

TELHA DE PLÁSTICO PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE) RECICLADO. UM PROTÓTIPO INICIAL

Data de aceite: 01/08/2024

Casio Cesar Vicente Reis

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante”.

Charles Chaplin

RESUMO: O Brasil atualmente vem sofrendo diversas evoluções na área da tecnologia e sustentabilidade, pois através da Engenharia Civil, vem promovendo meios sustentáveis por entre matérias primas existentes como o plástico e consumo desenfreado do petróleo e seus derivados. O plástico é um material encontrado em abundância na nossa sociedade por conter diversas utilidades, além disso, como lixo, também é descartado indevidamente, acarretando assim, sobrecarga no meio- ambiente. Junto a evolução existente, novas maneiras de se reutilizar o lixo são estudadas e aplicadas através de reaproveitamento de plástico em diversos setores da construção civil, assim colaborando com a diminuição do impacto no meio- ambiente e na economia. Com

isso, se utilizando da reciclagem de plásticos é possível transformar o lixo que seria descartado de maneira errada na natureza em telhas sustentáveis, diminuindo assim, os impactos que esses plásticos poderiam causar em nosso ecossistema. Este estudo buscará produzir uma telha feita a partir de plástico PEAD reciclado como matéria prima, que obtenha resultados semelhantes ou superiores aos de telhas que utilizamos em nosso dia a dia seguindo as normas vigentes.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Plástico, Meio-Ambiente, Reciclagem, Telha.

ABSTRACT: Brazil is currently undergoing several developments in technology and sustainability, because through Civil Engineering, it has been promoting sustainable means through existing raw materials such as plastic and rampant consumption of oil and its derivatives. Plastic is a material found in abundance in our society because it contains several uses, in addition, as garbage, it is also improperly discarded, thus causing an overload on the environment. Along with the existing evolution, new ways to reuse waste are studied and applied through the

reuse of plastic in various sectors of civil construction, thus helping to reduce the impact on the environment and the economy. Thus, using plastic recycling, it is possible to transform the garbage that would be discarded in the wrong way in nature into sustainable tiles, thus reducing the impacts that these plastics could cause on our ecosystem. This study will seek to produce a tile made from recycled plastic HDPE as a raw material, which obtains results similar or superior to those of tiles that we use in our daily lives, following current standards

KEYWORDS: Sustainability, Plastic, Environment, Recycling, Tiles.

INTRODUÇÃO

A contaminação causada pelo plástico é um grande problema ambiental que assola não só países pobres ou em desenvolvimento como também os mais ricos do planeta, principalmente, pelo descarte irregular que atinge a natureza de forma muitas vezes irreversível. Os materiais de uso convencional, amplamente difundidos, e que são importantes nas obras da construção civil como areias, por exemplo, são provenientes da dragagem de rios ou da britagem de pedras, e que para serem exploradas agridem o meio ambiente, ou seja, quando há exploração de jazidas de rocha para a produção de agregados.

A necessidade sempre crescente de novas habitações aumenta significativamente o consumo desses materiais e conseqüentemente a exploração desses recursos. Esta necessidade, ocorre devido ao grande déficit habitacional causado principalmente em nosso país pela má distribuição de renda, escassez na geração de empregos, falta de projetos sociais que efetivamente incentivem a construção sustentável de moradias de baixo custo e ainda outros fatores como desastres naturais, que contribuem tanto para essa defasagem de habitações principalmente nas grandes cidades. Todavia, essa necessidade de retirar matérias-primas de fontes naturais e esgotáveis pode ser minimizada com a criação de tecnologias específicas para a construção civil, que produzam resultados efetivos tanto no custo dos materiais quanto no impacto ambiental causado, seja na exploração ou no descarte de materiais. Tais utensílios são descartados de forma errônea por parte da população em geral que ignora os efeitos nocivos desse descaso devido à falta de conscientização ambiental e do desconhecimento do valor desses objetos descartados quando reciclados.

Dentre os temas que mais preocupam a humanidade neste terceiro milênio, a questão ambiental é o mais inteligente. Ainda não são muitos os que se aperceberam de sua gravidade. Sem a preservação da natureza, todas as demais aflições humanas perderão sua razão de ser, simplesmente porque não haverá mais vida humana sobre o planeta. (BRASIL; SANTOS, 2007)

Um assunto que vem ganhando notoriedade é a preservação do meio ambiente das ações dos seres humanos e a sustentabilidade. Nesse contexto, os materiais descartados ou encontrados na natureza ou em aterros, precisam ser retirados para reciclagem e a

forma mais comum de se retirar é através dos catadores de material reciclável, que muitas vezes, são prejudicados na sua função pela insalubridade proveniente do descarte incorreto dos materiais como pilhas, lixo orgânico e hospitalares misturados com os recicláveis.

Os catadores separam as embalagens plásticas retirando o rótulo e a tampa e enfardando para vendê-las, porém, a maioria dos que atuam nessa função tem seus conhecimentos sobre o assunto adquiridos pela prática, aumentando a dificuldade para a separação dos diferentes tipos de plásticos por desconhecerem critérios de classificação desse tipo de material.

