



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO VINÍCIUS RODRIGUES  
RAFAELA PAULINA DOS SANTOS CABRAL**

**TELHADO VERDE: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE  
TELHADO VERDE E TELHAS DE FIBROCIMENTO**

**PUBLICAÇÃO Nº: 10**

**GOIANÉSIA / GO  
2020**



**BRUNO VINÍCIUS RODRIGUES  
RAFAELA PAULINA DOS SANTOS CABRAL**

**TELHADO VERDE: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE  
TELHADO VERDE E TELHAS DE FIBROCIMENTO**

**PUBLICAÇÃO Nº: 10**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

**ORIENTADOR: IGOR CÉZAR SILVA BRAGA**

**GOIANÉSIA / GO: 2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

RODRIGUES, BRUNO; CABRAL, RAFAELA.

Telhado Verde: Análise comparativa entre telhado verde e telhas de fibrocimento 2020, 47P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Comparativo

3. Telhas de Fibrocimento

I. ENC/UNI

2. Sustentabilidade

4. Telhado Verde

II. Título (Série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RODRIGUES, B. V; CABRAL, R. P. S. Telhado Verde: Análise comparativa entre Telhado Verde e Telhas de Fibrocimento. TCC, Publicação ENC. PF-001A/10, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Goianésia, GO, 47p. 2020.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bruno Vinícius Rodrigues e Rafaela Paulina dos Santos Cabral

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Telhado Verde: Análise comparativa entre o Telhado Verde e Telhas de Fibrocimento.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para\ propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

---

Bruno Vinícius Rodrigues  
Email: [bruno\\_rvinicius@hotmail.com](mailto:bruno_rvinicius@hotmail.com)  
76380000 – Goianésia/GO - Brasil

---

Rafaela Paulina dos Santos Cabral  
Email: [paulina.rafacb@gmail.com](mailto:paulina.rafacb@gmail.com)  
76380000 – Goianésia/GO - Brasil

**BRUNO VINÍCIUS RODRIGUES  
RAFAELA PAULINA DOS SANTOS CABRAL**

**TELHADO VERDE: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE  
TELHADO VERDE E TELHAS DE FIBROCIMENTO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

**APROVADO POR:**

---

**IGOR CÉZAR SILVA BRAGA, Mestre (FACEG)  
(ORIENTADOR)**

---

**LUANA DE LIMA LOPES, Mestre (FACEG)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**IVANDRO JOSÉ DE FREITAS ROCHA, Mestre (FACEG)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: GOIANÉSIA/GO, 27 de Novembro de 2020.**

*Dedicamos este trabalho:  
Primeiramente à Deus;  
As nossas mães, Irene e Elizete;  
aos nossos irmãos, Jeane, Clezio, Helem, Mikaely e Kaike;  
aos nossos avós Lázaro, Sebastiana, Joana D'arc e Benedito(in memórian).*

## AGRADECIMENTOS

### **Bruno Vinícius Rodrigues:**

Agradeço a Deus por estar vencendo essa batalha, e por toda a força e paciência que Ele me concedeu durante esse curso.

Agradeço a toda minha família que esteve sempre comigo, motivando e auxiliando na caminhada. A minha mãe Irene Lima e meu pai Antônio Pedro, que me ajudaram bastante a prosseguir. A todos os meus irmãos Clezio, Jeane e Helem, pelo grande apoio. À minha parceira de TCC, Rafaela Paulina por conseguirmos finalizar tudo, sabendo lidar com todas as desavenças.

Ao nosso orientador Igor César, por toda paciência e apoio.

### **Rafaela Paulina dos Santos Cabral:**

Agradeço primeiramente a Deus que nos concedeu o dom da vida, muita paciência para sobreviver aos inúmeros obstáculos aos quais enfrentamos, não somente durante a construção do Trabalho de Conclusão de Curso, como no decorrer do curso.

Agradeço também a minha mãe Elizete Paulina, que nunca mediu esforços para nos auxiliar e apoiar nas horas difíceis, sempre nos motivando para sermos cada vez melhores e mais dedicados. Agradeço aos meus irmãos Mikaely e Kaike, e minha avó Joana D'arc por todo apoio e compreensão. Ao meu avô que sempre me incentivou e sonhou comigo os meus sonhos, mas que por motivos de força maior, não poderá me ver formada. Agradeço também, ao meu amigo e companheiro Bruno, pela amizade, que permaneceu firme mesmo com nossas divergências de opiniões.

E por fim, e não menos importante, ao nosso orientador Igor César, pelas sugestões, compreensão, paciência, incentivo e dedicação.

*“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário!”*  
***Albert Einstein***

## RESUMO

Neste projeto de pesquisa foi realizada análise comparativa entre o telhado verde e o telhado convencional de telhas de fibrocimento. O objetivo deste estudo comparar o telhado verde e as telhas de fibrocimento, em relação aos custos e analisar os possíveis benefícios de sustentabilidade nos centros urbanos. Utilizando-se um mecanismo demonstrativo de representação em miniatura de uma residência unifamiliar, em que se encontra presente os dois tipos de telhados, com a finalidade de melhor compreensão dos resultados auferidos. Analisou-se a captação de água da chuva, drenagem e custos entre os dois tipos de telhados. Através dos testes realizados, foi constatado que a captação da água da chuva existe uma maior retenção no Telhado Verde, de aproximadamente 68%, enquanto na Telha de Fibrocimento a retenção é de 18%, comprovando, acerca da viabilidade de uma modalidade sustentável para o setor imobiliário, reduzindo a temperatura e as ilhas de calor, presentes nos centros urbanos, ao passo em que agrega valor ao ambiente residencial, purificando o ar e enaltecendo a estética do ambiente. No entanto, na aquisição dos telhados, a Telha de Fibrocimento apresentou custos inferiores em relação ao Telhado Verde. Portanto é viável ressaltar, que todo o custo do Telhado Verde é compensado por meio dos benefícios estéticos, urbanos, residenciais e de durabilidade que o mesmo fornece.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comparativo; Sustentabilidade; Telhas de Fibrocimento; Telhado Verde.



## **ABSTRACT**

In this research project, a comparative analysis was carried out between the green roof and the conventional roof of fiber cement tiles. The objective of this study is to compare the green roof and the fiber cement tiles, in relation to costs and to analyze the possible sustainability benefits in urban centers. Using a demonstration mechanism of miniature representation of a single-family residence, in which both types of roofs are present, in order to better understand the results obtained. Rainwater harvesting, drainage and costs between the two types of roofs were analyzed. Through the tests carried out, it was verified that the rainwater harvesting has a greater retention in the Green Roof, of approximately 68%, while in the Fiber-cement Tile the retention is of 18%, proving, about the viability of a sustainable modality for the real estate sector, reducing temperature and heat islands, present in urban centers, while adding value to the residential environment, purifying the air and enhancing the aesthetics of the environment. However, in the acquisition of roofs, Fiber Cement Tiles presented lower costs in relation to Green Roof. Therefore, it is feasible to emphasize that the entire cost of the Green Roof is offset by the aesthetic, urban, residential and durability benefits that it provides.

