

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

LINA OHARA

**APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE E ANÁLISE DE PERCEPÇÃO:
FORMULAÇÃO DE MANUAL DE INSTRUÇÕES DE PARÂMETROS TÉCNICOS E
CLIMÁTICOS DO SISTEMA NA ALTA PAULISTA**

TUPÃ – SP

2026

LINA OHARA

**APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE E ANÁLISE DE PERCEPÇÃO:
FORMULAÇÃO DE MANUAL DE INSTRUÇÕES DE PARÂMETROS TÉCNICOS
E CLIMÁTICOS DO SISTEMA NA ALTA PAULISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Inovação e Eficiência

Orientadora: Profa. Dra. Camila Pires Cremasco Gabriel

Coorientadoras: Profa. Dra. Mariana Matulovic da Silva Rodrigues e Profa. Dra. Angélica Gois Morales.

**TUPÃ – SP
2026**

O36a

Ohara, Lina

Aplicação de telhado verde e análise de percepção:
formulação de manual de instruções de parâmetros técnicos
e climáticos do sistema na alta paulista / Lina Ohara. -- Tupã,
2026 127 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP),

Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã

Orientador: Camila Pires Cremasco Gabriel

Coorientador: Angélica Gois Morales e Mariana Matulovic da
Silva Rodrigues

1. Sustentabilidade. 2. Telhados verdes. 3. Conforto térmico.
4. Vegetação. 5. Clima. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Tupã



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE E ANÁLISE DE PERCEPÇÃO: FORMULAÇÃO DE MANUAL DE INSTRUÇÕES DE PARÂMETROS TÉCNICOS E CLIMÁTICOS DO SISTEMA NA ALTA PAULISTA

AUTORA: LINA OHARA

ORIENTADORA: CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL

COORDENADOR: COORDENADORA: MARIANA MATULOVIC DA SILVA RODRIGUEIRO

COORDENADORA: ANGELICA GOIS MORALES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL
Data: 20/04/2026 11:43:01 -0300
Verifique em <https://validar.dl.gov.br>

Profa. Dra. CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE

Documento assinado digitalmente
FABIO MOSSO MOREIRA
Data: 20/04/2026 11:56:41 -0300
Verifique em <https://validar.dl.gov.br>

Dr. FÁBIO MOSSO MOREIRA (Participação Virtual)
Pos-doutorado / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Documento assinado digitalmente
REBECA DELATTORE SIMÕES
Data: 20/04/2026 11:58:01 -0300
Verifique em <https://validar.dl.gov.br>

Profª Drª REBECA DELATTORE SIMÕES (Participação Virtual)
Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE

Tupã, 29 de abril de 2026.

AGRADECIMENTOS

Estudar e adquirir conhecimento sempre foi meu objetivo de vida. O conhecimento nunca poderá ser usurpado, e por meio dele buscamos nossos anseios profissionais. Foi com muita espera, paciência, dedicação e disciplina é que enfim consigo realizar a defesa de dissertação, e isso claro não teria sido possível sem o apoio e a compreensão de todos que me cercam.

Deste modo agradeço imensamente à professora orientadora Camila, e professor Luís Roberto pela orientação e incentivo respectivamente. Agradeço também toda a equipe do projeto envolvidos como doutorandos, extensionistas e as coorientadoras professoras Angélica e Mariana.

Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) financiadora da minha bolsa de estudo no mestrado, foi um grande incentivo e me facilitou nesta jornada tão difícil.

Agora em nome do projeto agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que foi a agência financiadora do projeto.

Agradeço ainda o grupo de extensão universitária da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” UNESP - Faculdade de Ciências e Engenharia – FCE Campus de Tupã – São Paulo, que fez parte da jornada e continuará com o projeto.

Aos prestadores de serviços na construção da estrutura o Sr. Marlon e sua equipe (Patrick e Osnan). Principalmente aos voluntários que cederam um tempo e esforço sem pretensões de retorno financeiro: o Eduardo Henrique de Oliveira Estofalete o arquiteto responsável pelo projeto técnico da construção, ao voluntário que pintou a estrutura, e aos arquitetos Juliana Tesima e Igor Brito que fizeram o primeiro projeto.

Por fim agradecimento particular ao meu esposo, aos familiares e amigos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir a pesquisa, me dando apoio e compreendendo as noites mal dormidas e os dias corridos da rotina, e pela confiança depositada na minha capacidade, sobre tudo neste trabalho.

OHARA, LINA. **Aplicação de telhado verde e análise de percepção:** formulação de manual de instruções de parâmetros técnicos e climáticos do sistema na alta paulista. 2026. 127 folhas. Trabalho de Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento-PGAD) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã/SP, 2026.

RESUMO

A crise climática e o avanço da urbanização em que decorrem impactos ambientais têm impulsionado a busca por soluções sustentáveis, entre as quais se destaca a adoção de telhados verdes. Deste modo esta pesquisa teve como objetivo investigar os parâmetros técnicos e climáticos envolvidos na implantação de sistema de telhado verde no município de Tupã, interior do estado de São Paulo. Abordando os aspectos conceituais e classificatórios do telhado verde, e explicitando suas características técnicas, os tipos construtivos, o potencial de contribuição para o conforto térmico, a drenagem urbana e os benefícios ambientais sustentáveis. Com ênfase nos critérios adotados para seleção das camadas do sistema, as espécies vegetais e os elementos climáticos relevantes da Alta Paulista. A metodologia contempla levantamento bibliográfico, de caráter exploratório e qualitativo, com análise climática regional. Com objetivo de orientar a implantação prática em uma escola pública previamente selecionada. Espera-se que, ao final da pesquisa, seja possível propor diretrizes aplicáveis a projetos semelhantes em contextos urbanos de clima tropical, considerando as particularidades locais e os aspectos de manutenção e viabilidade técnica, além de um resultado positivo na disseminação da informação e conhecimento do sistema para a comunidade local.

Palavras-chave: Sustentabilidade urbana. Telhado verde. Conforto térmico. Vegetação. Clima tropical.

OHARA, LINA. ***Green Roof Implementation and Perception Analysis: Development of an Instruction Manual on Technical and Climatic Parameters of the System in the Alta Paulista***. 2026. 127 pages. Master's Thesis (Master's Program in Agribusiness and Development—PGAD) – Faculty of Sciences and Engineering, São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho,” Campus Tupã /SP, 2026.

ABSTRACT

The climate crisis and advancing urbanization, which have environmental impacts, have driven the search for sustainable solutions, among which the adoption of green roofs stands out. Thus, this research aimed to investigate the technical and climatic parameters involved in the implementation of a green roof system in the municipality of Tupã, in the interior of the state of São Paulo. It addresses the conceptual and classificatory aspects of green roofs, explaining their technical characteristics, construction types, potential contribution to thermal comfort, urban drainage, and sustainable environmental benefits. It emphasizes the criteria adopted for selecting the system layers, plant species, and relevant climatic elements of the Alta Paulista region. The methodology includes an exploratory and qualitative bibliographic survey with regional climate analysis. The objective is to guide the practical implementation in a previously selected public school. It is expected that, at the end of the research, it will be possible to propose guidelines applicable to similar projects in urban contexts with a tropical climate, considering local particularities and aspects of maintenance and technical feasibility, in addition to a positive result in the dissemination of information and knowledge of the system to the local community.

Key words: Urban sustainability. Green roof. Thermal comfort. Vegetation. Tropical climate.

APRESENTAÇÃO

O assunto “sustentabilidade” já era conhecido na época do meu ensino médio, que foi de 1994 a 1996, porém ainda não havia muita divulgação ou interação entre agentes públicos ou pesquisadores. Talvez por ser na época ainda muito recente em termos de tecnologias, informações e comunicações. E já me despertava interesse pois desmatamento e preservação apesar de tratativas modestas, já era uma preocupação na mídia.

No entanto, por condições financeiras não foi possível seguir com os estudos do ensino superior, conseguindo apenas terminar o ensino médio. Deste modo fiquei afastada dos estudos por muitos anos, por morar no exterior. Mas assim que retornei ao Brasil, retomei meus estudos e ingressei na graduação, assim surge a oportunidade de me aprofundar em pesquisas acadêmicas.

Desde então não parei mais, e em 2024 ingressei no curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento na Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências e Engenharia – UNESP, e a professora Camila me apresentou o projeto de Telhado Verde, assim me vi frente a uma oportunidade que havia ficado para trás. Me identifiquei com o tema de pronto e desde então tenho adquirido muita experiência e aquisição de informações e conhecimento na área da sustentabilidade.

Um tema de extrema importância nos dias de hoje muito mais que a 30 anos atrás. Uma oportunidade de poder contribuir e fazer algo principalmente como agente disseminador de informação e conhecimento.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Evolução de uso do telhado verde na antiguidade.....	18
Figura 2. The acros Fukuoka Prefectural International Hall em Fukuoka/Japão	19
Figura 3. Trindade Station in Porto/Portugal	20
Figura 4. Exemplo de telhado verde no Brasil.....	21
Figura 5. Estrutura das camadas do Telhado Verde	22
Figura 6. Comparativo dos sistemas.	25
Figura 7. Telhado verde tipo intensivo	26
Figura 8. Telhado verde tipo Extensivo	27
Figura 9. Telhado verde tipo Semi-intensivo	28
Figura 10. Mapa do Brasil com os tipos de clima	33
Figura 11. Mapa da região da Nova Alta Paulista	34
Figura 12. Esquema representativo das medidas da estrutura	48
Figura 13. Posição das brocas e sapatas (colunas).....	52
Figura 14. Estrutura da coluna	53
Figura 15. Após aplicação do impermeabilizante.....	58
Figura 16. Finalização com pintura	58
Figura 17. Camada de pedra brita.....	60
Figura 18. Camada restantes	61
Figura 19. Portulaca Grandiflora (Rosa musgo / onze horas)	61
Figura 20. Conclusão da construção estrutural e do sistema.....	62
Figura 21. Drenagem por tubos na laje	64
Figura 22. Foto do evento	67
Figura 23. Amostras de camadas de um sistema de TV	68
Figura 24. Foto da apresentação do TV	68
Figura 25. Telhado verde após a falta de manutenção	74
Figura 26. Inferior do teto sem infiltrações ou danificações.	75
Figura 27. Zephyranthes Rosea (Lírio da chuva)	76
Figura 28. Planta daninha removida.....	77
Figura 29. Replantio finalizado.....	78
Figura 30. Graphical Abstract.....	79

LISTA DETABELAS

Tabela 1. Resultado dos orçamentos da prestação de serviço na construção civil...	50
Tabela 2. Lista de materiais com melhor orçamento.....	51
Tabela 3. Despesas de acabamento da estrutura.....	59
Tabela 4. Custos das camadas	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características entre os tipos do TV.....	29
Quadro 2. Vantagens e desvantagens do TV	30
Quadro 3. Materiais passível de uso	35
Quadro 4. Fases da construção	55
Quadro 5. Quadro de diretrizes	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado da Pergunta 170

Gráfico 2. Resultado da Pergunta 270

Gráfico 3. Resultado da Pergunta 371

Gráfico 4. Resultado da Pergunta 472

Gráfico 5. Resultado da Pergunta 572

Gráfico 6. Resultado da Pergunta 673

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CAPEs	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EFB	<i>European Federation Green Roofs & Walls</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCE	Faculdade de Ciências e Engenharia
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GBC	<i>Green Building Councils</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAA	Indicador de Avaliação Ambiental
ICJ	Instituto Cidade Jardim
ICU	Ilhas de calor urbana
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LTDC	Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos
NBR	Normas Técnicas Brasileiras
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU BRASIL	Organizações das Nações Unidas Brasil
ONU	Organização das Nações Unidas
PGAD	Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento
PMVA	Programa Município Verde Azul
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PVC	Policloreto de Vinila
SEMIL	Secretaria do Meio Ambiente a atual Secretaria Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TV	Telhado Verde
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
USP	Universidade de São Paulo
WGIN	<i>World Green Infrastructure Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	VISÃO GERAL DO TELHADO VERDE	18
4.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TELHADO VERDE	21
4.3	CLASSIFICAÇÃO DO TELHADO VERDE	24
4.3.1	Telhado verde intensivo	25
4.3.2	Telhado verde extensivo	26
4.3.3	Telhado verde semi-intensivo	27
4.3.4	Comparativo das características dos tipos de telhado verde	28
4.3.5	Comparativo das vantagens e desvantagens dos tipos de telhado verde	29
4.4	BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DO TELHADO VERDE	31
4.5	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA O TELHADO VERDE	32
4.6	CLIMA	33
4.7	PROTOTIPAGEM	35
4.7.1	Prototipagem do sistema de telhado extensivo	35
4.7.2	Prototipagem da seleção de espécies vegetais	36
4.7.3	Prototipagem da inclinação do telhado	37
4.7.4	Prototipagem da estrutura do telhado	38
4.8	CONTRIBUIÇÃO PARA PROGRAMAS SUSTENTÁVEIS	39
4.9	CONTRIBUIÇÃO COM ODS	40
5	METODOLOGIA	43
5.1	ESTUDO DA INSTALAÇÃO DO PROTÓTIPO	43
5.1.1	Local de instalação do protótipo	44
5.1.2	Procedimento de instalação	44
5.1.3	Atividades de extensão integradas à pesquisa	45
5.1.4	Apresentação científica e sensibilização comunitária	45
5.1.5	Aplicação de questionário como instrumento de coleta de dados	45
5.1.6	Produção e distribuição de folheto educativo	46
5.2	ANÁLISE DA INFLUENCIA DA INCLINAÇÃO	46
5.3	ELABORAÇÃO DE MANUAL TÉCNICO DE INSTRUÇÕES	47
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1	DA ESTRUTURA	48
6.2	MÃO DE OBRA QUALIFICADA	49

6.3	CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA	52
6.4	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TELHADO VERDE.....	59
6.5	MANUTENÇÃO E DRENAGEM	63
6.6	REPLICAÇÃO	64
6.7	DIVULGAÇÃO NO EVENTO	66
6.8	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NO EVENTO	69
6.9	RESULTADO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NO EVENTO.....	69
6.10	ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA APLICADO.....	74
6.10.1	Nova seleção da vegetação	75
6.10.2	O replantio.....	76
7	RESUMO GRÁFICO	79
8	CONCLUSÕES FINAIS.....	80
	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICES	90
	ANEXOS	126

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2024), aponta que até 2030 o planeta pode ter um aumento de temperatura de 3,1°C (graus Celsius), conforme mostra o Relatório de Lacuna de Emissões do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2024), sendo esta possibilidade mais que o dobro da meta para 2030 de 1,5°C (graus Celsius), definida no Acordo de Paris em 2015.

O relatório então defende uma redução das emissões de gases do efeito estufa em 9% (nove por cento) anuais até 2030, com o objetivo de minimizar o aumento da temperatura do planeta e mitigar os desastres climáticos mais frequentes e intensos. Deste modo é sugerida algumas possíveis soluções, como adoção de tecnologias solares fotovoltaicas e/ou eólica, e a conservação das florestas, deste modo o presente estudo sobre o Telhado Verde (TV) pode contribuir para essa busca. Estas soluções são potenciais de energia renovável que poderiam levar ao abandono dos combustíveis fósseis (ONU, 2024), ou ao menos a uma diminuição. E a implementação do TV contribuir à conservação da natureza.

Segundo a Organização das Nações Unidas no Brasil (ONU BRASIL, 2024), toda e qualquer ação que minimize os danos ao ambiente já faz a diferença na luta contra as mudanças climáticas. Portanto a implantação do TV, pode contribuir positivamente para melhoria nos aspectos socioambientais, potencializados em caso de adoção em massa pela população. É de extrema importância essa busca por alternativas de sustentabilidade e a disseminação do conhecimento como o telhado verde. Um tema escolhido por sua representatividade na sustentabilidade que tanto tem sido considerado relevante no combate às crises climáticas em que o planeta vem sofrendo.

