

Revisão Sistemática da Literatura sobre Telhas Sustentáveis visando o Desenvolvimento do Produto

Janilce dos Santos Messias Negrão (UFPR) janilce@janilce.com
Rafaela Ribas da Rocha (UFPR) rafaelaribasdarocho@gmail.com
Adriana de Paula Lacerda Santos (UFPR) adrianapls1@gmail.com
Marcell Mariano Corrêa Maceno (UFPR) marcell.maceno@gmail.com
Thaísa Lana Pilz (UFPR) thaisa.pilz@gmail.com

Resumo:

O presente artigo fundamenta-se no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), com o estudo dos materiais, tanto dos resíduos sólidos como de possíveis compósitos, para fabricação de telhas. O objetivo do trabalho foi a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura, com intuito de encontrar uma solução de baixo custo, durável e ecologicamente interessante, para utilização em habitações populares. O método desenvolvido foi a busca de artigos já existentes, fazendo uma revisão sistemática aliada a uma análise bibliométrica. Foram acessadas quatro plataformas eletrônicas, coletando artigos em português e inglês, passando a compilar informações importantes a partir da ferramenta 5W2H. Também foi realizada uma pesquisa geral em preços e pesos de telhas no mercado. A compilação de dados forneceu material suficiente para elaboração de propostas, que se basearam principalmente na utilização das embalagens Tetra-Pak para o desenvolvimento das telhas. As garrafas PET, com também um potencial forte, mostraram-se leves e ecologicamente sustentáveis, porém o preço ainda se apresentou alto, comparado com o que há no mercado. As embalagens Tetra-Pak foram as telhas mais apropriadas para o foco do projeto pois possuem qualidade, baixo custo e são eficientes para usos em casas populares, tendo também benefícios ambientais.

Palavras chave: Telhas ecológicas, Reciclagem, Tetra-Pak, PET, Compósitos

Systematic Review of Literature on Sustainable Roof-Tiles for Product Development

Abstract

The present article is based on the Product Development Process (PDP), on the study of materials, both solid waste and possible composites, for tile production. The objective of this work was to carry out a Systematic Review of Literature in order to find a low cost, durable and ecologically interesting solution for use in popular dwellings. The method developed was the search for existing articles, making a systematic review allied to a bibliometric analysis. Four electronic platforms were accessed, collecting articles in Portuguese and English, starting to compile important information from the 5W2H tool. Also a general survey was carried out on prices and weights of tiles in the market. The compilation of data provided sufficient material for proposal development, which was mainly based on the use of Tetra-Pak packaging for the development of tiles. PET bottles, also with a strong potential, were light and ecologically sustainable, but the price was still high compared to what is on the market. Tetra-Pak packages were the most appropriate tiles for the project focus because they have quality, low cost and efficiency for use in popular houses, and also have environmental benefits.

Key-words: Ecological Roof-Tiles, Recycling, Tetra-Pak, PET, Composites

1. Introdução

A população mundial produz uma média de 1,2kg diários por pessoa de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). São 1,4 bilhão de toneladas anuais que, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) passarão a ser 2,2 bilhões de toneladas daqui a 10 anos. De acordo com estudo da ONU e do Banco Mundial, nos últimos 30 anos, o aumento do volume de lixo no mundo foi três vezes maior que o da população. (ARAÚJO *et al.*, 2014)

No Brasil, em 2016 foram descartadas 78,3 milhões de toneladas de lixo. Desses, 91% foi coletado, mas quase metade da porcentagem (cerca de 45%) foram para lixões ou aterros controlados. A Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais -Abrelpe constatou que foram geradas 29,7 milhões de toneladas de resíduo sólido com destinação inadequada, refletindo diretamente na segurança e saúde da população. O lixo, visto por este lado, aparenta ser um problema para a sociedade. No entanto, a tentativa da reutilização do material descartado, como uma forma de solucionar os grandes volumes de lixo, vem a ser bastante empregada (ABRELPE, 2016).

A reutilização, em um contexto mundial, é bastante difundida, principalmente pensando no desenvolvimento sustentável. Os recursos naturais que estão disponíveis são finitos e, principalmente na construção civil, possuem grande necessidade de uso, visto que é o setor em que são mais utilizados. Usar resíduos descartados é uma oportunidade de inovação para o desenvolvimento de produtos e ainda contribui para a preservação do meio ambiente. (MMA, 2012). Felizmente, já existem diversos materiais que são manufaturados a partir de resíduos, como os tijolos de entulho, blocos ISOPET (a partir do isopor e das garrafas PET), concretos com borracha de pneu ou tijolos e concretos com adição de PET ou fibras do PET. É essencial que o número de materiais reciclados seja cada vez maior, visando a sustentabilidade (SANTOS, 2018).

