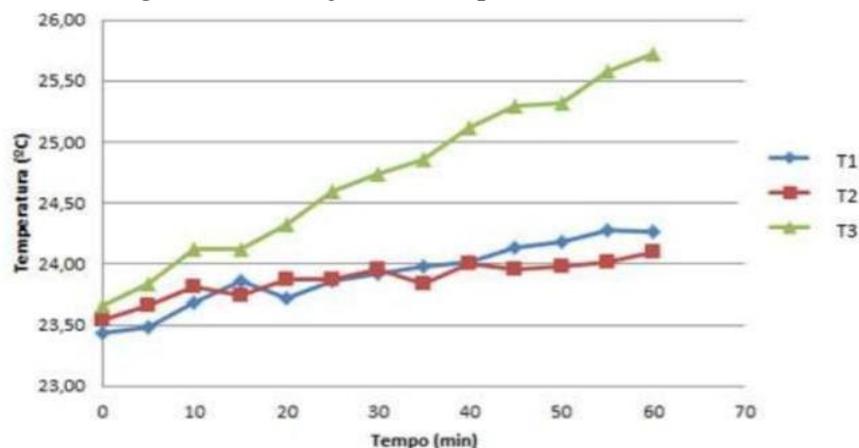
Tabela 4: Temperatura média em cada tratamento.

Tempo (min)	T1			T2			T3		
	ITTP (° C)			Isolante Comercial (° C)			Sem Isolante (° C)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
0	24,24	23,98	23,44	24,50	23,98	23,54	24,38	24,02	23,66
5	44,12	24,50	23,48	45,96	24,94	23,66	45,12	25,04	23,84
10	53,40	26,26	23,68	55,82	26,38	23,82	54,36	27,34	24,12
15	59,40	28,10	23,86	62,30	27,62	23,74	60,22	28,96	24,12
20	63,26	29,28	23,72	67,46	29,14	23,88	64,66	31,02	24,32
25	66,48	30,60	23,86	71,22	30,20	23,88	68,02	33,04	24,60
30	68,60	31,54	23,92	74,16	31,32	23,96	70,40	34,30	24,74
35	70,26	32,42	23,98	76,58	32,26	23,84	72,06	35,48	24,86
40	71,56	33,24	24,02	78,58	33,22	24,00	74,04	36,70	25,12
45	72,56	33,88	24,14	79,94	33,70	23,96	75,14	37,42	25,30
50	74,30	34,46	24,18	81,54	34,48	23,98	76,20	38,10	25,32
55	75,38	35,04	24,28	82,70	35,00	24,02	77,42	38,88	25,58
60	76,26	35,34	24,26	83,80	35,56	24,10	77,98	39,12	25,72

Fonte: Cembranel (2019)

Na Figura 39, podemos observar que a manta térmica feita com longa vida T1, não teve um resultado satisfatório, comparado com a manta térmica comercializada T2, durante o período de 60 minutos as duas mantas tiveram o resultado estatisticamente com a mesma condição de isolante térmico. Mesmo assim, as (T1 e a T2) tiveram um resultado positivo comparado com o teste T3. Na tabela 5 mostra um breve resumo do trabalho de Cembranel, (2019).

Figura 39: Variação das temperaturas no sensor S3.



Fonte: Cembranel (2019)

Tabela: 5, Trabalho 3.