No contexto brasileiro, apesar de existir organizações como Instituto Cidade Jardim que atua com importantes instituições como Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP Inovação e tecnologia) e *World Green Infrastructure Network* (WGIN) para pesquisa e ensino, ainda são incipientes os estudos que consideram de forma integrada os parâmetros técnicos, climáticos e construtivos necessários à implantação eficiente de telhados verdes (Oliveira *et al.*, 2014). Diante disso, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: como os telhados verdes podem ser

implantados de forma eficiente na região da Alta Paulista, considerando suas condições climáticas e construtivas, e quais diretrizes podem orientar sua replicação?

O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência técnica do sistema de telhado verde sob as condições climáticas da região da Alta Paulista e propor diretrizes de replicabilidade com vistas à conscientização e disseminação do modelo entre agentes urbanos e rurais e da sociedade. Por meio de identificação dos critérios técnicos de implantação do telhado verde com ênfase na seleção de espécies vegetais adaptadas à região da Alta Paulista, análise da influência da inclinação do telhado sobre a fixação do substrato, cuidado com o escoamento da água, levantamento das considerações climáticas da região de Tupã, e elaboração de diretrizes técnicas para a implementação e replicação de TVs por gestores públicos, profissionais da construção civil e agentes do setor agropecuário.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência técnica do sistema de telhado verde sob as condições climáticas da região da Alta Paulista e propor diretrizes de replicabilidade com vistas à conscientização e disseminação do modelo entre agentes urbanos e rurais e a sociedade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar as considerações climáticas da região de Tupã;
- b) Aplicar os critérios técnicos de implantação do telhado verde com ênfase na seleção de espécies vegetais adaptadas à região da Alta Paulista;
- c) Analisar a influência da inclinação do telhado, a fixação do substrato, o escoamento da água e a viabilidade das espécies de vegetação; e
- d) Elaborar diretrizes técnicas para a implementação e replicação de TVs por gestores públicos, profissionais da construção civil e agentes do setor agropecuário.

3 JUSTIFICATIVA

O avanço da urbanização e o crescimento populacional nas cidades impõem desafios ambientais significativos, como a intensificação das ilhas de calor urbana (ICU)¹, o aumento da impermeabilização do solo e o crescimento do consumo energético para climatização de ambientes. Dentro desse contexto, os TVs emergem como uma alternativa sustentável para mitigar os impactos ambientais e promover benefícios ecológicos e econômicos (Fai; Bakar, 2019; Liu *et al.* 2019; Oliveira *et al.*, 2014; Perivoliotis *et al.*, 2023;).

Entretanto, a eficiência dos telhados verdes está diretamente relacionada à escolha da vegetação, pois diferentes espécies apresentam variações em retenção hídrica, resistência climática e capacidade de isolamento térmico. Além disso, a inclinação do telhado influencia diretamente a viabilidade da implantação de determinadas espécies, impactando sua manutenção e desempenho ao longo do tempo (Perivoliotis *et al.*, 2023).

No Brasil, há uma lacuna científica na definição de critérios técnicos que orientem a seleção de plantas para telhados verdes, considerando as diferentes regiões climáticas e as variações estruturais (Oliveira *et al.*, 2014). Portanto esse estudo busca suprir essa lacuna, fornecendo um modelo que possa guiar engenheiros, arquitetos e profissionais do agronegócio na implementação de telhados verdes adaptados às condições regionais.

A proposta deste projeto está inserida na linha de pesquisa Inovação e Eficiência do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento – PGAD (UNESP/Tupã), pois aborda questões fundamentais de sustentabilidade, uso eficiente dos recursos naturais e adaptação das infraestruturas urbanas ao contexto ambiental. Além disso, promove avanços científicos aplicáveis ao setor agroindustrial, uma vez que pode contribuir para edificações sustentáveis em propriedades rurais, estufas agrícolas e estruturas de armazenamento de grãos, melhorando o conforto térmico e reduzindo custos energéticos.

¹Quando uma parte da cidade possui o ar mais quente e seco do que o seu arredor (Instituto Cidade Jardim, 2024).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 VISÃO GERAL DO TELHADO VERDE

O TV é uma herança da antiguidade, apesar de poucas evidências arqueológicas por razão de sua perecibilidade. Os primeiros registros são de cerca de 4.000 a.C., na antiga Mesopotâmia, eram chamados de Zigurates, umas estruturas de construções religiosas que sustentavam jardins em seus terraços para sombrear e enfeitar (Almeida *et al.*, 2018; Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Jim, 2017).

Outro registro é do ano aproximado de 500 a.C., os jardins suspensos da Babilônia em edificações sustentadas por alvenaria e vigas com a laje impermeabilizada com camadas de junco e alcatrão. Foi a pioneira em paisagismo e na engenharia, assim formando a ideia de TV em edifício projetado para suportar vegetação de grande porte (Corrent; Lehmann, 2017).

E na era medieval (641 d.C.), os *vikings* das áreas árticas áridas costumavam construir suas casas cobertas com gramas e terra por causa do cenário de escassez de recursos naturais, com o objetivo de substituir a natureza de forma artificial, assemelhando se a um telhado verde (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Jim, 2017). Na Figura 1 representa a evolução dessa era do TV.

Figura 1. Evolução de uso do telhado verde na antiguidade

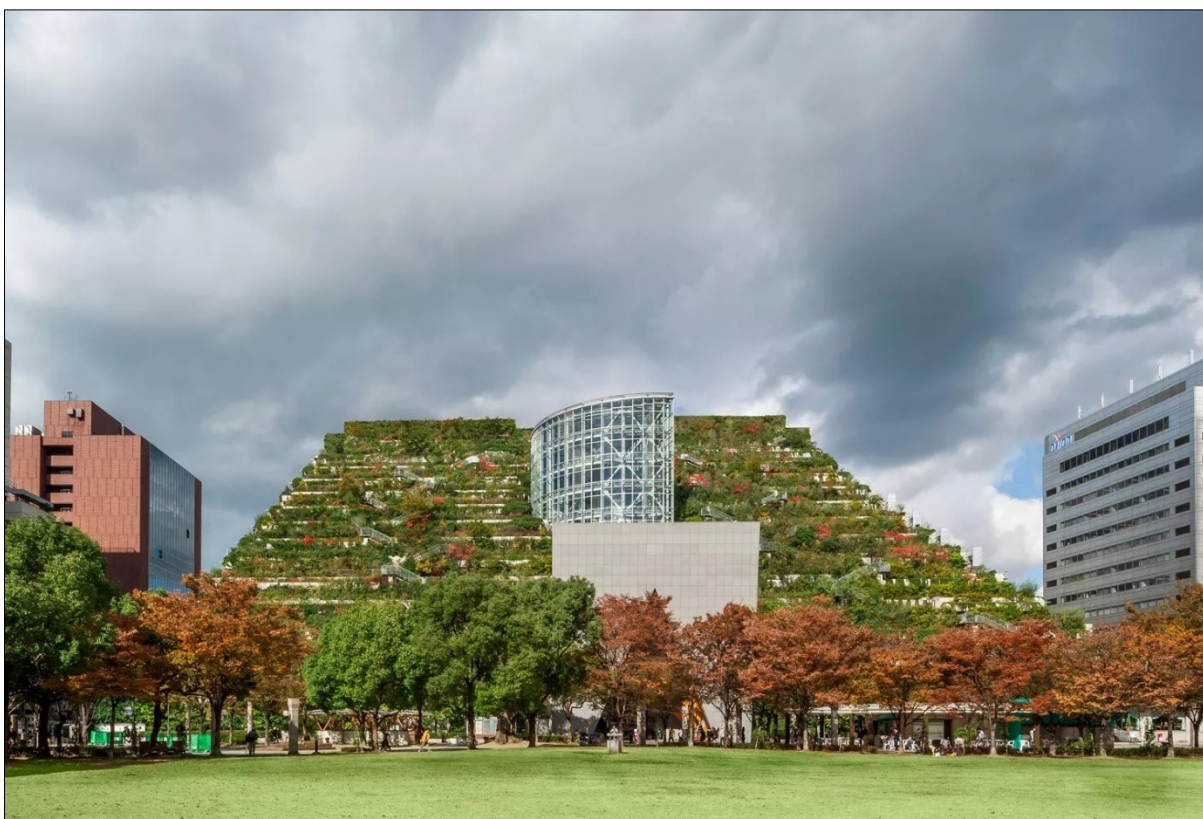


Fonte: A autora baseada em: Bezerra, 2025; Corrent, Lehmann, 2017; Freepik, 2025.

No decorrer da era moderna os TVs ficaram esquecidas ou pouco utilizadas, retornando à utilização no século XX na Suíça com renovações tecnológicas do arquiteto Le Corbusier. Por volta dos anos de 1970 ganhou popularidade na Europa, em destaque na Alemanha em 1980, com a finalidade de isolamento térmico, foram instalados na cidade de Berlim uma grande quantidade de telhados verdes extensivos, motivados por preocupações ambientais, implantaram programas de desenvolvimento urbano de áreas residenciais antigas para revitalização (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Köhler; Poll, 2010).

Mais tarde se espalhou para a França e Suíça, transcendendo para a América do Norte e mais recentemente para o Japão (*Figura 2. The acros Fukuoka Prefectural International Hall em Fukuoka/Japão*Figura 2), que indicou cientificamente o TV como sendo uma importante tecnologia para redução de ICU, e que promove a sustentabilidade em edifícios (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Köhler; Poll, 2010).

Figura 2. *The acros Fukuoka Prefectural International Hall* em Fukuoka/Japão



Fonte: Revista Casa e Jardim, 2025 (By Hiromi Watanabe).

Na Figura 3, é apresentada um modelo atual na Europa, a estação de trem no município de Porto em Portugal.

Figura 3. *Trindade Station in Porto/Portugal*



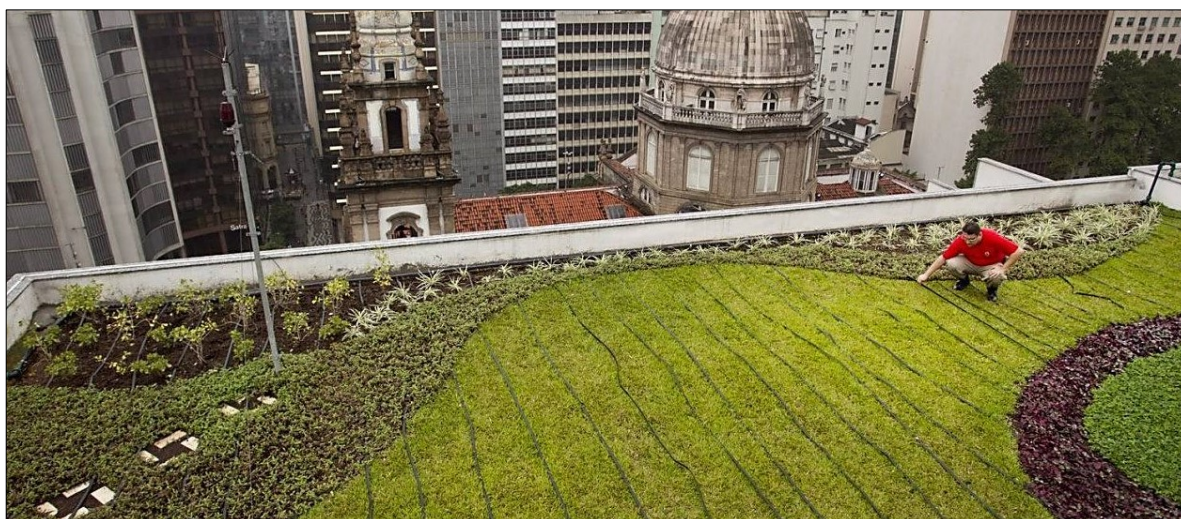
Fonte: Briz, Khöler, e De Felipe (*Multifuncional Urban Green Infrastructure* cap.16 p.267, 2019).

Segundo Berardi, Ghaffarianhoseini, e Ghaffarianhoseini (2014), atualmente o TV é também conhecido como “eco telhado”, “telhado vivo” ou “jardins de telhado”, são usados para aumentar a eficiência energética em edifícios, controle de escoamento pluvial, melhoria na qualidade do ar, diminuição das ICU urbana, redução da poluição do ar, controle acústico de ruídos, e ainda pode ser usado como solução para falta de ambientes verdes em áreas urbanas e são classificados conforme aspectos técnicos e estruturais. Os países que mostram maiores preocupações com o tema atualmente são os Estados Unidos, Japão, Austrália e a Europa (Liu *et al.*, 2022).

No Brasil, organizações como o Instituto Cidade Jardim - ICJ, fundado em 2008 por Sergio Rocha, buscam soluções sustentáveis como o TV e jardins verticais. O instituto oferece cursos para estudantes de qualquer origem, possui o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), FINEP Inovação e tecnologia (Financiadora de Estudos e Projetos) e *World Green*

Infrastructure Network (WGIN) e visa parcerias com empresas de engenharia civil e arquiteturas e laboratórios como Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos (LTDC) do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT) da Universidade de São Paulo (USP) e o Laboratório de Agricultura Urbana da Universidade de Bolonha, na Itália (Instituto Cidade Jardim, 2025; Briz, Köhler, De Felipe, 2019).

Figura 4. Exemplo de telhado verde no Brasil



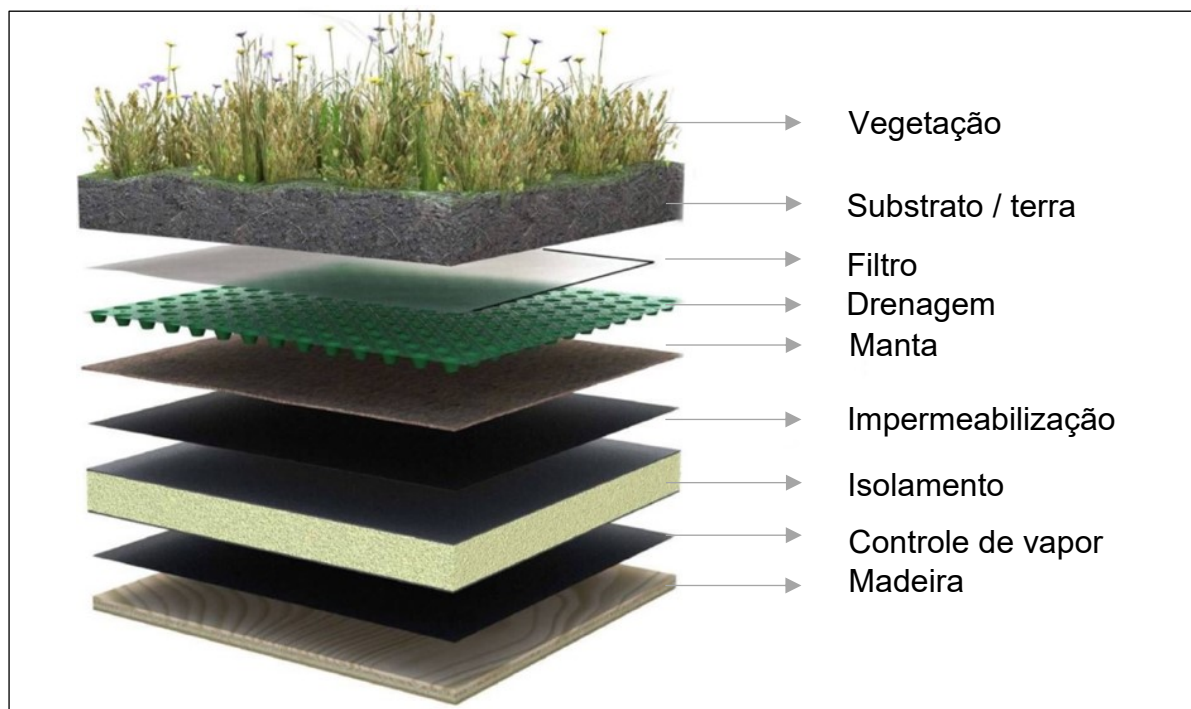
Fonte: Corrent, Lehmann (2017) - Edifício Marquês dos Reis no Rio de Janeiro.