Dessa forma, deve ser levada em consideração a dificuldade de transporte do plástico efetuado pelo catador, pois, por conta do grande volume por quilograma, são necessários grandes espaços para transportar uma massa pequena. Dessa maneira, o ideal seria difundir essas informações entre a população desde as crianças aos idosos, catadores e cooperativas de coleta seletiva, de forma a ser desenvolvida uma valorização e coleta para todos os tipos de materiais e não privilegiar alguns, fazendo com que esses materiais não privilegiados voltem à cadeia de valor.

O avanço na criação de novas tecnologias aplicadas à reciclagem de plástico tem como objetivo produzir um material para substituir o plástico virgem, diminuindo assim a exploração de recursos minerais e sucessivamente os impactos ambientais causados pela própria exploração e descarte inapropriado do lixo. (LOUREIRO, 2004). O descarte de materiais na natureza que levam muitos anos para se decomporem como borracha, vidro, plástico, metal entre outros, é constante, e vem crescendo cada vez mais. Esses materiais estão por todas as partes nos mares, nos rios, nas matas, montanhas e são consumidos pelos animais que neles vivem, prejudicando, mutilando e muitas vezes os matando. Tais materiais também podem ser encontrados nas praias e ruas e por serem pequenos, muitas vezes não é dada a devida atenção para a coleta e descarte no local correto, como chicletes, garrafas, tampas de garrafas, latas, chinelos de borracha etc.

Na tabela a seguir, é possível observar o tempo de decomposição do lixo (Tabela 1), e a notável importância que existe na necessidade de coletar, descartar e reciclar corretamente.

Materiais	Tempo de decomposição
Papel	De 3 a 6 anos
Panos	De 6 meses a 1 ano
Filtro de cigarro	Mais de 5 anos
Madeira pintada	Mais de 13 anos
Náilon	Mais de 20 anos
Metal	Mais de 100 anos
Alumínio	Mais de 200 anos
Plástico	Mais de 400 anos
Vidro	Mais de 1000 anos
Borracha	Indeterminado

Tabela 1 – Tempo de decomposição

Fonte: MEC, 2005

JUSTIFICATIVA

O projeto foi pensado e escolhido após pesquisas realizadas sobre telhas sustentáveis para que pudesse de alguma forma contribuir com a Engenharia Civil, proporcionando meios, os quais, impactariam o meio ambiente com a coleta de materiais descartados incorretamente.

O desenvolvimento do projeto buscou a conscientização da população e dos profissionais da área da Engenharia Civil, que se pode utilizar meios sustentáveis sem perder a qualidade dos materiais coletados criando uma responsabilidade ainda maior para o setor sobre os resíduos sólidos e até mesmo resíduos da construção civil. Esta peça sugerida no trabalho contribui também para a diminuição do volume de plástico descartado, criando um uso sustentável e agregando valor para este material sem degradação do meio ambiente.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Produzir em laboratório uma telha feita com plástico PEAD reciclado que tenha características físico-químicas com qualidade igual ou superior às telhas convencionais, sendo viável financeiramente em comparação com as que estão no mercado, diminuindo o volume do mesmo na natureza.

Objetivos específicos

- Produzir em laboratório, uma telha feita a partir da reciclagem de plástico com embalagens de PEAD.
- Obter uma coleta seletiva domiciliar eficiente das embalagens plásticas.
- Elaborar métodos de tratamento deste material preparando-o para sua nova finalidade.
- Projetar e confeccionar uma forma que seja prática e de baixo custo para produção da telha.

HIPÓTESE

É possível se produzir uma telha eficiente para uso na construção civil a partir da reciclagem de PEAD, sem que as propriedades necessárias para a resistência, isolamento térmico, a impermeabilidade e o aspecto estético não sejam prejudicados, e ainda agregar valor a coleta seletiva de forma a contribuir a conscientização da população financeiramente e ecologicamente?

BREVE RELATO HISTÓRICO

Historicamente, segundo Associação Brasileira da Indústria do Pet – ABIPET (2010), em 1941 foi desenvolvida a primeira amostra de resina pet pelos ingleses Whinfield e Dickson, pois na Segunda Guerra Mundial a prevalência era da indústria têxtil e na época já vinha sofrendo com desabastecimento.

Tendo em vista as necessidades do período, buscavam-se alternativas para produção têxtil, dessa forma, o poliéster apresentou como um excelente substituto do algodão, que na época tiveram todos os campos destruídos pela guerra, dessa maneira, o poliéster cumpre bem a função até os dias atuais, inclusive a partir de garrafas pet recicladas.

De acordo com Barros (2014) a preocupação se dava pela dificuldade de destinação de materiais de difícil degradação, um deles o Pet, que por ser 100% reciclável, não tinha seu destino devidamente correto, pois deparava-se com a falta de coleta seletiva em várias cidades do país, bem como a falta de incentivo para sua reciclagem.

Como aponta Teodósio (2006) o descarte irregular de garrafas pet pode trazer várias complicações como obstruções de galerias, rios, córregos, sistemas de drenagem pluvial acarretando um volume maior de enchentes, em caso de descarte em aterro sanitário impermeabiliza as camadas de decomposição prejudicando a circulação de gases e líquidos.

