

TELHADOS VERDES E TELHAS ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE COMPARATIVA DE BENEFÍCIOS E CUSTOS EM COMPARAÇÃO COM TELHADOS CONVENCIONAIS

Lucas Rafael Liberato Borges E-mail: lucasrafaelhj42@gmail.com

Francisco Rafael Campos de Macedo E-mail: francisco.macedo@professores.facid.edu.br

Rômulo Ribeiro Magalhães de Sousa (UFPI) e-mail: romulorms@gmail.com

Thercio Henrique de Carvalho Costa (UFRN) e-mail: thercioc@gmail.com

Resumo: A construção civil é uma das áreas mais importantes para o desenvolvimento econômico não só brasileiro, como também mundial, porém consome recursos e gera resíduos em uma quantidade exorbitante. O telhado verde e as telhas ecologicamente sustentáveis são soluções sustentáveis que já são realidade e vem se disseminando a cada ano, ainda que se concentrando mais na Europa. Segundo Peck et al. (1999), uma das barreiras para a propagação da tecnologia do telhado verde é a barreira associadas aos custos. Para o objeto de estudo deste trabalho realizado interessa primordialmente os custos diretos de material e mão de obra já somados no preço total das composições, sendo assim os orçamentos de análise serão demonstrados nos resultados de forma sintética. O telhado verde pode ser intensivo e extensivo, sendo o melhor em comparação de desempenho térmico, durabilidade, estética, preço e entre outros benefícios que inclusive são exclusivos ou melhores que os das telhas convencionais, porém somente se a construção foi pensada para possuir uma laje.

Palavras-chave: Sustentabilidade, telhado verde, orçamento, telhas convencionais.

GREEN ROOFS AND ECOLOGICALLY SUSTAINABLE TILES: COMPARATIVE ANALYSIS OF BENEFITS AND COSTS COMPARED TO CONVENTIONAL ROOFS

Abstract: Civil construction is one of the most important areas for economic development not only in Brazil, but also worldwide, but it consumes resources and generates waste in an exorbitant amount. The green roof and ecologically sustainable tiles are sustainable solutions that are already a reality and have been spreading every year, although they are more concentrated in Europe. According to Peck et al. (1999), one of the barriers to the propagation of green roof technology is the barrier associated with costs. For the object of study of this work carried out, it is primarily interested in the direct costs of material and labor already added to the total price of the compositions, so the analysis budgets will be shown in the results in a synthetic way. The green roof can be intensive and extensive, being the best in thermal performance, durability, aesthetics, price and among other benefits that are even exclusive or better than those of conventional tiles, but only if the construction was designed to have a slab.

Keywords: Sustainability, green roof, budget, conventional tiles.

1. Introdução

Desde a época da revolução industrial o homem lutou para produzir e distribuir bens e serviços em larga escala, formato ritmado, além de muita rapidez e eficiência. Toda essa fase histórica gerou uma urbanização desenfreada e graves abalos ambientais que até hoje não foram reparados. Essas novas tecnologias ecológicas são uma maneira de evoluir sem perder o olhar de bondade à terra que fornece habitação e alimentação, dando suporte à evolução e perpetuação da espécie humana há muitos milênios.

A construção civil é uma das áreas mais importantes para o desenvolvimento econômico não só brasileiro, como também mundial, porém consome recursos e gera resíduos em uma quantidade exorbitante. Segundo Santos et al. (2012) estima-se que metade dos

recursos naturais consumidos pela sociedade são por conta da construção civil.

Segundo a SindusCon-SP (Sindicato Da Indústria Da Construção Civil Do Estado De São Paulo) os resíduos da construção civil produzidos por cada habitante variam entre 0,4 a 0,7 t/hab.ano e corresponde a cerca de 67% do total de resíduos sólidos municipais, duas vezes a quantia de resíduos sólidos domiciliares (SindusCon-SP, 2012). Tudo isso representa uma porcentagem bastante significativa, necessitando de soluções economicamente viáveis para reduzir esses índices.

O telhado verde e as telhas ecologicamente sustentáveis são soluções sustentáveis que já são realidade e vem se disseminando a cada ano, ainda que se concentrando mais na Europa. Segundo Peck et al. (1999), uma das barreiras para a propagação da tecnologia do telhado verde é a barreira associadas aos custos, ou seja, deve-se juntar informações em diferentes formulações mostrando os benefícios e custos, porque o mercado não possui reconhecimento suficiente dos benefícios desse tipo de construção.