A Figura 4 mostra um exemplar do telhado verde no Brasil, o Edifício Marquês dos Reis no Rio de Janeiro, com um tipo de telhado verde extensivo.

4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TELHADO VERDE

De modo geral, o TV pode ser constituído das seguintes camadas: vegetação; terra e substrato; filtro; drenagem; manta geotêxtil; manta impermeabilizante; camada de isolamento; camada de controle de vapor; e madeiramento. Vale ressaltar que não existe uma regra para as camadas, mas quanto mais estiver completa, melhor será o desempenho do sistema. Na Figura 5 podemos identificar algumas das camadas (Vijayaraghavan; Raja, 2014; WGIN, 2024).

Figura 5. Estrutura das camadas do Telhado Verde



Fonte: WGIN, 2024.

A camada da vegetação absorve as chuvas diminuindo o escoamento pluvial, uma parte da água retida passa pelo processo de evapotranspiração devolvendo-a para a atmosfera, a outra fica retida no substrato e servirá pra hidratar a vegetação (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Souza; Pereira; Lima, 2022). A vegetação serve de isolamento térmico dependendo do tipo de folhagem e a altura da planta e considerando as condições climáticas da região (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Tassi *et al.*, 2014). É de extrema importância a seleção correta das plantas, devendo ser considerados aspectos estruturais como peso e tamanho da planta, pois isso afeta a qualidade do ar, a quantidade de escoamento de águas pluviais, a conservação de energia, e a atuação como barreiras à umidade. (Perivoliotis *et al.*, 2023).

Pesquisadores como Liu *et al.* (2022) e Wang *et al.* (2023), usaram *Radix Ophiopogonis* (*Ophiopogon japonicas*) como uma das vegetações no estudo sobre escoamento, é uma espécie de grama adequada para cultivo em solo franco arenoso, tolerante à água e à seca, sua raiz (*radix ophiopogonis*) é muito usada na china como erva medicinal. Liu *et al.* (2022) usou também *Sedum Spectabile* (*Hylotele-phium*

erythrostictum (Miq.) H. Ohba) e *Iris* (*Iris tectorum* Maxim) por serem resistentes a estresse hídrico.

No estudo de Köhler e Poll (2010), as espécies de plantas mais encontradas nos telhados verdes pesquisadas por eles, são as espécies de gramas como *Bromus tectorum*, *B. sterilis*, *Festuca spp.*, *Lolium perenne*, *Poa annua*, e concluíram que no sistema extensivo as gramíneas possuem maior poder de evaporação e são mais retentivos do que os *sedum*, por outro lado o *sedum* tem grande potencial de sombreamento ao solo (Rowe, 2011), e resistência a seca, além de possuir melhor capacidade de tolerar substratos menores que 10 cm (centímetros) (Dvoraka; Volder, 2010). Contudo é necessário cuidados com algumas espécies de *sedum* que não tiveram um desempenho de crescimento positivo em regiões muito quentes e noites úmidas do verão norte americano (Dvoraka; Volder, 2010).

Cristiano *et al.* (2023) adotaram o sistema Telhados Verdes Multicamadas (MGRs), esse sistema adota dois tipos de camadas. Em uma camada foi usado espécies de *sedum* sendo ela na região mais rasa, e espécies arbustivas e aromáticas na região mais profunda, ou seja, duas condições de solo, uma com 10 e outra com 20 centímetros, constituído por uma mistura de *lapillus* vulcânico (90%) e pedrapomes (10%) em sua camada de substrato.

Substrato é a camada de solo que sustenta a vegetação, responsável pelo armazenamento temporário de água e retentor de nutrientes para a sustentação do cultivo da vegetação (Fai; Bakar, 2019; Perivoliotis *et al.*, 2023; Souza; Pereira; Lima, 2022; Tassi *et al.*, 2014). O solo também é responsável pelo resfriamento térmico, pois tem baixo poder de transmissão térmica (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013). Não é recomendado o uso exagerado de composto por sua decomposição que diminui a quantidade do substrato, e quanto maior a profundidade do substrato melhor o crescimento das vegetações e desempenho de isolamento térmico. A quantidade de substrato melhora ainda a retenção das águas pluviais e pode ser composto de 20% de material orgânico e 80 % de material não orgânico como argila, perlita, domolita, ardósia, entre outros (Fai; Bakar, 2019).

O filtro é o componente que separa a vegetação no solo com a camada de drenagem, serve como barreira para que resíduos do substrato não ultrapasse para as próximas camadas (Liu *et al.*, 2019; Perivoliotis *et al.*, 2023; Sousa; Pereira; Lima, 2022;). O filtro permite a vazão da água através do sistema TV e funciona como barreira anti raiz, além de evitar erosão do substrato (Fai; Bakar, 2019).

A camada de drenagem serve para controlar a vazão da água, assim retém apenas a água necessária para a vegetação, ainda serve de controlador de ar dentro do sistema de TV, mantendo o equilíbrio entre ar e água (Perivoliotis *et al.*, 2023; Souza; Pereira; Lima, 2022; Tassi *et al.*, 2014).

A camada de proteção é a manta geotêxtil, que tem como objetivo controlar umidade e os nutrientes, além de auxiliar a camada de impermeabilização contra a umidade para que não infiltre na laje (Souza; Pereira; Lima, 2022), com adicional de limitador das raízes da vegetação, atuando como barreira radicular evitando danos à estrutura (Perivoliotis *et al.*, 2023; Tassi *et al.*, 2014).

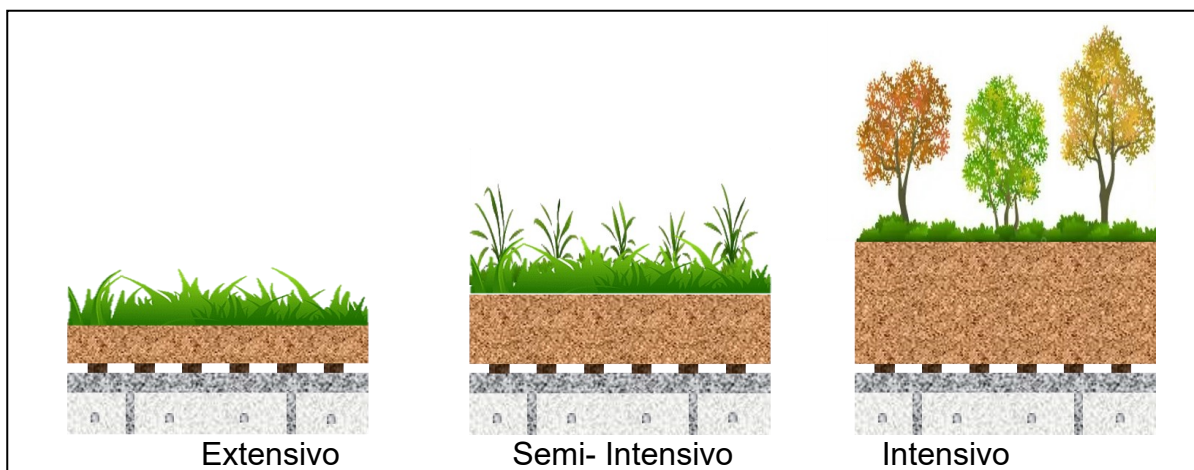
A camada de impermeabilização normalmente é realizada com o emprego de hidro-repelentes (Tassi *et al.*, 2014), também pode ser alguma manta sintética ou produto impermeável que faça o papel contra infiltrações na laje protegendo a estrutura do edifício (Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023).

A Laje é a estrutura que deve suportar toda a carga do sistema do TV (Farias, 2012; Souza; Pereira; Lima, 2022). Pode ser residências, escritórios, e outros estabelecimentos, podendo assim apresentar diversas características de espessuras (Perivoliotis *et al.*, 2023).

4.3 CLASSIFICAÇÃO DO TELHADO VERDE

Segundo a *European Federation Green Roofs & Walls* - EFB (2024), a classificação do TV é determinada em dois tipos internacionalmente, TV do tipo intensivo e extensivo. Embora alguns autores incluam o sistema semi-intensivo em seus estudos, a maioria dos estudos classificam em dois principais tipos (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013). Neste estudo foi considerado os três tipos.

Figura 6. Comparativo dos sistemas.



Fonte: A autora baseada em EFB (2024); Almeida *et al.* (2018); Fai e Bakar (2019).

Para Perivoliotis *et al.* (2023), o semi-intensivo se trata do intermédio entre o intensivo e extensivo, compostas por vegetação baixa e gramas como podemos observar na Figura 6.

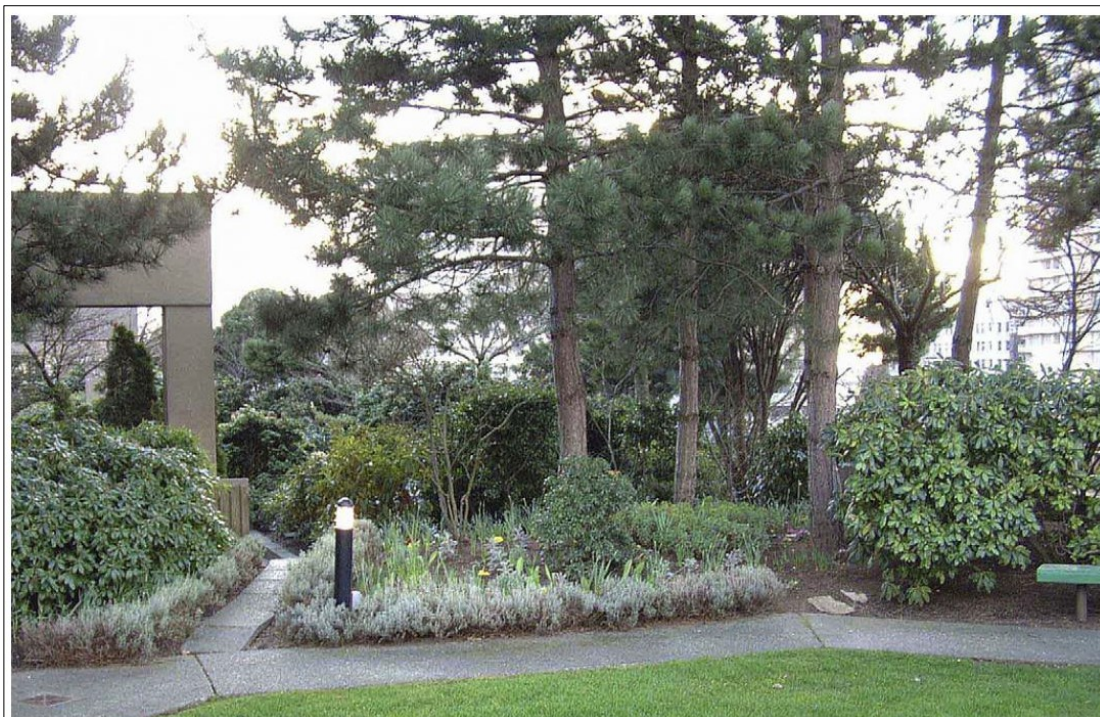
4.3.1 Telhado verde intensivo

Nesse sistema de TV normalmente a vegetação é de médio a grande porte, como gramado ornamental, flores de verão, arbustos e árvores, e possibilitam uma variedade maior de plantas (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023).

A camada de solo ou substrato varia sua profundidade de 150 mm a 1000 mm (Azis *et al.*, 2021; Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023; Rowe; Getter, 2008; Vijayaraghavan; Raja, 2015;).

A Figura 7 representa o sistema de telhado verde intensivo no *Coast Plaza Hotel* em Vancouver, Columbia Britânica (Rowe, 2011).

Figura 7. Telhado verde tipo intensivo



Fonte: Rowe, 2011.

O sistema intensivo tem maior contribuição para o clima urbano e para a biodiversidade que resulta em altos benefícios sociais e ambientais, porém, requer manutenção regular e estrutura mais alta a depender do tipo da planta que pode variar de 300 a 1000 mm (milímetros), pode pesar de 150 kg/m² (quilogramas por metro quadrado) até 2000 kg/m² (EFB, 2024).

O custo de capital é mais alto pois são sistemas mais complexos em que exige maior conhecimento técnico e estrutural (Azis *et al.*, 2021; Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini., 2014; Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023).

4.3.2 Telhado verde extensivo

Já o sistema de TV extensivo é de baixa exigência de manutenção, pois o fornecimento de água e nutrientes principalmente por meio de processos naturais, portanto pouco ou nenhum conhecimento técnico, de fácil implantação e baixo custo de capital (Azis *et al.*, 2021; Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; EFB, 2024; Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023). A Figura 8 que representa o sistema de TV extensivo se trata do telhado da fábrica da *Ford* em *Dearborn* em *Michigan*, são 13 espécies na camada de vegetação incluindo espécies de *sedum*.

Figura 8. Telhado verde tipo Extensivo



Fonte: Rowe, 2011.

Pode pesar de 50 a 250 kg/m², podendo a planta chegar à medida de 30 a 150 mm (milímetros), é relativamente planta de baixa altura, o que explica a menor contribuição de benefícios para o ambiente (EFB, 2024).

4.3.3 Telhado verde semi-intensivo

Um tipo de cobertura com características de telhados verdes intensivo e extensivo, onde o modelo construtivo é intermediário. A vegetação pode ser mais variada em comparação ao extensivo podendo ser usada arbustos e outras plantas de raízes mais profundas pois usa se substrato com maior profundidade que o extensivo, deste modo mais variedade que o extensivo (Corrent; Lehmann, 2017; Perivoliotis *et al*, 2023). Na Figura 9 a representação é de um sistema de telhado verde semi-intensivo, com pequenas plantas e gramado.

Figura 9. Telhado verde tipo Semi-intensivo



Fonte: Corrent e Lehmann (2017).

A manutenção é um pouco mais exigente que a extensiva, porém não ao ponto como o intensivo, apenas um cuidado maior na irrigação e o custo é maior tanto na estrutura como na manutenção do que o sistema extensivo (Corrent; Lehmann, 2017; Perivoliotis *et al*, 2023).

4.3.4 Comparativo das características dos tipos de Telhado Verde

Para um comparativo das características entre os tipos de TVs mais detalhado segue no Quadro 1, que foi elaborado com base na análise da maioria das opiniões de autores e pesquisadores na qual fazem parte do referencial desta pesquisa.

Quadro 1. Características entre os tipos do TV

CARACTERÍSTICAS	EXTENSIVO	SEMI-INTENSIVO	INTENSIVO
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Ervas, gramas, suculentas e musgos	Gramas, ervas e arbustos	Gramas ou perenes, arbustos e árvores
Altura do sistema	60-200 mm	120-250 mm	150-400 mm
Peso	60-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-500 kg/m ²
Custos	Baixo	Médio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Telhado verde projetado	Parque igual a um jardim

Fonte: Ohara et al., 2026 (baseado em: Rowe, 2022; Corrent; Lehmann, 2017; Fai; Bakar, 2019).

Não há uma unanimidade sobre peso mínimo e peso máximo entre os autores, portanto existe uma variação entre as medidas entre os autores. A exemplo Fai e Bakar (2019), indica que o peso mínimo e máximo do telhado intensivo é de 200 e 500 kg/m², e com relação à altura do sistema para o extensivo é de 20 e 150 mm, semi-intensivo é entre 150 e 500mm, e intensivo mínimo de 150 mm, que são diferentes da especificada no Quadro 1. Porém são diferenças mínimas que não alteram as principais características de cada tipo.