**KEYWORDS:** Comparative; Sustainability; Fiber Cement Tiles; Green roof.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> – Estimativa de crescimento demográfico de 2010 a 2060.....	04
<b>Figura 2.1</b> – Camadas do Telhado Verde .....	08
<b>Figura 2.2</b> – Tipo de Telhado Verde Extensivo .....	09
<b>Figura 2.3</b> – Tipo de Telhado Verde Intensivo.....	09
<b>Figura 3.2</b> – Projetos dos Protótipos em Planta Baixa.....	12
<b>Figura 3.2.1</b> – Projetos dos Protótipos de Cobertura.....	12
<b>Figura 3.2.2</b> – Projeto dos Protótipos em 3D.....	12
<b>Figura 3.2.3</b> – Projeto dos Protótipos em 3D.....	13
<b>Figura 3.2.4</b> – Projeto dos Protótipos em 3D.....	13
<b>Figura 3.3</b> – Marcação do Terreno.....	16
<b>Figura 3.4</b> – Escavação do terreno e alocação da armadura.....	16
<b>Figura 3.5</b> – Concretagem da fundação dos pilares.....	17
<b>Figura 3.6</b> – Escavação dos Blocos.....	17
<b>Figura 3.7</b> – Concretagem dos Blocos.....	18
<b>Figura 3.8</b> – Fabricação das vigas baldrame.....	18
<b>Figura 3.9</b> – Fabricação dos pilares.....	18
<b>Figura 3.10</b> – Fabricação da laje.....	18
<b>Figura 3.11</b> – Laje após 14 dias de cura.....	19
<b>Figura 3.12</b> – Fabricação da Platibanda.....	19
<b>Figura 3.13</b> – Telhado de Fibrocimento.....	20
<b>Figura 3.14</b> – Calha Galvanizada.....	20
<b>Figura 3.15</b> – Lona impermeabilizante.....	21
<b>Figura 3.16</b> – Manta contra raízes.....	21
<b>Figura 3.17</b> – Sistema de drenagem.....	22
<b>Figura 3.18</b> – Manta permeável.....	22
<b>Figura 3.19</b> – Terra.....	23
<b>Figura 3.20</b> – Vegetação.....	23
<b>Figura 3.21</b> – Teste no Telhado de Fibrocimento.....	23
<b>Figura 3.22</b> – Coleta de amostragem.....	23
<b>Figura 3.23</b> – Teste no Telhado Verde.....	24

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.1</b> - Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseadas na experiência de Portland-EUA.....	04
<b>Tabela 2.1</b> – Características de utilização para os tipos de telhado verde.....	10
<b>Tabela 3.3.1</b> – Análise de custos do Telhado Convencional... ..	14
<b>Tabela 3.3.2</b> – Análise de custos do Telhado Verde.....	15
<b>Tabela 4.1</b> – Resultados dos Testes.....	25
<b>Tabela 4.2</b> – Orçamento de materiais do Telhado de Fibrocimento.....	26
<b>Tabela 4.3</b> – Orçamento de materiais do Telhado Verde.....	26

**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 4.1</b> – Escoamento do ciclo da água de cada telhado.....	25
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FACEG – Faculdade Evangélica de Goianésia

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

a.C. – Antes de Cristo.

Db – Decibéis

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**LISTA DE SÍMBOLOS**

% - Porcentagem

US\$/m<sup>2</sup> – Dólar por metro quadrado

*Kg/m<sup>-2</sup>* - Kilograma por metro quadrado

Ψ<sub>a</sub> – Coeficiente anual de descarte

°C – Graus celsius

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>i</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>1.3 METODOLOGIA .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO TELHADO VERDE .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO TELHADO VERDE.....</b>	<b>5</b>
2.3.1 Vantagens do Telhado Verde.....	7
2.3.2 Desvantagens do Telhado Verde.....	7
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 PROJETO DOS PROTÓTIPOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 ORÇAMENTO DOS CUSTOS.....</b>	<b>25</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos pode-se perceber um crescimento gradativo no setor de engenharia civil, segundo os dados colhidos pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2020), a construção civil deve crescer no próximo ano 3% em relação ao ano passado. Em meados do ano de 1970, o maior índice populacional apresentado era rural, após este ano houve um êxodo rural, e desde então as cidades tem apresentado um aumento considerável (IBGE 1970 e 2010). Conseqüentemente com essa evolução, tem surgido impactos ambientais, que geraram uma insuficiência no descarte de água pluvial. Atualmente, no Brasil foram registradas diversas catástrofes relacionadas ao mal escoamento da água da chuva.

Em razão destes fatores, a construção civil aclimou medidas sustentáveis em meios habitacionais. Um dos exemplos é o telhado verde. “O telhado verde por definição é todo o telhado que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato de vegetação.” (NASCIMENTO, 2010). De acordo com a Tabela 1.1 podemos avaliar de forma comparativa as características da captação de água da chuva do telhado verde e dos telhados convencionais.

**Tabela 1.1** - Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseadas na experiência de Portland-EUA.

Assunto	Telhado Verde	Telhado Convencional
	Água de Chuva	
Mitigação da Vazão de Pico	Redução dos picos de escoamento de chuvas intensas	Nenhuma
Vegetação	Permite evapotranspiração sazonal, promove a fotossíntese, o oxigênio, o balanço carbono hídrico	Nenhuma
Espaço Verde	Realoca espaços verdes perdidos com as edificações, no entanto não equivalente a uma floresta	Nenhuma
Redução das Taxas de Drenagem Urbanas	Pode chegar a 45%	Nenhuma
Habitabilidade	Amortece ruídos, elimina luzes ofuscantes, alternativa estética, oferece recreação passiva	Nenhuma
Custos	Altamente variável entre 54-130 US\$/m <sup>2</sup> para novas construções, e 75-215 US\$/m <sup>2</sup> para reforma	Altamente variável entre 22-107 US\$/m <sup>2</sup> para novas construções, e 43-161 US\$/m <sup>2</sup> para reforma

Fonte: BASS; KÖHLER; LIPTAN; STRECKER, 2001(MODIFICADO)

A cobertura verde pode parecer um fenômeno da modernidade, porém sua origem é de tempos remotos, surgido em 6000 a.-C. na antiga Mesopotâmia. Onde as construções que



continham jardins eram chamadas de Zigurates (QUINTELLA, 2012). Com o passar dos anos, as cidades foram evoluindo e conseqüentemente fatores que agridem o meio ambiente acompanharam essa evolução.

Em decorrência ao crescimento da urbanização, as áreas verdes foram sendo cada vez mais comprimidas, e com isso pôde-se notar alterações, como as mudanças climáticas (BERNDTSSON, 2010). Em consequência disto, muitas cidades promoveram mecanismos de redução destes agravantes, para amenizar os impactos e uma forma de devolver a natureza as áreas que foram desmatadas.

Cidades como Copenhague, Toronto e Berlim estão cada vez mais modificando os telhados convencionais para telhados verdes, enquanto no Brasil ainda está em desenvolvimento. O telhado verde reduz os problemas urbanos, promovendo maior qualidade de vida, abrigo da biodiversidade, lazer e cultivo de alimentos (CARDIM, 2015).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Esta concepção analítica motivou o projeto, diante aos quais, a evolução dos setores habitacionais que delimitam uma extensa série de fatores que prejudicam ao meio ambiente. E pensando em meios de reduzir os danos causados, tem-se utilizado diversas modalidades sustentáveis a serem adaptados à construção civil. Como por exemplo, o telhado verde, sendo um presente fato, ao qual será tratado no decorrer desta pesquisa.

O telhado verde, é utilizado para reduzir o consumo energético nas edificações, ilhas de calor urbanas, aliviar a poluição do ar, diminuir os fluxos de águas pluviais no sistema de drenagem, abrandar resíduos e devido a variada utilização de plantas, aumentar a biodiversidade presente na região (MENDONÇA; MELO, 2017).