Ao visitar grandes lojas de artigos de construção no município de Teresina foram encontrados dois tipos promissores de telhas do gênero procurado: as telhas de PVC e as telhas vegetais (Onduline). Porém a telha Onduline se classifica como uma telha ecológica e a telha PVC não, pois não utiliza material reciclado para sua confecção.

Observando o descaso nítido com o meio ambiente a tendência é que cada vez mais os profissionais busquem alternativas melhores para a preservação do mesmo, porém isso só é viável mercadologicamente se essas soluções tiverem um custo-benefício equivalente ou melhor que os serviços ou materiais convencionais já utilizados em larga escala. Essa pesquisa foca em analisar a viabilidade de algumas dessas soluções já disponíveis e utilizadas no mercado.

2. Metodologia

Na procura de uma delimitação que encaixasse para essas duas telhas encontrou-se o artigo de Michael et al. (2016) que descreve muito bem os benefícios ecológicos advindos de utilizar-se telhas de PVC na construção civil e adjetiva esta telha como telha ecologicamente correta. O telhado de onduline também seria ecologicamente correto, pois além de todos os mesmos benefícios ecológicos que produz em sua produção e execução, também é composto essencialmente de materiais reciclados, mais especificamente as fibras vegetais do papel reciclado.

É importante justificar a utilização do termo telhas ecologicamente sustentáveis, desde o princípio do desenvolvimento do tema desta pesquisa buscou-se a procura de tecnologias de preservação ambiental para vedação horizontal de habitações que sejam facilmente encontradas pela população em geral e, portanto, de fácil compra e entrega seja qual for a localização.

Com o telhado verde e as telhas ecologicamente sustentáveis os impactos ambientais não serão mitigados, porém pouco a pouco serão dirimidos e as cidades não vão agredir a natureza com a mesma intensidade de antes, a produção de insumos para manufatura de telhados terá menos compostos prejudiciais além do processo resultar menos dejetos prejudiciais.

Na elaboração deste estudo sobre o telhado verde, foi perceptível que possui pouca literatura acerca dos benefícios, custos, desempenho e durabilidade envolvidos na produção e utilização dos mesmos. Essa pesquisa se justifica com a importância de difundir cada vez mais esse tema relevante no estado e no país, além de servir como fonte de pesquisa para os profissionais da área.

Foi utilizado também o método comparativo para analisar suas semelhanças e suas diferenças, buscou-se reunir dados e informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: visando o custo-benefício compensa executar telhados verdes ou as telhas ecologicamente sustentáveis mais utilizadas no mercado (telhas de PVC e telhas Onduline) ao invés dos sistemas construtivos de telhado tradicionais (telhas cerâmicas e de fibrocimento)?

Para o objeto de estudo deste trabalho realizado interessa primordialmente os custos diretos de material e mão de obra já somados no preço total das composições, sendo assim os orçamentos de análise serão demonstrados nos resultados de forma sintética.

3. Discussão

De acordo com González (2008) a realização de um orçamento seria a estimativa do preço ou do custo de uma obra. Sendo esse custo o valor que corresponde ao somatório total de despesas oriundas da execução do empreendimento. Já o preço seria o somatório dos custos totais somados com a margem de lucro, portanto, $Custos + Lucro = Preço$

Existem dois tipos de orçamento, o analítico e o sintético. Para González (2008) o orçamento analítico ou discriminado é formado primordialmente pela relação total de serviços ou atividades realizadas na construção, é discriminado em miúdos os serviços, quantidades dos mesmos e preços totais e unitários Morethson (1999). O orçamento sintético é um resumo do orçamento analítico, separando o preço total do empreendimento em etapas de obras ou grupos de serviço, como o próprio nome deduz, está sintetizando o orçamento analítico. Para Morethson (1999) o orçamento de forma sintética é utilizado em empresas para constatações rápidas que não necessitem averiguações de quantidade de serviços ou composições de custo.