Dentro da Universidade Federal do Paraná (UFPR), a busca por um desenvolvimento sustentável também é muito difundida. O Grupo de Estudos em Inovação Tecnológica (GESIT) - que foi fundado pelo curso de Engenharia de Produção- está, no momento, construindo um projeto de casa popular sustentável. Busca-se encontrar uma forma de reciclar e reutilizar resíduos sólidos para construção de casas para a população de baixa renda. A ideia é realizar a produção em mutirões, com a ajuda das famílias que se beneficiarão com o projeto, ajudando a população e o meio ambiente de forma concomitante. O foco do momento está na cobertura das casas, enfatizando a busca pelas possíveis opções de telhas.

As telhas atuais do mercado são, em sua maioria, fabricadas a partir de materiais novos e alguns, inclusive, tóxicos para a população. A variedade vem crescendo, sempre na busca por menores preços e variedade de cores e formas. Os tipos normalmente utilizados em habitações populares são as telhas cerâmicas e as de fibrocimento. As cerâmicas, sendo construídas a partir da secagem e cozimento de materiais argilosos, largamente utilizadas pelo Brasil, são excelentes no quesito conforto térmico, porém, exigem uma estrutura resistente que suporte o peso mais elevado da cobertura formada pela malha de telhas (CARDOSO, 2000). Por outro lado, as de fibrocimento, que eram muito utilizadas pela sua leveza, já estão sendo proibidas de serem fabricadas e aplicadas no país, em função do amianto na composição. Já existe a opção sem amianto, porém ainda assim são telhas com baixo isolamento térmico e esteticamente desvalorizadas (BERALDO, 2013).

Pensando em produzir habitações populares precisa-se identificar materiais de baixo custo a fim de contribuir para a viabilidade do empreendimento. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE, no ano de 2017, 50% das pessoas viviam com

menos do que o salário mínimo (DOMINGUES, 2017). Portanto, o mercado relativo a produção de casas populares é amplo, pois metade da população brasileira encaixa-se nesse perfil.

Sendo assim, tendo como motivação aliar a fabricação de telhas, o reuso dos resíduos sólidos a plicados à habitação popular, surge o estudo para a criação deste artigo. O objetivo principal foi realizar uma Revisão Sistemática da Literatura a fim de identificar telhas produzidas, a partir dos resíduos sólidos que possam ser utilizadas em coberturas de habitação popular visando atender as expectativas do usuário final em relação ao conforto térmico e durabilidade.

2. Revisão da literatura

A sustentabilidade parte do princípio de três pilares principais: A sustentabilidade econômica, ambiental e social. Segundo Ayres (1996), a sustentabilidade pode ser definida como uma forma de agir em relação à natureza, visto que somos responsáveis não só com o presente, mas com as gerações futuras. Tem-se como objetivo promover desenvolvimento sem que haja escassez de recursos para a sobrevivência daqui à alguns anos.

A proposta de sustentabilidade dentro das empresas traz o crescimento econômico e o sucesso financeiro aliados aos benefícios para a sociedade em geral. É visto como uma forma de relacionar preservação ambiental aos impactos dentro dos negócios e lucros da empresa. (SAVITZ, 2016). As empresas trabalham com produtos, que passam por uma série de processos antes, durante e depois de chegarem ao consumidor. E é então que entra o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) .

O PDP pode ser dividido em três fases básicas: O pré-desenvolvimento, o desenvolvimento e o pós-desenvolvimento. A primeira fase do projeto consiste na pesquisa do mercado, atrás das primeiras ideias para criação de um produto. É nesse momento em que são realizadas as avaliações econômicas e de possíveis riscos do projeto, criando os planos de negócio a serem desenvolvidos. A segunda fase, conhecida como o desenvolvimento, é dividida em 4 projetos diferentes. O primeiro é o Projeto Informacional, juntando as necessidades do cliente com a interpretação daquilo que se é apresentado. O segundo é o Projeto Conceitual, propondo um conceito ao produto, sintetizando as funções a serem desempenhadas por ele. As últimas duas, sendo o Projeto Preliminar e o Projeto Detalhado, respectivamente nessa ordem, que determinam os materiais, formas, componentes e dimensões do produto, afim da possibilidade de lançamento do insumo no mercado. O pós-desenvolvimento se resume no acompanhamento do produto já colocado no mercado até o seu descarte no meio ambiente. São tomadas medidas de correção de falhas e melhorias, além de metas para a sua retirada do mercado (ROSENFELD *et al.*, 2006).