Dentre essas, existem um alto valor estético na edificação ao incluir vegetação nos ambientes, por exemplos os jardins de inverno, inseridos em suítes, sala de jantar e vários outros espaços. Em virtude disso, o telhado verde no verão limita as altas temperaturas de encetar a residência conservando uma temperatura ambiente, gerando economia nos gastos de ar condicionado. Sendo um excelente isolante acústico, reduz o barulho externo da residência (BASS; KÖHLER; LIPTAN; STRECKER, 2001).

Por efeito, no decorrer deste, pretende-se defender e aprimorar ainda mais a utilização do telhado verde no Brasil, como em outros países, tendo em vista que, existem falhas na exploração dos mesmos.

Portanto, esse trabalho se justifica como um mecanismo sustentável a ser ingressado na construção civil em comparação as telhas de fibrocimento, visando uma melhoria para os ambientes das residências unifamiliares de forma ecológica e estética.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar de modo comparativo os métodos construtivos de telhado, verde e convencional, em relação a custos e características de sustentabilidade e captação de água pluvial.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Construir um modelo de telhado verde e convencional;
- Comparar os modelos quanto a sustentabilidade e captação da água da chuva do telhado verde e das telhas de fibrocimento;
- Fazer uma análise econômica entre as telhas de fibrocimento e do telhado verde em residências unifamiliares.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

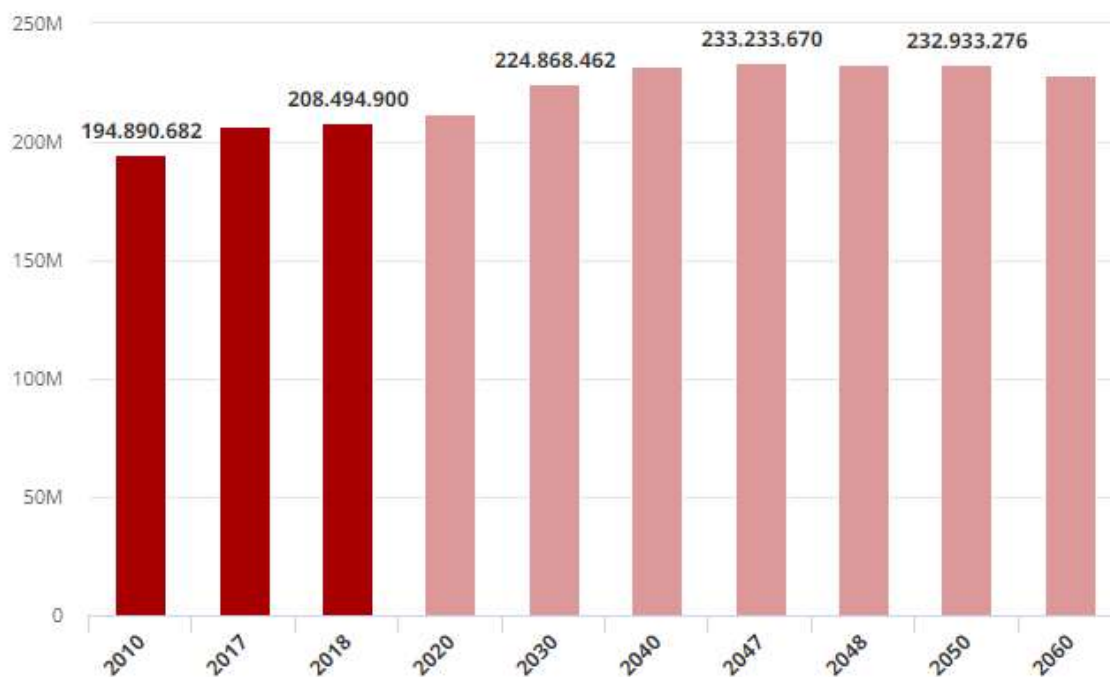
O trabalho está organizado em cinco capítulos. Dentre eles, temos o capítulo 2, a seguir, que descreve a revisão bibliográfica. Seguindo para o capítulo 3 temos materiais e métodos, onde primeiramente é apresentado o objetivo do protótipo a ser construído para a comparação assim mencionada, materiais a serem utilizados, a construção do protótipo, e por fim as etapas de testes em ambos telhados. No capítulo 4 é exposto os resultados e discussões da análise comparativa, e no capítulo 5 apresentamos a conclusão desta pesquisa tendo finalidade em na análise de benefícios e custos entre os telhados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Entre os anos de 1940 e 1970 o Brasil teve um processo rápido de crescimento demográfico, em consequência de seu alto crescimento vegetativo. A população passou de 41 para 93 milhões de pessoas, com taxa média de crescimento de 2,8% ao ano. E nas décadas seguintes, a taxa média anual passou de 2,4% em 1980, para 3,0% em 1990 e 2,9% em 2000. (CARVALHO, 2004)

Pode-se analisar abaixo por meio da Figura 1.1, segundo o site de pesquisas, IBGE, 2018 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que a estimativa do crescimento demográfico brasileiro terá uma grande evolução até o ano de 2047:

**Figura 1.1** – Estimativa de crescimento demográfico de 2010 a 2060.



Fonte: IBGE, 2018.

Consequentemente, com toda essa evolução demográfica vem acompanhada o aumento de construções. O setor da construção civil se destaca pelo seu processo contínuo de expansão, sendo diretamente responsável pela estrutura urbana, providenciando mudanças sociais na qualidade de vida nas cidades, de modo simultâneo que pode representar ameaças à sustentabilidade no sentido de ocupar espaços que podem impactar o meio ambiente natural. E também usa uma numerosa quantidade de recursos gerando resíduos sólidos que causam impactos ao meio ambiente (MACEDO, 2015).

Os impactos ambientais consequenciais da construção civil são maiores em países em crescimento do que em desenvolvidos, entretanto, a indústria da construção civil nestes últimos anos não pode negligenciar cuidados ambientais e está impelida a desenvolver inovações para satisfazer os crescentes requisitos ambientais (SAKR, 2010).

Contudo, é certo lembrar que as cidades não nascem grandes, se estabelecem aos poucos e constroem sua identidade perante a um conjunto de aspectos que se junta para formar um ambiente de complexas relações. Podendo ser governadas para respeitar as limitações impostas pela natureza, em termos de capacidade de recuperação, também como as limitações relacionadas aos aspectos sociais, econômicos, institucionais. É assim que surge então as discussões sobre a sustentabilidade urbana (MACEDO, 2015).

## 2.1 SUSTENTABILIDADE

Diante aos fatos apresentados por Sachs (2008), a sustentabilidade é o principal desafio do século XXI. Onde a indústria da construção civil significativamente caracteriza-se como uma das principais consumidoras dos recursos naturais e geradoras de resíduos, visto que possui em sua utilização boa parte de materiais não provenientes de fontes renováveis.

De acordo com autor Gorbachov de A Carta da Terra (2000), é de necessidade compartilhada de valores básicos, a obtenção de fundamentos éticos a comunidade mundial emergente, e afirma ser de princípios interdependentes, um modo de vida sustentável, através de condutas de todos indivíduos, organizações, empresas, governo e instituições transacionais será guiada e avaliada.

