

CENTRO PAULA SOUZA

ETEC ITAQUERA II

Ensino Médio Com Habilitação Profissional Técnico Em Edificações

Daniel Brito Costa

Guilherme Santos Oliveira

Matheus Oliveira Alves Luz

Nicolas Dos Santos Silva

Willyan Martins De Moraes

**TELHAS ECOLÓGICAS COM EMBALAGENS TETRA PAK: estudo de
aprimoramento estético**

São Paulo

2025

Daniel Brito Costa

Guilherme Santos Oliveira

Matheus Oliveira Alves Luz

Nicolas Dos Santos Silva

Willyan Martins De Moraes

**TELHAS ECOLÓGICAS COM EMBALAGENS TETRA PAK: estudo de
aprimoramento estético**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Ensino Médio com
habilitação profissional Técnico em
Edificações da Etec Itaquera II,
orientado pela Prof.^a Larissa Dias
Costa, como requisito para
obtenção do título técnico em
Edificações.

São Paulo

2025

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos integrantes do grupo pelo comprometimento em desenvolver esse trabalho de conclusão de curso.

Agradecemos também nossos familiares e amigos por todo apoio e ajuda durante esse tempo de formação.

A professora Larissa, por ter nos orientado em todo o desenvolvimento a esse trabalho, por sempre nos incentivar, e nos ajudar a criar ideias novas, e nos incentivar a se reconstruir cada vez mais. Pelas dicas, e por ter nos ensinado a ser melhores

A professora Léia, por estar conosco nesses 3 anos de curso, nos ensinando, por sempre nos ajudar e orientar a criarmos um perfil e caráter profissional.

A auxiliar docente Ana Carolina, que esteve com conosco durante todos os processos dos protótipos, acompanhando e auxiliando em cada passo, nunca negando ajuda mesmo passando do horário de serviços dela.

Aos nossos amigos e colegas de classe, que esteve conosco a todo momento, em situações pessoais, em trabalhos escolares, por todo o apoio, com certeza esses 3 anos serão inesquecíveis, e sempre permanecerá em nossas memórias. Não seríamos técnicos de edificações sem essas grandes amizades que encontramos ao caminho da vida.

EPÍGRAFE

“Construir com consciência é construir com respeito à natureza
e à sociedade.”

Jaime Lerner

RESUMO

Este estudo propõe a confecção da telha produzida com embalagem Tetra Pak, uma alternativa que transforma o resíduo, embalagem, em matéria-prima, diferindo das telhas convencionais como cerâmicas, fibrocimento e metálica, que envolvem alto consumo de energia e emissão de carbono. Porém, muitas vezes as telhas Tetra Pak apresentam aparência simples e pouco atrativa, dificultando sua aceitação no mercado. A metodologia adotada para esse projeto, toma experiências das possibilidades nos testes de fabricação desse tipo de telha, aplicando técnicas de acabamento e design para melhorar sua estética e ampliar seu uso na construção civil de forma que não perca sua funcionalidade e aprimore sua estética. Em suma, este trabalho promove modificar visualmente essas telhas, tornando-as mais bonitas e com baixo custo para habitações populares, sem comprometer sua resistência e funcionalidade.

Palavras-chave: telha ecológica; tetra pak; estética; sustentabilidade.

ABSTRACT

This study proposes the manufacture of roof tiles produced from Tetra Pak packaging, an alternative that transforms waste, packaging, into raw material, differing from conventional tiles such as ceramic, fiber cement, and metal, which involve high energy consumption and carbon emissions. However, Tetra Pak roof tiles often have a simple and unattractive appearance, making them difficult to accept in the market. The methodology adopted for this project draws on experiences from the possibilities in manufacturing tests for this type of tile, applying finishing and design techniques to improve its aesthetics and expand its use in civil construction in a way that does not compromise its functionality and enhances its aesthetics. In short, this Works promotes visually modifying these tiles, making them more attractive and low-cost for low-income housing, without compromising their strength and functionality.