A composição de custos de serviços de todos os custos encontrados, precisa-se assim ter boas fontes de pesquisa para obter um orçamento com o máximo de precisão e confiabilidade. Uma dessas ótimas formas de buscar-se as composições de serviços e custos unitários seria através de bancos de dados oficiais como: Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices), Seinfra (Secretaria de Infraestrutura), Orse (Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe) e entre outros organismos oficiais.

Como exemplo de um desses organismos citados temos o Seinfra- CE (Secretaria da Infraestrutura do Governo do Estado do Ceará), em seu site oficial encontramos composições de custos organizadas em trinta partes, desde serviços preliminares até serviços diversos. Cada composição de custos fornece a composição detalhada de serviços necessários como podemos ver na Figura 01, detalhado o levantamento de quantitativos necessários expressos em coeficientes, além do preço unitário cotado de cada serviço e preço total do serviço e da composição. Sendo uma excelente fonte de dados, organizada e confiável que fornece uma boa base para um estudo de viabilidade.

Figura 1 – Exemplo de Composição de Custos SEINFRA-CE

Tabela de Custos - Versão 027 - ENC. SOCIAIS 112,76%					
C2451 - TELHA TIPO ONDULINE EM ESTRUTURA DE MADEIRA					
Preço Adotado: 41,1300					
Unid: M2					
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MATERIAIS					
I2063	TELHA TIPO ONDULINE	M2	1,1500	24,5900	28,2785
I1727	PREGO 18 X 27 C/ ANILHA DE PVC	UN	10,0000	0,2400	2,4000
TOTAL MATERIAIS					30,6785
MAO DE OBRA					
I0047	AJUDANTE DE TELHADISTA	H	0,2500	18,6300	4,6575
I2070	TELHADISTA	H	0,2500	23,1700	5,7925
TOTAL MAO DE OBRA					10,4500
Total Simples					41,13
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					41,13

Fonte : SEINFRA-CE, 2022

Com isso, os tipos de telhas mais utilizadas são: telha cerâmica e a telha de fibrocimento; a telha cerâmica ou mais especificamente chamada de barro cozido em forno, técnica de milênios atrás, é anterior até a civilizações egípcias e Mesopotâmicas, já a telha de fibrocimento é bastante utilizada em galpões e habitações populares, está presente no mercado brasileiro desde a década de 40. Esse tipo de telha possui em sua composição minérios, um deles é o amianto, que é bastante prejudicial à saúde, sendo inclusive proibido por conta disso em vários países.

Figura 2 - Exemplo de telhado cerâmico



Fonte : Guia do Construtor, 2021

Figura 3 - exemplo de telhado de fibrocimento



Fonte : Total Construção, 2020

Esses tipo de telha não pode ser considerado sustentável devido seu alto nível de poluição causado e dispêndio de recursos naturais, pois além da extração de argila ser através da mineração utiliza-se no processo de fabricação da telha quantidades excessivas de água

que são vitais para a realização e qualidade dos procedimentos (Pereira et al.; 2017) e na telha de fibrocimento, além do amianto utiliza-se calcário, água, celulose e lama de cal em sua confecção. (Lessa, 2016).

Já o telhado verde, apesar de parecer uma tecnologia recente, é utilizado há muitos anos, algumas populações já utilizavam como construção modelo. Devido ao excelente isolamento térmico é bom tanto em climas quentes quanto frios, ajudando a manter a temperatura do ambiente estável, nem fria e nem quente demais (Peck et al., 1999). Podendo ser classificado em dois tipos: telhado verde intensivo e extensivo.

Telhado Verde Intensivo aproxima-se aos jardins convencionais, exigindo substratos profundos e espessuras de solo consideravelmente maiores. Notável que o porte dessa tipologia necessite mais cuidados e manutenção, porém proporciona aos ambientes solução na falta de espaços verdes além de maior qualidade de utilização e de ambiente que o outro tipo de cobertura verde (Mariano, 2015).

Figura 5 - Exemplo de Telhado Verde Intensivo



Fonte : Ambiente Brasil, 2019

O telhado verde extensivo é composto por gramíneas de espessura próxima a 15 cm e muitas vezes nem sequer sendo visíveis, portanto, pouco afetando a estrutura com seu peso próprio, sendo colocada todo o revestimento de forma contínua e completa em sua base possuindo manutenção obviamente mais simplificada e executada em menos tempo (Mariano, 2015).

