

Um estudo comparativo entre telhas convencionais e alternativas: Uma revisão sistemática da literatura

Thaísa Lana Pilz (UFPR) thaisa.pilz@gmail.com
Giovana Fischer Bertoldo (UFPR) giovanabertoldo@ufpr.br
Adriana de Paula Lacerda Santos (UFPR) adrianapls1@gmail.com
Eduarda Lauck Machado (UFPR) eduarda.lauck@gmail.com
Nicolle Christine Sotsek (UFPR) nicolleramos@ufpr.br

Resumo:

Este artigo é parte dos resultados da pesquisa que tem como objetivo de desenvolver uma moradia popular em que o resíduo oriundo do lixo seco doméstico possa ser usado na fabricação de seus componentes. Objetiva-se também que o usuário possa fazer parte do processo construtivo por meio da montagem da habitação com o apoio de mutirão comunitário. Na fase atual da pesquisa, analisou-se telhas existentes a fim de identificar se estes insumos podem ser utilizados na moradia em desenvolvimento ou se será necessário desenvolver um produto que atenda as demandas do projeto. Ainda com este estudo, visa-se encontrar alternativas para os revestimentos de telhado mediante uma revisão sistemática da literatura. A metodologia utilizada para busca e filtragem de artigos contou com o uso de plataformas online e palavras-chave. Assim, foram analisados 167 artigos, dos quais 8 artigos foram selecionados para análise. Sendo que, esta análise foi realizada por meio da ferramenta de qualidade 5W2H que ajudou no comparativo e discussão. Como resultado observou-se que as telhas comuns podem ser repensadas de maneira sustentável, permitindo o uso de compósitos como embalagem longa vida, areia, serragem e até rejeitos da construção civil. Também são apresentados os telhados verdes, que podem apresentar vantagens às coberturas comuns. Conclui-se ainda que considerando fatores fundamentais para a escolha revestimento de telhado e necessidades impostas pelo projeto, a telha mais apropriada a ser aplicada foi a que inclui resíduos como papel e serragem em sua composição, leve e ergonômica, e traz propriedades similares às de uma telha comum.

Palavras chave: Telhas, Compósitos sustentáveis, Cobertura de telhado, Telhado verde, Materiais construtivos alternativos.

A comparative study between conventional and alternative roofing tiles: a systematic review

Abstract

This article represents a part of a greater research, aiming the development and construction of a self-built popular house with alternative building materials such as dry solid waste. In order to expand the area of knowledge, this study regards the analysis of the commonly used roofing systems and also a comparative between the ceramic/cemented and the sustainable tiles, enhancing the applicability and usefulness of which one. Although, questions if the covering market already has tiles with theses specifications or not are brought to scene. So, in order to search for new alternatives a systematic review was established. Applying methods for research and filtration, online platforms and key-words allowed the initial 167 articles reduce to 8. These ones, after a detailed review using the 5W1H quality

tool were analyzed and compared. The results shown that the commonly used tiles can be more sustainable than they are. One of the possibility's is introducing materials such as Tetra Pak packaging, sand, saw dust and even civil construction waste. In addition is presented as well another alternative roofing system, the green roofs, whose advantages are enhanced while compared to the usual ones. Lastly, considering fundamental factors for the tiles choosing and the necessities imposed by the project, the most appropriate piece was the concrete roman tile improved with waste raw materials (paper and saw dust) as additives, light and esthetic, it exhibits similar proprieties as the common tiles.

Key-words: Tiles, Sustainable materials, Roofing systems, Green roof, Alternative building materials.

1. Introdução

O tripé do desenvolvimento sustentável pode ser integrado e aplicado em amplas áreas do conhecimento. Este conceito, mesmo que utópico, envolve questões sociais, econômicas e ambientais, incidindo de forma considerável tanto no mercado quanto no dia a dia da população. Ao englobar tantas problemáticas vigentes, destacam-se no cenário brasileiro os processos de produção voltados à construção civil e seus relacionados, especialmente a desqualificação das moradias populares (VOZERIO, 2015).

De acordo com a Revista Valor Econômico (2018), após sucessivos cortes, o programa Minha Casa, Minha Vida – que subsidia a aquisição de casa ou apartamento próprio para famílias de baixa renda - tem a menor verba desde 2009. Logo, mudanças são fundamentais e, um caminho sustentável pode ser uma boa solução para um crescimento dos três pilares já citados. Desafios como a ausência de infraestrutura, saneamento básico, segurança e acidentes antrópicos e naturais (como chuvas fortes, cidadãs) tornam-se recorrentes (FARRENY, 2011). Assim, residências populares, que deveriam ser mais ecológicas e custo-benéficas, muitas vezes, permitem situações de exclusão e precariedade, intensificando o déficit habitacional (VISITAINER, 2012).