Keywords: eco-friendly roof tiles; Tetra Pak; aesthetics; sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	A IMPORTÂNCIA FUNDAMENTAL DAS TELHAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL..	10
2.1	Proteção da Estrutura e Barreira Contra o Clima	10
2.2	Desempenho Térmico: Conforto e Economia de Energia	11
2.3	Refletância Solar: Minimizando o Ganho de Calor	11
2.4	Ventilação e um Ambiente Agradável	12
3	TETRA PAK	13
3.1	Definição	13
3.2	Sustentabilidade.....	13
3.3	Economia circular	14
3.4	Composição	14
3.5	Processo de produção da telha tetra pak.....	15
4	MAQUINÁRIO	16
4.1.1	Prensa termo hidráulica	16
4.1.2	Trommel	17
4.1.3	Bancada de serra	18
5	RESULTADOS	19
5.1	Adaptação da Fabricação da Telha.....	19
5.1.1	Materiais Utilizados.....	19
5.1.2	Procedimento.....	19
5.2	Tinta ecológica	22
5.3	Ensaio	25
5.3.1	Resistência	25
5.3.2	Permeabilidade.....	26
5.4	Reflexão térmica	29
6	CONCLUSÃO	31

REFERÊNCIAS.....32

1 INTRODUÇÃO

Entre os debates do século 21 está a sustentabilidade, isto é, conciliar as necessidades da sociedade com as necessidades do planeta, garantindo o crescimento da sociedade e um futuro melhor com menos desafios climáticos, sociais e econômicos. Uma das formas de estabilizar o futuro, é ao repensar a forma de consumo, por meio de várias práticas incluindo a economia circular – modelo de produção que estende a vida dos itens e maximiza o uso dos recursos. Uma das descobertas desse modelo é a telha ecológica que resulta da reciclagem de embalagens cartonadas, um material comum por ser utilizado principalmente em embalagens de alimentos e bebidas, mas que não são completamente reutilizadas, dificultando o processo de descarte. Porém, a telha Tetra Pak tem um desafio na aceitação do mercado, a aparência pouco atrativa. O consumidor precisa ver valor e sentir-se inclinado a optar por este tipo de solução. Por entendermos que não basta apenas oferecer uma solução sustentável, é preciso que o consumidor veja valor e sinta-se inclinado a optar por este tipo de solução, o objetivo de nosso Trabalho de Conclusão de Curso é apresentar melhorias estéticas na produção desse produto, unindo os benefícios da telha ecológica, com estética. A metodologia empregada nesse projeto foi a de natureza experimental, visando a criação de protótipos que unam viabilidade estética com sustentabilidade da telha ecológica produzida a partir da reciclagem.

2 A IMPORTÂNCIA FUNDAMENTAL DAS TELHAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As telhas são elementos essenciais na composição do telhado de qualquer construção, exercendo um papel vital não apenas na proteção contra o clima, mas também no conforto térmico e acústico, além da estética do edifício. Indo além da função básica de impedir a entrada de chuva e outras intempéries, as qualidades inerentes ao material da telha e a maneira como o sistema de cobertura é planejado influenciam de forma notável o isolamento, a ventilação sob o telhado e a atratividade visual da construção. Este texto explora em detalhes essas funções, com base em conhecimentos técnicos e normas atuais.

2.1 Proteção da Estrutura e Barreira Contra o Clima

A telha representa a camada externa do sistema de cobertura, atuando em conjunto com estruturas de suporte, como caibros e ripas. Essa união cria uma barreira eficaz contra a entrada direta de água, vento e partículas do ambiente. A instalação correta, que envolve a inclinação adequada, sobreposição correta, alinhamento preciso e vedação eficiente, é crucial para evitar infiltrações, protegendo, assim, a integridade da estrutura de madeira ou metal subjacente e aumentando a vida útil de toda a cobertura.

Estudos de desempenho e relatórios de projetos como os mencionados por Zanella em 2019 mostram que a perfeita combinação entre a estrutura de suporte e o tipo de telha escolhida é fundamental para reduzir infiltrações e aumentar a durabilidade do telhado.