Trabalho 3	Ano	Título	Autores	Material
CEMBRANEL, Adri Silveira. EMBALAGENS TETRA PAK® NO ISOLAMENTO TÉRMICO DE COBERTURA EM EDIFICAÇÕES. 2019. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6404/4330 . Acesso em: 20 dez. 2023. (CEMBRANEL, 2019)	2020	Embalagens <i>Tetra Pak®</i> no isolamento térmico de cobertura em edificações.	Adir Silvério Membrane; Jairo Afonso Henkes; Wagner de Aguiar; Tayoná Cristina Gomes; Marcos Vinícius Pagliarini.	Embalagens <i>Tetra Pak</i> (LONGA VIDA).
Método	Eficiência	Durabilidade	Resultados finais	Obs.
A avaliação da eficiência das embalagens <i>Tetra Pak</i> como isolante térmico teve como base a metodologia utilizada por SCHUMUTZLER e ARRUDA (2000). O método utilizou como base um protótipo de teste, que busco reproduzir características de uma edificação convencional.	O desempenho destes produtos está associado às suas propriedades e aos processos de instalação que têm forte influência no desempenho em diferentes ambientes. Contudo, o acúmulo de poeira, que penetra pelas frestas entre as telhas, na superfície superior deste elemento resultará na elevação da sua emissividade reduzindo a sua eficiência.	Não foi analisando a durabilidade da manta térmica feita com embalagem Longa vida, neste artigo.	Os ensaios e as análises estatísticas demonstraram que o isolante térmico desenvolvido com embalagens usadas de <i>Tetra Pak</i> possui, estatisticamente, a mesma condição de isolamento térmico que o isolante comercial.	O protótipo foi dividido em três compartimentos (C1, C2 e C3), com objetivo de avaliar as variações da temperatura ao longo do tempo em cada compartimento. As temperaturas foram monitoradas por meio de termômetro digital multi-sensores, marca Full Gauge Controls, modelo Penta III.

4.5 Análise do quarto trabalho:

Isolamento térmico de residência através da reutilização de embalagens *Tetra Pak*

4.5.1 Metodologia de ensaio

Foi feito um projeto com alunos do Instituto Federal Catarinense – *Campus Videira*, com a comunidade carente dessa localidade para ajudar no conforto térmico de suas moradias.

O projeto se iniciou com a coleta das caixas longa vida, foram cortadas e lavadas, como a Figura 40 a), b) e c) mostra, e depois unidas com fita adesiva (cola de sapateiro), verificou-se a necessidade de 20 (vinte) embalagens para a fabricação de cada m² a serem utilizadas como manta térmica, Figura 41, depois foram selecionadas 7 (sete) casas para o estudo, escolhidas e previamente selecionadas pela vulnerabilidade das habitações pelo setor de assistência social da Prefeitura Municipal de Videira. (Fernandes, 2014).

A maioria das residências em condição precária, cobertas com telha de fibrocimento de 4 mm e com pé direito muito baixo de aproximadamente 2,0 a 2,3 metros de altura, dificultando mais ainda o conforto térmico, as telhas exposta aos raios solares chegava a 40 °C na superfície externa.

Figura 40: processo de beneficiamento das embalagens longa vida.



Fonte: Fernandes (2014)

Figura 41: Painel formado pela união das embalagens após a abertura e lavagem.



Fonte: Fernandes (2014).

4.5.2 Análise e Resultado

Com a ajuda dos alunos, foram instaladas as placas nas residências, as famílias selecionadas receberam um termômetro para que elas pudessem fazer as medições todos os dias do teste, antes e depois das placas serem instaladas, Figura 42 a) e b). Durante o experimento em um horário específico ao (meio-dia) 12 horas, mas não correu como esperado as verificações, pois as famílias não fizeram as coletas nos mesmo horário e por algumas vezes esqueceram de coletar os dados (Fernandes, 2014).

Porém, mesmo sem os dados quantitativos as famílias relataram uma melhora nas condições térmicas de suas moradias, nos dias frios as mantas conservavam a temperatura e nos dias quentes a diminuição da temperatura, deixando suas casa com condições térmicas mais agradáveis e foi relatado também que houve uma diminuição considerável de queda de resíduos (poeira) nos dias de vento forte. Mesmo sem a coleta dos quantitativos, a pesquisa foi eficiente, segundo os moradores. Na tabela 6 mostra um pequeno resumo do trabalho de Fernandes (2014).

Figura 42: Fotografia do forro de uma das residências Antes a) e depois b) da instalação com as mantas térmicas de embalagem longa vida.



Fonte: Fernandes (2014).

Tabela: 6, Trabalho 4.