Neste domínio de construção e elaboração de uma habitação popular pode-se salientar a situação dos revestimentos de telhado. O panorama atual é decadente quando observado os acidentes e qualidade dos produtos utilizados, mesmo os telhados ocupando de 20 a 25% das superfícies urbanas (GUZMÁN-SANCHEZ, 2018). Muitas vezes as telhas, cerâmicas ou cimentícias, não satisfazem suas funções de maneira correta.

Além disso, opções e melhorias de revestimentos de telhados em habitações populares foram pouco estudados. Grande parte das pesquisas destacam-se por quantificar e qualificar métodos construtivos (HANANDEH, 2015; RAMOS, 2018) ou examinar características dos materiais utilizados na produção de telhas e estruturas de telhado (AL-SANEA, 2002; GUICHARD, 2014; KAM, 2009).

Também apresentam-se estudos com a introdução de compósitos na fabricação de tais revestimentos (FIORELLI, 2009; MEDRI, 2014). Em adição, é visível uma grande mudança de perspectiva no assunto quando os telhados verdes são introduzidos como um método a ser aplicado (FERNANDEZ-CAÑERO, 2013; SULLIVAN, 2009). São poucos os estudos que realmente associam dois ou mais tipos de revestimento de telhado (PROVEY, 2003; SOUZA, 2015).

Este artigo é parte dos resultados da pesquisa que tem como objetivo de desenvolver uma moradia popular em que o resíduo oriundo do lixo seco doméstico possa ser usado na fabricação de seus componentes. Visa-se também que o usuário possa fazer parte do processo

construtivo por meio da montagem da habitação com o apoio de mutirão comunitário. Na fase atual da pesquisa a equipe de trabalho está analisando as telhas existentes a fim de identificar se estes insumos podem ser utilizados na moradia em desenvolvimento ou se será necessário desenvolver um produto que atenda as demandas do projeto. Neste contexto, a finalidade deste artigo é encontrar alternativas, avaliando opções e melhorias dos revestimentos de telhado. Busca-se estabelecer uma relação entre estas frentes e seus resultados, possibilitando assim um comparativo e um estudo de melhorias para os telhados atualmente empregados em casas unifamiliares pelo Brasil.

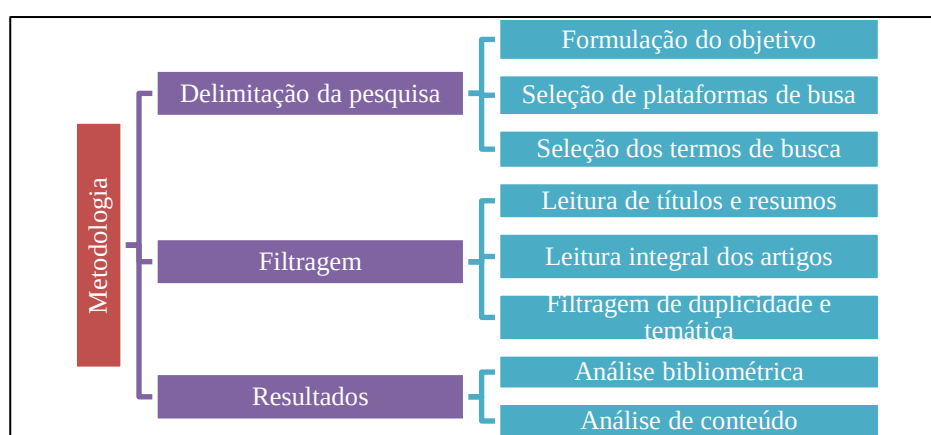
Com o intuito de realizar uma fundamentação teórica para o comparativo de métodos comuns e alternativos de revestimentos de telhado foi realizada uma revisão sistemática. A literatura utilizada refere-se a telhas utilizadas em habitações populares. Foram analisados diferentes artigos a respeito do tipo, material, qualidade e resistência das peças utilizadas e/ou fabricadas.

2. Método

Um modelo de revisão sistemática foi utilizado para identificar estudos relevantes de uma maneira simples e transparente. Assim, procurou-se termos de busca em diferentes plataformas e banco de dados *online* para a coleta de artigos (2.1). Em sequência foi realizada filtragens e análises de conteúdo dos artigos (2.2), como detalhado na Figura 1 e, por fim, foram apresentados os resultados (3).

O procedimento adotado baseou-se nas descrições de métodos de estudos do ramo de ciências ambientais e artigos visando a comparação de processos, como o de Bowler (2010) apud Francis (2017), o de Pullin (2006) apud Francis (2017) e de Agrafiotis (2001).