2.2 Desempenho Térmico: Conforto e Economia de Energia

A transferência de calor através da cobertura é um dos principais fatores que influenciam o aquecimento ou resfriamento de ambientes em casas e edifícios comerciais. A escolha do tipo de telha e de seus acabamentos superficiais tem um impacto direto na temperatura interna.

2.3 Refletância Solar: Minimizando o Ganho de Calor

A capacidade de refletir a luz do sol depende tanto do material da telha quanto da cor da sua superfície – cores claras, com alta refletância, são mais eficientes. Estudos e simulações, como os feitos no software EnergyPlus, mostram que telhas com bom isolamento térmico ou alta refletância reduzem a quantidade de calor nos espaços abaixo do telhado.

Em climas quentes, a combinação de uma telha que reflete o calor, um núcleo isolante e um sistema de ventilação no forro do telhado oferece o melhor conforto térmico.

Testes e simulações comparativas Zanella, 2019 e Toledo, 2017, além de estudos sobre refletância e emissividade publicados em revistas científicas, confirmam que esses fatores afetam o desempenho térmico das coberturas.

2.4 Ventilação e um Ambiente Agradável

A forma como o ar circula entre a telha e o forro ou laje do telhado é importante para controlar a temperatura e a umidade na cobertura.

As normas técnicas sobre desempenho térmico ABNT NBR 15575 consideram a ventilação um fator chave na capacidade da cobertura de impedir a passagem de calor. Sistemas de cobertura bem ventilados podem atender aos requisitos de desempenho, mesmo com materiais menos espessos, desde que isso seja comprovado.

Análises de desempenho e orientações de projeto, incluindo estudos de caso e artigos técnicos, destacam a importância de combinar ventilação, isolamento e acabamentos adequados para criar um ambiente interno confortável.

3 TETRA PAK

3.1 Definição

A embalagem Tetra Pak surgiu em 1951, quando o empresário sueco Ruben Rausing notou que os métodos de armazenamento de leite eram custosos. Até então, garrafas de vidro dominavam o mercado, que exigiam limpeza, esterilização, enchimento e rotulagem manuais, um processo ineficaz. Para resolver esse problema, o engenheiro Erik Wallenberg, desenvolveu uma embalagem cartonada em forma de tetraedro, selada a quente, permitindo esterilizá-las antes de serem preenchidas e que as embalagens fossem armazenadas por mais tempo sem necessidade de refrigeração. Esse formato de tetraedro inspirou o nome da empresa Tetra Pak.

Além desse produto, a Tetra Pak desenvolveu as máquinas para produzir as embalagens, e continuam nesse modelo até os dias de hoje. Atualmente, a Tetra Pak é uma multinacional presente em diversos países, contando com aproximadamente 23 mil colaboradores distribuídos em 52 fábricas. Em 2022, a multinacional teve uma receita líquida de 12,5 bilhões de euros na venda de mais de 192 bilhões de embalagens.

3.2 Sustentabilidade

O termo Sustentabilidade origina-se a partir da palavra "Sustentare" vinda do Latim, representando sustentar, conservar, apoiar e cuidar. Buscando também o equilíbrio da disponibilidade dos bens naturais e a utilização/exploração da sociedade. Assim pensando em alternativas de preservá-lo, evitando o esgotamento de recursos na natureza. "Sustentabilidade é suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (ONU,1987)." A Sustentabilidade como o centro, tem o objetivo de assegurar um futuro auspicioso e estável para as futuras gerações da humanidade

3.3 Economia circular

A Economia circular é um modelo de produção e consumo que prioriza práticas como compartilhar, alugar, reutilizar, reparar, renovar e reciclar materiais e produtos pelo maior tempo possível. Assim, prolonga-se a vida útil dos itens e aproveitando melhor seus recursos. Na prática, essa abordagem busca minimizar a geração de lixo e resíduos. Quando um produto deixa de ser utilizado, seus componentes são reaproveitados dentro do sistema produtivo, geralmente por meio da reciclagem assim permitindo que sejam utilizados novamente e continuem gerando valor. Esse modelo é o oposto do sistema linear tradicional, que segue o ciclo “produzir, consumir e descartar” e depende de grandes quantidades de matérias primas baratas, além de alto gasto energético.