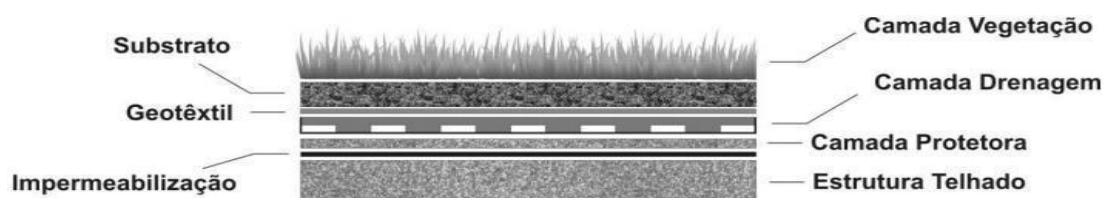
Figura 6 - Exemplo de Telhado Verde Extensivo



Fonte : SustentArqui, 2018

Um telhado verde possui uma diversificada e importante composição e, portanto, etapas de construção que devem ser obedecidas e observadas com a devida cautela.

Figura 7- Exemplo de Telhado Verde Extensivo



Fonte: TASSI et al., 2014

A primeira etapa é impermeabilização da laje ou telhado base para cobertura verde, é essencial visto que o telhado verde retarda o escoamento superficial e parte dele fica retida no solo, segundo informe do IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) a solução mais indicada de impermeabilização para telhados verdes combina mantas asfálticas modificadas com polímero e armaduras de poliéster, além de adicionar herbicidas à manta asfáltica para impedir possível penetração de raízes. Demandando assim um sistema de impermeabilização de elevada durabilidade e, portanto, mais oneroso, necessitando combater esforços mecânicos, degradação por conta dos micróbios, químicos e águas pluviais.

A segunda etapa é o sistema de drenagem e de filtragem, além de executar a impermeabilização da estrutura deve-se dar vazão às águas retidas no solo e evitar a partir da filtragem que o solo seja levado juntamente com a chuva, para a drenagem utiliza-se comumente argila expandida, seixo ou brita de 7 a 10 cm. (Alberto, 2012). A terceira etapa é o preparo do solo e plantio da vegetação, com isso deve-se levar em conta o tipo de vegetação que será plantada no local, cada tipo específico necessita de tamanhos de solo e tipos de substratos diferentes para o sucesso da vegetação, devendo obrigatoriamente esse substrato ser de boa drenagem de preferência não- argiloso (Alberto, 2012).

As vantagens dos telhados verdes segundo o IGRA (International Green Roof Association, traduzindo para o português: Associação Internacional do Telhado Verde), o telhado verde tem como vantagens: reter águas decorrentes das chuvas; reduzir nível de poeiras e de poluentes, através da fotossíntese ocorre a reciclagem de gases poluentes; reduzir o efeito das ilhas de calor e proteger contra o calor; isolamento térmico e acústico: aumento da vida útil da laje da cobertura; aumentar visualmente a qualidade de vida proporcionando paisagens as cidades; gerar habitat para animais e plantas.

Diversas pesquisas analisam a retenção do escoamento superficial decorrente das coberturas verdes. Silvia (2012), realizou experimentos a partir de um telhado verde e um com telhas cerâmicas, ao analisar os dois cerca de 80% da água foi escoada com o de cerâmica enquanto a cobertura verde somente escoou cerca de 30%. Foi executado um experimento por Beyer (2007), comparando um telhado comum de amianto e um telhado de amianto com cobertura verde, o telhado com cobertura verde apresentou 10 graus a menos de temperatura em comparação ao telhado convencional.

Em relação às desvantagens do telhado verde temos: seu elevado custo inicial; necessidade de mão de obra especializada para sua execução; falta de conhecimento e conscientização sobre seus benefícios tanto em quantidade, quanto em qualidade pelo público e indústria; como os entes governamentais que praticamente não dão nenhum apoio (Peck et al., 1999).

Além dessas barreiras também temos a barreira associada aos custos, pois mesmo sabendo de todos os benefícios da tecnologia o mercado atual não reconhece e deve-se formular várias estratégias para obter e fornecer muito mais informações, dos custos e benefícios dessas aplicações das mais variadas formas que se pode apresentar visando

reconhecimento de mercado. Por último temos a barreira dos riscos associados e incerteza que são causados pela falta de padronização específica para o tipo de construção, falta de produtos especializados disponíveis facilmente (Peck et al., 1999).