Trabalho 4	Ano	Título	Autores	Material
FERNANDES, Jaquiel Salvi. Isolamento térmico de residências através da reutilização de embalagens Tetra Pak. 2014. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/905/pdf_1 . Acesso em: 21 dez. 2023. (FERNANDES, 2014)	2014	Isolamento térmico de residências através da reutilização de embalagens Tetra Pak	Jaquiel Salvi Fernandes; Ramona Jaqueline Danielewicz; Joice Secco.	Embalagens <i>Tetra Pak</i> (LONGA VIDA).
Método	Eficiência	Durabilidade	Resultados finais	Obs.
Projeto entre alunos e comunidade, com a ajuda de alunos do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal Catarinense Campus Videira e do grupo Hábito Legal, foram coletadas as embalagens Tetra Pak que, na sua maioria, foram caixas de suco e leite longa vida de um litro.	Mesmo sem os dados quantitativos dos termômetros, as famílias beneficiadas, quando perguntadas sobre o resultado da instalação, expressaram unanimidade de opinião: mostraram se muito satisfeitas com o ambiente após a instalação, relataram o aumento da temperatura em dias mais frios e sua diminuição e dias mais quentes.	Não foi analisada a durabilidade da manta térmica feita com embalagem Longa vida, neste artigo.	Mesmo sem conseguir mensurar quanto a temperatura interna das residências foi otimizada, através dos depoimentos dos moradores conseguiu-se perceber que a utilização das embalagens Tetra Pak, como isolantes térmicos, possui um grande potencial.	O objetivo principal do projeto foi mostrar que é possível reaproveitar um material que seria desperdiçado para o bem estar da comunidade carente que, na maioria dos casos, não dispõem de recursos financeiros para a aquisição de painéis disponíveis comercialmente.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho, o estudo da arte é baseado em uma pesquisa abrangente e na análise crítica das literaturas analisadas e pode ser útil ao desenvolver pesquisas futuras ou projetos acadêmicos relacionados à manta térmica feita com embalagem longa vida. O clima desempenha um papel significativo no conforto térmico de casas mais carentes, e a capacidade de manter uma temperatura interna agradável e adequada nas habitações populares está diretamente relacionada às condições climáticas da região onde estão localizadas estas residências.

A melhoria do conforto térmico envolve uma combinação de medidas de construção, tecnologia e comportamento. A abordagem mais eficaz pode variar dependendo do local, do clima e do tipo de edificação, por isso é importante considerar uma combinação de soluções para atender às necessidades específicas de cada situação. Por outro lado, o uso de materiais sustentáveis desempenha um papel crucial na redução do impacto ambiental da construção e na promoção do conforto térmico nas edificações.

A manta térmica feita com embalagem do tipo longa vida é uma ideia de reutilização criativa que pode ter aplicação na melhoria do isolamento térmico. Embora essa técnica não seja amplamente difundida, é uma maneira interessante de aproveitar materiais recicláveis para reduzir a transferência de calor em estruturas.

Foi analisado em ambos os trabalhos a eficiência da manta térmica feita com caixa longa vida e foi observada a relevância de se obter estudos mais aprofundados da manta, o material estudado é promissor na eficiência como manta térmica, se comparado na eficiência com as mantas térmicas comercializadas para ser utilizado em casas populares que não tenha tanto recurso, é uma maneira prática e ecológica.

Em resumo, a pesquisa e o desenvolvimento de materiais de isolamento térmico sustentáveis desempenham um papel fundamental na construção de edifícios mais eficientes em termos de energia, econômico e ecológico. Isso contribui para a promoção de um ambiente construído mais sustentável e para a redução do impacto ambiental da indústria da construção. Seu estudo pode contribuir para soluções inovadoras no campo da construção sustentável.

Melhorar a qualidade de vida das pessoas e diminuir os impactos negativos desses problemas ambientais exigem ações coordenadas em várias frentes, incluindo políticas públicas, conscientização ambiental, planejamento urbano sustentável e inovações em

tecnologia e materiais de construção.