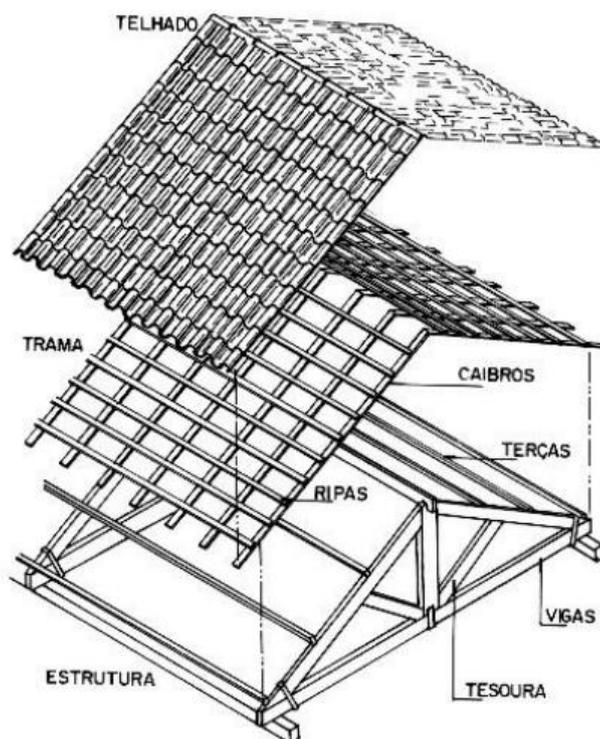
Os estágios iniciais do processo (pré-desenvolvimento) são de extrema importância, visto que produtos com uma boa especificação, bem discutidos e em consenso entre todos que tomam decisões dentro da empresa, tem três vezes mais chances de sucesso no mercado. Esse é um estágio em que os gastos são pequenos e os produtos ainda estão no papel, o que chega a ser visto como uma fase barata e crucial ao desenvolvimento do produto. É uma forma a ser bem difundido no mercado, economizando nas fases seguintes (BAKSTER, 2003).

A devida importância as fases iniciais de projeto trariam um menor impacto à natureza, visto que o produto ainda não foi ao mercado e ainda há chances de ser menos poluente ao meio ambiente. Dentro da construção civil, o pensamento continua o mesmo. A busca por redução de consumo de materiais, energia e resíduos gerados é constante para preservação e melhoria

do ambiente construído. Para isso, a mudança nos projetos convencionais deve ser trazida à construção civil, trazendo um menor impacto ambiental a partir da utilização de materiais renováveis, não tóxicos, propícios para a autoconstrução e potencialmente recicláveis. (SHELBY, 2016)

Segundo Cardoso (2000), telhado pode ser definido como: “Revestimento descontínuo constituído de materiais capazes de prover estanqueidade à água de chuva, repousados ou fixados sobre uma estruturação leve.” Esse é constituído de quatro partes, sendo elas: telhamento; trama; estrutura de apoio e sistema de captação de água das chuvas. O telhamento é formado pelas telhas, que por sua vez têm como função principal a vedação. A trama é o sistema de sustentação das telhas, sendo constituída das terças, caibros e ripas. O sistema é apoiado na estrutura de apoio que tem como função a distribuição das cargas ao restante da construção. O sistema de captação tem como função o processo de drenagem da chuva.

Em habitações convencionais, principalmente residências, a estrutura do telhado é produzida em madeira. Para a parte da trama, que irá sustentar as telhas, em casos de telhas de maiores dimensões, caibros e ripas não são necessários ao projeto. As terças são então posicionadas perpendicularmente ao sistema de apoio, que pode ser formado por oitões (ou paredes intermediárias), treliças, tesouras ou pontalões. Na Figura 1 pode-se visualizar um esquema de um telhado e sua respectiva estrutura em madeira.



Fonte: Rodrigues, (2006)

Figura 1- Esquema de trama de telhado

3. Método de pesquisa

O método utilizado para este artigo foi a Revisão Sistemática da Literatura, que, segundo Sampaio *et al.* (2006), funciona como um método de avaliação crítica de todos os estudos

científicos dentro da área de interesse, localizando e trabalhando em uma síntese de evidências. É um método abrangente e imparcial, em que se obtém uma visão geral e confiável do assunto.