Baseando-se no artigo de Francis (2017) foi realizada uma triagem de palavras e sinônimos para a quantificação e em sequência foram elaborados requisitos bases para a seleção. Já, seguindo Agrafiotis (2001), o procedimento avançou visando a comparação, com a inter-relação de tópicos e resultados.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 1 – Etapas da pesquisa desenvolvida

2.1 Termos e plataformas de busca

Primeiramente, foram estabelecidos os termos de busca fundamentais para a materialização da pesquisa.

Com o objetivo de identificar a maior quantidade de estudos, palavras e sinônimos foram levantados. Usando o método do “*brainstorming*”, uma rápida e dinâmica chuva de ideias, utilizou-se diferentes bases de dados *online* - disponíveis pelo acesso da Universidade Federal do Paraná - assim estabelecendo as palavras e termos de maior conveniência para revisão sistemática.

Logo, com as Tabela 1 e Tabela 2 pode-se visualizar os procedimentos aplicados.

Termo em português	Termo em inglês
Habitação popular	Popular house/housing
Moradia	Home
Telhas	Tiles
Telhado	Roof
Cobertura	Ceiling
Reciclável	Recicle
Revestimento	Covering
Sustentável	Sustainability
Autoconstrução	Self-built
Compósito	Composite
Viga	Beam
Materiais de Construção	ConstructionMaterials
Métodos	Methods
Telhas de revestimento	Roofing tiles
Telhas de concreto	Concrete roof tile
Telhas de argila/cerâmica	Clay tile
Fibrocimento	Asbestos/fiber/cementamiant
Telha metálica	Metal tile
Telha de ardósia	Slate tile
Telhas de madeira	Wood shingles/shakes
Telha ondulada	Spanish tile
Cobertura de asfalto	Asphaltshingle
Membrana vinílica	Vynilmembrane

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1 – “*Brainstorming*”

Termo	Complemento
Roof tile(s)	Composite/ Materials
Ceiling tile(s)	Composite/ Materials
Telhas	Fibrocimento/ Material

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 2 – Combinações das palavras-chave escolhidas

Para refinar a pesquisa a pesquisa, foi realizada uma busca de artigos, a qual se deu nas plataformas *online* Google Scholar, Capes, Science Direct e Scielo.

2.2 Método 5W1H

Com os estudos então coletados e previamente filtrados foi feita uma avaliação seguindo o método “5W1H”. Esta ferramenta de qualidade permite a rápida identificação de elementos intrínsecos de um projeto, além de promover uma visão ampla do tema a ser estudado. Logo, para cada um dos estudos foram feitas as perguntas: “*What*”, do inglês “O que”; “*Where*”, do inglês “Onde”; “*Why*”, do inglês “Por que”; “*When*”, do inglês “Quando”; “*Who*”, do inglês “Quem” e “*How*”, do inglês “Como”. Esta metodologia japonesa muito utilizada para gestão e

planejamento estratégico, também contava, inicialmente, com o termo “*How much*”, do inglês “Quanto custou”. Este parâmetro foi deixado de lado pois em nenhum documento encontrou-se o exato valor de custo/fabricação das peças estudadas e apenas foram observadas comparações entre os preços de telhas convencionais e de sustentáveis. A Tabela 3 apresenta os parâmetros utilizados durante a coleta de dados.

Termo em inglês	Pergunta a ser realizada	Termo em português
What	Tipos de telhas para habitação popular?	O que
Who	Quem desenvolveu os materiais/tipos de telhas?	Pesquisador
Where	Aonde foi desenvolvido o método/produto?	Lugar
Why	Porque desenvolveram o método/produto?	Porquê
When	Quanto tempo durou o estudo?	Duração
How	Como foram desenvolvidas as telhas?	Método

Fonte: Os autores (2018)

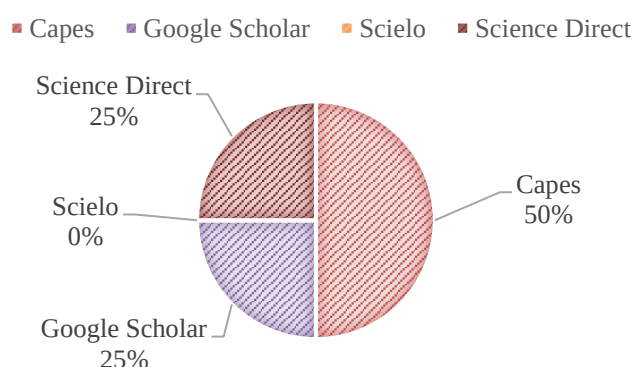
Tabela 3 – Análise 5W1H em tipos de telhas da construção civil.