Ao analisar diferenças entre as propostas de conceituação do que seja sustentabilidade, é importante observar que todas constituem um chamado à ação quanto ao uso de recursos renováveis e não renováveis, como minerais e combustíveis fósseis, que minimizem o esgotamento e não causem danos ambientais graves, possam garantir a subsistência atual e futura da humanidade e apoio à vida no planeta (ORTEGA, 2014).

## 2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO TELHADO VERDE

Os telhados verdes não constituem nenhuma inovação tecnológica, pois há muitos séculos já se fazia uso desta técnica construtiva de estimável valor para a manutenção do ciclo hidrológico. Os primeiros jardins suspensos construídos pelo homem foram os zigurates da antiga Mesopotâmia e na Babilônia, sendo construídos entre 6000 e 4500 a.C. Na Babilônia se

encontrava o mais famoso de todos, o Etemenanki que tinha uma altura total de 91 metros e base quadrada de 91 metros (ARAÚJO, 2007).

O grande número de construções com coberturas verdes, pelos povos antigos dessas regiões, se deve ao seu ótimo desempenho térmico proporcionado, em função da camada combinada entre solo e vegetação, que em ambientes de climas quentes, impedem a passagem de calor para dentro das edificações e em climas frios retêm por mais tempo o calor dentro das edificações (OSMUNDSON, 1999).

Os Vikings utilizavam na construção de suas casas, camadas de gramado em suas paredes e telhados para se protegerem das chuvas e dos ventos. Na Índia, nos séculos XVI e XVII, e em algumas cidades espanholas já existiam seus exemplos de coberturas com vegetação. A partir deste momento começaram a surgir em algumas cidades francesas e por toda a Escandinávia, até a metade do século XX a construção de coberturas verdes que eram consideradas inclusive como uma prática de cultura popular (ARAÚJO, 2007).

## 2.3 PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO TELHADO VERDE

### 2.3.1 Vantagens do Telhado Verde

- Controle de precipitação: A água pluvial tende a ficar retida, onde uma parte evapora e pouca quantidade chega ao solo, reduzindo as enchentes;
- Eficácia na utilização de energia: Melhoram na temperatura do ambiente, trazendo conforto, sendo desnecessário a utilização de aparelhos para resfriamento;
- Melhoria na estética urbana: É de grande importância para a saúde humana, um simples gesto de ter uma visão verde, todos os dias;
- Qualificação do ar: O ambiente próximo ao telhado, tende a ser mais frio e úmido, melhorando o clima em épocas calorosas. O telhado verde absorve grande quantidade de poluição e poeira, melhorando a qualidade do ar;
- Acréscimo da Área Útil: A área impermeável das construções na cidade pode chegar até 75% de sua área total, destinando-se 25% a áreas verdes. Com o telhado verde, poderia se utilizar 100% permeável com sua área verde elevada;
- Valorização de imóveis: Telhados verdes tende a ser uma diferenciação em relação a venda do imóvel. Imóveis que apresentam área verde, são mais valorizados em cidades grandes;

- Mitigação acústica: Telhado verde promove um isolamento acústico urbano. O mesmo, contendo 12 centímetros de substrato, pode reduzir a transmissão de sons em até 40db (ALBERTO; RECCHIA; PENEDO; PALETTA,2012).

### **2.3.2 Desvantagens do Telhado Verde**

- Alto custo inicial: Telhados verdes tende a ter um custo alto em sua construção, pois deve-se reforçar toda a estrutura;
- Mão de obra qualificada: Exige qualificação em sua construção;
- Biodiversidade indesejada: Atrai diversidade de espécies para si;
- Manutenção para os intensivos: Exige uma manutenção específica por aderir a diversos tipos de plantas e conseqüentemente ser mais pesado. Deve-se considerar no cálculo da estrutura uma carga média de 300 Kg/m<sup>2</sup> (NETO, 2012).

## **2.4 COMPOSIÇÃO DO TELHADO VERDE**

A construção do telhado verde é feita de modo direto sobre uma laje de concreto, com a inclinação a cerca de 10% para que tenha um bom escoamento da água pluvial. Sequencialmente vem a camada de impermeabilização, para que não haja nenhum tipo de infiltração, ela é feita com uma manta asfáltica, onde cobre toda a laje e 40cm acima de cada lado. Logo em seguida utiliza-se uma membrana antirraízes de PVC.

Sobre a mesma, utiliza-se uma camada de proteção mecânica, plástica, com formato de copos, com concavidades na superfície para captação ou retenção de água. Seguindo vem a argila, com aproximadamente 7 cm de espessura. Após a argila, é colocado uma manta de bidim, sua funcionalidade é filtrar a água que entra no solo, contendo as partículas do solo. A camada seguinte é o substrato, onde coloca-se cerca de 10 cm de terra adubada. A cima do substrato deposita-se a vegetação (SILVA; DUARTE, 2017). Todas essas camadas, podemos analisar na Figura 2.1 abaixo:

**Figura 2.1** - Camadas do telhado verde.



Fonte: CLASSIFICADOS FOLHA, 2014. (Modificado)

## 2.5 TIPOS DE TELHADO VERDE

Os tipos de telhado verde são definidos de acordo com a densidade do plantio, tipo de vegetação e capacidade estrutural do telhado, dividida em duas categorias distintas representadas por extensivas, mais leve e o intensivo, mais pesado (PENDIUK; MOÍSES; PEREIRA, 2017).

O extensivo possui baixa profundidade de substrato em sua composição, dispondo de plantas de pequeno porte, que exigem pouca manutenção e irrigação, devido ao seu crescimento baixo e lento (JOBIM, 2013). Abaixo, segue uma ilustração na Figura 2.2 de um telhado verde em modelo extensivo:

**Figura 2.2** – Tipo de Telhado Verde Extensivo.



Fonte: PLASMA, Engenharia e Sustentabilidade, 2017.

Os intensivos possuem uma camada mais espessa de substrato, maior diversidade de vegetação, podendo suportar plantio de pequeno e médio porte. Possui uma maior captação de água e nutrientes, e com algumas desvantagens como a necessidade de manutenções mais regulares, uma estrutura mais reforçada para o suporte adequado da sobrecarga (ZINCO, 2007). Segue abaixo na Figura 2.3 representativa do tipo de Telhado Verde intensivo:

**Figura 2.3** – Tipo de Telhado Verde intensivo:



Fonte: PLASMA, Engenharia e Sustentabilidade, 2017.

Discorrendo-se sobre os efeitos hidrológicos do telhado verde, ele pode ser inserido no rol das técnicas que podem ser empregadas como estrutura de detenção e retenção de água da chuva. Nos quais apresentam diferenças significativas em relação a operação e manutenção, decorrentes de suas características inerentes (MORUZZI; MOURA; BARBASSA, 2014).



Conforme a Tabela 2.1 abaixo, denota-se as necessidades características para cada tipo de Telhado Verde.

**Tabela 2.1** – Características de utilização para os tipos de Telhado Verde.

Sistema de Cobertura Verde	Profundidade do substrato (m)	Porte das Plantas	Retenção de água – média anual (%)*	Coefficiente anual de descarte $\psi_a$ / coeficiente de selagem*
Extensivo	0,02 a 0,04	Forrações e Sedum	40	0,60
	> 0,04 a 0,06	Sedum e forrações	45	0,55
	>0,06 a 0,10	Sedum, forrações e herbáceas	50	0,50
	>0,10 a 0,15	Sedum, herbáceas e forrações	55	0,45
	>0,15 a 0,20	Forrações e herbáceas	60	0,40
Intensivo	0,15 a 0,25	Gramma, arbustos e capão	60	0,40
	> 0,25 a 0,50	Gramma, arbustos e capão	70	0,30
	> 0,50	Gramma, arbustos, capão e árvores	> 90	0,10

\* Os valores apresentados consideram precipitações anuais entre 650 mm a 800 mm. Para regiões com baixa precipitação anual, a retenção é maior.