O Brasil possui um grande potencial para a reciclagem de resíduos sólidos, o que pode gerar empregos e reduzir a quantidade de resíduos que são destinados aos aterros sanitários.

6. Recomendações para trabalhos futuros

Recomenda-se a realização de análises detalhadas das propriedades da embalagem, (longa vida); a sua condutividade térmica; sua resistência ao fogo, resistência à umidade e durabilidade da embalagem longa vida; bem como a comparação da embalagem longa vida com as de materiais de isolamento térmico convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRE (2012). **Cartilha do meio ambiente**. Associação brasileira de embalagens. Disponível em: http://www.abre.org.br/wp-Content/uploads/2012/07/cartilha_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 19 set. 2023.

ANDRADE, Lúcio. COMUNIDADE DO PEDREGAL - CAMPINA GRANDE-PB. 2013. Disponível em: <http://comunidadedopedregal.weebly.com/fotos.html>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BASTIDE, A.; LAURET, P. GARDE, F.; BOYER, H. **Building energy efficiency and thermal comfort in tropical climates: Presentation of a numerical approach for predicting the percentage of well-ventilated living spaces in buildings using natural ventilation**. *Energy and Buildings* 38: 1093 –1103, 2006. Acesso em: 11 out. 2023

BEZERRA, Tiago Lopes. **Pedregal, a dimensão educacional do lazer contribuindo para uma nova perspectiva de vida**. 2009. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/ggfcg/pdf/lemos-9788578791223-08.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

BORGES, Daliana Gomes. **Aproveitamento de Embalagens Cartonadas em Compósitos de Polietileno de Baixa Densidade**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.: **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 1. ed. Brasília, DF: Congresso Nacional, 02 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASILIA DF. Yolanda-Pires. Nelson Oliveira Fonte: Agência Senado. **Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores**. 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasilrequer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores#:~:text=%E2%80%9CDe%20acordo%20com%20dados%20do,geradas%20por%20dia%20no%20Brasil..> Acesso em: 19 set. 2023.

BRASILIT. **Para que serve a manta térmica no telhado**. 2023. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/para-que-serve-a-manta-termica-no-telhado#:~:text=Economia%20de%20energia%3A%20um%20dos,nas%20contas%20de%20energia%20e%20%C3%A9trica>. Acesso em: 13 out. 2023.

CEMBRANEL, ADRI SILVEIRA. **embalagens tetra pak® no isolamento térmicos de cobertura em edificações**. 2019. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6404/4330. Acesso em: 20 dez. 2023.

CEMBRANEL, ADIR SILVERIO; HENKES, Jairo Afonso; AGUIAR, Wagner de; GOMES, Tayoná Cristina; PAGLIARINI, Marcos Vinícius. **Embalagens Tetra Pak no isolamento térmico de cobertura em edificações**. Florianópolis: Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 2019. Disponível em: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6404/4330. Acesso em: 10 out. 2023.

CEMPRE-Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Ficha Técnica Embalagens Cartonadas Longa Vida. CEMPRE, São Paulo, 2013. Disponível em http://www.cempre.org.br/ft_longavida.php. Acesso em: 20 out. 2023

COXIM, Redação. Brasil é 4º no mundo em ranking de emissão de gases poluentes desde 1850. 2021. Disponível em: <https://coximagora.com.br/brasil/brasil-e-4o-no-mundo-em-ranking-de-emissao-de-gases-poluentes-desde-1850/>. Acesso em: 11 dez. 2023.

COELHO, JESSICA .Conforto Térmico na Arquitetura: **Principais Estratégias: o que é conforto térmico. O que é Conforto Térmico.** 2021. Projetor BLOG. Disponível em: <https://www.projetou.com.br/posts/conforto-termico/>. Acesso em: 11 out. 2023.

CONSISTE DE TELHADOS. 2014. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1236752/>. Acesso em: 19 set. 2023.