3. Resultados

3.1 Análise bibliométrica

Após a formulação do objetivo, foi realizada a primeira busca. Foram coletados um total de 186 arquivos nas plataformas já citadas com o uso das palavras-chave da Tabela 2. Em seguida, analisando os títulos e temas principais e retirando os documentos repetidos e/ou fora do tema proposto, se destacaram 25 arquivos. A partir destes resultados foram eliminados os documentos que não estivessem de acordo com o procurado: a comparação de coberturas de telhado sustentáveis com revestimentos comuns ou ao menos um detalhamento do tipo de telha apresentado. Assim, foi feita uma revisão analisando especialmente se citavam em seu conteúdo os tópicos: habitações populares; classificações de tipos de telhados abordadas; métodos aplicados para a fabricação/teste de telhas; e telhados verdes.

Excluíram-se mais dois estudos e, no total foram analisados 7 artigos e 1 estudo de caso, os quais foram identificados e extraídos dados. A Figura 2 apresenta a sistemática estabelecida para seleção e filtragem dos artigos.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 2 – Porcentagem de artigos e estudos encontrados por plataforma online

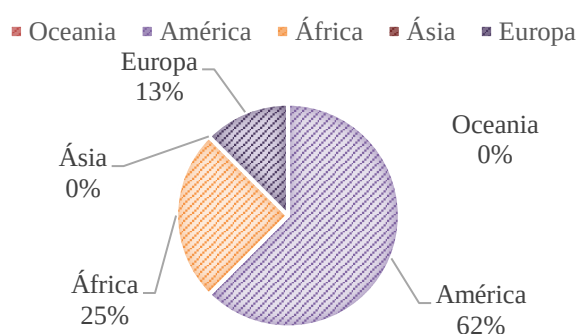
É relevante salientar que estas pesquisas pertencem a um seleto grupo de países, mesmo

sendo publicados por diversas revistas internacionais ou regionais. Este comparativo é ilustrado pela Tabela 4 e, de forma gráfica, na Figura 3.

País	Número de artigos e estudos	Quantidade de revistas de publicação
Uganda	1	1
Brasil	4	3
Colômbia	1	1
Espanha	1	1
Nigéria	1	1

Fonte: Os autores (2018)

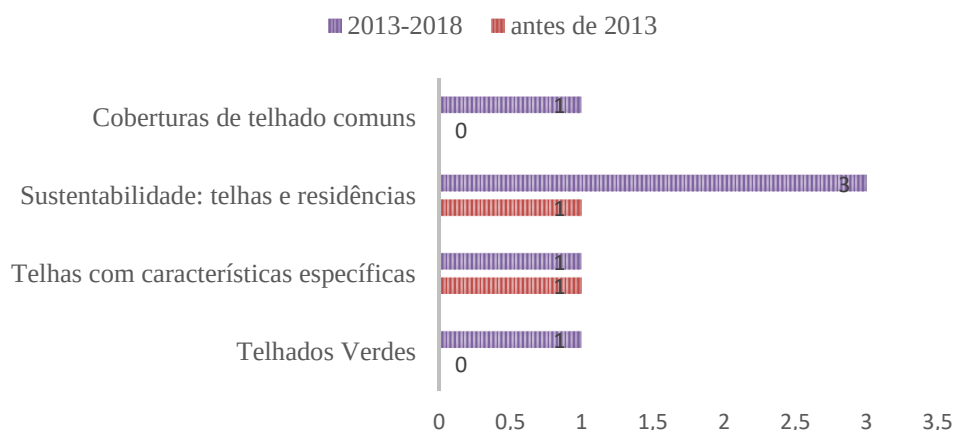
Tabela 4 – Países com publicações



Fonte: Os autores (2018)

Figura 3 – Porcentagem de artigos e estudos encontrados por continentes

Os temas mais frequentes foram “coberturas de telhado comuns”, “sustentabilidade em telhas e residências”, “telhas com características específicas” e “telhados verdes” (Figura 4). Os artigos foram separados também por data de publicação, mais antigos (antes de 2006), publicados nos últimos 12 anos (2006 a 2016) e os mais recentes (2017 e 2018).



Fonte: Os autores (2018)

Figura 4 – Artigos selecionados por temas

3.2 Análise 5W1H

A partir dos 8 estudos coletados e previamente analisados foi feita uma avaliação seguindo o método “5W1H”. Com o intuito de adquirir e compilar conteúdo sobre os tipos de telhas, tanto convencionais quanto sustentáveis estes 08 arquivos foram detalhadamente analisados levando em consideração as perguntas apontadas como base para coleta de conteúdo.