Segundo a Abipet (2010) as utilizações de pet reciclados podem ser variadas, uma delas é a indústria têxtil na fabricação de roupas e cobertores, na produção de cordas e cerdas de vassouras, tintas e vernizes e até materiais alternativos utilizados na construção civil como tintas e vernizes, telhas, tubos e conexões composição de esgoto em prédios e residências.

Para Barros (2014) a utilização de garrafas pets reciclados em construção civil aparecem de formas variadas e apresentam alta resistência a tração e elevada durabilidade. Os produtos reciclados a partir de garrafas pets utilizados na construção civil podem ser fabricação de painéis de parede e de cobertura, no enchimento de lajes, em blocos para execução de alvenarias de vedação com isolamento termo acústico entre outros.

SUSTENTABILIDADE

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente da ONU, sustentabilidade está diretamente ligado ao termo “desenvolvimento sustentável”, ou a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem sua própria necessidade (CMMAD,1988).

Para Yemal et al (2011) o desenvolvimento sustentável só é alcançado através de mudanças fundamentais nas diversas formas de pensar, agir, viver, produzir e até mesmo consumir, pois a preocupação com meio ambiente tem se tornado maior para os países de ordem mundial e um dos principais assuntos discutidos é o setor de construção civil, o qual, produz grandes impactos ambientais.

De acordo com Bernardo (2012) a construção sustentável deve ser planejada para baixa utilização de áreas de vegetação e geração menores de resíduos nas fases de construção e operação ou mesmo consumir menos água e energia, dessa forma, a construção civil tem grande responsabilidade quanto aos impactos produzidos e descartados no meio ambiente, e por isso, repensar a utilização de materiais e espaços é importante.

Atualmente dentro da área da construção civil já se obtém de diversos produtos a partir de materiais reciclados ou sustentáveis e que substituídos barateiam as obras e contribuem com o meio ambiente, dessa maneira, pode-se notar usualmente madeiras de reflorestamento, tijolo de adobe, telhas ecológicas, blocos de concreto feito com isopor e pet, dentre outros.

Considerando o exposto nota-se a importância que um projeto sustentável tem na construção civil e o quanto pode ser de valor a diminuição dos resíduos produzidos. Em seguida, será apresentado os tipos de plásticos e suas denominações, reciclagem, metodologia e a descrição do projeto da telha de modo sustentável para a construção civil.

PLÁSTICO E SEUS TIPOS

O primeiro plástico sintético da história foi descoberto no início do século XX. O nome “plástico” tem origem da palavra grega “plástikós”, que em latim originou o adjetivo “plasticus” que significa “pode ser moldado”. Com o passar dos anos esse material foi aperfeiçoado a partir de pesquisas que identificaram possibilidades na variação das características de cada polímero. Dessa forma, surgiu a divisão dos plásticos em termoplásticos (recicláveis) e termorrígidos (não recicláveis).

“O plástico coletado do resíduo urbano para reciclagem e reuso é composto basicamente por termoplásticos” (MORAES et al, 2010, apud PIVA & WIEBECK, 2004, p. 2). A figura 1 a distribuição média dos tipos de plásticos encontrados nos resíduos descartados.

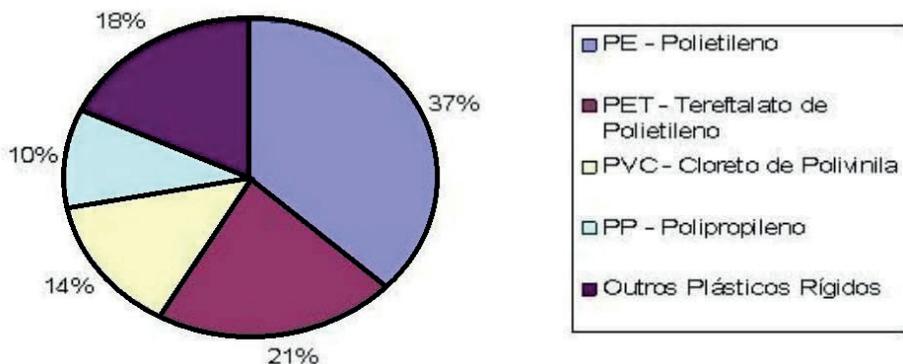


Figura 1 – Distribuição dos plásticos nos resíduos descartados

Fonte: PIVA & WIEBECK, 2004

Os plásticos recicláveis são representados através de um código utilizado em todo o mundo com o intuito de possibilitar a sua identificação mais facilmente. Segundo a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, na norma NBR-13230- Simbologias Indicadas na Reciclabilidade e Identificação de Plásticos. A identificação se dá por meio de um número relacionado para cada polímero reciclável ou pelo seu nome usual e indicando alguns dos usos mais comuns de cada polímero. Identificação de plásticos e simbologia de acordo com a ABNT (Figura 2).