4.3.5 Comparativo das vantagens e desvantagens dos tipos de Telhado Verde

Nesta seção segue um comparativo dos tipos de TVs relacionados a vantagens e desvantagens de cada sistema, o Quadro 2 descreve as principais entre os sistemas:

Quadro 2. Vantagens e desvantagens do TV

EXTENSIVO	SEMI-INTENSIVO	INTENSIVO
VANTAGENS		
• Menor peso; • Não necessita sistema de irrigação; • Manutenção simples; • Estrutura simples; • Adequado para áreas grandes; • Requer pouca ou nenhum conhecimento técnico; • Desenvolvimento da vegetação espontâneo; • Menor custo.	• Possibilidade de maior diversidade de vegetação que a extensiva; • Manutenção mínima; • Qualidade de sombra moderada; • Parcialmente acessível ao público	• Possibilidade de diversidade da vegetação; • Público tem acessibilidade; Melhor estética; • Maior qualidade de sombra; • Retém maior quantidade de água das chuvas; • Pode ser usado para produção de alimentos.
DESVANTAGENS		
• Diversidade limitada de vegetação; • Estrutura não aguenta receber público; • Retém menor quantidade de água das chuvas.	• Necessidade periódica de irrigação; • Custo médio; • Suporte estrutural adicional obrigatório (reforço).	• Necessita um sistema de drenagem; • Necessita um sistema de irrigação; • Exige conhecimento técnico; • Maior peso; • A estrutura deve ser mais forte; • Necessita maior uso de energia e água; • O custo é maior.

Fonte: Ohara *et al.*, 2026.

Normalmente os TVs do tipo intensivo, podem incluir árvores e arbustos que exigem substrato com profundidade maior que 15 cm e requer uma estrutura mais forte para suportar maior peso o que proporciona maior sombreamento portanto maior capacidade de isolamento térmico, e pelo contrário, no sistema extensivo normalmente são usadas gramíneas, suculentas e herbáceas que são plantas baixas com raízes mais curtas (Rowe, 2011; Sousa; Pereira; Lima, 2022; Vijayaraghavan; Raja, 2014).

4.4 BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DO TELHADO VERDE

Os TVs proporcionam benefícios como redução do consumo de energia, diretamente ligados ao desempenho na redução das ICU, portanto redução no consumo do ar condicionado em residências e edifícios (ICJ, 2024; Perivoliotis *et al*, 2023), além de melhorar a estética ambiental urbana e rural, uma vez que as construções nas cidades possuem espaços valiosos nos topos das coberturas para serem implantados os TVs (Jamei *et al*. 2023; Perivoliotis *et al*, 2023). O isolamento térmico trazido pelo sistema pode chegar de 10 a 40 % na redução de consumo de energia elétrica o que significa redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂) dependendo da estrutura e do sistema de telhado verde adotado (Suszanowicz e Wiecek, 2019).

A redução de poluentes ocorre pela vegetação ou pelo solo do TV, as plantas capturam material pelas suas folhas e quebram compostos orgânicos como hidrocarbonetos poliaromáticos e dióxido de carbono (CO₂). A redução dos poluentes ocorre também pelo solo por meio das raízes. A vegetação proporciona ainda sombreamento reduzindo a temperatura no seu entorno (Rowe, 2011). Porém é necessário atenção, pois a depender da planta e fertilizantes usados no sistema, podem liberar poluentes por meio do solo (Suszanowicz; Wiecek, 2019).

O TV conserva a laje da exposição à radiação solar e da variação extrema da temperatura entre dia e noite, prolongando a vida útil da laje de aproximadamente 20 para 45 anos, aliviando os aterros sanitários (Perivoliotis *et al*, 2023; Rowe, 2011). As áreas verdes se tornam espaços de lazer, e melhoram a estética da construção, ainda pode ser usado como agricultura urbana, e produzir alimentos como hortaliças e temperos frescos (ICJ, 2024). Com relação a poluição sonora as camadas de substrato e as folhagens das plantas são capazes de reduzir a poluição sonora em até 10db. Quanto maior a profundidade do substrato, maior é a redução dos ruídos (Perivoliotis *et al*, 2023; Rowe, 2011; Suszanowicz; Wiecek, 2019;).

A profundidade do solo tem influência na redução no escoamento pluvial nos telhados verdes que chega de 50% a 100% a depender do tipo de sistema, da inclinação, do tipo de substrato, tipo de vegetação e intensidade e tempo da chuva, além disso a captação dessas águas filtram poluentes absorvidos pelo substrato composto no TV (Rowe, 2011; Suszanowicz; Wiecek, 2019).

4.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA O TELHADO VERDE

A legislação relativa ao TV é de âmbito estadual ou municipal, não existe no Brasil legislação federal vigente para conduta. A exemplo de lei estadual, a lei de nº 14.243 de Santa Catarina que “Dispõe sobre a implementação de sistemas de naturalização através da criação de telhados verdes em espaços urbanos” (SANTA CATARINA (Estado), 2025).

E no estado da Paraíba, sob a lei estadual de nº 10.047 (2013) que “Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação ‘TV’ nos locais que especifica, e dá outras providências”, essa lei se trata da obrigatoriedade da instalação de telhados verdes em edifícios residenciais ou não, que sejam compostos por mais de três blocos. Além disso define o TV como uma cobertura cuja vegetação é instalada sobre uma laje ou outra cobertura, com objetivo estético ou estrutural como diminuir a ilha de calor, absorver água pluvial, reduzir o uso de ar condicionado, assim diminuindo a emissão de CO² para a atmosfera, entre outras determinações, (PARAÍBA (Estado), 2025).

Para as leis municipais a exemplo da Lei nº 18.112/2015 de Recife (PE) que diz: “Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do ‘TV’, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências” (RECIFE (Município), 2025); já a lei de nº 1174/2018 de Blumenau (SC) “acrescenta seção XXI com artigos 63-a, 63-b, 63-c, 63-d e 63-e ao capítulo VI da lei complementar nº 1.030, de 18 de dezembro de 2015, regulamenta a utilização de ‘TV’ nas edificações” (BLUMENAU (Município), 2025), em São Paulo (SP) a lei nº 115/2009 “Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do ‘TV’ nos locais que especifica, e dá outras providências” (SÃO PAULO (Município), 2025). No Rio de Janeiro em 2012 foi sancionada a Lei nº 6.349 que torna obrigatório a instalação de telhados verdes em prédios e estruturas públicas (Barcelos, 2021).

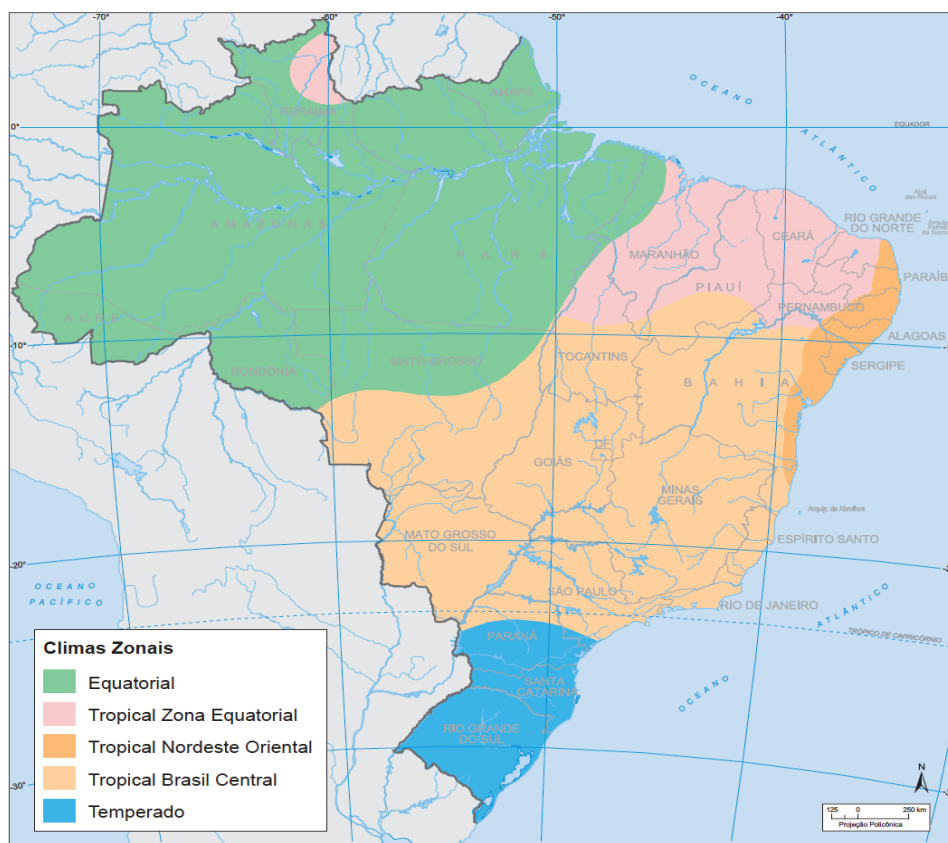
Além das leis estaduais e municipais, existe a certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que pode motivar a implementação do sistema, fomentada pela agência United State Green Building Council, e que certifica projetos de responsabilidade ambiental, a certificação é emitida por um programa chamado *United States Green Building Council* (USGBC) criado em 1999. Aqui no Brasil a avaliação e a certificação do LEED são feitas pelo *Green Building Council Brasil* (Tassi *et al.*, 2014).

4.6 CLIMA

Susca (2019), identificou estudos em que no clima subtropical e no clima tropical úmido e seco, (como invernos secos do Rio de Janeiro), existe uma eficiência dos telhados verdes em que diminuem a temperatura durante o dia e durante a noite. Porém o mesmo autor, identificou também que a depender de alguns edifícios o uso do sistema de telhado verde, não surte efeito na diminuição do consumo energético tanto no inverno como no verão. Além disso revela que a maioria dos estudos já realizados pelo mundo, se trata de estudos em climas temperados, portanto existe uma lacuna de estudos no clima tropical.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2025), o Brasil possui três tipos de clima: equatorial onde chove quase que diariamente (região da floresta Amazônica), tropical (região variada) que é quente porém com menor quantidade de chuvas, e o temperado (sul do Brasil) que é a região mais fria do Brasil. Na Figura 10, é possível identificar as regiões e seu clima.

Figura 10. Mapa do Brasil com os tipos de clima



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2025.

ribeirões Iacri, 7 de setembro, Pitangueiras e Afonso XIII (Câmara Municipal da Estância Turística de Tupã, 2025).

4.7 PROTOTIPAGEM

Para dar orientação ao nosso projeto, selecionamos algumas referências de estudos para o tipo de sistema que utilizamos, bem como a seleção da vegetação, e da inclinação da estrutura.

4.7.1 Prototipagem do sistema de telhado extensivo

Com relação às camadas, alguns itens usados por pesquisadores como Liu *et al.* (2019) e Fai e Bakar (2019), entre outros, são opções de usos para o nosso projeto, conforme segue o Quadro 3.

Quadro 3. Materiais passível de uso

Drenagem	○ Lâmina de poliestireno 25 mm ○ Esteira de plástico 20 mm (semelhante caixa de ovos) ○ Mineral perlita expandida (bolsa de tecido)
Filtragem	Tecido geotêxtil não tecido (têxtil de polipropileno 1 mm)
Substrato	○ Solo rural e solo turfoso (Proporção 1:1) ○ Solo rural, turfoso, agulha de pinheiro e perlita (Proporção 1:1:1:1) ○ Solo rural, turfoso, perlita, e vermiculita, (Proporção 2,5:5:2:0,5) ○ Substrato vulcânico composto (pedras pomes, lapillus vulcânico e turfa loira) ○ Substrato de tijolos triturados reciclados, compostos, e matéria fibrosa ○ Substrato franco arenoso, húmus, perlita, vermiculita (proporção 2,5:5:2:0,5) ○ Substrato composto por pedra pomes, turfa solo, zeólita e serragem (proporção 4:3:2:1)
Impermeabilizante	○ Cloreto de polivinila (PVC) ○ Borracha butílica ○ Monomero de etileno propileno dieno (EPDM)

Fonte: A autora. Baseado em: Liu *et al.*, (2019); Fai e Bakar (2019); Bortolini, Bettella, Zanin (2020); e Yan *et al.*, (2022).

Para a camada de drenagem, o estudo de Liu *et al.* (2019) adotou uma placa de drenagem de 25 mm de espessura com lâmina de poliestireno de alto impacto. Fai e Bakar (2019), usaram uma esteira de plástico de 20 mm semelhante a uma caixa de ovos, instalada entre o substrato e a camada do telhado, para facilitar o escoamento das águas pluviais. No estudo de Bortolini, Bettella e Zanin (2020), foi identificado o uso de 5 cm de altura constituído por uma camada mineral composto por perlita expandida dentro de uma bolsa de tecido.

Na camada de filtragem, Liu *et al.* (2019), foi utilizado um tecido geotêxtil não tecido acima da camada de drenagem, e sob a camada de cultivo. Bortolini, Bettella e Zanin (2020), usou especificamente têxtil de polipropileno com 1 mm de espessura.

No substrato, na pesquisa de Liu *et al.* (2019) foram 3 tipos de misturas: solo 1 na proporção 1:1 de solo rural e solo turfoso; solo 2 na proporção 1:1:1:1 de solo rural, turfoso, agulha de pinheiro e perlita; e solo 3 na proporção 2,5:5:2:0,5 de solo rural, turfoso, perlita, e vermiculita, com profundidade de 5 cm, 10 cm e 15 cm. Já no estudo de Bortolini, Bettella e Zanin (2020) dois tipos de camadas de 12 cm, um de substrato vulcânico composto por pedras pomes, lapillus vulcânico e turfa loira e outro substrato de tijolos triturados reciclados, compostos, e matéria fibrosa. E no estudo de Yan *et al.* (2022), foram dois tipos de composição de substrato: primeiro franco arenoso, húmus, perlita, vermiculita na proporção 2,5:5:2:0,5 respectivamente; e o segundo substrato composto por pedra pomes, turfa solo, zeólita, e serragem na proporção 4:3:2:1 respectivamente.

Para a camada impermeabilizante, geralmente são usados materiais não orgânicos como cloreto de polivinila (PVC), borracha butílica ou monômero de etileno propileno dieno (EPDM) a escolha depende da vegetação que será usado no sistema (Fai; Bakar, 2019).

4.7.2 Prototipagem da seleção de espécies vegetais

Uma combinação de plantas para um TV proporciona a biodiversidade possibilitando trazer características diferentes de vegetação. A variedade supre a necessidade da outra, além disso pode ser mesclado com a agricultura urbana, embora exista uma necessidade de um estudo aprofundado para cada região. É importante estudar variáveis como fertilização que promove acúmulo de biomassa que

fazem a diferença em uma planta, entre tornar a planta mais vulnerável ou não, refletindo na importância das práticas de manutenção (Rowe, 2011). Deste modo o estudo requer uma investigação das considerações das características do clima de Tupã-SP.

Para a maioria dos casos investigados no presente estudo as espécies de *sedum* (suculentas) foram as mais usadas em telhados verdes, como por exemplo a *Portulaca Grandiflora*, uma espécie de suculenta, popularmente chamado como rosa-musgo ou onze horas, é resistente a seca e a escassez de água, tem raízes curtas e macias, produz sombreamento sobre o solo e a multiplicação é rápida, é de fácil cultivo em solos de nutriente reduzido, necessitam de sol pleno, e pode atingir até 20 cm de altura e ramifica até 30 cm (Suszanowicz; Wiecek, 2019; Vijayaraghavan; Raja, 2015).

Perivoliotis *et al.* (2023), recomenda o uso de plantas que atuam como barreira à umidade e contribuam para a conservação da energia como as plantas nativas, e evitar plantas lenhosas como as fanerófitas em razão de suas raízes que podem danificar as camadas de isolamento e as plantas anuais a exemplo de terófitas e hemicriptófitas bienais que tem o ciclo vital mais curta e não fornece cobertura contínua.

Suszanowicz e Wiecek (2019) sugerem o uso de diversidades de tipos de plantas como ervas, pimentões, tomates, cenouras, beterraba, feijão, ervilhas, abóboras, abobrinhas, beringelas, rabanetes, entre outros.