As telhas comuns de cimento, concreto e cerâmica foram amplamente citadas por Souza (2015). Com base no contexto brasileiro do ciclo de vida das telhas e visando sustentabilidade e melhorias ambiental, estudou-se a performance destes diferentes tipos de coberturas de telhado. Num espaço de 1m² de cobertura com meta de duração de 20 anos foram testados e analisados parâmetros chave para a escolha de material: mudanças climáticas, saúde humana, qualidade de ecossistema, absorção de água e quantidade de recursos disponíveis.

Contudo, quando um compósito é adicionado a telha outros fatores podem ser apontados. A resistência mecânica e a exposição a climas tropicais pode foram analisadas por Roma (2008). Este estudo, realizado adicionando a telhas de fibrocimento fibras de sisal e eucalipto, pode demonstrar que, para desenvolver um método para fabricação de fibrocimento de baixo custo, a performance do material deve ser muito bem avaliada para então possíveis aplicações.

Assim como as fibras vegetais, outros compósitos podem ser adicionados às telhas para que apresentem melhorias e reduzir impactos ambientais. Apresentam-se então, soluções incluindo resíduos sólidos aos traços de concreto. Robayo-Salazar (2017) apresenta uma solução adicionando dejetos da construção civil – como tijolos, concreto e vidro – para a produção de cimento alcali-ativado produzindo assim blocos, pavimentos, telhas e azulejos. Este artigo colombiano fez experimentos e testes químicos seguido de uma elaboração manual dos protótipos. Já Fiorelli (2009) realizou uma melhor análise de telhas recicladas à base de embalagens longa vida. Os protótipos foram produzidos e testados para uma aplicação futura em atividades agrícolas e pecuárias, ramo muito difundido na economia brasileira. Assim a umidade, carga térmica radiante e índice de temperatura e umidade das telhas foram testadas e relacionadas com o conforto térmico. Também se favorecendo deste tipo de compósito, Visitainer (2012) propôs a utilização de telhas Tetra Pak (GLZ Telhas Ecológicas) para a construção de uma habitação popular sustentável, elaborando um processo construtivo de menor custo para uma moradia sustentável. De mesma forma, o estudo de caso ugandense *Reuse, re-roof, recycle* destaca a produção de telhas a partir de plásticos reciclados, a então chamada “Resintile”. Nele, Brandt (2014) destacam que esta foi fabricada com uma mistura de garrafas plásticas, toners de impressora, peças de computadores, canos e água e variados outros rejeitos domésticos de polipropileno e poliestireno com areia.

Relacionada a estas soluções destaca-se o estudo de Adegoke (2015) que desenvolveu uma cobertura dupla de telhado com telhas romanas mais leves e de menor custo para a produção incluindo como compósitos papel e serragem. Estas telhas foram produzidas manualmente por um processo detalhado em Osogbo, na Nigéria. Após o estabelecimento dos compósitos foram elaborados quatro tipos diferentes de traços para testes e comparações envolvendo preparações, vibrações, moldagem e cura das peças.

Outra opção para este tipo de revestimento apresentada e muito aparente quando procurado por “telhas sustentáveis” em bases de dados foram os telhados verdes. Esta tecnologia permite uma maior integração de meios urbanos com os espaços verdes e de áreas permeáveis. Além de ser caracterizado por uma cobertura vegetal, este sistema construtivo consiste em camadas de impermeabilização e de drenagem, as quais recebem o solo e a vegetação indicada para o projeto. Pode-se classificar os telhados verdes de diversas maneiras, neste caso foi analisado o

telhado de uso extensivo (plantas baixas e sem funções de lazer ou plantio). Foi selecionado então para ilustrar esta possibilidade o artigo de Guzmán-Sanchez (2018) o qual, de forma aprofundada, seleciona quatro representativos de coberturas de telhado planas, sendo uma delas o telhado verde, e as compara levando em consideração diversos fatores. Entre eles destacam-se: o ambiente a qual foram expostos, custo-benefício, sustentabilidade, custo de reciclagem, energia(insolação), água e benefícios que traz ao ecossistema.

Em seguida, a Tabela 5 resume de modo expositivo os 08 estudos analisados. Ela foi disposta seguindo o modelo já comentado, o 5W1H. Para mais dinamicidade e coesão dos elementos foi utilizada uma legenda alfanumérica.

Artigo	O que	País	Porquê	Método	Resultados	Temas abordados
Adegoke, 2015	S	Nigéria	B	M	XXX	1, 2, 3;
Brandt, 2014	S	Uganda	A	I	XX	1,2;
Fiorelli, 2009	S	Brasil	B	I	XX	2,3;.
Guzmán-Sanchz, 2018	C	Espanha	B	I	XXX	2,4;
Robayo-Salazar, 2017	S	Colômbia	A	I	X	3;
Roma, 2018	S	Brasil	A	I	XX	2;
Souza, 2015	C	Brasil	A	I	XXX	2,3;
Visintainer, 2012	S	Brasil	B	I	X	1,2;

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 5 – Descrição dos artigos principais pelo método 5W1H.