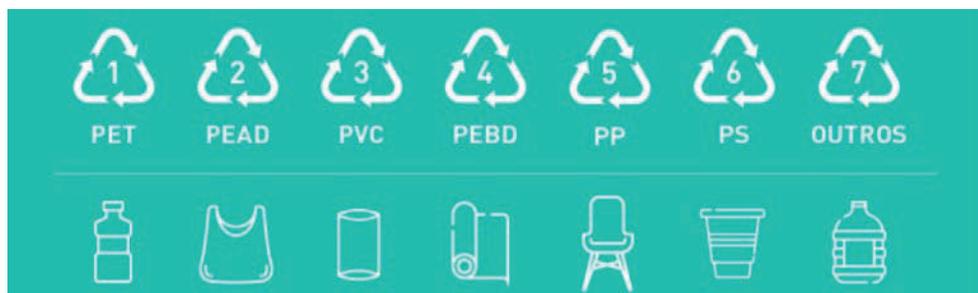


Figura 2 – Simbologia

Fonte: Mais Polímeros, 2020

- PET (Tereftalato de Polietileno)

O PET é formado pela reação do ácido tereftálico e o etileno glicol. É utilizado na fabricação de frascos e garrafas para alimentos, como garrafas de refrigerante e água, embalagens de medicamentos, entre outros. É um material transparente, inquebrável, impermeável e leve.

Sua desvantagem é ser feito a partir de petróleo, com isso, quando misturado a alguns materiais, torna-se inviável para reciclagem.



Figura 3 – Material de PET
Fonte: Tunes Ambiental, 2018

- PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

O PEAD é utilizado para fabricação de tampas e embalagens como frascos de amaciantes, alvejantes, shampoos, detergentes e óleos automotivos, sacolas de supermercados, potes e utilidades domésticas.

Pode ser obtido a partir do petróleo ou de fontes vegetais (plástico verde). Possui resistência química, é impermeável, rígido, resistente a baixas temperaturas, leve e inquebrável.



Figura 4 – Material de PEAD

Fonte: Conhecimento Científico, 2021

- PVC (Policloreto de Vinila)

O PVC é composto por 43% de eteno e 57% de cloro. Tem como característica ser rígido, transparente (quando desejável), inquebrável e impermeável.

É muito utilizado na construção civil, em tubulações de água e esgoto, é também encontrado em embalagens como as de óleos comestíveis, água mineral e potes de maionese. Além disso, é bastante utilizado em produtos mais resistentes, como cones de trânsito, brinquedos e calhas.



Figura 5 – Material de PVC

Fonte: Tunes Ambiental, 2018

- PEBD (Polietileno de Baixa Densidade)

O PEBD, por ser flexível, é muito utilizado. Também é leve, transparente e impermeável. Além de ser derivado do petróleo pode ser obtido através de fontes vegetais (plástico verde).

Utilizado na fabricação de sacolas para supermercados e lojas, embalagens de leite e outros alimentos, sacos de lixo e materiais hospitalares.



Figura 6 – Material de PEBD

Fonte: Ambiente Brasil, 2018

- PP (Polipropileno)

O PP é produzido a partir do gás propeno. Suas características incluem ser inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente a mudanças de temperatura, além de conservar bem aromas.

É utilizado para embalagens de alimentos, em produtos industriais e de construção civil, como cordas, tubulações, fios e cabos. Também é utilizado em frascos, caixas de bebidas, autopeças, potes e utilidades domésticas. Suas propriedades são semelhantes às do polietileno, porém, tem um ponto de amolecimento mais elevado.



Figura 7 – Material de PP

Fonte: Plastiflan, 2016

- PS (Poliestireno)

O PS tem como características custo baixo, leveza, capacidade de isolamento térmico, flexibilidade e tem trabalhabilidade sob a ação do calor, o que o deixa em forma líquida ou pastosa.

É utilizado na fabricação de potes, frascos, partes de eletrodomésticos, como a parte interna de portas de geladeiras, brinquedos e alguns produtos descartáveis, como copos plásticos e aparelhos de barbear.



Figura 8 – Material de PS

Fonte: Plastiflan, 2016

- Outros

São resinas plásticas. Podem ser encontradas em embalagens multicamadas para biscoitos, salgadinhos, mamadeiras, CD, DVD, caixas de leite e algumas utilidades domésticas.



Figura 9 – Outros plásticos

Fonte: CEMPRE, 2020

RECICLAGEM

Nos dias atuais, embora não se tenha uma solução imediata para o mar tóxico de plásticos existentes em nosso oceano, a reciclagem por sua vez, é a melhor resposta quanto ao problema segundo especialistas, pois, os processos atuais não contemplam as necessidade emergentes em prol da reciclagem.

Segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas), o mundo produz cerca de 300 milhões de toneladas de lixo plástico a cada ano, e até o momento, somente 9% de todo lixo plástico gerado foi reciclado e 14% são coletados para reciclagem. Ao todo, cerca de 8,3 bilhões de toneladas de plásticos já foram produzidas no mundo, metade do qual nos últimos 13 anos, resíduos de plástico podem levar de 20 a 500 anos para se decompor, e mesmo assim, nunca desaparecem totalmente. Os micro plásticos estão presentes em todos os cantos do planeta, do Pico do Monte Everest até o fundo dos oceanos. Ainda assim, de todo o plástico descartado até agora 12% foi incinerado, e apenas 9% foi reciclado e o restante foi descartado em aterros sanitários ou lançados no meio ambiente (ONU,2021).



Legenda: Em Accra, Gana, um catador de lixo plástico leva o plástico que ele recuperou para um lixão, onde intermediários irão comprá-lo. Foto Muntaka Chasant (Ghana)/Plastic is forever.