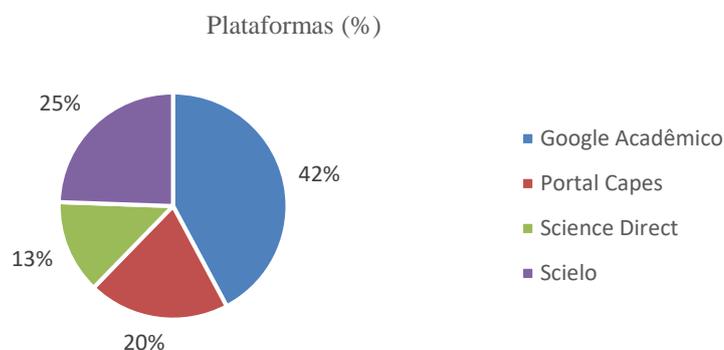
A Revisão Sistemática desse artigo foi realizada buscando-se artigos e estudos relativos as telhas de materiais advindos de resíduos sólidos. Para isso, foram pesquisadas referências, limitando-se ao que foi escrito em português e inglês em quatro plataformas eletrônicas: Google Acadêmico (Google Scholar); Scielo; Portal Capes e Science Direct. Segundo Dresch *et al.* (2015) a primeira etapa da Revisão Sistemática é a definição das palavras-chave de busca, que são apresentadas na Tabela 1.

Palavras-chave	
Português	Inglês
Telhas	Roof-tile
Telhas ecológicas	Ecological Roof-Tiles
Reciclagem AND telhas	Recycle AND tiles
Compósitos	Composites
Resíduos para telhas	Waste for roof-tiles
PET	Composite roof-tile
Telhas de PET	Tiles AND PET
Tetra-Pak	

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1- Palavras-Chave

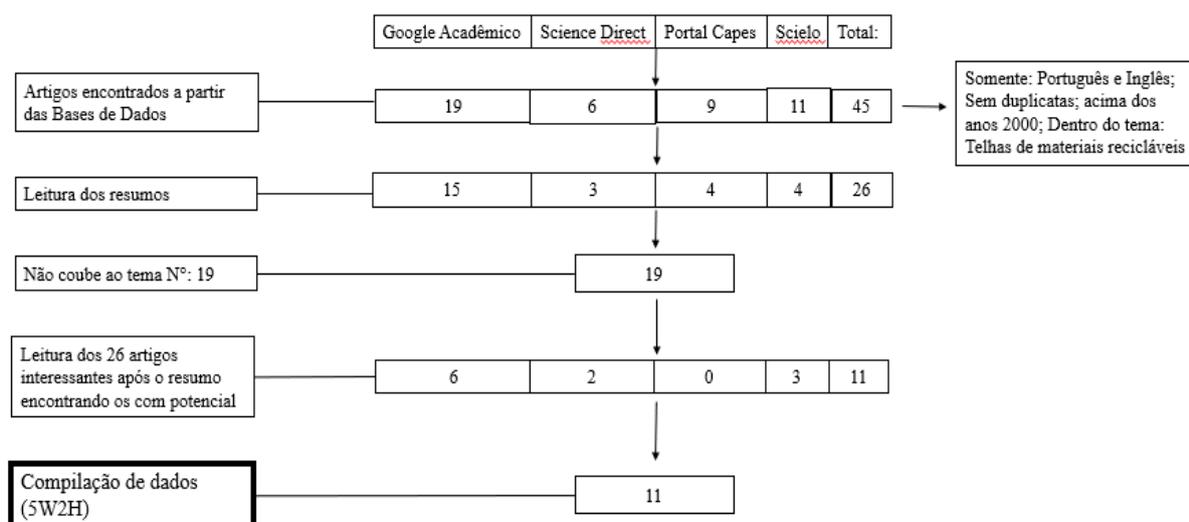
A partir das palavras-chave foi passado para a segunda fase da RSL segundo Dresch *et al.* (2015), em que ocorreu a coleta de artigos. Esses, foram totalizados em 45, dispostos entre as bases de dados ilustrados na Figura 2. Teve-se como filtro a busca por artigos mais recentes, visando a ênfase nas pesquisas mais atualizadas, todos acima do ano 2000. Foi dada maior atenção aos artigos entre 2008 e 2018, mas ainda foram encontrados alguns um pouco anteriores a esse intervalo, também relevantes a pesquisa. Também, foram selecionados estudos sem considerar artigos duplicados (repetidos) e trazendo somente o que se referia ao tema abordado.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 2- Porcentagem de artigos nas plataformas

A primeira filtragem já serviu como uma forma de extração de artigos mais relevantes dentre o que havia nas plataformas, visto que existem várias vertentes ao assunto telhas e reciclagem em que são mencionadas as palavras-chave escolhidas. Em seguida, foram lidos os resumos desses artigos, retirando o que ainda não se enquadrava na pesquisa, restando apenas 26. Para dar continuidade ao trabalho, foram eliminados também todos que não cabiam ao estudo por não trazerem informações suficientes para avaliar o produto corretamente. Ao final foram analisados 11 artigos. A Figura 3 representa um esquema básico de como foi realizada a escolha dos artigos.