CEMPRE.**Embalagens longa vida:** informações sobre a reciclagem. Informações sobre a reciclagem. 2021. Disponível em: <https://cempre.org.br/embalagens-longa-vida/>. Acesso em: 19 set. 2023.

DELAQUA, Victor.**Como as cores influenciam no conforto térmico e gasto energético dos edifícios.** 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1004949/como-as-cores-influenciam-no-conforto-termico-e-gasto-energetico-dos-edificios>. Acesso em: 12 out. 2023.

ECOTELHADO, Nathalia. **Segundo pesquisador da Lawrence Berkley National Laboratory (CA, EUA), cerca de 25% da superfície de uma cidade 2021.** Acesso em: 19 set.2023.

EDIFICASA (Brasil). **Manta Térmica com Caixa de Leite – Passo a Passo de Como Fazer.** 2021. Disponível em: <http://edificasarevendedora.com.br/manta-termica-com-caixa-de-leite-passo-a-passo-de-como-fazer/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

EQUIPE CELERE (Brasil).**Tudo o que você precisa saber sobre isolamento térmico na construção civil.** 2021. Disponível em: <https://celere-ce.com.br/construcao-civil/isolamento-termico-na-construcao-civil/>. Acesso em: 23 set. 2023.

EURECICLO, Redação. PGRS: Entenda o que é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 2019. Disponível em: <https://blog.eureciclo.com.br/pgrs-o-que-e-e-seus-beneficios/>. Acesso em: 13 out. 2013.

ESCOLA, Brasil.**Efeito Estufa.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em: 13 out. 2023.

FARIAS, Melena Fortes Sava de.**Investigações Sociais Perspectiva Futuras:** caracterização sobre as especificidades acerca das etapas e possibilidades de reciclagem das embalagens longa vida. Rio de Janeiro: Epitaya, 2022. 144 p.

FERNANDES, Jaquiel Salvi. **Isolamento térmico de residências através da reutilização de embalagens Tetra Pak.** 2014. Disponível em: https://periodicos.uuffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/905/pdf_1. Acesso em: 21 dez. 2023.

FRAGMAQ. **Entenda o que é efeito estufa natural e suas características 2016.** Disponível em: <https://www.agmaq.com.br/blog/entenda-efeito-estufa-natural-caracteristicas/>. Acesso em: 11 out. 2023.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas.**Embalagens cartonadas e o meio ambiente:** as 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/embalagens-cartonadas-meio-ambiente.htm>. Acesso em: 16 set. 2023.

GIATTE, Leandro Luiz. **Mudança Climáticas e impactos.** 2015. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/agosto2017/geografia_pdf/temas_atuais_em_mudancas_climaticas_online.pdf#page=80. Acesso em: 11 dez. 2023.

GOMES, Juana. **Meio Ambiente.** 2011. Disponível em: <http://meioambientejuanagomes2sem2011.blogspot.com/2011/09/tetra-pak-ciclo-de-vida-daembalagem.html>. Acesso em: 13 out. 2023.

ISOVER.**O que é isolamento térmico?** 2023. Disponível em: <https://www.isover.com.br/faq/o-que-e-isolamentotermico#:~:text=Isolamento%20t%C3%A9rmico%20%C3%A9%20a%20capacidade,passando%20por%20paredes%20e%20fachadas>. Acesso em: 12 out. 2023.

IEMA.**Qual a diferença entre gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos.** 2022. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/qual-a-diferenca-entre-gases-de-efeito-estufa-e-poluente-atmosfericos->

calor. Acesso em: 12 out. 2023.

OLIVEIRA, Yolanda-Pires-Sob-Superviso e Nelson. Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores Fonte: Agência Senado. 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>. Acesso em: 12 set. 2023.

PASSARINHO, Nathalia. Brasil é 4º no mundo em ranking de emissão de gases poluentes desde 1850. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59065359>. Acesso em: 16 set. 2023.

RIVAS, Luisa. **Temperaturas globais devem subir a níveis recordes nos próximos cinco anos**, diz ONU. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/05/17/temperaturas-globais-devem-subir-a-niveis-recordes-nos-proximos-cinco-anos-diz-onu.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2023.