A vegetação desempenha funções importantes não apenas de retenção de águas pluviais interceptadas pelas copas, mas também na redução da erosão eólica, e no sombreamento que traz redução de temperatura. A seleção da vegetação deve considerar o peso, a capacidade de cobertura, nível de capacidade de tolerância do estresse das condições ambientais como exposição solar, falta de água, velocidade dos ventos, e períodos prolongados de secas. Essas características podem ser encontradas em *Sedum spp*, mas muitos casos recomendam apenas plantas nativas (Fai; Bakar, 2019).

4.7.3 Prototipagem da inclinação do telhado

A inclinação do TV pode ser expressa de diferentes formas: em porcentagem (%), ângulo em graus (°) ou razão linear (exemplo: cm/m). A forma em porcentagem, corresponde à razão entre o desnível vertical e a extensão horizontal

multiplicada por 100. Essa notação é amplamente utilizada em projetos de engenharia civil e em normas técnicas brasileiras, como a NBR 15575 (ABNT, 2013), ou a NBR 6492 (2021) por facilitar a interpretação em obras e a aplicação direta em medições lineares. Por exemplo, uma inclinação de 5% equivale a 5 cm de desnível a cada 1 metro de base horizontal, ou aproximadamente $2,86^\circ$ em termos de ângulo (tangente inversa de 0,05).

Estudo de Liu *et al.* (2019) testaram em porcentagem de 2%, 7% e 15%, já estudo de Köhler e Poll (2010) usou grau de angulação (20° a 45°), e o estudo de Busker *et al.* (2022), usou como referência 0,5 m (razão linear em metros), essa observação mostra que estudiosos variam o uso entre porcentagens, graus e cm/m. A padronização da unidade adotada é essencial para a comparabilidade dos resultados e a reprodutibilidade do modelo.

Segundo o estudo de Alim *et al.* (2022), em muitos casos não foram sequer mencionadas as inclinações em outros casos identificou o uso de variações de inclinações. Para Azis *et al.* (2021), à medida que a inclinação aumenta, diminui o desempenho do sistema de TV. Já na pesquisa de Deska *et al.* (2020), foi usado uma inclinação de 5% sem descrever detalhes ou motivações, deste modo podemos considerar que existe uma lacuna de informações sobre o tema.

De acordo com Souza (2016), 3° ou 5% de inclinação é um telhado plano, de 3° a 20° ou 5% a 35% de inclinação é um telhado encosta suave, de 20° a 40° ou 35% a 84% de inclinação é declive e mais de 40° ou 86% de inclinação é telhado íngreme.

4.7.4 Prototipagem da estrutura do telhado

Não foi possível identificar ou encontrar estudo sobre o sistema que sirva de demonstrativo para aplicar no presente projeto, pois não foi encontrado artigo, livro, capítulo de livro, periódico ou estudos acadêmicos que tenha construído em tamanho real uma estrutura desde a limpeza do terreno até o plantio das espécies vegetais no sistema. Na revisão bibliográfica realizada no presente estudo são caracterizadas por estudos de escoamento pluvial, estudos de conforto térmico e ou acústico, substratos diversificados, inclinação do telhado, medição de captação de gases poluentes, estudos sobre diversidades adequadas de vegetações, entre outros vários, porém

nenhum com estudos da construção em tamanho real e em detalhes construtivos como ocorreu no presente estudo.

4.8 CONTRIBUIÇÃO PARA PROGRAMAS SUSTENTÁVEIS

Existem muitos conceitos sobre cidade inteligente (*SMART CITY*), mas a exemplo, no Distrito Federal em Brasília, a Lei Distrital nº 6.620/2020, refere-se à cidade humana, inteligente, sustentável e criativa. São as cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano em paralelo ao desenvolvimento digital sustentável em termos econômicos, ambiental e sociocultural. São cidades que desenvolvem de forma planejada e inovadora, promovendo letramento digital, a governança e gestão colaborativa para solução de problemas. Assim criam oportunidades e oferecem serviços, reduz a desigualdade, melhora a qualidade de vida das pessoas, e garante o uso de dados e da tecnologia da informação e comunicação de forma responsável e segura (BRASIL, 2025).

Outro programa que o telhado verde pode agregar é para o Programa Município Verde Azul – PMVA, que é um programa estadual de São Paulo com propósito de medir e apoiar gestões municipais com relação a descentralização e valorização da agenda ambiental. Foi lançado no ano de 2007 pela Secretaria do Meio Ambiente a atual Secretaria Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL). Com o objetivo de estimular e auxiliar os gestores municipais paulistas para elaborar e executar estratégias de políticas públicas com relação ao desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo.

O programa é composto por dez diretrizes para nortear a agenda ambiental que abrange aspectos de governança ambiental, mudanças climáticas, educação ambiental, saneamento básico, resíduos sólidos, qualidade do ar relacionada a mitigação dos gases de efeito estufa (GEE), biodiversidade, arborização urbana, recursos hídricos e zoneamento ecológico-econômico. O programa requer indicação de um interlocutor e um suplente do município participante pelo seu prefeito, em que recebem capacitação técnica e todas as ferramentas necessárias para que as diretrizes possam ser cumpridas. Posteriormente participam do ranking ambiental dos municípios paulistas, os resultados são publicados após passar pela avaliação das informações fornecidas pelos municípios participantes (Indicador de Avaliação

Ambiental – IAA), com critérios pré-estabelecidos para medir a eficácia das ações destes municípios participantes.

O município que obtiver sucesso recebe um certificado do programa, para tanto é necessário atingir pontuação superior a 75 (setenta e cinco) de nota. O certificado é o reconhecimento de boa gestão ambiental municipal e tem preferência para captar recursos junto a SEMIL (São Paulo, 2025).

O setor público pode atuar por meio da Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P, um programa federal criado pelo antigo Ministério do meio ambiente (MMA). Tem como principal objetivo promover e incentivar as instituições públicas no país a adotarem e implantarem ações na área de responsabilidade socioambiental em suas atividades internas e externas, como incentivar seus funcionários a adotar ações sustentáveis no ambiente de trabalho, desde pequenas mudanças de hábito, até atitudes que geram economia, com base em cinco eixos temáticos:

- uso racional dos recursos naturais e bens públicos;
- gestão adequada dos resíduos gerados;
- qualidade de vida no ambiente de trabalho;
- sensibilização e capacitação;
- e licitações sustentáveis.

Até junho de 2015 eram 165 instituições públicas municipais, estaduais e federais que possuíam termo de adesão vigente com o programa e 545 órgãos cadastrados na Rede A3P, canal de comunicação para troca de experiências, em 2017 adesão sobe para 350, e 797 cadastrados na Rede A3P (MMA, 2025).

Deste modo o telhado verde é uma opção de estratégia não só dos municípios para conseguir recursos, mas de repartições públicas em geral em seus prédios e construções. Uma forma de contribuir com a sustentabilidade e tornando este projeto viável para ser adotada pelo município para implementação em escolas, repartições públicas, e tantas outras entidades que possam aderir o sistema de TV.

4.9 CONTRIBUIÇÃO COM ODS

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um acordo global, alinhando políticas e ações sustentáveis como metas para alcançar mudanças globais (ONU, 2015). Estes objetivos foram estabelecidos em 2015, quando a Organização das Nações Unidas lançou a Agenda 2030 para o

Desenvolvimento Sustentável, abordando temas amplos. A visão abrangente do ODS vai além das metas exclusivamente econômicas, pois inclui aspectos ambientais e sociais. São aspectos fundamentais para promover igualdade no consumo e responsabilidade ambiental (Ban Ki-moon, 2015; Mohammed, 2017).

A Agenda 2030 é composta por 17 objetivos interconectados com 169 metas, abrange questões essenciais para a humanidade, tais como erradicação da pobreza, fome zero, saúde e bem-estar, educação de qualidade, igualdade de gênero, água limpa e saneamento, energia acessível e limpa, trabalho decente e crescimento econômico, indústria, inovação e infraestrutura, redução das desigualdades, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, ação climática, vida na água, vida terrestre, paz, justiça e instituições eficazes, e parcerias para alcançar os objetivos (ONU, 2015).

Neste sentido o presente estudo abrange os seguintes objetivos do ODS:

- ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis,

Tornando as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Segundo a ONU, a população mundial que vive em áreas urbanas são 55%, e com expectativa de aumento para 70% até 2050. Por esse motivo é necessário que as comunidades e as edificações se tornem sustentáveis a longo prazo (ONU, 2024).

Segundo a *Green Building Councils* (GBC), uma certificadora internacional sobre construções sustentáveis. o Brasil ocupa o quinto lugar no ranking mundial de sustentabilidade, com 1.555 construções do tipo já registradas e 641 certificadas. Onde São Paulo concentra a maioria das construções sendo 842 registros e 364 certificações de casas, indústrias, hospitais e até bairros de construção sustentável.

Deste modo é de extrema relevância o presente estudo para que muito mais projetos possam ser construídos e contribuir ao ODS 11.

- ODS 13: Ação climática:

O ritmo e a escala das ações atuais são insuficientes para o combate às mudanças climáticas. São eventos climáticos extremos que atingem todas as regiões do planeta, além do aumento de temperaturas que agravam os riscos desses eventos.

Para alcançar a meta de limite de aquecimento global em 1,5°C até 2030, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) prioriza que as ações devem ser mais rápidas e sustentadas em todos os setores na luta contra as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

É necessário mais que promessas, maior ambição que abranja diversos aspectos, definir melhor metas para todas as economias. Com objetivo de um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas, porém com trajeto claro para alcançar emissões zero de poluentes para garantir um futuro a novas gerações.

Como o telhado verde reduz a GEE, é mais uma contribuição para alcançar ainda mais os ODS, e contribuir mundialmente mesmo que seja singela.

5 METODOLOGIA

O método de pesquisa é de conhecimento científico pois se trata de uso de referencial teórico de pesquisadores que construíram suas pesquisas com diversas temáticas como estudos de conforto térmico (Cristiano *et al.*, 2022), controle de fluxo pluvial (Azis *et al.*, 2021) ou benefícios ambientais dos telhados verdes (Berardi *et al.*, 2014). O projeto é de natureza aplicada, uma vez que se trata de construção da estrutura e implantação do sistema de telhado verde. O objetivo é exploratório por se tratar de uma teoria não testada na região de Tupã/SP. A abordagem é qualitativa pois o estudo busca responder uma problemática que aborda características qualitativas do clima da região e tipos de telhados verdes adequados para a região do município de Tupã, e principalmente busca entender se ocorre absorção do tema entre as pessoas, por meio de aplicação de questionário após uma apresentação de protótipo de camadas e uma breve explicação e distribuição de folheto explicativo. O tipo de pesquisa é documental, bibliográfico e experimental pois faz uso de informações e dados com base em referências de teses, dissertações, artigos e livros relativos ao TV e a aplicação do sistema no telhado.

Para que os objetivos fossem atendidos a metodologia foi detalhada nas seguintes etapas:

1. Estudo da instalação de protótipo;
2. Análise da influência da inclinação do telhado;
3. Elaboração e formulação de manual técnico contendo diretrizes técnicas e avaliação da replicabilidade identificando: (a) tipos de substrato; (b) espécies recomendadas; (c) considerações construtivas (inclinação, drenagem, manutenção); e (d) custos estimados de todo o processo.
4. Coleta e análise de dados

5.1 ESTUDO DA INSTALAÇÃO DO PROTÓTIPO

O estudo da instalação do protótipo se refere ao estudo do local de instalação, os procedimentos de instalação, as atividades de extensão integradas à pesquisa, apresentação científica e sensibilização comunitária, aplicação de questionário como instrumento de coleta de dados, e a produção e distribuição de folheto educativo.

A aprovação para a construção passou por dificuldades na autorização por motivos de força maior que envolveu jurisdição da escola selecionada. Foram longas esperas em que o projeto ficou paralisado até resolver a questão, enquanto isso outros assuntos como pesquisa de espécies de vegetação adequadas ao clima do referido município eram realizados.

5.1.1 Local de instalação do protótipo

A instalação do protótipo foi construída em uma escola pública no município de Tupã/SP. A estrutura foi projetada e construída com uma laje para suportar a carga adicional do telhado verde extensivo. A localização é de fácil acesso no interior da escola para instalação, manutenção e uso pedagógico. O ponto exato de instalação georreferenciado apresenta as seguintes coordenadas: Latitude $-21^{\circ} 56' 49''$ (-21.930291055367494) e Longitude $-50^{\circ} 30' 40''$ (-50.49455621403011).

A escola foi selecionada por fazer parte do Projeto UNIVERSAL CNPq que visa aplicar e demonstrar tecnologias sustentáveis em ambientes educacionais. A escola participa de atividade de extensão integradas à pesquisa, recebe apresentação científica e sensibilização comunitária sobre o tema, participa como respondente em aplicação de questionário como coleta de dados de percepção, além do folheto educativo do TV e ao acesso do manual técnico de instruções de replicação do protótipo.

5.1.2 Procedimento de instalação

O procedimento de instalação é a montagem das camadas do telhado verde na estrutura recém-construída, e a sequência metodológica adotada para a montagem do protótipo foi a seguinte: aplicação de manta impermeabilizante para proteção contra infiltrações, reforçada com membrana líquida impermeabilizante; instalação da barreira antirraiz sendo uma camada de brita; camada de filtro foi uma manta geotêxtil não tecido; camada de substrato com profundidade entre 5 e 15 cm de composto orgânico e areia grossa; plantação de vegetais seguindo o posicionamento das mudas conforme critérios definidos (resistência climática, manutenção reduzida e adaptabilidade ao ambiente da escola); registro fotográfico de

cada etapa para documentação; encerramento da instalação; organização do espaço para futura manutenção e limpeza do local de trabalho.

5.1.3 Atividades de extensão integradas à pesquisa

As atividades foram planejadas de forma a compor a coleta de dados primários desta pesquisa. O objetivo foi avaliar o nível de conhecimento, percepção e engajamento da comunidade em relação à tecnologia de telhados verdes, antes e após ações pedagógicas e demonstrativas, permitindo a análise qualitativa do impacto da intervenção.

5.1.4 Apresentação científica e sensibilização comunitária

Foi realizada uma apresentação à comunidade (alunos, professores, pais e moradores do entorno), com o objetivo de apresentar fundamentos técnicos, benefícios ambientais e sociais do telhado verde. O evento foi documentado no dia 12/09/2025 e serviu como momento de aplicação de instrumentos de coleta de dados, viabilizando a comparação entre percepções pré e pós-intervenção.

5.1.5 Aplicação de questionário como instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta consistiu em um questionário estruturado aplicado em dois momentos: (i) no dia do evento após as apresentações dos mostruários de tipos de sistemas; e (ii) via remota por meio de *forms* via eletrônica ao grupo de estudantes de pós-graduação da Unesp, Campus de Tupã/SP, também após apresentação prévia do sistema.

A coleta de dados foi uma ação para identificar mudanças na compreensão e percepção. Com questões direcionadas para comparação entre o conhecimento do sistema antes e depois da apresentação do sistema, permitindo análise qualitativa do impacto da ação de apresentar o sistema.

5.1.6 Produção e distribuição de folheto educativo

Foi elaborado um folheto de divulgação de caráter simplificado e não científico acadêmico, contendo definição, importância, materiais necessários e benefícios do telhado verde. Esse material foi distribuído durante a apresentação e entregue aos participantes do questionário no evento, de forma a complementar a ação educativa e permitir avaliação do grau de retenção das informações.

Os dados obtidos por meio das atividades descritas nesta seção foram analisados de forma a identificar variações no conhecimento e percepção dos participantes sobre a tecnologia de telhados verdes. Para isso, as respostas dos questionários aplicados foram organizadas em planilhas eletrônicas e submetidas à análise descritiva, por meio de porcentagens demonstrados em gráficos, onde permitiu compreender o potencial da ação de extensão como instrumento de educação e de difusão de tecnologias sustentáveis, fortalecendo a conexão entre os objetivos científicos e sociais desta pesquisa.