Por tanto, a telha tetra pak, é um produto de economia circular que reutiliza embalagens cartonadas na produção da uma.

3.4 Composição

As embalagens Tetra Pak são compostas por três camadas principais que, combinadas dão garantia de proteção do alimento quanto a funcionalidade da embalagem. A maior parte da estrutura, cerca de 70 a 75%, é feita de papelão (ou cartão), que dá firmeza e forma ao produto. Já o polietileno, um tipo de plástico que representa aproximadamente 20 a 25% da composição, tem a função de impermeabilizar o interior e colar as diferentes camadas entre si. Por fim, uma fina camada de alumínio em torno de 5% da embalagem é responsável por bloquear a entrada de luz e oxigênio, o que é essencial para manter a durabilidade e a segurança do alimento, especialmente em produtos que não precisam de refrigeração. Essa combinação de materiais é o que permite a famosa “longa vida” dos alimentos embalados pela Tetra Pak.

3.5 Processo de produção da telha tetra pak

A telha feita de caixa cartonadas, mais conhecidas como tetra pak, são telhas recicláveis e que possuem proteção térmica e acústica. Sendo uma ótima opção para o reuso dessas embalagens.

O processo de criação da telha feita de embalagens tetra pak se inicia pela preparação da matéria prima, as caixas possuem camadas de papelão (decoração e identificação) plástico e folha de alumínio. A preparação do reciclado se inicia pela separação do alumínio de outras impurezas que não serão usadas, a caixa é colocada em uma máquina chamada trommel, que serve para fazer a trituração e o separo do papelão da folha de alumínio, mas podendo ser feito de forma manual.

Após a peneira da matéria prima, o resíduo é colocado em um molde dentro da prensa termo hidráulica, sendo adicionada uma camada de insulfilm de polietileno, servindo para selar os materiais, e aquecida pelo menos a 150° por 40 minutos, buscando total secagem do material e logo em seguida resfriada no formato convencional de telhas. Ao fim da secagem, a telha é cortada e padronizada aos moldes usados na empresa, sendo o mais comum 2,20m x 0,95m. Em média, são usadas 1500 embalagens para a criação de somente uma telha.

Figura 1 - Telha Tetra pak



Fonte: ECOPEX. Acesso em: junho 2025. Disponível em: <https://ecopex.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Telha-Ecol%C3%B3gica-vista-de-baixo.jpg>.

4 MAQUINÁRIO

4.1.1 Prensa termo hidráulica

Máquina com painéis que proporcionam pressão e temperatura a placa de resíduos

Figura 2 - Prensa termo hidráulica



Fonte: ALBIZ. Acesso em: outubro 2025. Disponível em: <https://br.all.biz/img/br/catalog/90493.jpeg>.

4.1.2 Trommel

Cilindro perfurado com o intuito de peneirar os materiais e fazer a separação deles. Muito usada em mineração para a triagem de minérios.

Figura 3 - Trommel



Fonte: FORUIMINING. Acesso em: junho 2025. Disponível em: <https://dcdn.foruimining.com/wp-content/uploads/2021/06/Trommel-Screen-Gray-600x600.png>.

4.1.3 Bancada de serra

Usada para realizar o corte das telhas e outros materiais com estabilidade e uniformidade, sendo de extrema necessidade na precisão da produção.

Figura 4 - Bancada de serra



Fonte: BOSCH. Acesso em: junho 2025. Disponível em:
<https://boschferramentasbrasil.vtexassets.com/arquivos/ids/175303-800-auto?v=638194428442600000&width=800&height=auto&aspect=true>.