As telhas ecológicas possuem um complexo de fatores positivos para o meio ambiente, pois além de possuírem materiais reciclados em sua composição, gastam menos recursos naturais em sua fabricação e geralmente por serem mais leves precisará de menos materiais para confeccionar a trama de sustentação da telha.

Existem diversos tipos de telhas sustentáveis no Brasil e no mundo, porém facilmente disponíveis no mercado a depender da localização que estiver, encontram-se limitadas as opções. Por isso utilizou-se como objeto de estudo para esta pesquisa apenas dois tipos de telhas ecológicas descritas abaixo (PVC e vegetais), que são as mais comumente encontradas em qualquer região do Brasil.

Figura 9 - Exemplo de Telhas de PVC



Fonte: TIGREX, 2022

As telhas vegetais ou Onduline, como o próprio nome pressupõe, são telhas confeccionadas a partir de fibras vegetais e uma das formas de obter tais fibras seria a reciclagem de papéis, que é a proposta das telhas Onduline.

Figura 10 - Exemplo de Telhas vegetais (Onduline)



Fonte: CHATUBA, 2022

As telhas vegetais possuem atendimento aos selos verde e ISO9001, atestando assim qualidade ao produto e garantia de não agressão às florestas tropicais em sua confecção (Schelb, 2016).

O custo da compra somente das telhas é estimado em 10 % maior que os telhados cerâmicos. Porém os telhados de barro possuem um consumo em estrutura muito maior, consomem 60% mais material, tornando assim as telhas vegetais mais econômicas no fim das contas (Schelb, 2016).

Tabela 01 apresenta vantagens e desvantagens mais relevantes das telhas ecologicamente corretas:

VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TELHAS ECOLOGICAMENTE CORRETAS:

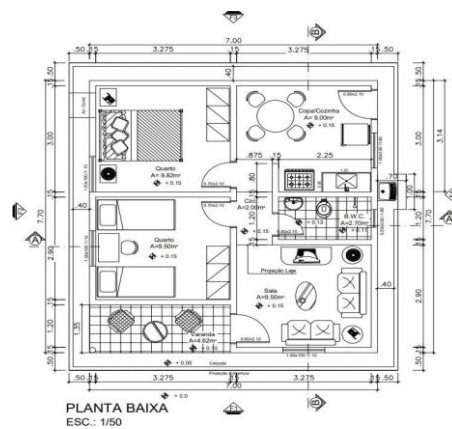
Tipos de Telhas	Vantagens	Desvantagens
Telhas de PVC	Peças grandes e leves. Menos gasto com estrutura. Facilmente limpável. Pouca absorção de umidade.	Durabilidade baixa (cerca de 25 anos).
Telhas Vegetais	Peças grandes e muito leves Menos gasto com estrutura. Pouca absorção acústica. Pouca absorção térmica. Pouca absorção de umidade.	Durabilidade muito baixa (cerca de 15 anos).

Fonte: Autor, 2022

4. Estudo de caso

A proposta de estudo de caso será: a partir de uma planta baixa de um imóvel simples residencial realizar-se-á levantamentos quantitativos e de custos para implantação de telhado verde e de telhas ecologicamente corretas na cobertura e comparação com os custos de implantação dos métodos mais tradicionais de telhado (telhas cerâmicas e de fibrocimento) levando em conta nas considerações finais o tempo de vida útil, a manutenção e os benefícios de cada método. Possuindo, portanto, aproximadamente 29,709 metros quadrados de telhado em cada água (3,737 * 7,95), sendo 59,418 metros quadrados de telhado no total.

Figura 11 - Planta Baixa da Residência em escala 1/50



Fonte: Autor, 2022

Os orçamentos sintéticos foram demonstrados a partir de tabelas confeccionadas no software Microsoft Excel descritas no modelo apresentado logo abaixo. Contendo na primeira e segunda coluna a referência e o código respectivo à composição. A terceira coluna irá possuir a composição de todos os serviços referentes a telha selecionada, a seguir, na quarta coluna temos o custo total do material ou serviço. Na quarta coluna e última linha da planilha teremos o custo total estimado geral para o telhamento escolhido. Na última coluna teremos a fonte do indicativo utilizado, podendo ser de dois órgãos principais: o SINAPI/PI e o SEINFRA CE. Visando ter uma pesquisa o máximo local possível priorizou-se as composições do SINAPI/PI.