5.2 ANÁLISE DA INFLUENCIA DA INCLINAÇÃO

Para a instalação do protótipo, optou-se por adotar uma inclinação de 5 cm na cobertura. Esse valor foi definido com base em referências técnicas e estudos prévios sobre telhados verdes extensivos, que apontam que inclinações moderadas favorecem o escoamento adequado da água pluvial, evitando acúmulo excessivo e, ao mesmo tempo, minimizando riscos de deslizamento do substrato, segundo Barcelos (2021) a inclinação ótima varia de 2 a 8%. Liu *et al.* (2019), identifica que 17% é o limite máximo de inclinação para que não necessite intervenções adicionais de estabilização.

Na publicação de Liu *et al.* (2022) apenas definiu o declive de 2% em seu artigo de simulação de desempenho, deste modo como já mencionado no item 4.7.3, existe uma lacuna nos estudos científicos relacionados a melhor ou pior inclinação para telhados verdes, o que se têm são estudos de análise de retenção de água relacionada a maior ou menor inclinação como o estudo de Getter, Rowe e Andresen (2007), onde diz que quanto maior a inclinação, menor capacidade de retenção de águas pluviais, porém não determina qual é a inclinação ótima. Portanto, a inclinação é adotada de acordo com o objetivo do estudo.

5.3 ELABORAÇÃO DE MANUAL TÉCNICO DE INSTRUÇÕES

Foi produzido um manual ilustrado de replicabilidade (APÊNDICE C) contendo o passo a passo para a construção de um telhado verde extensivo, com base nas especificações do protótipo instalado. O manual constitui material técnico de referência para construção da estrutura e da implantação do sistema. E serviu como documento de apoio para análise de aplicabilidade e replicabilidade do modelo da pesquisa do presente projeto. Detalhamento dos tipos de substrato, das espécies de vegetais recomendadas e as considerações construtivas (inclinação, drenagem, manutenção), além dos custos estimados de todo o processo.

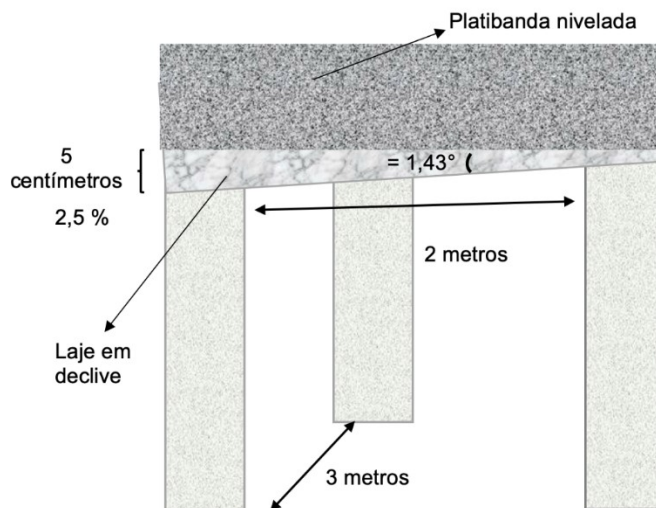
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de estudar as diretrizes técnicas, avaliação da replicabilidade e utilização como atividade extracurricular, foi realizada uma pesquisa experimental no interior da escola estadual de ensino fundamental e médio E.E. Prof.^a Irene Resina Migliorucci, no município de Tupã-SP. Esta iniciativa servirá como conteúdo para a escola como atividade extracurricular, levando conhecimento e informação sobre a importância da sustentabilidade e consciência da situação climática no planeta.

6.1 DA ESTRUTURA

Para este estudo foi construída uma estrutura de alvenaria com área total de 6,0 m² conforme apresenta a Figura 12.

Figura 12. Esquema representativo das medidas da estrutura



Fonte: Ohara *et al.*, 2026.

O declive do telhado foi calculado seguindo as especificações da NBR 15575. Neste experimento foi planejado 5 cm de declive para um telhado de 2 metros equivalendo a uma inclinação de 2,5% conforme apresenta a Equação 1.

Equação 1: Cálculo de declive

$$\text{Inclinação}(\%) = \frac{\text{Altura}(h)}{\text{Comprimento}(m)} * 100$$

$$\text{Comprimento} = 2m = 200 \text{ cm}$$

$$\text{Altura (inclinação)} = 5 \text{ cm}$$

Portanto:

$$\text{Inclinação}(\%) = \frac{5}{200} * 100 = 0,025 * 100 = 2,5\%$$

Em termos de ângulo: (tangente inversa de 0,025) = 1,43°

Fonte: A autora, 2025.

O presente estudo usou uma inclinação de 2,5% que equivale ao ângulo de 1,43° (tangente inversa de 0,025), pois não existe unanimidade entre estudiosos sobre o assunto como sendo a melhor inclinação. Liu et al. (2019) usou três diferentes inclinações sendo de 2%, 7% e 15%, já Muthanna, Alfredsen e Abdalla (2024) trabalharam com 2%, 5% e 20%, são estudos comparativos entre cada cada inclinação e a capacidade de retenção pluvial ou do sistema de telhado verde.

Como o presente estudo usa um protótipo de tamanho real foi decidido um potencial de baixo risco para possíveis intercorrências no sistema.

6.2 MÃO DE OBRA QUALIFICADA

Foram consultados quatro arquitetos os dois primeiros em conjunto (autorização de uso de dados no APÊNDICE D), o terceiro em forma de consultor, e o quarto como planejador do projeto. Com os dois primeiros embora realizada a planta do projeto (ANEXO 1), não foi possível edificar a obra devido ao custo maior do que o orçamento disponível.

O terceiro, residente nas redondezas da capital paulista, portanto muito distante, foi consultado por vias eletrônicas, no intuito de entender melhor as necessidades da estrutura. Isso nos levou a procurar um quarto profissional na Cidade de Osvaldo Cruz/SP, o profissional da arquitetura Eduardo Estofalete (autorização de uso de dados no APÊNDICE E) que apresentou o segundo projeto (ANEXO 2). Todos

os envolvidos participaram de maneira voluntária portanto sem custo financeiro. O objetivo do projeto de arquitetura foi alcançado, o custo dentro do orçamento e respeitando as normas de segurança para suportar o sistema de TV em sua laje.

O próximo passo encontrar um mestre de obras que pudesse atender ao custo/benefício. A procura pela mão de obra ocorreu em dois momentos: a primeira lista sem sucesso, ou seja, ninguém atendeu à ligação ou o número não estava ativo. Portanto foi necessária uma segunda lista de contatos de construtores ou mestre de obras. Foram consultados 15 profissionais em mestre de obras, onde 5 estavam indisponíveis, 1 não retornou à ligação, 2 não atenderam a ligação, 1 somente área de acabamentos, 1 não retornou o orçamento.

Foram quatro visitas técnicas de construtores ao local de instalação, com o objetivo de avaliar as condições estruturais e definir as adaptações necessárias. Uma das empresas consultadas apresentou o orçamento com base apenas nas especificações fornecidas oralmente e no envio prévio do projeto arquitetônico, sem visita in loco. Finalmente obtivemos 5 retornos de orçamentos, chegando assim ao que atendeu aos nossos critérios de menor custo, sendo este a Construtora Vieira, (APÊNDICE F), com o valor de R\$ 5.700,00 (cinco mil e setecentos reais), como segue na apresentação na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado dos orçamentos da prestação de serviço na construção civil

DESCRIÇÃO	VALOR
Orçamento 1	R\$ 9.500,00
Orçamento 2	R\$ 8.000,00
Orçamento 3	R\$ 5.700,00
Orçamento 4	R\$ 17.000,00
Orçamento 5	R\$ 8.000,00

Fonte: A autora, 2025.

Após a definição do projeto executivo e dos ajustes realizados em conjunto com o construtor responsável, foi elaborada a lista de materiais necessários para a execução da estrutura. Durante a obra, houve acréscimos pontuais em função de adequações construtivas. Foram consultadas 4 lojas de materiais de construção, 1 loja de laje, e 2 lojas de madeira (APÊNDICE G). Para a definição dos fornecedores,

foram consultadas seis empresas de materiais de construção, uma de lajes e três madeiras, sendo selecionadas aquelas que apresentaram o menor custo unitário na maioria dos itens, sem prejuízo da qualidade técnica exigida. O levantamento do orçamento de materiais e mão de obra ocorreram no mês de agosto de 2025, representado na Tabela 2. A tabela contempla os itens adquiridos para a fase de edificação, e contem custo unitário, subtotal e o total das despesas.

Tabela 2. Lista de materiais com melhor orçamento

QTD	PRODUTO	DESCRIÇÃO	R\$ UNIT.	SUB-TOTAL
13	Tábua de 20 cm	3 metros	R\$ 28,00	R\$ 364,00
13	Tábua de 30 cm	3 metros	R\$ 42,00	R\$ 546,00
2	Parafusos trombeta agulha c/ 100	3.5X45	R\$ 20,00	R\$ 40,00
10	Sarrafos cedrinho 10 cm	3 metros	R\$ 14,00	R\$ 140,00
3	Areia grossa	m ³	R\$ 145,00	R\$ 435,00
1,5	Pedra	m ³	R\$ 180,00	R\$ 270,00
17	Sacos de cimento	50 kg	R\$ 33,50	R\$ 569,50
2	Arame recozido	Rolo 1 kg	R\$ 16,02	R\$ 32,04
7	Barras de ferro 3/8	10 mm	R\$ 48,00	R\$ 336,00
6	Barras de ferro 5/16	8 mm	R\$ 34,00	R\$ 204,00
9	Barras de ferro	4,2 mm	R\$ 14,00	R\$ 126,00
30	Estribos 3/8	10 cm x 10 cm	R\$ 1,05	R\$ 31,50
20	Estribos 5/16	10 cm x 10 cm	R\$ 1,05	R\$ 21,00
240	Tijolos de olaria	19x8x4,5	R\$ 0,49	R\$ 117,60
1	Areia Fina	m ³	R\$ 54,00	R\$ 54,00
1	Vedalit	Sachê	R\$ 16,90	R\$ 16,90
3	Cal	Saco 20 Kg	R\$ 16,00	R\$ 48,00
10	Laje (lajota e vigota)	m ²	R\$ 83,00	R\$ 830,00
1	Cano PVC 40 mm	metro	R\$ 6,52	R\$ 6,52
1	Mão de obra	à vista	R\$ 5.700,00	R\$ 5.700,00
			TOTAL R\$	R\$ 9.887,16

Fonte: A autora, 2025.

O custo com materiais foi de R\$ 4.187,16, enquanto a mão de obra representou R\$ 5.700,00, totalizando R\$ 9.887,16. Isso equivale a um custo por metro quadrado de R\$ 1.647,86 (Hum mil seiscentos e quarenta e sete reais e oitenta e seis centavos) para a parte estrutural do projeto de pesquisa.

6.3 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

A construção da estrutura teve início no dia 21 de julho de 2025, e se estendeu até 28 de julho de 2025. Iniciou se com a determinação do tamanho da estrutura a ser construída, sendo este 2 (dois) metros por 3 (três) metros, totalizando uma área de 6 (seis) metros quadrados (m^2). Na sequência foi determinada as posições das quatro colunas e feita a perfuração circular das 4 (quatro) brocas e 4 (quatro) sapatas quadradas conforme Figura 13 apresentado a seguir.

Figura 13. Posição das brocas e sapatas (colunas)

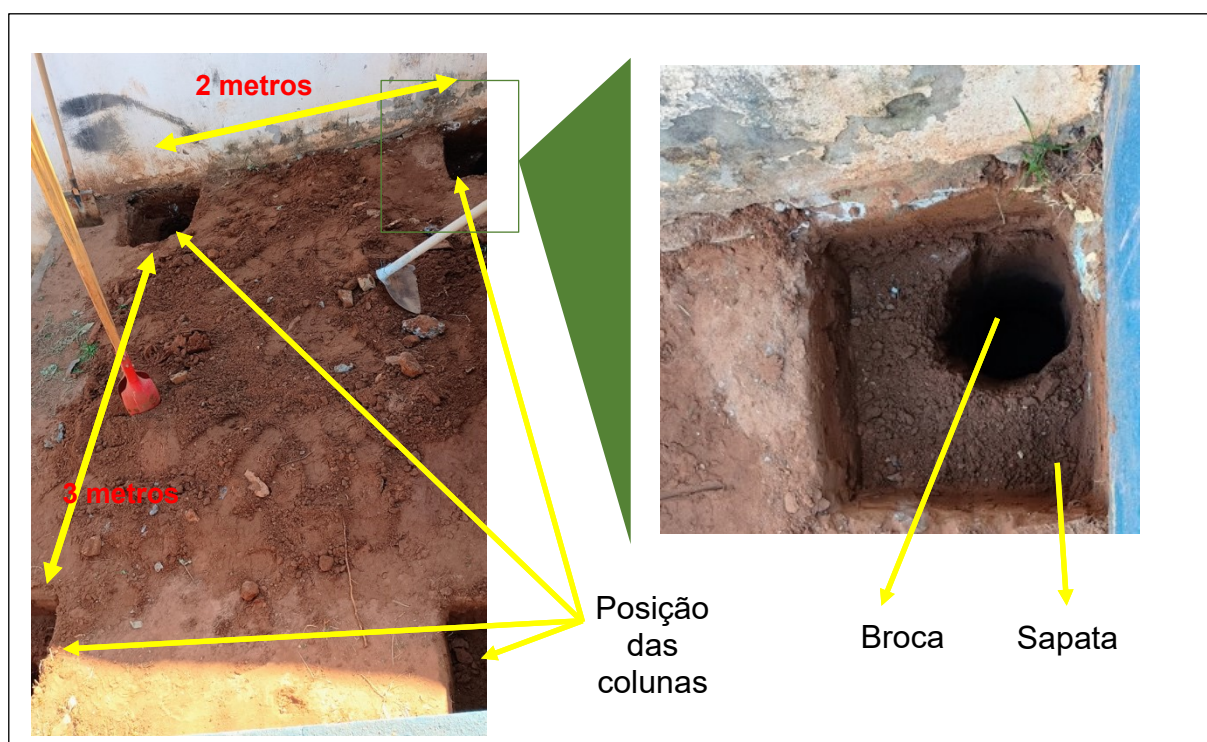


Foto: A autora, 2025.

As sapatas têm a profundidade de 0,3 m, e as brocas 2 metros de profundidade aproximadamente. Estes foram enchidos com concreto (cimento, pedra, areia grossa, na proporção 1 saco: 2 carriolas: 3 carriolas, respectivamente) por completo. Dentro das 4 brocas foram inseridas antes do enchimento por concreto, as colunas de ferro composta por 4 barras 3:8 de 2 metros armadas em 10 x 10 cm e fixadas por 6 a 7 estribos para cada coluna, como identificados na Figura 14 a seguir.