5 RESULTADOS

5.1 Adaptação da Fabricação da Telha

Após as pesquisas, avaliamos a viabilidade de fabricar a telha e como poderíamos adaptar o processo assegurando o princípio da telha tetra pak de ser sustentável, e a funcionalidade da mesma. Buscando o melhor resultado, criamos um protótipo com resina e os pedaços de caixa cartonada substituindo o processo físico pelo processo químico, utilizando a resina de thinner e isopor como um aglomerante.

5.1.1 Materiais Utilizados

- Thinner;
- Caixas de leite;
- Placas de isopor;
- Recipiente;
- Forma.

5.1.2 Procedimento

Inicialmente, fizemos a resina caseira acrescentando as placas de isopor a 300ml de thinner em um recipiente. A mistura entre thinner e isopor gerou uma substância com consistência semelhante à cola.

Figura 5 - Resina



Fonte: Próprios autores, 2025.

Com essa mistura acrescentamos pedaços de embalagem cartonada até estar uniforme e despejado no molde até tomar o formato de uma telha onduline.

Figura 6 - Resina com Tetra pak



Fonte: Próprios autores, 2025.

Figura 7 - Material na forma



Fonte: Próprios autores, 2025.

Após terminar a execução, o teste foi avaliado a cada hora durante as três primeiras horas, apresentando os seguintes resultados:

Tempo de pega protótipo	
1 HORA	A mistura apresentava consistência pastosa.
2 HORAS	O material começou a secar, mas ainda pouca resistencia
3 HORAS	Observou-se que o composto tinha secado, porém permanecia flexível.

Passado 1 semana de secagem, foi obtido um resultado satisfatório, mantendo a resistência e trabalhabilidade encontrada no produto comercializado.

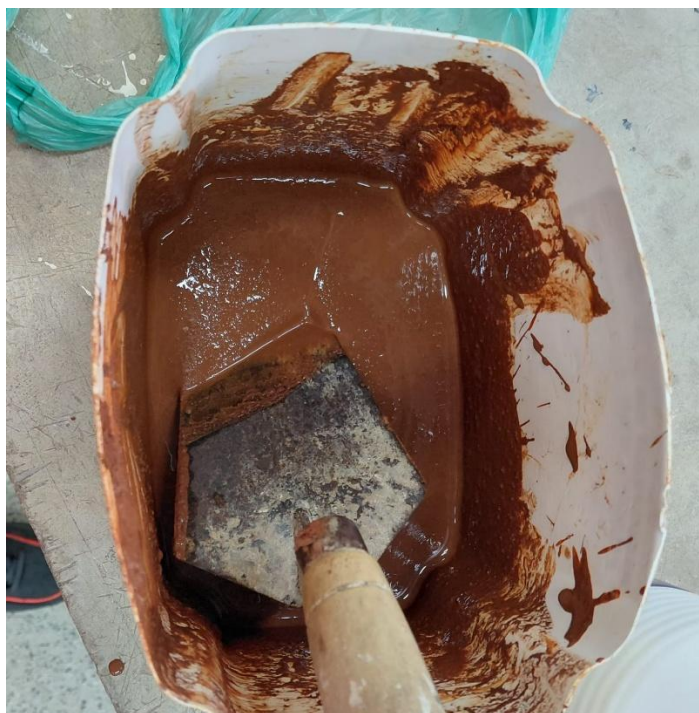
5.2 Tinta ecológica

Com a escolha da composição de produção da telha, iniciamos a proposta de aprimoramento estético, através de uma tinta ecológica, assegurando a sustentabilidade em todas as áreas da produção das telhas. A tinta foi feita com:

- Terra argilosa;
- Cola branca;
- Água;
- Óleo de linhaça;
- Recipiente.

A princípio misturamos 500 gramas de terra com 250 de água, até adquirir homogeneidade, em seguida adicionamos a mesma medida de cola branca a mistura junto de 10ml de óleo de linhaça para tornar a tinta impermeável.