Legenda da tabela:

O que	C: O artigo se trata de telhas comuns (cerâmicas, cimentíceas ou de concreto). S: O artigo se trata de telhas sustentáveis (com inclusão de compósitos, telhados verdes).
Porquê	A: O artigo visa uma comparação/testes de métodos de fabricação/aplicação de telhas. B: O artigo visa uma melhoria nos processos de fabricação telhas ou de métodos de aplicação de coberturas de telhados.
Método	M: O artigo se trata de telhas fabricadas por métodos manuais, sem processos elaborados com maquinários ou produtos da indústria. I: O artigo se trata de telhas prontas no mercado ou com um processo de fabricação meramente industrial.
Resultados	X: Os resultados do artigo foram favoráveis, mas pouco relevantes à revisão sistemática. XX: Os resultados do artigo foram favoráveis e relevantes à revisão sistemática. XXX: Os resultados do artigo foram favoráveis e muito relevantes à revisão sistemática.
Temas abordados	1: O artigo cita habitações populares; 2: O artigo classificações de tipos de telhados abordadas; 3: O artigo cita os métodos aplicados para a fabricação/teste de telhas; 4: O artigo cita telhados verdes;

3.4 Análise de conteúdo

Existem muitos propósitos e métodos diferentes para a elaboração de um revestimento de telhado, seja ele convencional ou visando alternativas sustentáveis de produção. Pelos artigos coletados pode-se observar que além dos materiais utilizados, fatores muito importantes para a análise e desenvolvimento são: a permeabilidade; a insolação, a rugosidade e a resistência

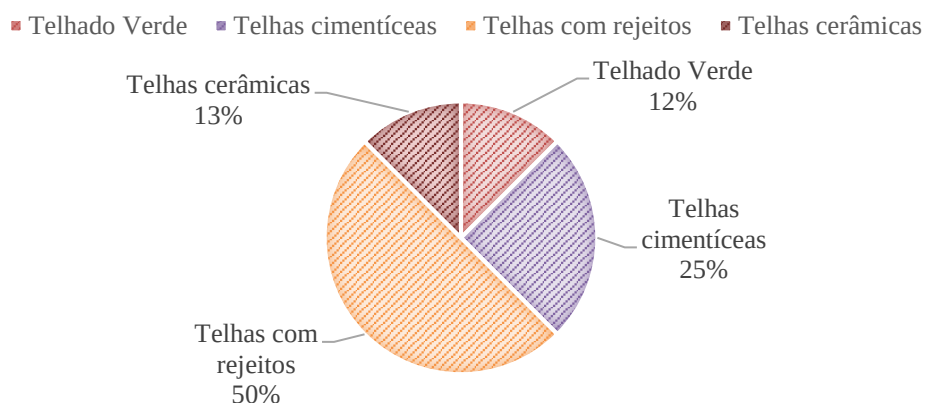
mecânica, sonora e térmica. Adotadas respectivamente a cada teste e tipos de telha diversificados.

A resistência mecânica e a exposição a climas tropicais podem causar uma severa redução nas propriedades físicas do compósito (ROMA, 2008). Neste caso, após quatro meses de observação, as telhas produzidas reduziram sua espessura para 53-68% da inicial (28 dias de cura) mesmo a performance térmica mostrando equivalência ao das telhas comuns.

Observa-se também que as telhas mais corriqueiras são as com bases de: cimento e cerâmica. Nos artigos já apresentados podemos notar que as diferenças são significativas perante todos os meios de análise. Logo, segue detalhamento baseado na revisão de Agrafiotéis (2001):

- a) CERÂMICA – uma das formas mais comuns de telhas, muito utilizada no Brasil pela facilidade de matéria prima. Fatores a serem observados para a seleção de tipo de telha: mudanças climáticas, saúde humana, qualidade do ecossistema, absorção de água e quantidade de recursos disponíveis;
- b) CIMENTO – uma das formas mais comuns de telhas, muito utilizada no Brasil. Pode ser facilmente modificada sua composição e traço. Sustentáveis: fibrocimento, compósitos com embalagem longa vida, areia, serragem e compósitos com rejeitos da construção civil; Estes são mais utilizados em ambientes agrícolas e zootécnicos então um estudo mais aprofundado no conforto térmico e sonoro seria necessário; Pode-se citar então, Visitainer (2012) que mostrou que telhas TetraPack (220x92cm fabricadas com 2 a 3 mil embalagens longa vida) são resistentes ao granizo, possuem baixa condutividade térmica e são indeformáveis. Também estas telhas formadas por compósitos podem ser facilmente cortadas e moldadas sendo uma solução;
- c) GREEN ROOFS – o telhado verde é uma nova opção que vem sendo muito estudada, tem muitos artigos a respeito; existem diferentes formas de implantação e execução. Os telhados ocupam de 20-25% das superfícies urbanas e as edificações representam 40% do consumo mundial, então o uso de um telhado verde seria uma excelente opção para maior sustentabilidade, ainda aponta o autor. O telhado verde, citado muitas vezes em inglês, “green roof” se destacou em grande parte das categorias, contudo ainda é um processo muito industrial que pede materiais e processos extremamente não-ecológicos para a sua produção.