Figura 17 - Planilha de exemplo (Orçamentação sintética)

ORÇAMENTO COMPLETO TELHADO X				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
COMPOSIÇÃO	Seinfra CXXXX	Serviço X	R\$ X	SEINFRA 27.1
COMPOSIÇÃO	94223	Serviço Y	R\$ Y	SINAPI\PI
INSUMO	Seinfra IXXX	INSUMO Z	R\$ Z	SEINFRA 27.1
		Custo Total (R\$)	R\$ X+Y+Z	

Fonte: Autor, 2022

Logo abaixo, estará exposto no formato de orçamento sintético os serviços e custos totais de cada tipo de telhamento para a casa descrita no projeto modelo “casa verde e amarela”.

Figura 18 - Orçamento sintético de telhado cerâmico

TELHADO CERÂMICO				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
01.COBE.ETMM.00 9/01	92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 3.280,17	SINAPI\PI
01.COBE.TELH.03 4/01	94221	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 144,69	SINAPI\PI
01.COBE.TELH.01 5/01	94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 1.927,60	SINAPI\PI
		Custo Total CERÂMICO (R\$)	R\$ 5.352,47	

Fonte: Autor, 2022

Figura 19 - Orçamento sintético de telhado de fibrocimento

TELHADO FIBROCIMENTO				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
01.COBE.ETMM.015/01	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 894,30	SINAPI\PI
01.COBE.TELH.035/01	94223	CUMEEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_07/2019	R\$ 882,89	SINAPI\PI
01.COBE.TELH.021/01	94207	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	R\$ 3.716,13	SINAPI\PI
		Custo Total FIBROCIMENTO (R\$)	R\$ 5.493,32	

Fonte: Autor, 2022

Figura 20 - Orçamento sintético de telhado de PVC

TELHADO PVC				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
01.COBE.ETMM.015/01	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 894,30	SINAPI\PI
01.COBE.TELH.035/01	94223	CUMEEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_07/2019 (ADAPTADA)	R\$ 519,75	SINAPI\PI
COMPOSICAO	C0803	COBERTURA C/TELHA PVC RÍGIDO INCLINAÇÃO 27%	R\$ 3.688,97	SEINFRA 27.1
Custo Total PVC (R\$)			R\$ 5.103,03	

Fonte: Autor, 2022

Figura 21 - Orçamento sintético de telhado de Onduline

TELHADO ONDULINE				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
01.COBE.ETMM.015/01	92543 (SINAPI\PI)	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	R\$ 894,30	SINAPI\PI
COMPOSICAO	C1003	CUMEEIRA TIPO ONDULINE EM ESTRUTURA DE MADEIRA	R\$ 338,94	SEINFRA 27.1
COMPOSICAO	C2451	TELHA TIPO ONDULINE EM ESTRUTURA DE MADEIRA	R\$ 2.380,49	SEINFRA 27.1
Custo Total ONDULINE (R\$)			R\$ 3.613,73	

Fonte: Autor, 2022

Figura 22- Orçamento sintético de telhado de verde

ORÇAMENTO COMPLETO TELHADO VERDE				
REFERÊNCIA	Código	Descrição	Custo TOTAL (R\$)	FONTE
COMPOSIÇÃO	Seinfra C1430	FORNECIMENTO E PLANTIO DE GRAMA ESMERALDA EM PLACAS, CFE. ESPECIFICAÇÕES	R\$ 1.027,93	SEINFRA 27.1
COMPOSIÇÃO	Seinfra C4651	GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO 100% POLIÉSTER COM RESISTÊNCIA A TRAÇÃO LONGITUDINAL MÍNIMA DE 7 kN/m (BIDIM RT-07 OU SIMILAR)	R\$ 358,29	SEINFRA 27.1
COMPOSIÇÃO	Seinfra C5021	IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA, CLASSE B, ESTRUTURADA COM POLIÉSTER NÃO TECIDO, FACES EM POLIETILENO, TIPO IV, E=3MM	R\$ 3.851,47	SEINFRA 27.1
INSUMO	Seinfra I0120	ARGILA EXPANDIDA	R\$ 506,50	SEINFRA 27.1
COMPOSIÇÃO	Seinfra C4417	LAJE PRÉ-FABRICADA P/ PISO - VÃO ACIMA DE 4,01 m	R\$ 6.822,97	SEINFRA 27.1
Custo Total TELHADO VERDE (R\$)			R\$ 12.567,17	