RICCHINI, Ricardo. **Embalagem longa vida é isolante térmico**. 2015. Disponível em: <https://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-embalagens-longa-vida/embalagem-longa-vida-eisolante-termico/>. Acesso em: 19 set. 2023

SANTAMOURIS, M. Regulating the damaged thermostat of the cities - **Status,impacts and mitigation challenges. Energy and Buildings**, v. 91, p. 43–56,2015, Acesso em: 11 out. 2023.

SEBBEN, Thaíse. **Análise Do Nível De Conforto Térmico Habitação Vulnerável Revestida Com Embalagens Tetrapak®E Proposições De Projeto**. 2020. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/896/553>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SOUSA, Rafaela. **Acordo de Paris**. 2015. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acordo-paris.htm>. Acesso em: 19 set. 2023.

SOUSA, Rafaela. Efeito Estufa. 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em: 11 out. 2023

SCHMUTZLER, Luiz Otto Faber **PROJETO FORRO VIDA LONGA, UNICAMP**, 2000 Disponível em <http://www.fem.unicamp.br/~vidalong/projleite.html>. Acesso em:24 set.2023.

STELLA. Longa Vida paysbonustoboostpackagingrecycling in Brazil: Companyalreadyrecycles 44% ofcartons it produces in Brazilandhaslaunchedtwo new projects. 2021. Disponível em: <https://valorinternational.globo.com/business/news/2021/06/23/tetra-pak-pays-bonus-to-boost-packaging-recycling-in-brazil.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2023.

STELLA. **Longa vida paga bônus para elevar reciclagem**. 2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2021/07/11/tetra-pak-paga-bonus-para-elevar-reciclagem.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2023.

SOUSA, Rafaela.**Acordo de Paris**. 2015. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acordo-paris.htm>. Acesso em: 19 set. 2023.

TETRA PAK (Brasil).**Inovação para promover a segurança de alimentos e o acesso sustentável**. 2022. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/about-tetra-pak>. Acesso em: 19 set. 2023.

TEIXEIRA, Mariane Mendes.**Condução térmica**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conducao-termica-1.htm>. Acesso em: 12 out. 2023.

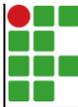
TORRES, 2016 Manuel Geronino Lima, **Conforto Térmico e Desempenho nos Ambientes. Engenharia de Produção- UFPB**. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9928/2/Arquivototal.pdf>.. Acesso em: 13 out. 2023.

TORRES, Wyllian; GNIPPER, Patricia.**Qual a diferença entre clima e tempo atmosférico?: e o que é o clima?. E o que é o clima?**. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/meio-ambiente/qual-a-diferenca-entre-clima-e-tempo-atmosferico-203313/>. Acesso em: 11 out. 2023.

VITTORINO, Fúlvio; SATO, Neide Matiko Nakata; AKUTSU, Maria. **Desempenhotérmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados emcoberturas**. ENCAC-COTED, Curitiba: Brazil. Acesso em: 12 out. 2023.

ZANELLA, Kelen. **Avaliação do desempenho térmico de coberturas com a substituição de manta térmica por embalagens Tetra Pak®**. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/conhecconstr/article/view/30070/17396>. Acesso em: 11 dez. 2023.

ZORZAN, Danilo. **Conheça os mercados promissores para envase em embalagem cartonada Article-Conheça os mercados promissores para envase em embalagem CARTONADA**. 2023. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/especialistas/conheca-os-mercados-promissores-para-envase-em-embalagem-cartonada>. Acesso em: 19 set. 2023.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande
	R. Tranquílino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega do TCC

Assunto:	Entrega do TCC
Assinado por:	Angelica Thais
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Angelica Thais Gomes Marques, ALUNO (20152122003) DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS - CAMPINA GRANDE**, em 20/02/2024 19:26:01.

Este documento foi armazenado no SUAP em 20/02/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1088127

Código de Autenticação: 4f11fdbcea