Figura 14. Estrutura da coluna

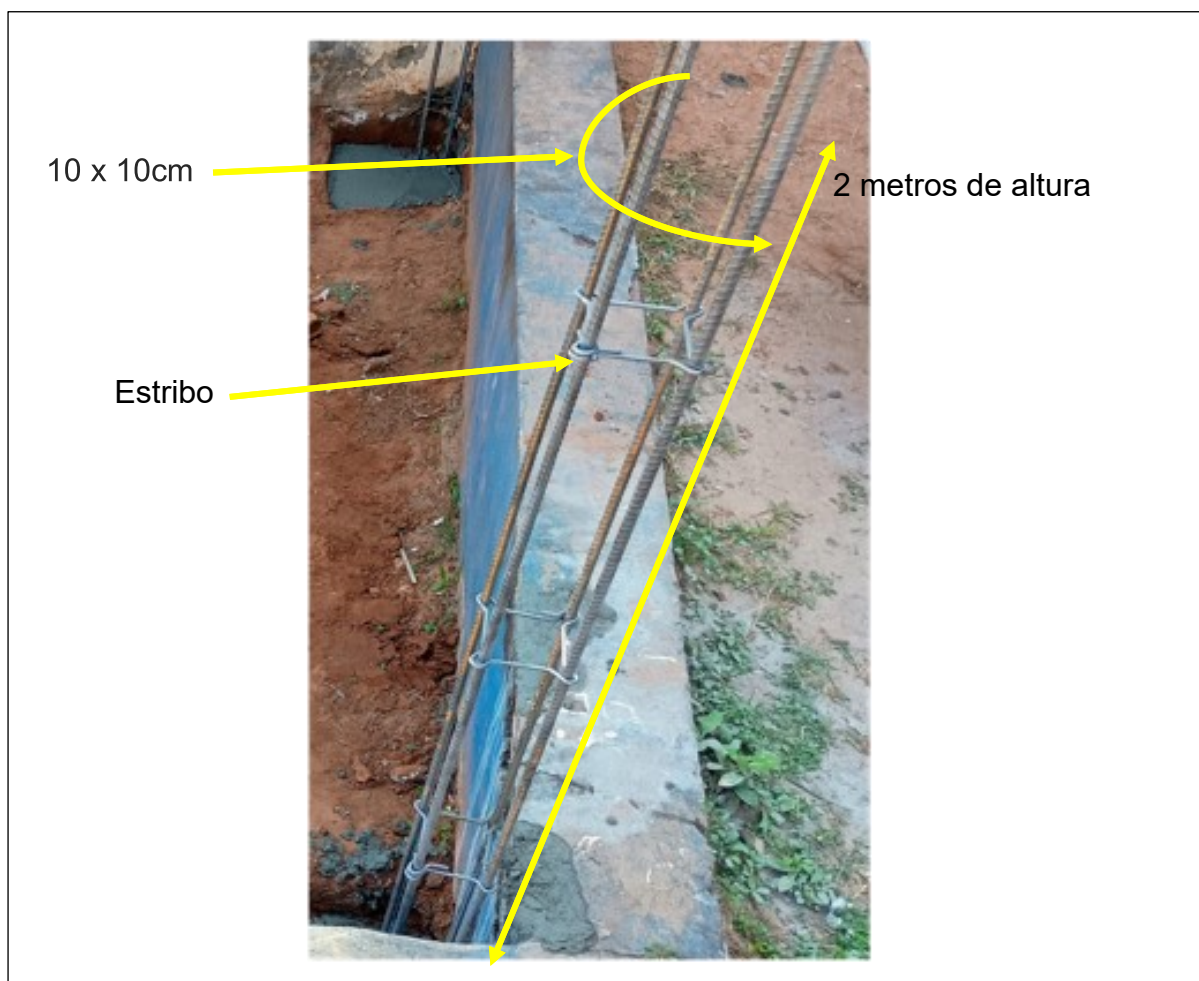


Foto: A autora, 2025.

A coluna rente ao muro é desenhada para que o madeiramento em “U” possa ser encaixado. As outras duas que não tem muro, são de caixote de tábua de pino 20 por 30 cm fechados em retângulo, e envolve as colunas de ferro.

Com os caixotes posicionados nos locais das brocas e sapatas foi feito o escoramento de todas as colunas para não estourar na hora do enchimento com concreto (proporção: Cimento 1 saco: Pedra 2 carriolas: Areia grossa 3 carriolas, diluído com água até o ponto de concretagem não muito mole nem muito duro). As colunas da parte mais baixa ficaram com 5 cm de inclinação (2,5%), com o foco em evitar deslizamento do substrato, e desta forma testar empiricamente se é possível aumentar esse nível ou diminuir a depender do resultado final do nosso estudo.

Ao final de cada coluna preenchida é estacado duas barras de ferro 3:8 para serem dobradas sobre as lajes antes da concretagem para dar sustentação ao

teto. São barras de aproximadamente 2,5 metros para auxiliar na sustentação da laje repetidos nas 4 colunas da estrutura.

Foi também confeccionado o madeiramento para as vigas em formato de “U” medindo 20 cm de largura por 30 de altura, adicionados ferragem 3:8, 10 x 10 cm igualmente à coluna, e colocados no centro da caixaria, no interior da caixaria, é colocado algumas barras de ferro para evitar que a madeira se envergue ao entrar em contato com a umidade do concreto.

Em seguida foi feita a colocação da armação da laje, composta por lajota e vigota, após o encaixe e reforçado com ferros estacados nas colunas dobradas sobre a laje é feito a concretagem juntamente com as vigas na proporção cimento, pedra e areia grossa (1,5 saco:1,5 carrinho: 2,5 carrinhos respectivamente).

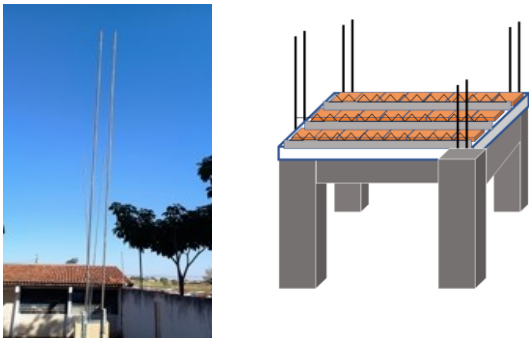
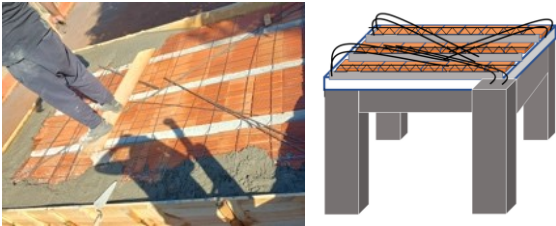
A etapa do contra piso seguiu os seguintes processos: o nivelamento da terra, medição da altura do concreto, a concretagem que usou as proporções de cimento, pedra, areia grossa (sendo: 1 saco; 1,5 carriola; e 2,5 carriolas respectivamente). Durante a concretagem foi colocado todas as sobras de ferro para dar um pouco mais de sustentação, depois do preenchimento pela massa foi feito o desempenho do piso.

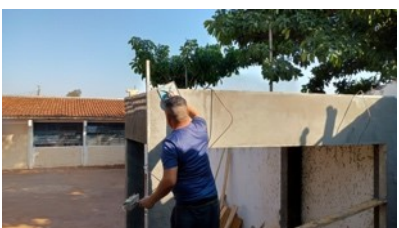
A borda de contenção lateral acima da laje foi feita de tijolo maciço (19 x 9 x 5,3 cm). Na parte mais baixa foram 4 fileiras de tijolos, uma fileira a mais que a parte mais alta da estrutura, a fim de compensar a inclinação. Nas laterais de 3 a 4 fileiras de acordo com a necessidade de alinhamento da altura para ficar reto na visão externa. Na parte mais baixa da estrutura da laje foi colocado canos de Policloreto de Vinila (PVC) de 50mm e 40 mm para drenagem da água para evitar encharcar o substrato por excesso e acúmulo de águas pluviais prejudiciais às plantas, além de instalação de grelha ou tela plástica para boca do dreno.

Na parte final foi feito o chapisco, o reboco, e o desempenho (amacramento do reboco) das colunas, laje e mureta, finalizando assim a estrutura. No Quadro 4 é apresentada as fotos de cada fase mencionada.

Quadro 4. Fases da construção

	enchimento das brocas até as sapatas com a ferragem inserida
	A coluna que vai rente ao muro é desenhada para ser encaixada o madeiramento do caixote em “U”
	As duas que não são escoradas, portanto caixote fechado envolvendo a ferragem que é coberto pelo concreto
	Escoramento de todas as colunas para não estourar na hora do enchimento com concreto
	Após enchimento dos caixotes de madeira com concreto

	Ao final de cada coluna preenchida é estacado duas barras de ferro $\frac{3}{8}$.
	Caixotes para vigas
	No interior da caixaria, é colocado algumas barras de ferro
	Armação da laje e concretagem, ferros saídos da coluna dobrados sobre a laje
	Assentamento do contra piso
	Nivelamento do contra piso

	Piso concretado e desempenado
	Bordas (Contenção lateral)
	4 pontos de drenagem por cano PVC 50 mm e 40 mm de diâmetro
	Chapisco e reboco das colunas, laje e mureta
	Desempeno da estrutura (alisamento e alinhamento do reboco)
	Finalização da estrutura

Fotos: A autora, 2025. (Todas as fotos e figuras deste quadro demonstradas em fases)

Para finalizar a parte estrutural, foi aplicado uma camada de impermeabilizante (vedatop) no reboco da parte interna da platibanda para evitar infiltração, como observado na Figura 15.

Figura 15. Após aplicação do impermeabilizante.



Foto: A autora, 2025.

A parte de acabamento de pintura foi feita com selador acrílico e por último a tinta cor musgo como apresenta a Figura 16.

Figura 16. Finalização com pintura



Foto: A autora, 2025.

Para identificação foram instaladas duas placas na parte superior, com logo da Unesp e do CNPq, pelo apoio das respectivas entidades e o dizer “Telhado Verde”. O custo da parte do acabamento teve as despesas conforme discriminados na Tabela 3.

Tabela 3. Despesas de acabamento da estrutura

DESCRIÇÃO	QTD	R\$ UNIT	R\$ TOTAL
Fita crepe	1	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Lixa ferro nº 80	3	R\$ 4,00	R\$ 12,00
Lona plástica mts	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Tinta piso chumbo 3,6 lts	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Tinta piso concreto 18 lts	1	R\$ 289,00	R\$ 289,00
Selador acrílico 16 lts	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Vedapren branco 4,5 kg	1	R\$ 132,00	R\$ 132,00
TOTAL			R\$ 792,00

Foto: A autora, 2025.

O valor por metro quadrado (m^2) relativo aos materiais é de R\$ 132,00 (cento e trinta e dois reais). As sobras serão aproveitadas em outro momento de manutenção, portanto não foram usadas toda a quantidade e volume adquirido.

6.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TELHADO VERDE

O local da implantação como uma condição climática é um ponto relevante para a escolha da vegetação (Cristiano *et al.*, 2022). O local escolhido nesta escola, é provido de muita sombra durante o inverno, gerada por uma árvore do terreno ao lado, tirando os raios solares diretos sobre o nosso sistema. Portanto é necessário escolher plantas que não necessitem de muita luz solar direta nesta época. Já nos verões a tendência de raios solares é maior. O estudo de Dvoraka e Volder (2010) aponta que muitas das espécies vegetais possuem melhor desempenho em locais de variação de sombreamento, assim as espécies de *sedum*, apesar da resistência ao sol desta planta pode ser adaptável a falta da luz solar direta no inverno, deste mesmo modo utilizamos a grama amendoim e/ou grama esmeralda (recomendação do viveiro 12 a 20 mudas por m^2).

A profundidade entre 5 e 15 cm de substrato é capaz de reduzir de 23% a 81% do escoamento de águas pluviais, 10 cm é capaz de 66% a 81% (Azis *et al.* 2021), nesse sentido, optou-se pelo intermediário: 10 cm de substrato, composto por terra vegetal, composto orgânico (esterco curtido, húmus ou compostagem) e areia grossa, foi um volume aproximado de 0,566 m³ (cerca de 11 sacos de 50 litros) na área de 6 m².

A camada impermeabilizante se limitou a uma membrana líquida impermeabilizante (poliuretano ou acrílica) com 2 demãos para reforçar, como pode ser verificado na Figura 17.

Figura 17. Camada de pedra brita



Foto: A autora, 2025.

Para a camada de drenagem optou-se pela brita nº 1 descartando a opção da argila expandida (devido à alta relação custo/benefício). A profundidade da pedra brita é de 1,5 a 2 cm de espessura. É a mesma pedra usada para encher as colunas da estrutura do telhado, e no contrapiso da área interna do telhado verde.

As próximas camadas acima da brita são: a manta, o substrato, e o cascalho, como pode ser observado na Figura 18.

Figura 18. Camada restantes



Foto: A autora, 2025.

Na camada de filtro foi utilizada a manta de 150 g/m² para 6 m² de área, é uma manta bidim GT (geotêxtil), usada para drenagem e irá auxiliar na contenção do substrato e filtrar a água até a brita.

O substrato é uma mistura de solos indicado para todas as culturas (paisagismo, citrus, hortaliças, frutíferas, gramados, florestais, vasos, floreiras, canteiros, soja), com adição de aproximadamente 15% de areia grossa. A espessura do substrato ficou em aproximadamente 10cm.

O cascalho é formado por casca de pinus, servirá para manter a umidade do solo em torno da plantação de grama, onde também foi plantada mudas de onze horas, a exemplo na Figura 19.

Figura 19. *Portulaca Grandiflora* (Rosa musgo / onze horas)



Foto: A autora, 2025.

As gramas foram plantadas ao centro do espaço de 2,90 por 1,90, aproximadamente, em sua borda envolto por cascalho as mudas de onze horas e uma muda de grama amendoim (*Arachis repens*) (Oliveira *et al.*, 2014).

A finalização da estrutura e do sistema implantados corresponde a 5,5 m² de grama, 6 mudas de onze horas e 1 muda de grama amendoim, conforme observado na Figura 20.

Figura 20. Conclusão da construção estrutural e do sistema



Foto: Ohara et al., 2026.

Os custos das camadas do sistema foram: pedra brita, manta como filtro, o substrato, o cascalho e as plantas. Na Tabela 4 é apresentado os custos dos materiais utilizados no sistema de telhado verde.

Tabela 4. Custos das camadas

PRODUTO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE E	PREÇO UNIT	SUB-TOTAL
Pedra Brita	Metro	0,5	R\$ 150,00	R\$ 75,00
Manta	Metro	3	R\$ 10,90	R\$ 32,70
Substrato	Saco	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00
Cascalho	Saco	3	R\$ 45,00	R\$ 135,00
Grama	Metro quadrado	5	R\$ 8,00	R\$ 40,00
Muda de onze horas	unidade	6	R\$ 4,00	R\$ 24,00
TOTAL				R\$ 556,70

Fonte: A autora, 2025.

O valor por metro quadrado (m²) relativo aos materiais foi de R\$ 92,78 (noventa e dois reais e setenta e oito centavos) de custo.

Deste modo somando os custos de materiais e mão de obra de R\$ R\$ 1.647,86 (Hum mil seiscentos e quarenta e sete reais e oitenta e seis centavos) por m², o custo do sistema de 92,78 (noventa e dois reais e setenta e oito centavos) por m², o custo do acabamento de R\$ 132,00 (cento e trinta e dois reais) por m², totalizaremos R\$ 1.872,64 (Hum mil oitocentos e setenta e dois reais e sessenta e quatro centavos).

6.5 MANUTENÇÃO E DRENAGEM

Como a implantação do TV é do tipo extensivo, então a manutenção é simples, não exige conhecimento técnico. Embora o sistema de irrigação automatizado não seja obrigatório, pois normalmente o fornecimento de água e nutrientes ocorrem por meio de processos naturais (Azis *et al.*, 2021; Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2013; Farias, 2012; Perivoliotis *et al.*, 2023; EFB, 2024) pode ser acoplado em ações futuras deste projeto. Atualmente a rega em períodos de longas estiagens ocorrem manualmente.

Além da irrigação é feita a remoção das ervas daninhas para evitar competição por nutrientes com as plantas do experimento (Liu *et al.*, 2019), que também é executada manualmente e regularmente conforme a brotação.

Para a drenagem do interior da laje, foram acoplados 4 (quatro) canos de PVC, conforme destacado na Figura 21.

Figura 21. Drenagem por tubos na laje



Foto: A autora, 2025.

E para evitar problemas futuros com o sistema de drenagem foram instalados 4 pontos de escoamento. Foram instalados na face oeste 2 (dois) canos de 40 (quarenta) mm de diâmetro no centro e 2 (dois) canos de 50 mm nas laterais. As quatro drenagens possuem um comprimento de 50 cm e vasão na parte superior da estrutura.

Para o sistema de drenagem além dos tubos foi utilizado uma camada de brita (pedras trituradas) usadas em construções de residências e prédios no leito da laje, onde a água das chuvas ou irrigações que passam pelas camadas anteriores é escoada entre as pedras e chega ao leito da laje em direção aos tubos de drenagem para evitar que o solo ou substrato fiquem encharcados.