Figura 10 – Catador de Lixo em Gana

Fonte: brasil.un.org/30/06/2021.

O processo de reciclagem do plástico pode ser realizado de três formas: a reciclagem física ou mecânica, a química ou de resina, e a energética. Cada um conta com características próprias e usos distintos:

- Reciclagem mecânica

É o tipo mais comum de reciclagem de plásticos. O processo começa com a coleta do material, tanto de resíduos industriais, como de coleta doméstica. Em seguida, o plástico passa por uma limpeza e triagem, para que seja analisado o que será aproveitado. Depois disso, o processo de reciclagem é iniciado. Todo o material é reduzido a pequenos grãos, sem que isso modifique suas propriedades físicas, que servirão como matéria-prima para a produção de outros produtos. Esse tipo de reciclagem é visto em cooperativas de coleta seletiva.

- Reciclagem química ou de resina

Trata-se de um processo mais complexo, já que o plástico passa por uma transformação química capaz de fazê-lo retroceder à sua condição anterior. Esse procedimento é conhecido como logística reversa. O objeto plástico retorna à sua condição inicial por meio de manipulações químicas, que envolvem a aplicação de solventes, ácidos, calor, entre outros processos químicos.

- Reciclagem energética

O material recolhido é transformado em energia termelétrica, em um processo em que o plástico reciclável é submetido a altas temperaturas, e o vapor que resulta dessa incineração é convertido em energia capaz de movimentar hélices conectadas a turbinas. Desse movimento, para cada 1.000 quilos de plástico reciclado, são produzidos 640 Kwh.

O processo ocorre devido à composição do plástico que é derivado do petróleo, capaz de produzir energia suficiente para substituir o óleo diesel e demais combustíveis fósseis quando aquecido.

Utilizar uma das formas de reciclagem para reaproveitar o material que já tenha sido utilizado e esteja para ser descartado, colabora com o meio ambiente e permite um uso mais racional e sustentável dos materiais.

O processo inicia com a coleta do plástico, podendo ser encontrado nas praias, mares, rios, ruas e lixos domiciliares. Divide-se em: coleta seletiva, na qual alguns municípios têm em vigor a coleta seletiva do lixo urbano, o que significa que o cidadão é orientado a separar seu lixo, acondicionando separadamente do lixo orgânico dos recicláveis; a coleta dirigida que tem como alternativa para a coleta em municípios que não disponham da seletiva. Sua aplicação implica em conscientizar a população local para a separação do material reciclável, entregando-o a pontos de coleta ou com data fixada para a coleta domiciliar, e podendo usar o material coletado como “moeda de troca” (podendo ser trocado por dinheiro ou créditos nos estabelecimentos comerciais do município) gerando valor ao material e auxiliando as pessoas e o comércio local. Após vem a tiragem que é separada por cor, e a prensagem que seleciona as embalagens pós-consumo, estas deverão ser prensadas e amarradas, para diminuir seu volume e facilitar o transporte disponível.



Figura 11 – Coleta seletiva

Fonte: Prepara ENEM, 2021

TELHAS

Existe uma grande variedade de materiais utilizados na fabricação de telhas no mercado, com estilos, especificações e características próprias.

Por isso é essencial compreender as diferenças básicas entre cada telha, de modo a optar pela mais adequada para sua construção. (ARCHTRENDS, 2020).

Telhas convencionais

- Telha cerâmica

É a mais comum em projetos residenciais. Oferece conforto térmico e é eficiente na hora de vedar o telhado. Conhecidas também como “telhas de barro”, elas podem ser naturais ou esmaltadas, sendo que a última possui maior durabilidade.



Figura 12 – Telha de Cerâmica

Fonte: Viva Decora, 2021

- Telha de concreto

Tem boa durabilidade e conforto térmico. Esse modelo não conta com esmalte de cobertura, por isso indica-se a aplicação de resina para proteção e impermeabilização.



Figura 13 – Telha de Concreto

Fonte: Tua Casa, 2021

- Telha de PVC

É leve e versátil, suas principais vantagens são o fato de serem necessárias menos peças por m², por serem grandes e resistentes, reduzindo as chances de perda de material. Além disso, oferecem bom isolamento acústico e térmico.



Figura 14 – Telha de PVC

Fonte: Tua Casa, 2021

- Telha de fibrocimento

São modelos baratos e leves, normalmente utilizadas em telhados com pouca inclinação, como em indústrias, galpões, garagens e comércios.



Figura 15 – Telha de Fibrocimento

Fonte: Decor Facil, 2021

- Telhas metálicas

São as mais usadas para cobertura em vãos pois contam com versões maiores. Uma modelo é a telha galvanizada ou telha de zinco, que passa por um processo que ajuda a proteger o aço contra corrosão. Outra opção, é a “telha sanduíche”, que possui um “recheio” de isopor ou espuma de poliestireno expandido para auxiliar no conforto térmico e acústico do telhado.



Figura 16 – Telha Metálica

Fonte: Viva Decora, 2021

- Telha de vidro

É a mais usada para permitir uma melhor iluminação natural, podendo ser produzida no mesmo formato da telha cerâmica ou de concreto, também podendo ser utilizada para ambientes externos.