A Figura 6 ilustra o uso das soluções identificadas neste artigo.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 6 – Porcentagem de estudos por técnicas de cobertura de telhados

4. Conclusão

Tendo em vista a situação atual das coberturas de telhado no Brasil, a comparação explicitada neste artigo mostra que uma produção mais sustentável pode ser atingida dependendo da escolha de telhas e materiais. É fundamental levar em consideração as mudanças climáticas, saúde humana, qualidade de ecossistema, absorção de água e quantidade de recursos disponíveis antes da fabricação e aplicação do revestimento de telhado.

Telhas de concreto, cimentíceas, são mais favoráveis do que telhas de cerâmica pela maior facilidade de produção para o caso de produção in-loco por meio de mutirões - sem fornos ou altas temperaturas elas geram menos impacto ambiental. E incluindo compósitos como areia, embalagens longa vida ou rejeitos recicláveis às telhas comuns de cimento, não é dificultado o uso ou o manuseio. O fibrocimento apresenta uma boa solução para o caso estudado, porém, são necessárias técnicas diferenciadas para a sua produção e aplicação, pois, os resultados apresentados pedem testes mais rígidos para garantir permeabilidade e resistência mecânica.

Pode-se ver que há uma distinção entre os métodos para a fabricação de telhas, podendo esta não ser tão clara quanto o desejado. A produção pode ser classificada como industrial ou como manual. Destacam-se para maior análise futura as telhas de procedimentos mais manuais e possíveis de serem realizados com técnicas menos avançadas e menos maquinário. Dentre os artigos selecionados tem-se então o de Adegoke (2015), no qual percebe-se que uma telha pode ser facilmente fabricada com a introdução de papel e serragem, o que seria o compósito ideal no caso da produção e manufatura da cobertura de telhado. Visto os resultados de Adegoke (2015), seria necessária ainda uma adaptação do traço e material do produto para a problemática a ser resolvida. Estas novas peças, além de melhorarem as telhas existentes feitas de Cimento Portland conseguiram deixá-las mais leves, mais atraentes para arquitetos, mais baratas além de competirem com o mercado dos revestimentos de telhado de fibrocimento – elas tornam-se mais ecológicas por não conter amianto.

A respeito dos “telhados verdes” citados no artigo Guzmán-Sánchez *et al.* 2018, uma nova solução para uma cobertura de telhado sustentável é apresentada. Esta pode ser tanto intensiva quanto extensiva e automaticamente aproveitada para moradias populares. Como este tipo de cobertura está em ascensão é possível ver que poderiam ser bem aproveitados no caso sustentável a ser introduzido em habitações populares.

Assim, percebe-se que vários dos métodos abordados atendem as demandas exigidas pelo projeto de escolha de telhas sustentáveis para a construção de uma residência com o processo construtivo a ser desenvolvido, especialmente a de Adegoke (2015). No entanto, os resultados aparentes não demonstram todo o campo de pesquisa que poderia ser desenvolvido, como a parte estrutural de uma cobertura ou o sistema construtivo a ser instalado. Deste modo, evidencia-se a necessidade de novos estudos que avaliem tanto a comparação quanto o desenvolvimento de técnicas para uso e fabricação de revestimentos de telhado e possíveis inovações, através de estudos de caso e testes para a validação e novas coberturas na área.

Referências

ADEGOKE, C. W.; FUNMI, A. *Development of an Improved Concrete Roman Tile Alternative Roofing System Using Waste Raw Materials (Paper & Saw Dust) As Additive*. International Journal of Scientific & technology research. Vol. 4, issue 05, Maio 2015.

AGRAFIOTIS, C.; TSOUTSOS, T. *Energy saving technologies in the European ceramic sector: a systematic review*. Applied Thermal Engineering. Vol.21 (2001) p. 1231-1249.