Fonte: IBIAPINA,2010

## 2.6 TELHA DE FIBROCIMENTO:

As Telhas de Fibrocimento é consideravelmente bastante utilizada nos projetos atuais. São produzidas com fibras de amianto e cimento e possui incontáveis modelos, espessuras e tamanhos. (ZEMAD, 2020)

### 2.6.1 Principais vantagens da telha de fibrocimento

- Seu valor gera uma redução de gastos totais da obra, sem reduzir a qualidade da obra;
- Duráveis e de fácil manuseio;
- Possui diversos tamanhos e espessuras;
- Possui resistência a corrosão;
- Podem receber pintura, aprimorando a estética (ZEMAD, 2020).

### 2.6.2 Desvantagens da Telha de Fibrocimento

- Causa aquecimento no interior do ambiente;
- A telha que possui amianto em sua composição pode causar danos à saúde;
- Quando colocada expostas pode desvalorizar a estética da obra;
- Possui 100% de vazão de água pluvial (GALVAMINAS, 2020).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvido neste projeto uma pesquisa bibliográfica e experimental, comparando-se por meios teóricos e através de um protótipo de uma residência unifamiliar. O experimento foi realizado na cidade de Goianésia, localizada no estado de Goiás, nos quais possui uma média de temperatura de 24,4 °C e pluviosidade média anual de 1502mm. (CLIMATE-DATA, 2020)

Fez-se um protótipo de um metro quadrado para desenvolver uma análise comparativa. Será incrustado telhas de fibrocimento juntamente com a calha, e após a realização do teste, será adaptado o telhado ecológico e calha, ambos com inclinação de 10% e reservatório de água para fins de obter dados demonstrativos.

Será depositado sobre ambos os telhados uma simulação da precipitação de 1 litro de água, em seguida, será coletado três resultados em milímetros e calculado a média entre eles, transformando-se em porcentagem. Com intuito de demonstrar a eficácia na retenção de água pluvial do telhado verde em relação ao telhado convencional para as residências.

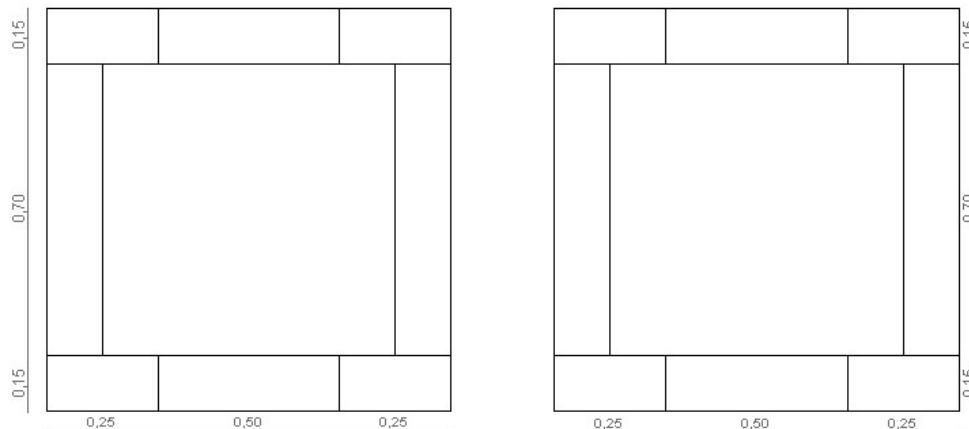
#### 3.1 MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS:

- Tijolo furado;
- Cimento Portland;
- Vergalhões CA 50;
- Areia média;
- Areia fina;
- Treliças;
- Isopor;
- Brita 0;
- Brita 1;
- Telha de Fibrocimento;
- Calha Galvanizada;
- Manta impermeabilizante;
- Manta permeável;
- Substrato;
- Vegetação;
- Canaleta cerâmica em U;
- Água;
- Barreira contra raízes.

### 3.2 PROJETO DO PROTÓTIPO:

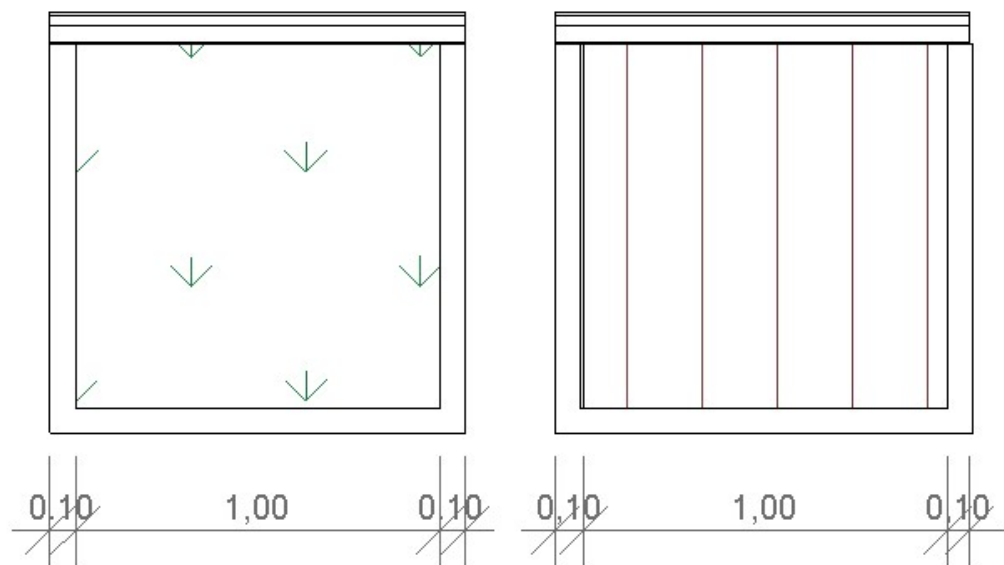
Abaixo nas Figuras 3.2 e 3.3 segue suposto projeto arquitetônico, em planta baixa e de cobertura, do protótipo a ser executado para comparação de ambos tipos de telhado, onde as medições estão todas em metros, com inclinação do telhado de 10%, área quadrada de um metro.

**Figura 3.2 – Projeto dos Protótipos em Planta Baixa.**



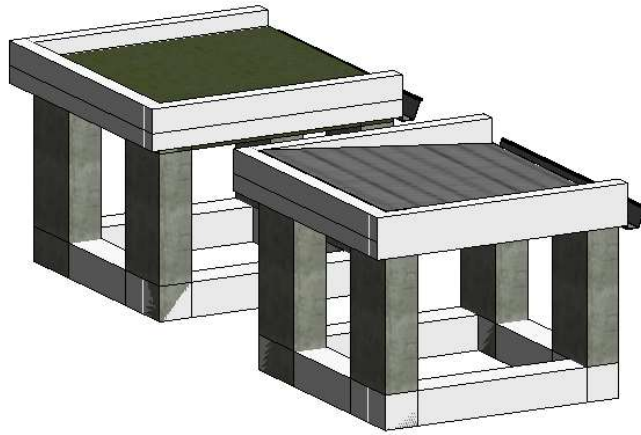
Fonte: autores, 2020.