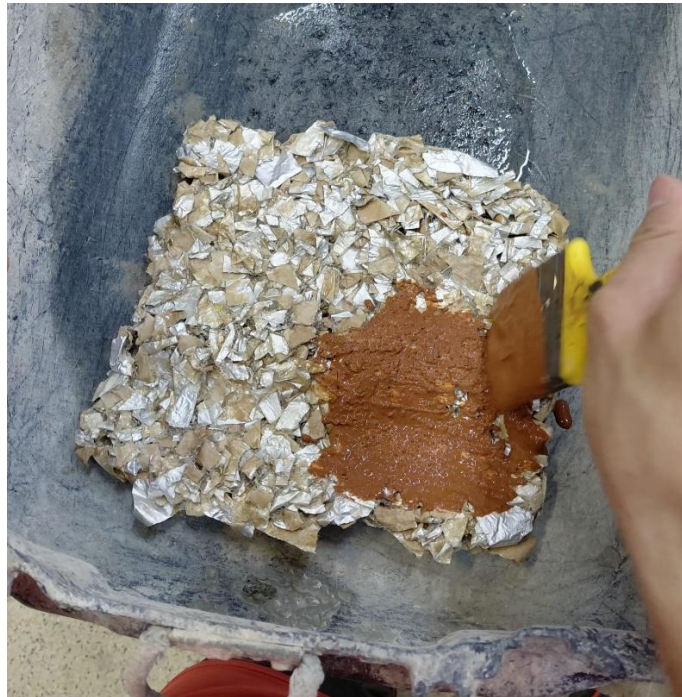
Figura 8 - Tinta ecológica



Fonte: Próprios autores, 2025.

Com a conclusão da tinta aplicamos a mesma na telha a princípio para a mudança de aparência, tanto para correções de imperfeições na superfície da amostra. A tinta teve um resultado muito satisfatório, pois ampliou a resistência e impermeabilidade já encontrada no ensaio. Apesar das conclusões, a telha apresentou uma camada robusta de tinta, aparentando realmente terra solida, deixando rachaduras na camada superior da aplicação, sendo oposto a proposta de aprimoramento. Portanto foi diminuído a proporção de borra e terra, deixando a mistura mais homogênea, alcançando um resultado agradável.

Figura 9 - Pintura do protótipo



Fonte: Próprios autores, 2025.

Figura 10 - Telha pintada



Fonte: Próprios autores, 2025.

5.3 Ensaaios

5.3.1 Resistência

Com a criação de uma nova composição para a telha de tetra pak, a realização de ensaios são de extrema importância para que seja comparado de maneira assertiva com as já vendidas e produzidas. Portanto, foi decidido adaptar o ensaio que determina a resistência a impactos prevista na ISO 148-1, assim analisamos materiais que utilizaram o ensaio de impacto com o pendulo Charpy, montando uma maneira de utilizar uma brita de proporção semelhante ao pendulo, conforme feito no Trabalho de Conclusão de Curso da Fernanda Marinho Ribeiro, CRIAÇÃO DE TELHA À BASE DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2023. Os ensaios se iniciaram pela preparação da base para a amostra, assim deixando a mesma a 3 (três) metros de distância do arremesso. Ao total foram 10 arremessos de força moderada, mirando em toda a sua superfície.

Figura 11 - Protótipo após os ensaios



Fonte: Próprios autores, 2025.

Ao completar os testes, foi observado que a telha não sofreu alguma avaria relevante, somente arranhões da sua superfície, alcançando o objetivo de aumentar a resistência do protótipo.

5.3.2 Permeabilidade

Com base a ABNT NBR 15310:2005 verificamos a impermeabilidade do protótipo de forma adaptada, sem que a telha apresentasse vazamentos ou formação de gotas em seu interior, apenas tolerando mudanças de tonalidade por agente da umidade. Para início do ensaio, retiramos medidas e peso, para comparação ao final do teste.

Figura 12 - Peso do protótipo



Fonte: Próprios autores, 2025.

Com os dados coletados, preparamos o recipiente que seria adicionado cerca de 12 litros de água para realização do ensaio.

Figura 13 - Protótipo submerso



Fonte: Próprios autores, 2025.