- AL-SANEH, S.A.** *Thermal performance of building roof elements*. Building and Environment, Vol. 37 (2002) p.665–675.
- BOWLER, D.E.; BUYUNG-ALI, L.; KNIGHT, T.M.; PULLIN, A.S.** *Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence*. Landscape and Urban Planning. Vol.97 (2010) páginas 147–155.
- BRANDT, D.** *Reuse, re-roof, recycle*. Industrial Engineer. Maio de 2014 p. 54-55.
- FARRENY, R.; MORALES-PINZO, T.; GUIASOLA, A.; TAYA, C.; RIERADEVALL, J.; GABARRELL, X.** *Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain*. Water Research 45 (2011) p. 3245-3254.
- FERNANDEZ-CAÑERO, R.; EMILSSON, T.; FERNANDEZ-BARBA, C.; MACHUCA, M.A.H.** *Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain*. Journal of Environmental Management 128 (2013) p. 106-115.
- FIGLIOLI, J.; MORCELI, J.A.B.; VAZ, R.I.; DIAS, A.A.** *Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol. 13, n2, p. 204-209, 2009.
- FRANCIS, L.F.M.; JENSEN, M.B.** *Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence*. Landscape and Urban Planning. Vol.97 (2010) p. 147–155.
- FRANCIS, L.F.M.; JENSEN, M.B.** *Benefits of green roofs: A systematic review of the evidence for three ecosystem services*. Urban Forestry and Urban Greening 28 (2017) p. 167-176.
- GUICHÁRD, S.; MIRANVILLE, F.; BIGOT, D.; BOYER, H.** *A thermal model for phase change materials in a building roof for a tropical and humid climate: Model description and elements of validation*. Energy and Buildings 70 (2014) p. 71–80.
- GUZMÁN-SÁNCHEZ, S.; JATO-ESPINO, D.; LOMBILLO, I.; DIAZ-SARACHAGA, J.M.** *Assessment of the contributions of different flat roof types to achieving sustainable development*. Building and Environment. Vol.141 (2018) p. 182-192.
- HANANDEH, A.** *Environmental assessment of popular single-family house construction alternatives in Jordan*. Building and Environment. Vol 92, p. 192-199 (2015).
- KAM, S.; ZERBO, L.; BATHIEBO, J.; SORO, J.; NABA, S.; WENMENG, U.; TRAORÉ, K.; GOMINA, M.; BLANCHART, P.** *Permeability to water of sintered clay ceramics*. Applied Clay Science 46 (2009) p. 351–357.
- MEDRI, V.; LANDIN, E.** *Recycling of porcelain stoneware scraps in alkali bonded ceramic composites*. Ceramics International 40 (2014) p307–315.
- MENESES, J.** *Moradia popular: quantidade x qualidade*. Vozerio. Acesso em: 18 de setembro de 2018. Disponível em: <<http://vozerio.org.br/Moradia-popular-quantidade-x>>.
- PROVEY, J.** *Roofing*. Popular Mechanics. Apr2003, Vol. 180 Issue 4, p. 142.
- PULLIN, A.S.; STEWART, G.B.** *Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management*. Conservation Biology Volume 20, No. 6, p. 1647–1656 (2006).
- RAMOS, R.; SILVA, A.; BRITO, J.; GASPAR, P.L.** *Methodology for the service life prediction of ceramic claddings in pitched roofs*. Construction and Building Materials 166 (2018) p. 386–399.
- ROMA JR, L.C.; MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JR, H.** *Evaluation of mechanical, physical and thermal performance of cement-based tiles reinforced with vegetable fibers*. Construction and Building Materials. 22.4 (Apr. 2008); p. 668+.
- ROBAYO-SALAZAR, R.A.; RIVERA, J.F.; GUTIÉRREZ, R.M.** *Alkali-activated building materials made with recycled construction and demolition wastes*. Construction and Building Materials. Vol.149 (2017) p. 130-138.
- SIMÃO, E.** *'Minha Casa, Minha Vida' tem menor verba desde 2009*. Revista Valor Econômico. Acesso em: 10 de setembro de 2018. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/brasil/5819095/minha-casa-tem-menor-verba-desde-2009>>.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

SOUZA, D.M.; LAFONTAINE, M.; CHARRON-DOUCET, F.; BENGGOA, X.; CHAPPERT, B.; DUARTE, F.; LIMA, L. *Comparative Life Cycle Assessment of ceramic versus concrete roof tiles in the Brazilian context.* Journal of Cleaner Production. Vol.89 (2015) p. 165-173.

SULLIVAN C.C.; HORWITZ-BENNETT, B. *New Roofing Concepts and Techniques* Building Design & Construction. 50.1 (Jan. 1, 2009): p. 56.

VISINTAINER, M.R.N.; CARDOSO, L.A.; VAGHETTI, M.A.O. *Habitação popular sustentável: Sustentabilidade econômica e ambiental.* Revista de Arquitetura Imed. V.1, n.2, 2012, p133-140, ISSN p. 2318-1109.