**Figura 3.2.1 – Projeto dos Protótipos de Cobertura.**



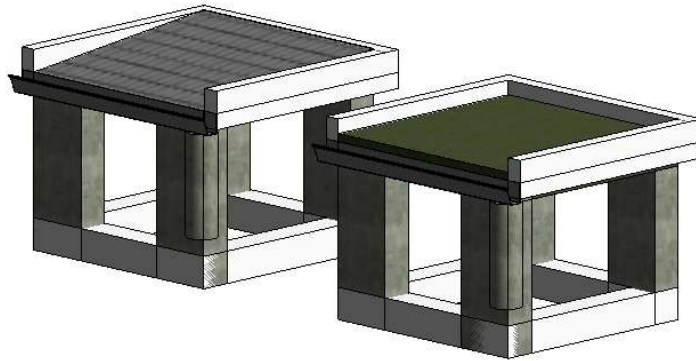
Fonte: autores, 2020

**Figura 3.2.2** – Projeto dos Protótipos em 3D.



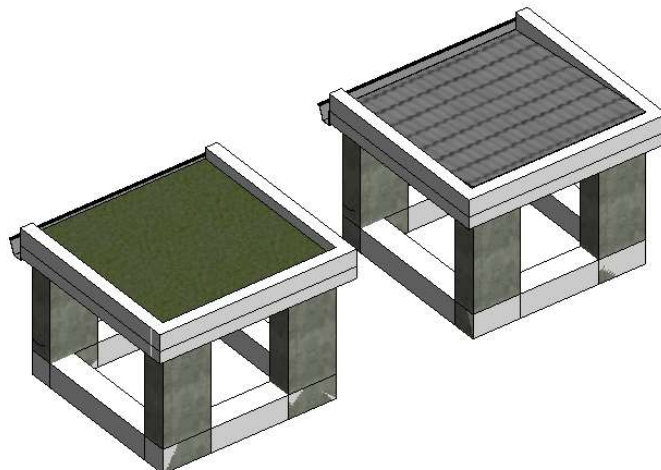
Fonte: autores, 2020

**Figura 3.2.3** – Projeto dos Protótipos em 3D.



Fonte: autores, 2020

**Figura 3.2.4** – Projeto dos Protótipos em 3D.



Fonte: autores, 2020

### 3.3 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Primeiramente, foram feitas marcações no terreno para determinar o local e medida da construção do protótipo. Conforme a Figura 3.3 abaixo, pode-se analisar uma marcação exata de um metro quadrado:

**Figura 3.3** – Marcação do terreno.



Fonte: autores, 2020.

Após as marcações do terreno, e a determinação da locação das estacas, foi realizado a escavação. De acordo com a Figura 3.4 abaixo, foram realizadas as escavações do terreno em 30 cm e logo após, colocado a armadura:

**Figura 3.4** – Escavação do terreno e alocação da armadura.



Fonte: autores, 2020.

Em seguida, foram efetuadas as concretagens das respectivas fundações dos pilares. Para que em continuidade, pudesse ser confeccionado os blocos. Conforme a Figura 3.5 abaixo:

**Figura 3.5** – Concretagem da fundação dos pilares.



Fonte: autores, 2020.

Posteriormente, foram escavados os blocos de fundações dos pilares, em seguida foram feitas a concretagem, assim como mostra as Figuras 3.6 e 3.7:

**Figura 3.6** – Escavação dos blocos.



Fonte: autores, 2020.

**Figura 3.7** – Concretagem dos blocos.



Fonte: autores, 2020.

Após a concretagem dos blocos, prosseguimos com a construção das vigas baldrame. Primeiramente foram alocadas as armações alinhadas com os pilares, conforme a Figura 3.8. E em seguida, com auxílio das formas, foi dado início a concretagem das vigas:

**Figura 3.8** – Fabricação das vigas baldrame.



Fonte: autores, 2020.

Continuamente seguindo para as armações dos quatro pilares com medidas de 19 cm x 39 cm. Utilizado como forma, canaletas cerâmicas com as mesmas medidas, assim como mostra

na Figura 3.9. No entanto, diferente das formas de madeira comum elas não foram retiradas. Foram rebocadas com espessura aproximada de 1,5 cm como finalização:

**Figura 3.9** – Fabricação dos pilares.



Fonte: autores, 2020.

Na Figura 3.10, pode-se observar que a laje foi fabricada no chão, com área de 1,44 metros quadros, sendo uma laje com EPS (Placas de Poliestireno Expandido), fabricado com auxílio de treliças e malha de aço. Após, foi adicionado o concreto e finalizando-a. Para obter uma cura de melhor resistência, com 24 horas ela foi molhada e com 7 dias novamente. Aos 14 dias, a mesma foi molhada pela última vez e retiradas as escoras de tábuas de sustentação assim como a Figura 3.11:

**Figura 3.10** – Fabricação da laje.



Fonte: autores, 2020.



**Figura 3.11** – Laje após 14 dias de cura.



Fonte: autores, 2020.

Em seguida, a laje foi colocada sobre os pilares, e para acabamento da parte estrutural, foi realizada uma finalização com a platibanda. Conforme a Figura 3.12, sendo assim a estrutura fica pronta para receber a cobertura.

**Figura 3.12** – Fabricação da Platibanda.



Fonte: autores, 2020.

Primeiramente, foram adicionados calços para obter uma inclinação de 10% que também foram aproveitados para o telhado verde, considerando que ambos possuem a mesma inclinação. Em seguida inseridas as telhas de fibrocimento, de acordo com a Figura 3.13:

**Figura 3.13** – Fabricação das vigas baldrame.



Fonte: autores, 2020.

Após, encaixamos a calha de chapa galvanizada com desenvolvimento de 360 mm com 1,2 m de comprimento. Ela foi fabricada com 20 cm a mais, para que pudesse ser encaixada de forma mais prática na edificação. Assim como mostra na Figura 3.14:

**Figura 3.14** – Calha Galvanizada.



Fonte: autores, 2020.

Em seguida, para o Telhado Verde, com a lona impermeabilizante, que evita que a edificação receba qualquer tipo de vazão vinda do Telhado Verde e sua vegetação. Conforme a Figura 3.15:

**Figura 3.15** – Lona impermeabilizante.



Fonte: autores, 2020.

A segunda camada, é uma manta contra raízes, como por exemplo tela de matéria têxtil, de tecido plástico reciclável, muito utilizada para transporte de adubo orgânico. Assim como mostra a Figura 3.16:

**Figura 3.16** – Manta contra raízes.



Fonte: autores, 2020.

A terceira camada, é o sistema de drenagem. Para melhor drenar a água da chuva, evitando poças que prejudique na vazão. Foi utilizado brita nº1, assim como a Figura 3.17 nos mostra:

**Figura 3.17** – Sistema de drenagem.



Fonte: autores, 2020.

A quarta camada é um tecido permeável que facilita a passagem da água da chuva entre a terra e o sistema de drenagem, para que com a água da chuva não “lave” a terra. Assim como representa a Figura 3.18:

**Figura 3.18** – Manta permeável.



Fonte: autores, 2020.

A quinta camada, é a cobertura de terra em toda extensão do telhado, como já dito anteriormente, em uma área de um metro quadrado. Conforme a Figura 3.19:

**Figura 3.19** – Terra.



Fonte: autores, 2020.

A sexta e última camada é a vegetação. Foi adicionado grama esmeralda em uma área de um metro quadrado, para que fosse realizado os testes de precipitação e captação da água da chuva. Conforme a Figura 3.20:

**Figura 3.20** – Vegetação.



Fonte: autores, 2020.