Após 24 horas do ensaio, foi retirado do recipiente e separado por 1 hora para assim feita a comparação de dados, sendo observado que: Não teve nenhuma fissura nem rompimento direto na superfície da telha; A tinta absorveu umidade, aumentando o peso do protótipo em aproximadamente 70 gramas; nenhuma saliência ou deformidade foi apresentada, apenas mudança de tonalidade; a pintura não possuiu nenhuma mudança na pigmentação ou fixação.

Figura 14 - Peso do protótipo após ensaio



Fonte: Próprios autores, 2025.

Figura 15 - Espessura do protótipo após ensaio



Fonte: Próprios autores, 2025.

Figura 16 - Telha após ensaio



Fonte: Próprios autores, 2025.

Conforme a ANBT NBR 15310-2005. “Os resultados dos ensaios de verificação da impermeabilidade são qualitativos devendo sempre considerar apenas duas possibilidades para cada corpo-de-prova” São possíveis apenas dois status para o protótipo, permeável ou impermeável a água. Portanto, a telha e a tinta são impermeáveis a água.

5.4 Reflexão térmica

Como terceiro ensaio, testamos quão refletivo será o protótipo, pensando que a mesma telha comercializada possui como grande diferencial a proteção térmica. Portanto, realizado uma adaptação no método de comprovar sua proteção, sendo adicionar o protótipo a altas emissões de raios UV e medindo periodicamente tanto a temperatura da superfície da telha, quanto a camada coberta pela mesma.

Tempo de exposição solar		
Duração	Superfície da telha	Superfície coberta
1 HORA E 30 MINUTOS	38,2 °C	29,5 °C
3 HORAS	34,9 °C	26,3 °C
4 HORAS E 30 MINUTOS	31,6 °C	25,0 °C

6 CONCLUSÃO

Após a produção, o projeto nos mostrou que produzir a telha possui diversos desafios, pois exigiu que adaptássemos o processo tradicional, devido à falta de recursos, manter o princípio de sustentabilidade, não apenas sobre a mudança de aspectos construtivos e visuais. O grande objetivo desse Trabalho de Conclusão de Curso, possui o diferencial estético das telhas convencionais tetra pak, alterando o processo físico de produção pelo processo químico e a realização de uma tinta ecológica feita a partir de cola, terra argilosa e água. Aplicamos uma camada na superfície, buscando a resistência, rigidez e acabamento no produto final, mantendo seu diferencial de impermeabilidade e resistência térmica. No decorrer dos ensaios, o protótipo apresentou tudo que buscávamos a princípio, a reutilização de resíduos e a capacidade de integração a diferentes tipos de arquitetura, ampliando seu uso, criando uma alternativa viável tecnicamente.

Refletimos que todos os nossos esforços não seriam apenas para o aprimoramento estético, mas sim um produto consciente, incentivando a criação de um mercado mais flexível e receptivo, proporcionando a todos a praticidade e facilidade de reinventar, materiais e dar um novo destino ao descarte, reforçando a ideia de que sustentabilidade e visual podem caminhar lado a lado. Aplicando práticas sustentáveis em um setor que consome grande parte dos recursos naturais sem consciência de reutilização.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **Estratégias de projeto para habitação: ventilar a cobertura ou acrescentar isolante térmico?** ArchDaily Brasil, s.d. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/926646/estrategias-de-projeto-para-habitacao-ventilar-a-cobertura-ou-acrescentar-isolante-termico>. Acesso em: 05 ago. 2025.

AUTOSSUSTENTÁVEL. **Telhas recicladas de embalagens Tetra Pak**. 2017. Disponível em: <https://autossustentavel.com/2017/11/telhas-tetra-pak.html>. Acesso em: 29 jul. 2025.

BOSCH. **Transição energética**. Disponível em: https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/mobilidade/transicao-energetica/?utm_source=sem&utm_medium=click&utm_campaign=Transi%C3%A7%C3%A3o+Energ%C3%A9tica&gad_source=1&gad_campaignid=22193505111&gbr aid=0AAAAADfzrnjyMi34vnXWtq3CyiWpsepDD&gclid=CjwKCAjw7_DEBhAeEiwAWKiCC4sBytzRwXE46QpV38XcGD9JcDBn_vDeWki74KPyRLg2ezPcm5xbMxoCQA4QAvD_BwE. Acesso em: 13 ago. 2025.