Fonte: Os autores (2018)
 Figura 3- Esquema da seleção dos artigos

A ferramenta aplicada ao método para a então compilação de dados é conhecida como 5W2H, que serve principalmente para extração das informações de maior importância dentro dos artigos, auxiliando na organização de dados relevantes (LEITNER, 2017). Esta ferramenta se baseia em sete perguntas básicas do inglês, que foram trazidas ao método conforme a Tabela 2. Foram realizadas 7 perguntas, sendo todas respondidas com informações extraídas diretamente dos artigos.

5W2H	Tradução	Perguntas	Respostas
WHAT	O quê?	Qual foi o objetivo do estudo?	Objetivo
WHERE	Onde?	Onde foi feita a pesquisa?	Local de publicação
WHEN	Quando?	Ano da pesquisa?	Ano da publicação
WHO	Quem?	Quem desenvolveu o estudo?	Autores
WHY	Por quê?	Por que o estudo foi realizado?	Motivo
HOW	Como?	Como foi feito o estudo/experimento?	Método
HOW MUCH	Quanto custa?	Qual o custo para a construção dessa telha?	Custo da telha

Fonte: os autores (2018)

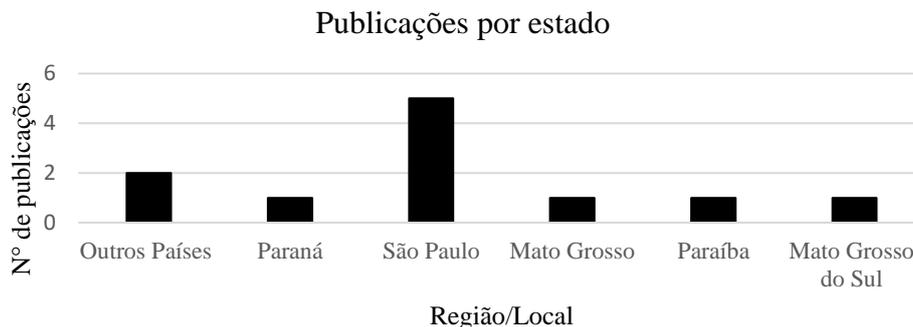
Tabela 2- 5W2H

A partir dos 11 artigos escolhidos, ainda foi realizada uma análise bibliométrica comparando resultados dos anos e locais de publicações, facilitando o processo de discussão dos resultados. Assim, desenvolvido o método, o Processo de Desenvolvimento do Produto de uma possível cobertura poderá ser realizado de forma mais eficaz e certa da conquista de bons resultados.

Para complementar a análise e torná-la de acordo aos dados atuais do mercado, foi realizada uma busca dentro dos principais sites de vendas de telhas, buscando preços atualizados do que já existe. Foram passados dados de preço/m² e massa/m² colocados em tabela comparando telhas convencionais (cerâmica; fibrocimento) com as de Tetra-Pak, fibras vegetais e as de garrafas PET. A pesquisa foi realizada nos sites das lojas Leroy Merlin, Marchio, Telhas e CIA e Ecopreserve, limitando-se a uma telha dentre cada tipo, escolhendo as de menor preço/m².

4. Resultados

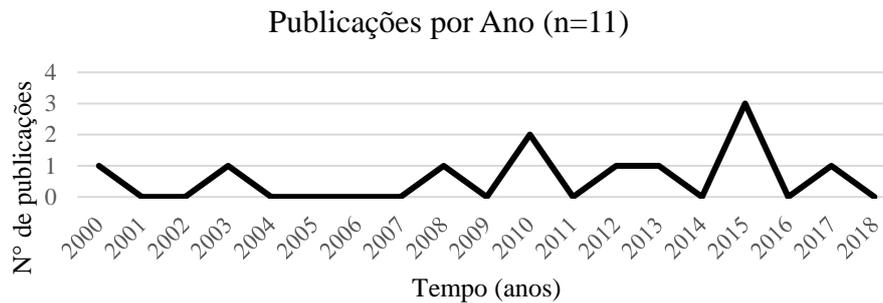
Tendo como material a análise bibliométrica dos respectivos artigos escolhidos, foi possível categorizá-los pelos seus locais de origem. Pôde-se observar que os estudos foram em sua maioria brasileiros, sendo divididos conforme os estados do Brasil, dados pela Figura 4. É vista uma maior quantidade de artigos no estado de São Paulo.