### 3.4 EXECUÇÃO DOS TESTES

Inicialmente, foram executados os testes nas telhas de fibrocimento. Onde em um recipiente foi coletado um litro d'água, e com a ajuda de uma escorredeira foi simulado a precipitação sobre o telhado. Assim como mostra na Figura 3.21, este teste foi repetido por três vezes e coletados os dados de vazão escoada em outro recipiente conforme a Figura 3.22:

**Figura 3.21** – Teste no Telhado de Fibrocimento.



Fonte: autores, 2020.

**Figura 3.22** – Coleta de amostragem.



Fonte: autores, 2020.

A Figura 3.23, apresenta o teste sendo realizado no telhado verde, assim como no telhado de fibrocimento, foi despejado sobre ele um litro d'água e colhido a vazão escoada com ajuda de outro recipiente. O teste também foi repetido por três vezes e tomado nota dos resultados.

**Figura 3.23** – Teste no Telhado Verde.



Fonte: autores, 2020.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, deve-se levar em conta que os testes foram realizados com ambos telhados em estado seco, sendo assim, a partir de cada teste realizado pode-se notar um aumento na vazão, de acordo com a saturação dos mesmos. Chegando assim, um momento em que os dois possuem a mesma quantidade de vazão, isso quando ambos estiverem 100% saturados. Porém, o Telhado Verde tem a vantagem de retardar o efeito da vazão, sendo vagaroso sua saturação completa em edificações de grande porte. Posto isso, seria uma ótima alternativa de solução de cidades que enfrentam problemas com enchentes como São Paulo.

Com base nos dados colhidos, com a realização dos três testes com cada telhado, foi-se extraído os dados conforme a Tabela 4.1

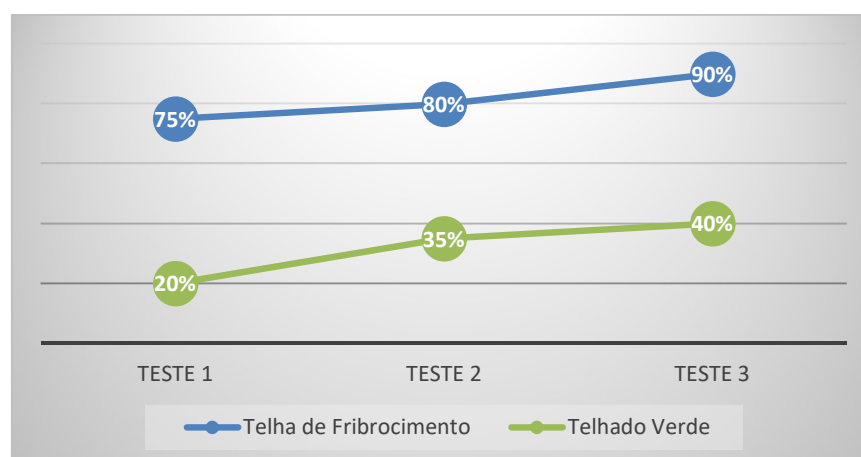
**Tabela 4.1** – Resultados dos testes.

	Telha de Fibrocimento	Telhado Verde
<b>Teste 1</b>	1 litro / 750 ml	1 litro / 200ml
<b>Teste 2</b>	1 litro / 800 ml	1 litro / 350ml
<b>Teste 3</b>	1 litro / 900 ml	1 litro / 400ml

Fonte: autores, 2020.

Após a obtenção destes dados colhidos, então, foi feita a média aritmética entre tais valores, transformando-os em porcentagens, para comprovar que a retenção de água pluvial se dá por maior quantidade no Telhado Verde. Para um melhor entendimento, foi elaborado o Gráfico 4.1, afim de demonstrar a porcentagem de escoamento em cada teste realizado:

**Gráfico 4.1** – Escoamento do ciclo da água de cada telhado.



Fonte: autores, 2020.

O Gráfico 4.1 mostra com a linha azul que nos testes com as Telhas de Fibrocimento houve um escoamento considerável, com uma média aproximada de 82% de precipitação já escoado. Enquanto na linha verde é representado o escoamento de água do Telhado Verde, seguindo o mesmo raciocínio de vazão, foi escoado uma média total aproximada de 32%.



#### 4.1 ORÇAMENTO DE CUSTOS DOS MATERIAIS

Para analisar os custos do protótipo foi utilizado o auxílio da tabela orçamentária da Sinap, Novembro/2020. Como o protótipo foi confeccionado com um metro quadrado, a determinação dos quantitativos é baseado nessa área. Conforme os anexos das tabelas orçamentárias da Sinap Novembro/2020, pode-se analisar que a maioria dos itens nelas integrados unitariamente, são de apenas uma quantidade.

Para os dados custeais, foram elaboradas duas tabelas, Tabela 4.2 e Tabela 4.3, uma para a construção do Telhado de Fibrocimento, e outra para o Telhado Verde. Como foi fabricado apenas um protótipo para ambos os telhados, os itens que compõem as tabelas, são apenas para o Telhado referido. Conforme apresentado abaixo:

**Tabela 4.2** – Orçamento de materiais do Telhado de Fibrocimento.

MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR (R\$)
Telha de Fibrocimento	0,5	UN	118,84
Calha em chapa de aço galvanizado com desenvolvimento de 33 cm	1,2	M	41,13
Laje pré-moldada, espessura de 12 cm	1	UN	250,49
			<b>TOTAL R\$ 359,67</b>

Fonte: autores, 2020.

**Tabela 4.3** – Orçamento de materiais do Telhado Verde.

MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR (R\$)
Calha em chapa de aço galvanizado com desenvolvimento de 33 cm	1,2	M	41,13
Laje pré-moldada, espessura de 12 cm	1	UN	250,49
Lona plástica	1	M <sup>2</sup>	1,00
Manta têxtil	1	M <sup>2</sup>	15,72
Pedra britada nº 1	1	M <sup>3</sup>	73,13
Terra vegetal	1,5	KG	0,59
Gramma esmeralda	1	M <sup>2</sup>	6,00
			<b>TOTAL R\$ 396,58</b>

Fonte: autores, 2020.

Através dos resultados que as tabelas apresentam, em relação aos custos totais, pode se obter que o Telhado de Fibrocimento possui custos inferiores por metro quadrado em relação ao Telhado Verde. Essa diferença de valores entre eles é de aproximadamente 9,31%. Devido a este fato, é mais comum optar-se por utilização da Telha de Fibrocimento, levando em conta seus custos, trabalhabilidade, e facilidade de acesso.

No entanto, considerando os benefícios para o setor de construção civil, o Telhado Verde apresenta-se mais compensativo ao setor imobiliário mesmo com as distinções de valores por metro quadrado.

## 5 CONCLUSÕES

No que diz respeito ao assunto abordado nesta pesquisa experimental, houve uma certa dúvida inicialmente por ser um tema bastante complexo e pouco conhecido na região em que vivemos. Porém, no decorrer deste, pode se perceber o quanto o mesmo é interessante e cativante, sem mencionar, o quanto é gratificante construir algo e poder acompanhar cada etapa assim como foi feito.

Com base nas pesquisas realizadas sobre o tema, ficamos maravilhados com os modelos já construídos e com a eficácia do telhado para a construção civil, e para o meio ambiente. A realização do protótipo, era comparar os tipos de telhados e comprovar essa modalidade sustentável que é o telhado ecológico.