BRASIL ESCOLA. **Sustentabilidade**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/educacao/sustentabilidade.htm>. Acesso em: 9 ago. 2025.

DINIZ, Márcio. **Estudantes da Etec Heliópolis, em SP, desenvolvem telha ecológica**. Catraca Livre – Quem Inova, 12 mar. 2018. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/quem-inova/estudantes-da-etec-heliopolis-em-sp-desenvolvem-telha-ecologica/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

IBERDROLA. **Economia circular: os 3 erres.** Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/economia-circular-3-erres>. Acesso em: 20 jun. 2025.

IBERDROLA. **Principais problemas ambientais.** Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/principais-problemas-ambientais>. Acesso em: 20 jun. 2025.

INMAR. **Relatório de sustentabilidade: o que é e como fazer.** Disponível em: https://www.inmar.org.br/post/relat%C3%B3rio-de-sustentabilidade-o-que-%C3%A9-e-como-fazer?gad_source=1&gad_campaignid=21077821907&gbraid=0AAAAAqTOwYsjUUfpKWkACQwgteZFsVfGX&gclid=CjwKCAjwhuHEBhBHEiwAZrvcjTfEmT48Mhyf2ED5-Nv-q-k5aTAzUV7DHgVYLgknDUQDVVpACWeMxoCWhMQAvD_BwE. Acesso em: 9 ago. 2025.

INSPIRE 360. **Qual a importância da sustentabilidade para o planeta e para a sociedade.** Disponível em: <https://www.inspire360.com.br/blog/sustentabilidade/qual-a-importancia-da-sustentabilidade-para-o-planeta-e-para-a-sociedade>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PARLAMENTO EUROPEU. **Economia circular: definição, importância e benefícios.** Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20151201STO05603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficios#:~:text=A%20economia%20circular%20%C3%A9%20um,a%20compr%C3%A1%20dos%20outra%20vez>. Acesso em: 13 ago. 2025.

PIRAMIDAL. **3 Rs da sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.piramidal.com.br/blog/3-rs-da-sustentabilidade/#>. Acesso em: 13 ago. 2025.

REBENA – Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem. Disponível em: [\[https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/118\]](https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/118)(<https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/118>). Acesso em: 05 ago. 2025.

TERA AMBIENTAL. **Entenda os três pilares da sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/entenda-os-tres-pilares-da-sustentabilidade>. Acesso em: 9 ago. 2025.

TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA 6ª REGIÃO. **Sustentabilidade**. Disponível em: [https://portal.trf6.jus.br/sustentabilidade/#:~:text=A%20palavra%20sustentabilidade%20vem%20do,necessidades%20\(ONU%2C%201987\)](https://portal.trf6.jus.br/sustentabilidade/#:~:text=A%20palavra%20sustentabilidade%20vem%20do,necessidades%20(ONU%2C%201987)). Acesso em: 9 ago. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS (UEG). Repositório Institucional UEG, s.d. Disponível em: [\[https://www.repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/4893\]](https://www.repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/4893)(<https://www.repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/4893>). Acesso em: 05 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Lume – Repositório Digital da UFRGS, s.d. Disponível em: [\[https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200224\]](https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200224)(<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200224>). Acesso em: 05 ago. 2025.

UPFTV. **Fabricação de Telhas Tetra Pack**. YouTube, 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1ofaas9YG8E>. Acesso em: 30 jul. 2025.

Tokusumi, A. T. G., & Foiato, M. (2019). **Análise de desempenho termoacústico de telhas**. *Conhecimento Em Construção*, 6, 35–48. Recuperado de <https://periodicos.unoesc.edu.br/conheconstr/article/view/21833>. Acesso em: 05 ago. 2025.