Fonte- Os autores (2018)

Figura 4- Publicações de artigos por estados

As publicações também foram analisadas conforme a quantidade de artigos publicados por ano, representados pela Figura 5. Os anos de 2015 e 2010 foram os com maior número de resultados, existindo um período sem artigos entre os anos de 2004 a 2007.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 5- Publicações de artigos por ano

Com relação à análise bibliográfica, fundamentada na tabela do 5W2H (Tabela 3), foi possível uma discussão de dados ainda mais abrangente. Na coluna de custos da tabela, a sigla N/I significa que os valores não foram informados. O estudo pode ser dividido em 3 grandes blocos: O primeiro, composto pelos primeiros 3 artigos da tabela, que trabalharam com o foco nos materiais plásticos, sendo Teske *et al.* (2015), e Silva *et al.* (2010) sobre telhas em garrafas PET. O segundo bloco é composto pelos próximos 3 artigos na ordem da tabela, que focalizam na utilização das embalagens de Tetra-Pak (longa vida) como matéria prima. O terceiro, composto pelos 5 últimos artigos da ordem, trata de matérias-primas mais diferenciadas, tendo desde o uso do bambu, como o uso de resíduos da própria construção civil como a base para desenvolvimento das telhas.

Para os artigos que focalizaram no plástico, pode-se destacar a similaridade nas motivações dos autores Seguiri *et al.* (2017), Teske *et al.* (2015), e Silva *et al.* (2010), em que todos buscam uma redução/reutilização do lixo. Em contrapartida, é importante analisar os preços dos dois últimos, que são ainda maiores ao adicionar-se o gesso na composição da telha.

A reutilização das embalagens Tetra-Pak foi o que motivou Araújo *et al.* (2008), Silva *et al.* (2015) e Cerqueira (2003). Araújo *et al.* (2008), realizou uma comparação entre telhas convencionais e as de material ecológico, enquanto os outros dois avaliavam somente as telhas de embalagens longa vida com relação aos índices que as telhas devem suportar. Infelizmente não foi possível a comparação de preços entre os artigos.

Beraldo *et al.* (2013), Darsana *et al.* (2015) e Savastano *et al.* (2000) utilizaram como matéria-prima as fibras vegetais, podendo-se destacar que os dois primeiros estavam na busca de redução de custos e não enfatizando uma produção mais sustentável. Savastano *et al.* (2000) é o único dentre os três a pensar na redução dos resíduos, mas somente na produção agrícola. Dentre esses três somente Darsana *et al.* (2015) possui informações sobre preço. Yoshimura *et al.* (2012) e Mendonça *et al.* (2010) buscam a sustentabilidade, de uma forma mais indireta em seus trabalhos, em que o primeiro artigo busca a reutilização/reciclagem do papel e o segundo a manutenção do ciclo ambiental pelo reuso dos resíduos da construção e demolição. Nenhum fornece preços, mas ambos objetivam a avaliação das telhas de uma forma geral.

Pode-se também destacar, dentre todos os artigos, um passo a passo semelhante, visto que em sua maioria é avaliada a capacidade da telha para diversos ensaios, principalmente a resistência mecânica (flexão), absorção de água, resistência às temperaturas e medições de densidade e impermeabilidade.

Nº	Referência	Local	Objetivo	Motivação	Passo a passo	Custo final
1	Seghiri <i>et al.</i> , 2017	ARG-Ouargla	Criação de um compósito a partir do plástico reciclado para fabricar telhas	RE/REA	A	N/I
2	Teske <i>et al.</i> , 2015	BRA-Curitiba-PR	Analisar a viabilidade técnica de aproveitamento de resíduos de gesso e PET em telhas.	REA	D	R\$720,00/m ²
3	Silva <i>et al.</i> , 2010	BRA-Campinas-SP	Mostrar vantagens econômicas e ecológicas de telhas de PET	RE	B	R\$77,40/m ²
4	Araújo <i>et al.</i> , 2008	BRA-Campina grande-PB	Comparar as telhas de material ecológico (as com embalagens de longa vida) com as telhas convencionais	RE	A	N/I
5	Silva <i>et al.</i> , 2015	BRA-Lavras, MG	Avaliar o uso de telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak no conforto térmico.	REA	C	N/I
6	Cerqueira, 2003	BRA-São Carlos	Avaliar as telhas de Tetra-Pak	REA	A	N/I
7	Beraldo, 2013	BRA-Campinas-SP	Analisar telhas onduladas feitas à base de partículas de bambu, cimento e areia.	DI/ DU	A	N/I
8	Darsana <i>et al.</i> , 2015	Índia-Chennai	Produzir telhas rentáveis usando fibra de coco.	DI	A	Rs 38,74
9	Yoshimura <i>et al.</i> , 2012	BRA- São Paulo-SP	Melhoria no desempenho ambiental das telhas a partir de resíduo de pós-consumo de papel	RE/REA	D	N/I
10	Savastano <i>et al.</i> , 2000	BRA-Campina Grande-SP	Seleção de resíduos e fibras vegetais para produção de telhas	REA	A	N/I
11	Mendonça <i>et al.</i> , 2010	BRA- Mato Grosso do Sul- MS	Avaliar o desempenho térmico de telhas de resíduos de construção e demolição (RCD),	EQ	C	N/I