Com a análise do Telhado Verde, apontou resultados bastantes satisfatórios diante do Telhado de Fibrocimento, como tais requisitos:

- Sustentabilidade dentro do setor imobiliário, por se tratar de uso de materiais renováveis, e por trazer de volta a biodiversidade para a urbanização;
- Retenção de água da chuva, por apresentar um melhor desempenho perante a simulação de precipitação de água, de acordo com os testes realizados;

Também sendo de suma importância, demonstrar as divergências de custos para a aquisição de ambos, sendo de aproximadamente 9,31%. Todavia o Telhado Convencional utilizado nos testes, apresentou custos reduzidos em relação ao Telhado Verde. Assim como demonstra as tabelas da Sinapi Novembro/2020 em anexo.

Contudo, o Telhado Verde apresenta-se custos mais elevados por necessitar de manutenções frequentes de acordo com tipo escolhido de vegetação, por exigir uma estrutura um tanto mais reforçado para suportar a carga o qual é submetida, e também por necessitar de mais cuidados na impermeabilização para evitar infiltrações nas edificações. Porém, é bastante compensativo por reduzir gastos com a refrigeração de ambientes internos e isolantes acústicos, já que estes estão inclusos nos benefícios do Telhado Verde. Outro fator bastante importante ressaltar, e que aparentemente pode se notar no protótipo é estética que ele manifesta na edificação.

Ao findar deste, para uma abordagem futura, seria extremamente interessante realizar testes com telhado verde intensivo, que consequentemente apresentará nos testes uma melhor retenção de água de com variados tipos de vegetação, utilizando por meio de software, a obtenção de cálculos estruturais para ter consciência de um valor máximo a ser gasto para um telhado ecológico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO, E. Z; RECCHIA, F. M; PENEDO, S. R. M; PALETTA, F. C. Estudo do Telhado Verde nas Construções Sustentáveis. São Paulo, 2012.

ALVES, E. Exôdo e sua contribuição à organização de 1950 a 2010, Revista de Política Agrícola (Embrapa), Ano 20, n° 2, Abr/Maio/Jun, p. 80-88, 2011.

ARAÚJO, S. R. As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

BASS, ; KÖHLER; LIPTAN; STRECKER. Mitigando a Ilha de Calor Urbana com Infraestrutura de Telhado Verde, 2000.

BERNDTSSON, J. C.; Desempenho do telhado verde no gerenciamento da quantidade de água de escoamento e qualidade: uma revisão. Engenharia Ecológica, n. 36, p.351-360. 2010.

CARDIM, R. Conheça 5 telhados verdes modernos na cidade de São Paulo. São Paulo, 01 de Junho de 2015.

CARVALHO, J.A.M.; "O tamanho da população brasileira e sua distribuição etária: uma visão prospectiva", São Paulo : ABEP, Anais V Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 1988.

GALVAMINAS. Soluções em ferro e aço, Conheça as vantagens das telhas de fibrocimento. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

GORBATCHOV, M.; A Carta da Terra. 1 pp. 2000.

HENN, A. B; CAGLIARI, A. I. A implantação do telhado verde e sua efetividade. Faculdade de Itapiranga, 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Rio de Janeiro, 2018.

JOBIM, A. L. Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo de água pluvial. Santa Maria, RS, 2013.

MACEDO, A. T; MARTINS, M. F. "A Sustentabilidade urbana na perspectiva das empresas construtoras em Campina Grande – PB", artigo apresentado no XII ENGEMA: Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, São Paulo, SP, 5-7 de Dezembro, 2011.

MELO, E. A.; MENDONÇA, M. H. M.; OLIVEIRA, J. R.; ANDRADE, G. L. C. Mudanças na política nacional de atenção básica: entre retrocessos e desafios. 2017.

MORUZZI, R. B; MOURA, C. C; BARBASSA, A. P. Avaliação do efeito da inclinação e umidade antecedente na qualidade e quantidade das parcelas escoadas, percoladas e armazenadas em telhado verde extensivo. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, São Paulo. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, 2014.

NASCIMENTO, W. C.; FREITAS, M. C. D.; SCHMID, A. Coberturas Verdes, A renovação de uma ideia. Universidade Federal do Paraná, 2010.

NETO, P. S. G. Telhados Verdes Associados Com Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva: Projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, p. 168. 2012.

ORTEGA, S. G. A sustentabilidade na construção civil: significados, práticas e ideologia. Organização e Sustentabilidade. Londrina, 2014.

OSMUNDSON, T. Roofs gardens: history, desing and construction. New York: W.W. Norton e Company, Inc, 1999.

PLASMA. Engenharia e Sustentabilidade, 2017.

PENDIUK, F; MOISÉS, I. C; PEREIRA, M. P. Telhado Verde: A evolução da tecnologias e suas funcionalidades. Centro Universitário Opet, 2017.

QUINTELLA, Maria. A Origem dos Telhados Verdes, 14 de Março de 2012

SAKR, D.A; SHERIF, A; EL-HAGGAR, S.M. “Environmental management systems’ awareness: an investigation of top 50 constructors in Egypt”, Journal of cleaner production, Vol. 18, No. 3, pp. 210-218, 2010.

SACHS, J. A Riqueza de Todos. A construção de uma economia sustentável em um planeta superpovoado, poluído e pobre. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

SILVA, M. C; DUARTE, S. Concepção e Projeto de Métodos Construtivos Sustentáveis: Aplicação do telhado verde e aproveitamento de água pluvial em um ambiente escolar. Tubarão, 2017.

SINAPI, para a escolha tecnológica em habitações populares. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XV, Novembro 2020.

ZEMAD, Madeiras. O que são telhas de fibrocimento?. São Paulo, 2020.

ZINCO. Life on Roofs, Sistemas de Telhado Verde, 2007.

## ANEXO A

Banco	Descrição	Un.	Qtd.	Preço Unit	Total
	COBERETURA DE FIBROCIMENTO				351,04
SINAPI	TELHA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, DE 3,00 X 1,06 M (SEM AMIANTO)	UN	0,5	118,84	59,42
SINAPI	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	M	1,2	41,13	41,13
SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA DE TRANSICAO EXCENTRICA EM CONCRETO ARMADO, DN 1200 MM, FURO CIRCULAR DN 600 MM, ESPESSURA 12 CM	UN	1	250,49	250,49
<b>TOTAL R\$: 359,67</b>					

## ANEXO B

Banco	Descrição	Un.	Qtd.	Preço Unit	Total
	COBERTURA VERDE				388,35
SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA DE TRANSICAO EXCENTRICA EM CONCRETO ARMADO, DN 1200 MM, FURO CIRCULAR DN 600 MM, ESPESSURA 12 CM	UN	1	250,49	250,49
SINAPI	LONA PLASTICA PRETA, E= 150 MICRA	M2	1	1,00	1,00
SINAPI	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	M	1,2	41,13	49,36
SINAPI	PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	1	73,13	73,13
SINAPI	TERRA VEGETAL (ENSACADA)	KG	1,5	0,59	0,88
SINAPI	MANTA GEOTEXTIL TECIDO DE LAMINETES DE POLIPROPILENO, RESISTENCIA A TRACAO = *25* KN/M	M2	1	15,72	15,72
SINAPI	GRAMA ESMERALDA OU SAO CARLOS OU CURITIBANA, EM PLACAS, SEM PLANTIO	M2	1	6,00	6,00
<b>TOTAL R\$: 396,58</b>					