Figura 17 – Telha de Vidro

Fonte: Decor Fácil, 2021

Telhas de material reciclado

Com o aumento do foco em sustentabilidade, já existem no mercado alguns modelos feitos a partir de material reciclado.

- Telha PET

É produzida a partir da reciclagem de garrafas PET, é leve e bastante resistente, sendo capaz de suportar altas temperaturas. Por não ser porosa, essa opção tem menos permeabilidade reduzindo as chances de desenvolvimento de mofo, podendo ser encontrada em alguns modelos semelhantes às telhas de cerâmica.



Figura 18 – Telha PET

Fonte: Viva Decora, 2021

- Telha ecológica

É produzida a partir de camadas de fibras vegetais impermeabilizadas com betume e protegidas com resina, sendo de fácil instalação e leve.



Figura 19 – Telha Ecológica

Fonte: Tua Casa, 2021

METODOLOGIA

O material utilizado para confeccionar o protótipo é proveniente do descarte domiciliar, coletados na região. Este material coletado foi fragmentado em triturador industrial chegando a uma granulometria adequada para atingir o ponto de fusão com maior facilidade. O ponto de fusão foi atingido com o auxílio de uma estufa do laboratório da Universidade Santa Cecília – UNISANTA. Com o material nas condições plásticas, as telhas foram moldadas em uma forma de madeira e outra de metal, projetadas e confeccionadas pelos próprios autores. Buscando se obter as características pré-estabelecidas. Com os protótipos serão realizados ensaios para se conhecer as características das telhas.

Método de produção

Foi feita uma pesquisa teórica sobre os assuntos relevantes possibilitando uma revisão bibliográfica que envolve a busca aos objetivos do trabalho. O material utilizado para confeccionar o protótipo é proveniente do descarte domiciliar de amigos e familiares, coletados nas cidades de Santos, Cubatão e região. Após a coleta do material foi feita a distinção de acordo com o tipo de plástico para separar apenas o plástico PEAD, após a separação os recicláveis foram para o processo de limpeza, o material recolhido é lavado com água e sabão manualmente (para retirar impurezas como terra e areia, e secar o material).



Figura – 20 e 21 – Materiais coletados

Após secagem, o material lavado passa pelo triturador industrial (equipamento para triturar o material em grãos menores, para se obter uma fusão por igual).



Figura – 22 e 23 – Triturador utilizado

Depois de fragmentado foi posto em uma estufa do laboratório da Universidade Santa Cecília (equipamento simples que permite que o plástico seja reciclado por meio de aquecimento, onde derreteu e plastificou, podendo a partir daí se moldar conforme necessidade) e assim, injetando em uma forma de madeira com o design de uma telha Germânica, que foi projetado no *software* AutoCAD com as dimensões especificadas e comprimido em uma prensa universal também do laboratório.



Figura 24 – Plástico triturado



Figura 25 – Estufa utilizada



Figura 26 e 27 – Processo preparação para modelagem da telha



Figura 28 e 29 – Modelagem da telha em forma de madeira



Figura 30 – Pesagem da primeira telha

A procura do melhor design para a telha ocorreu a partir do 1º protótipo, após foi modificada a forma para a de metal, para melhorar o processo e aspectos como peso e estética.



Figura 31 – Forma de metal para modelagem da telha



Figura 32 – Aquecimento e modelagem da telha

Feita com 280 tapinhas ou menos de um kg de embalagens de PEAD, material usado e retirado do meio ambiente, para a fabricação de uma telha, para servir como base.



Figura 33 – Material necessário para confecção da telha



Figura 34 – Pesagem do material



Figura 35 – Pesagem da segunda telha

Serão qualificados com testes de resistência, estanqueidade e durabilidade, seguindo as exigências das normas da ABNT e ASTM, utilizando o laboratório de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília, com o objetivo de verificar as métricas de qualidade com os padrões do mercado ou da organização a serem atingidos descritos na tabela 2 abaixo.

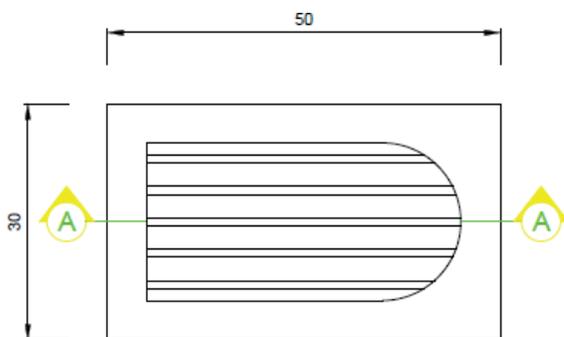
Padrão Aplicáveis	Norma ABNT/Procedimento do SGQ
Norma ASTM D 256-10: ISSO 180:2000 Resistência	Norma Internacional que estabelece o método e requisitos padrões para determinar a resistência ao impacto em plástico (telha ecológica), mediante ensaios com corpo de prova.
Norma ASTM D 638-14. Tração	Esta Norma Internacional fixa as exigências necessárias para verificar a tração da telha em uma Máquina Universal de Ensaios Instron modelo 1172.
ASTM D1238-13 e Norma ASTM D3641 –15:Índice de Fluidez e Temperatura	Norma Internacional que estabelece as condições a que devem satisfazer para verificar o nível de temperatura em que o plástico “telha” podia suportar tanto na injetora quanto exposta a temperatura solares.
NBR 15575 (ABNT, 2013):Desempenho de edificações habitacionais	Esta Norma apresenta critérios de desempenho para: habitabilidade (conforto visual, conforto acústico, conforto hidrotérmico, acessibilidade, funcionalidade, salubridade, estanqueidade, conforto tátil e ergonomia); sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e desempenho ambiental) e segurança (estrutural, ao fogo e no uso)