Fonte: Autor, 2022

Logo abaixo, em resumo estão os preços totais estimados pelos orçamentos confeccionados:

Tabela 9 - Resumo dos orçamentos sintético de telhado

Custo Total CERÂMICO (R\$)	R\$ 5.352,47
Custo Total FIBROCIAMENTO (R\$)	R\$ 5.493,32
Custo Total PVC (R\$)	R\$ 5.103,03
Custo Total ONDULINE (R\$)	R\$ 3.613,73
Custo Total TELHADO VERDE (R\$)	R\$ 12.567,17

Fonte: Autor, 2022

5. Conclusão

Observa-se a partir dos resultados constatados que é imprescindível não somente ser ecológico, porém também ser economicamente viável e ter um bom desempenho térmico e mecânico além de outros bons benefícios competitivos para algum produto ecológico substituir um produto convencional, pois de nada compensa oferecer diversas vantagens nos quesitos sustentáveis, porém o consumidor final ser lesado com um produto de menor desempenho e/ou pagando duas vezes mais ou com durabilidade duas a três vezes menor. Obteve-se bons resultados para o telhado verde, é o melhor em comparação de desempenho térmico, durabilidade, estética, preço e entre outros benefícios que inclusive são exclusivos ou melhores que os das telhas convencionais, porém somente se a construção foi pensada para possuir uma laje. Já se a estrutura não possuir uma laje realmente a telha cerâmica vence nas questões de custo benefício de todas as outras analisadas, tendo boa durabilidade e excelentes benefícios gerais. O mercado de telhas de Teresina- PI e do Brasil necessita urgentemente dar forças e incentivos para estimular a utilização de telhados verdes em casa com lajes e baratear o custo geral das telhas ecologicamente corretas disponíveis nas grandes lojas e investigar e investir na entrada de novas tecnologias ecológicas ainda mais baratas e com beneficiamento competitivo. Sendo assim respondendo à pergunta apresentada inicialmente na justificativa o telhado verde compensa sob as condições da estrutura já possuir laje como vedação horizontal da cobertura, já as telhas ecologicamente corretas disponíveis nos mercados tradicionais não compensam analisando custos e benefícios gerais, somente nos quesitos ecológicos.

Referências

- ALBERTO**, Eduardo Zarzur et al. *Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. XII Safety, 2012. Ambiente Brasil. Ambiente Brasil, 2019.*
- AMORIM**, Cristiane Batista. *Utilização das telhas plásticas de MPVC na construção civil. 2014.*
- ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M.** *Sustentabilidade e a reciclagem de resíduos sólidos na construção civil. [s.l: s.n.].*
- BALDESSAR**, Silvia Maria Nogueira. *Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. UFPR, PPGE. Curitiba, 2012.*
- BEYER, P. O.** *Relatório Técnico: medição do desempenho térmico de Ecotelhas. Laboratório de Vapor e Refrigeração. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.*
- BRASILEIRO, L. L. E MATOS, J. M. E.** *Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica. 2015, v. 61, n. 358*
- CHATUBA MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. CHATUBA, 2022.** Disponível em : <https://www.chatuba.com.br/telha-cumeira-2-00x0-48m-vermelha_onduline/pnduline - Chatuba> Acesso em 17 Jan. 2022
- CÔRTEZ**, Rogério Gomes et al. *Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. Sistemas & Gestão, v. 6, n. 3, p. 384-397, 2012.*
- INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. IBI, 2017.**
- INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION - IGRA.** Disponível em: <<https://www.igra-world.com/>>. Acesso em 26 Jan. 2022
- INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION.** *International Green Roof Association: Global Networking for Green Roofs. 2017.*

ANEXO