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 3- Resultado 5W2H

Legenda da tabela:

Motivação

RE- reduzir resíduos sólidos;

REA- Reaproveitar/ Reciclar resíduos sólidos;

DI- diminuir custos;

EQ- Equilíbrio entre a modificação ambiental, imposta ao crescimento urbano, e a manutenção dos recursos mais escassos;

DU- reduzir problemas com a durabilidade do uso de fibras em telhas.

Passo a Passo

A- Testes físicos (densidade, resistência à flexão/tração, impermeabilidade, absorção de água);

B- Comparação entre modelos de telhas;

C- Ensaios de temperaturas e umidade;

D- Medição de dimensões, massa, fonte de matéria prima, produção, instalação no telhado, manutenção e durabilidade, o descarte após sua vida útil, o albedo, o isolamento e a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da telha.

Os resultados da pesquisa no mercado brasileiro é representada a seguir, pela Tabela 4. Deve-se destacar a inexistência de todos os tipos de telhas que foram trabalhadas nos artigos, visto que ainda não foram produzidas para comércio no Brasil. Na tabela, N/I significa que os valores não foram informados.

Nome	Loja	Relação kg/m ²	Telhas/m ²	Preço/m ²
Telha de Fibrocimento Econoflex	Leroy Merlin	10,656	0,41	R\$ 18,84
Telha ecológica Tetrapak	Ecopreserve	5,981	0,6	R\$ 21,90
Telha Romana	Leroy Merlin	25,577	17	R\$ 23,80
Telha Portuguesa	Leroy Merlin	25,77	17	R\$ 23,63
Telha Americana	Marchio	27,84	12	R\$ 21,60
Telha Portuguesa Transparente PET Injetada - Primalux	Telhas e Cia	N/I	16	R\$ 176,00
Telha Pet Eurotop Classic Translúcida	Leroy Merlin	2,193	7	R\$ 130,52

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 4- Dados de mercado no Brasil

5. Discussão dos resultados

Os artigos referentes as telhas de PET, aliados ao pesquisado no mercado, mostraram que são uma forma de cobertura cara, sendo inviável para utilização dentro do objetivo traçado, por mais que sejam telhas leves. Segundo Silva *et al.* (2010), o fato de terem uma massa menor por m² leva a uma necessidade de estrutura de suporte do telhado mais leve e que não precise suportar carregamentos elevados, o que acarretaria em uma diminuição do preço final, mas seria necessária mais uma análise buscando mais resultados.

Segundo Araújo *et al.* (2008), essas telhas apresentam melhores resultados que telhas de fibrocimento, mecanicamente e na caracterização físico-química, também apresentando ótima durabilidade. Ainda existe a grande contribuição ambiental na reciclagem das embalagens longa vida, reduzindo as quantidades de resíduos sólidos urbanos.

Fibras vegetais dentre os artigos estudados (Beraldo *et al.* (2013), Darsana *et al.* (2015) e Savastano *et al.* (2000)), sendo estas o bambu, as fibras de coco e das fibras advindas dos resíduos das agroindústrias, respectivamente, apresentaram resultados positivos para quesitos de norma (absorção, permeabilidade, resistência), mas sem preços a avaliação deste tipo de telha deverá ser mais aprofundada para a redução de custos na construção. Ainda, Savastano *et al.* (2000), ainda afirma que deverão ser continuados os estudos com as fibras apresentadas para as características mecânicas, que ainda não apresentam resultados satisfatórios.

Com relação as telhas de papel reciclado, os resultados mostram-se satisfatórios para redução de impactos ambientais, porém não há informações suficientes para classificar as propriedades

da telha (YOSHIMURA *et al.*, 2013). As telhas de resíduos da construção e demolição (MENDONÇA *et al.*, 2010) também não foram especificadas com relação a propriedades fundamentais, somente a parte de isolamento térmico, o que também torna a telha descartável como melhor opção dentro das condições trabalhadas.

6. Conclusão

Por meio dos resultados obtidos, focando no objetivo da pesquisa de encontrar telhas para habitação popular, foram analisados principalmente três fatores: preço (tanto o constatado nos artigos como na pesquisa ao mercado atual), resposta a durabilidade da telha e relação da densidade ligada ao peso/m².