Tabela 2 – Métricas da qualidade

Fonte: BACELAR, 2014

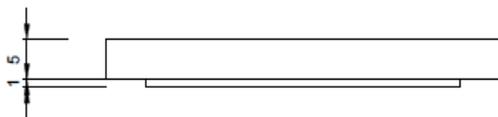
Método para confecção da telha

Foram construídos três moldes, dois feitos em madeira e um em metal, com o formato baseado em uma telha Germânica. Os moldes de madeira foram os primeiros a serem projetados, pois eles serviram como teste para o formato e dimensões desejadas para o molde real e serem diminuídas as probabilidades de erros simples, sem que seja prejudicado o orçamento com gastos desnecessários e não previstos. O molde supracitado não será o mesmo para a modelagem da telha, pois será introduzido o plástico em alta temperatura e comprimido para a retirada dos vazios. Por isso, foram construídos dois moldes em madeira, caso ocorresse algum imprevisto. Através do primeiro protótipo, fizemos o molde de metal, que atendeu melhor as especificações que são desejadas para estética, qualidade, resistência e economia, pois o material entra em fusão e já é moldado na própria forma dentro da estufa. Já estão sendo feitos os testes da confecção e serão colhidos dados, ensaios de resistência, estanqueidade e isolamento térmica.



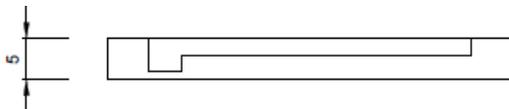
VISTA - FORMA SUPERIOR

ESC.: 1 / 1



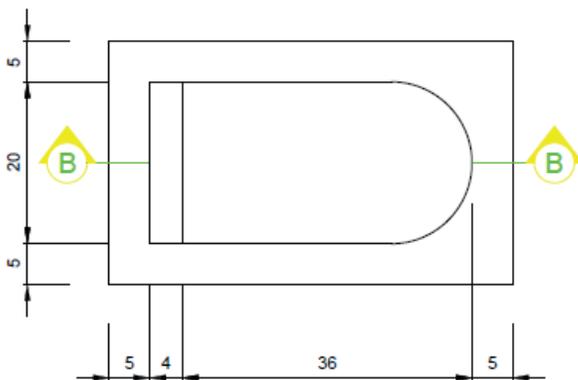
CORTE AA - FORMA SUPERIOR

ESC.: 1 / 1



CORTE BB - FORMA INFERIOR

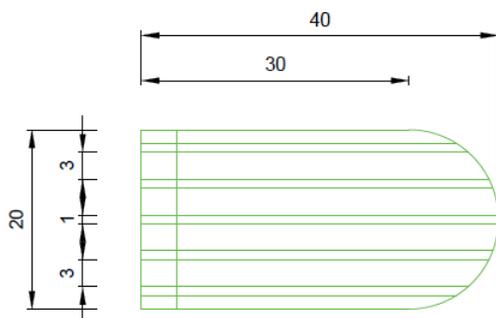
ESC.: 1 / 1



VISTA - FORMA INFERIOR

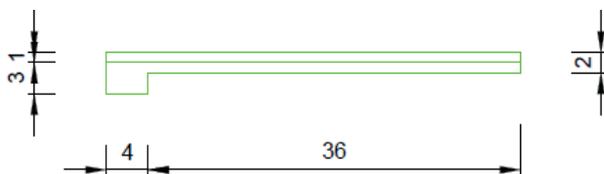
ESC.: 1 / 1

Figura 36 – Vistas do Projeto da Forma



VISTA SUPERIOR - TELHA

ESC.: 1 / 1



VISTA LATERAL - TELHA

ESC.: 1 / 1

Figura 37 – Vistas do Projeto da Telha

EVIDÊNCIAS DE CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou apresentar soluções sustentáveis para a construção civil, a fim de preservar o meio ambiente, nascentes dos rios, braços de mares, praias dentre tantos outros pontos espalhados pela cidade de Santos, Cubatão e afins, pois com o crescimento populacional aumentou a dificuldade de controle e conscientização para o descarte correto de materiais recicláveis.

O projeto da telha foi pensado após pesquisas e o interesse pela preservação do meio ambiente trazendo um meio sustentável real para uso na construção civil.

Inicialmente, acredita-se que protótipo cumprirá todas as expectativas trazendo melhorias quanto a redução de impactos causados pelo descarte de materiais no meio ambiente. A partir dos resultados preliminares conclui-se que é possível confeccionar telhas com plástico PEAD reciclado, mesmo que de forma artesanal, gerando um produto de qualidade a partir de materiais encontrados no lixo domiciliar.

Por fim, acredita-se que uma construção sustentável possa trazer vários benefícios ambientais, econômicos e sociais aos indivíduos, além de qualidade de vida com a preservação do meio ambiente.



DEDICATÓRIA

Dedicamos o presente trabalho a Deus, as nossas famílias, amigos e a todos que nos apoiaram durante nosso percurso universitário e não nos deixaram desanimar nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela graça da saúde, proteção e orientação em todos os momentos.

Agradecemos também as nossas famílias pelo amor e o apoio, aos amigos pela paciência e colaboração na realização do trabalho.

À Universidade Santa Cecília pela inspiração e a formação de qualidade proposta, agradecemos ainda, em especial, ao nosso orientador Mestre Paulo Eduardo de Oliveira Andrade, pela orientação e contribuição na realização de nosso sonho.

REFERÊNCIAS

LOUREIRO, C. F. B. **Educar, participar e transformar em Educação Ambiental**. Revista Brasileira de Educação Ambiental. Brasília, 2004.

BRASIL, A. M.; SANTOS, F. **Equilíbrio Ambiental e Resíduos na Sociedade Moderna**. São Paulo: FAARTE, 2007

MORAES et al, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13230: Simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 1994.

Mais Polímeros, 2020, Plásticos recicláveis. Disponível em: <<http://www.maispolimeros.com.br/2020/02/28/plasticos-reciclaveis/>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

Arch Trends, 2020, Tipos de telhas e coberturas. Disponível em: <<https://archtrends.com/blog/tipos-de-telha-e-cobertura/>>. Acesso: em 07 abr. 2021.

MEC – Ministério da Educação, 2005, Manual de Educação para o Consumo Sustentável. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

Conhecimento Científico, 2021, Tipos de Plástico. Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/tipos-de-plasticos/>>. Acesso em 15 jun. 2021.

CEMPRE, 2020, Plásticos. Disponível em: <<https://cempre.org.br/plasticos/>>. Acesso em 15 jun. 2021.

Ambiente Brasil, 2018, Sacolas Reutilizáveis. Disponível em: < <https://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2018/06/13/144171-sacolas-reutilizaveis-sao-mesmo-melhores-para-o-meio-ambiente.html>>. Acesso em 15 jun. 2021

Plastiflan, 2016, Los tipos de plásticos que usamos todos los días. Disponível em: <<https://plastiflan.com.ec/los-tipos-de-plasticos-que-usamos-todos-los-dias/>>. Acesso em 15 jun 2021.

Viva Decora, 2021, Tipos de Telhas. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/tipos-de-telhas-inspiracoes/>>. Acesso em 15 jun 2021.

Tua Casa, 2021, Tipos de Telhas. Disponível em: <<https://www.tuacasa.com.br/tipos-de-telhas/>>. Acesso em 22 jun 2021.

Tunes Ambiental, 2018, Os 7 Principais Tipos de Plástico. Disponível em: <<https://tunesambiental.com/os-7-principais-tipos-de-plastico-e-em-qual-deles-voce-pode-confiar/>>. Acesso em 22 jun 2021.

Decor Facil, 2021, Tipos de Telhas. Disponível em: <<https://www.decorfacil.com/tipos-de-telhas/>>. Acesso em 22 jun 2021. BACELAR, Edmarson. **Gestão da Qualidade e Processos.** Saraiva, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DO PET (ABIPET). **Reciclagem – Aplicações para PET Reciclado.** São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.abipet.org.br>. Acesso em 03 de nov. 2021.

Resina PET – História. São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.abipet.org.br>. Acesso em 03 de nov. 2021.

Resina PET – o que é PET? São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.abipet.org.br>. Acesso em 03 de nov. 2021.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara L. F.; TEODÓSIO, Armindo dos S. de S. **Reciclagem do PET: desafios e possibilidades.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, Fortaleza, CE. ABEPRO – Disponível em <http://abepro.org.br/biblioteca> – Acesso em 03 nov. 2021.

BERNARDO, A. D., **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva. São Paulo, 2012.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas 1988.

Yemal, J. A., TEIXEIRA, N. O. V., NAAS, I. A. **Sustentabilidade na Construção Civil.** “CLEAR PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD” São Paulo – Brasil, Maio 2011.

MMA: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Coleta Seletiva.** Disponível em: www.mma.gov.br Acesso em: 04 nov. 2021.

MMA: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>> Acesso em: 04 nov. 2021.

MMA: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção sustentável.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/urbanismosustentavel>> Acesso em 05 nov. 2021.

SOUZA, J.; **Materiais sustentáveis na construção civil: menos impacto e mais economia.** Artigo publicado em: 22 de novembro de 2017 no site <https://www.sienge.com.br/blog/materiais-sustentaveis-na-construcao-civil/> acessado em: 04 nov. 2021.

Nações Unidas Brasil; **ONU Meio Ambiente aponta lacunas na reciclagem global de plástico.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/82048-onu-meio-ambiente-aponta-lacuna-na-reciclagem-global-de-plastico>> Acessado: em 30/06/2021.

Nações Unidas Brasil; **Impacto duradouro da poluição por plástico no planeta.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/133819-exposicao-mostra-impacto-duradouro-da-poluicao-por-plastico-no-planeta>> Acessado em: 30/06/2021.