As telhas em Tetra-Pak foram consideradas as melhores, sendo relativamente baratas dentro dos preços do mercado, além de possuírem baixa densidade, o que também acarreta em menor necessidade de estrutura reforçada para colocação das telhas.

Referências

ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016*. Brasília: Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>. > Acesso em: 01 agosto 2018.

ARAÚJO D.C., MORAIS C.R.S., ALTIDES M.E.D. *Avaliação mecânica e físico-química entre telhas convencionais e alternativas usadas em habitações populares*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.3.2, 50-56 ISSN 1809-8797, 2008

ARAÚJO J.; TEIXEIRA J. C.; PAGANINE J. E GUEDES S.; *Rumo a 4 bilhões de toneladas por ano*. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/materia.html?materia=rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano.html> > Acesso em: 22 agosto 2018.

AYRES, R.U. *Statistical measures of sustainability*. Ecological Economics, v.16, n.3, p.239-255, 1996.

BAKSTER, M. *Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BERALDO A.L., CHEN F.K.C.H., AZZINI A. *Telhas Onduladas de Bambu- cimento*. III ENECS – Encontro Nacional Sobre Edificações E Comunidades Sustentáveis, 2013.

CARDOSO F. F. *Coberturas em telhados*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Construção Civil PCC 436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II, 2000.

CERQUEIRA, M.H., *Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno / alumínio presentes nas embalagens Tetra Pak*. 2003.

DARSANA P., ABRAHAM R., JOSEPH A., JASHEELA A., BINURAJ P.R, SARMA J. *Development of Coir-fibre Cement Composite Roofing Tiles*. International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology. Procedia Technology 24, 169-178, 2016.

DRESCH, A; LACERDA, D.P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. *Design science research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DOMINGUES C. *IBGE: metade da população brasileira vive com menos de um salário mínimo*. Disponível em: <https://odia.ig.com.br/_conteudo/economia/2017-11-29/ibge-metade-da-populacao-brasileira-vive-com-menos-de-um-salario-minimo.html> Acesso em: 30 agosto 2018

LEITNER, D. S. *Avaliação Pós-Ocupação em Edificações: Uma Revisão Sistemática de suas Características*

MENDONÇA R.M.; BARCA O.G.; ANDREASI W.A. *Análise do desempenho térmico de telhas produzidas de resíduo de construção e demolição*. ENTAC 2010- XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela-RS, 2010.

MMA. *Construção Sustentável*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>> Acesso em: 06 agosto 2018.

PUGH, S. *Creating innovative eproducts using total design*. Addison-Wesley, 1996.

RODRIGUES, E. *Técnicas das Construções: cobertura*. Página 185. Rio de Janeiro UFRRJ, 2006.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.

SAMPAIO, R.P.; MANCINI, M.C.; *ESTUDOS DE REVISÃO SISTEMÁTICA: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica*. Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG – Brasil, 2006.

SANTOS, L. C. *Materiais reciclados na Construção Civil: concreto com adição de pet ou pneus descartáveis*. Disponível em: <<http://domtotal.com/noticia/1256321/2018/05/materiais-reciclados-na-construcao-civil-concreto-com-adicao-de-pet-politereftalato-de-etileno-e-ou-pneus-descartaveis/>> Acesso em: 10 set 2018.

SAVASTANO JUNIOR H. , PIMENTEL L. L. *Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.103-110. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 2000.

SAVITZ, A. W. *The Triple Bottom Line: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success – and how you can too*. Jossey-Bass, 2006.

SEGHIRI M., BOUTOUTAOU D., KRIKER A., HACHANI M.I. *The possibility of making a composite material from waste plastic*. International Conference on Technologies and materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability, TMREES17, 21-24, April 2017, Beirut Lebanon. Energy Procedia 119, 163-169, 2017.

SILVA K.C.P., CAMPOS A.T., YANAGI JUNIOR T., CECCHIN D., LOURENÇONI D., FERREIRA J.C. *Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak® em coberturas*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br> ISSN 1807-1929 v.19, n.1, p.58–63, 2015.

SILVA L.J.D, FRANCISCON M.S.C, DA ROCHA R. C. *Utilização de telhas de PET reciclado na construção civil*. Revista Ciências do Ambiente On-Line Junho. Volume 6, Número 1, 2010.

TESKE S., GONÇALVES P.F.A., NAGALLI A. *Desenvolvimento de modelo conceitual de telha ecológica a partir de resíduos de PET e gesso da construção*. Cerâmica 61, 190-198 <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581852>, 2015.

YOSHIMURA K.S.O., YOSHIMURA H.N., WIEBECK H. *Avaliação do ciclo de vida de telha ecológica à base de papel reciclado*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.7.2, 82 – 94 ISSN 1809-8797, 2012.