6.6 REPLICAÇÃO

Esta seção consiste na replicabilidade do presente estudo, deste modo segue um quadro de diretrizes de forma simplificada no Quadro 5.

Quadro 5. Quadro de diretrizes

Construção	Consultar profissionais da arquitetura e da construção civil; definir os materiais que serão necessários para a obra, definir o plano de execução com prazo de cada fase, executar o plano de ação
Custos	Pesquisa prévia de diversos fornecedores dos materiais na cidade, definido o melhor preço de fornecimento, efetuar a compra
Fotos	 Foto da finalização da estrutura do telhado, ficando para o próximo passo a instalação do sistema que ocorrerá nas próximas semanas
Formulação do manual	Manual com informativo educativo e diretrizes da replicabilidade do sistema passo a passo
Sistema (inclinação, drenagem, manutenção)	Inclinação: foi considerado 2,5 % de inclinação ideal para o presente estudo por não existir unanimidade entre estudiosos, e por considerar menor risco de intercorrências
	Drenagem: Será realizada ainda
	Manutenção: por ser tipo extensivo é simples, de pouco conhecimento técnico, e que não será necessário sistema de irrigação embora seja uma opção para ações futuras, por enquanto apenas aplicação diária mínima de água em dias de longas estiagens pois normalmente o fornecimento de água e nutrientes ocorrem por meio de processos naturais
Divulgação	Ocorrerá no evento da escola em 12/09/2025, neste momento será aplicado ainda questionário para análise descritiva de percepção e absorção das informações disponibilizadas e quanto está sendo eficaz essa disseminação
Resultados	Objetivo é de obter dados satisfatório de disseminação e divulgação da importância do sistema de telhado verde, e contribuir para futuros estudos no mesmo porte do presente estudo

Fonte: A autora, 2025.

A replicação está representada em passo a passo conforme as fases de construção, pesquisa de custos, documentação em fotos, formulação de manual, aplicação/implantação das camadas do sistema, divulgação e resultados.

Os resultados evidenciam que a replicabilidade do modelo proposto está menos associada à adoção de inovações tecnológicas complexas e mais relacionada à adequação às condições climáticas locais, à simplicidade do sistema construtivo e à disseminação do conhecimento técnico de maneira acessível. Esse entendimento converge com a literatura sobre tecnologias sustentáveis, a qual destaca que soluções ambientalmente eficazes em países em desenvolvimento devem priorizar baixo custo, facilidade de implementação e adaptação ao contexto local (Sachs, 2015; Lamberts *et al.*, 2014). Ademais, estudos sobre telhados verdes indicam que a viabilidade e a difusão dessa tecnologia dependem fortemente da compatibilidade entre clima, espécies vegetais e sistemas construtivos simplificados, bem como de processos educativos que promovam a apropriação social da técnica (Oberndorfer *et al.*, 2007; Mentens *et al.*, 2006). Nesse sentido, a produção e a difusão de manuais técnicos configuram-se como instrumentos estratégicos para ampliar a adoção de telhados verdes em contextos urbanos e rurais brasileiros, fortalecendo a replicabilidade e a sustentabilidade da solução.

6.7 DIVULGAÇÃO NO EVENTO

A princípio a divulgação do sistema de telhado verde se deu em uma apresentação à comunidade escolar por folheto explicativo (APÊNDICE B), em um evento na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, Prof.^a Irene Resina Migliorucci, localizada na região periférica do município de Tupã-SP conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22. Foto do evento



Foto: A autora, 2025.

Teve como objetivo apresentar os fundamentos técnicos e benefícios ambientais e sociais do telhado verde. Neste dia foi aplicado instrumentos de coleta de dados, viabilizando a comparação entre percepções pré e pós-intervenção, por meio de um questionário (APÊNDICE A) elaborado para o contexto social e não científico, juntamente com folheto explicativo contendo definição, importância, materiais necessários e benefícios do telhado verde.

O evento ocorreu no dia 12 de setembro de 2025 no período noturno e contou com a participação da comunidade em geral. Estiveram presentes pais, professores, alunos, familiares e moradores dos arredores da escola. A data foi compartilhada com o evento da escola “Festa da Primavera” e a pesquisa contribuiu por meio da inauguração do TV, permitindo com que a ação de disseminação da informação sobre o TV e a conscientização da importância da sustentabilidade dentro da comunidade fosse executado.

A apresentação dos fundamentos e do sistema ocorreu de forma física por meio de amostras de tipos de camadas que o sistema pode ser composto, conforme apresentado na Figura 23.

Figura 23. Amostras de camadas de um sistema de TV



Fonte: Ohara *et al.*, 2026.

Adicionalmente um folheto explicativo e acesso ao manual técnico de todo o processo e de conceitos sobre o sistema (APÊNDICE C), para enriquecer e facilitar na apresentação.

A apresentação do sistema foi feita pelo grupo de pesquisa e extensão da Unesp, detalhando os tipos de sistema de camadas que podem ser aplicados em um TV, bem como os conceitos e cuidados do sistema como observa-se na Figura 24.

Figura 24. Foto da apresentação do TV



Foto: Grupo de pesquisa e extensão, 2025.

São explicações sobre o projeto antes da aplicação do questionário, deste modo apto a responder um único questionário com perguntas elaboradas para captar a percepção do entrevistado sobre o que ouviu na apresentação do que já se tinha conhecimento do tema.

6.8 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NO EVENTO

Para a menção “percepções pré e pós-intervenção”, entende-se como sendo a percepção antes e depois da apresentação do material explicativo por meio de folhetos e a apresentação das amostras de protótipos de sistemas de camadas para o TV.

A aplicação do questionário ocorreu em dois momentos, a primeira abordagem ocorreu no momento do evento e a outra foi via remota que ocorreu por meio de comunicação via aplicativo do *Whatsapp*, onde foi liberado o acesso ao *Forms* com o questionário idêntico ao dia do evento a um grupo de estudantes cujo o projeto foi apresentado durante o curso nas disciplinas do PGAD, totalizando 33 pessoas entrevistadas.

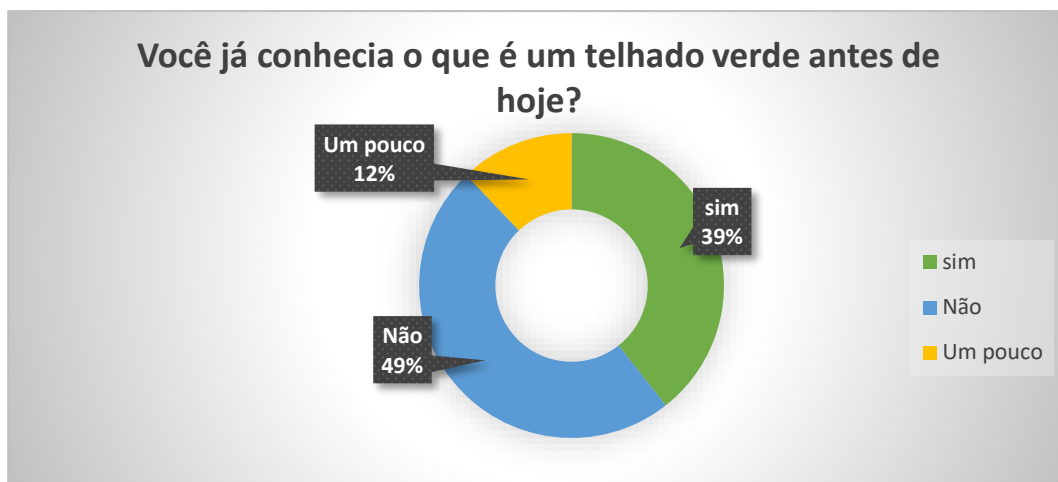
6.9 RESULTADO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NO EVENTO

O questionário (APÊNDICE A) foi de caráter anônimo e não sensível, composto por seis perguntas diretas sobre a percepção do tema. O objetivo foi de captar a percepção dos voluntários antes e depois da apresentação do sistema. As perguntas foram: a-) Você já conhecia o que é um telhado verde antes de hoje?; b-) o que achou da ideia de instalar um telhado verde na escola?; c-) Na sua opinião quais são os principais benefícios do telhado verde?; d-) Você gostaria que essa ideia fosse levada pra outras escolas da cidade?; e-) Você gostaria de ter um telhado verde na sua casa?; f-) Você considera importante investir em soluções sustentáveis nas cidades?.

Os resultados (APÊNDICE H) são apresentados em gráficos com descrição em porcentagem.

- a) A primeira pergunta teve como objetivo identificar o conhecimento prévio do sistema pelos entrevistados antes de ser apresentado pela equipe extensionista no dia do evento como aos estudantes durante o curso.

Gráfico 1. Resultado da Pergunta 1



Fonte: A autora, 2025.

Os resultados indicam, conforme o Gráfico 1, que 49% não conhecia, 39% conhecia e 12% tinha algum conhecimento. Isso demonstra que a tecnologia ainda é um assunto pouco conhecido pela comunidade.

- b) A pergunta 2, busca entender se a instalação do sistema na escola foi bem aceita ou rejeitada pelos entrevistados.

Gráfico 2. Resultado da Pergunta 2



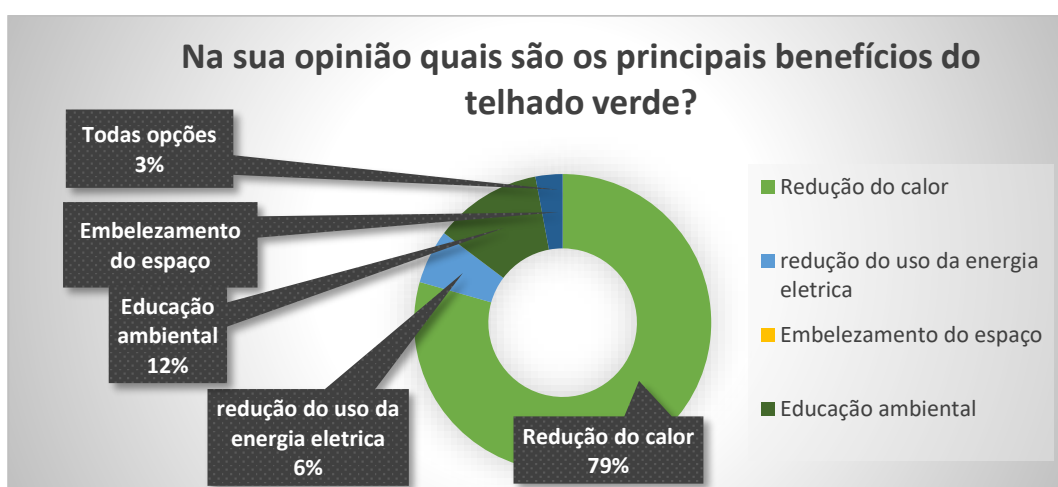
Fonte: A autora, 2025.

Os resultados indicam que 76% aprovam a ideia, 21% acha a ideia boa, 3% foram indiferentes na opinião em relação a esta questão e 0% não aprovam,

conforme apresenta o Gráfico 2. Isso demonstra que a tecnologia é bem aceita pela comunidade apesar de uma pequena minoria não se interessar pela questão.

c) A pergunta 3 se refere à absorção dos candidatos sobre o conhecimento dos benefícios que o sistema pode trazer ao ambiente, qual foi o entendimento adquirido após a apresentação e explicação. Se foi sanado as dúvidas que ainda possuíam.

Gráfico 3. Resultado da Pergunta 3



Fonte: A autora, 2025.

Os resultados indicam que 79% acham que o sistema oferece principalmente a redução do calor, 12% que o principal benefício é a educação ambiental, 6% entende que é redutor do uso de energia elétrica e 3% acham que todas as opções são relevantes e 0% que é embelezador do espaço. Gráfico 3

d) A pergunta 4 tem como objetivo saber a opinião do entrevistado sobre a ideia de instalar um sistema de telhado verde em outras escolas da cidade. Essa questão pode ser usada para políticas públicas.

Gráfico 4. Resultado da Pergunta 4

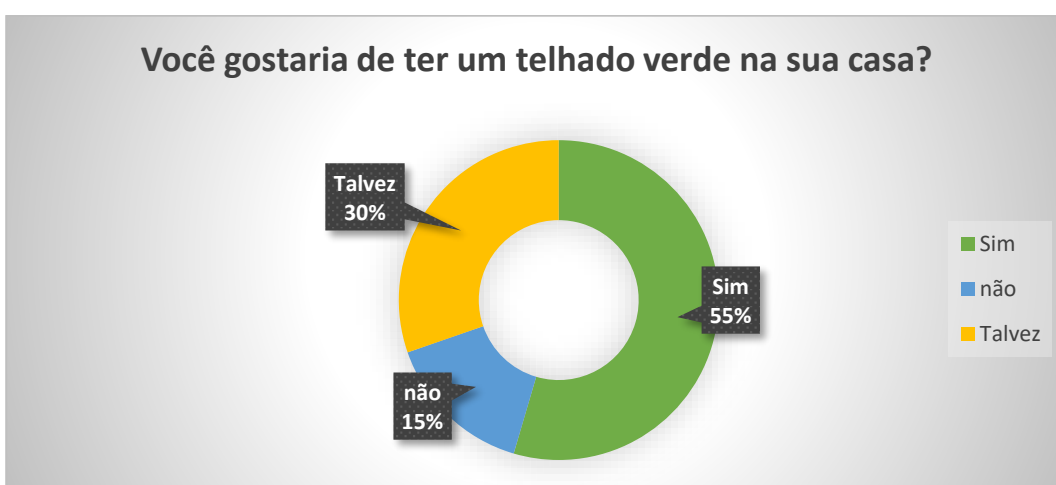


Fonte: A autora, 2025.

Os resultados demonstrados no Gráfico 4 indica a aprovação da implantação do sistema em outras escolas da cidade pela maioria, porém 3% apresentou certa incerteza ou insegurança com relação a essa questão, que talvez possa ser sanado com um bom projeto da.

- e) A pergunta 5 tem como objetivo saber a opinião do entrevistado sobre a instalação de um sistema de telhado verde em sua casa, e entender qual é o nível de aceitação.

Gráfico 5. Resultado da Pergunta 5



Fonte: A autora, 2025.

O Gráfico 5 indica que 55% aceita a ideia de uma instalação do sistema de TV em sua casa e 30% talvez aceita provavelmente a depender de um bom projeto, e 15% apresentaram uma resistência e não querem um sistema de telhado verde em sua casa.

- f) A pergunta 6 tem como objetivo saber qual é a opinião do entrevistado sobre soluções sustentáveis nas cidades, se consideram importante essa abordagem em ações de políticas públicas.

Gráfico 6. Resultado da Pergunta 6



Fonte: A autora, 2025.

O Gráfico 6 indica um resultado unânime na opinião dos entrevistados. A importância na adoção de soluções sustentáveis é considerada pelos entrevistados, essenciais em políticas públicas, mostrando consciência e preocupação com os desafios da crise climática.

Para uma análise generalista da coleta de dados, pode-se concluir que o sistema de TV ainda necessita ser divulgada com mais eficiência, pois muitos ainda a desconhecem. E o desconhecimento traz incertezas no caso de adotar o sistema em sua residência. Porém após receber apresentação adequada dos conceitos e aplicações, nota-se o interesse principalmente em se tratando em implantação em estabelecimentos públicos como outras escolas da cidade. Mostrando que a sociedade tem uma grande preocupação na questão sustentável e mudanças climáticas. Deste modo esta pesquisa pode ser considerada um sucesso pois atingiu

o objetivo no que diz respeito ao alcance da disseminação da informação sobre o sistema.

6.10 ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA APLICADO

Este projeto será continuado pela equipe de estudantes extensionista e doutorandos. Por falhas técnicas de manutenção, após 6 (seis) meses da implantação do sistema que ocorreu em setembro de 2025, algumas plantas secaram. Decorrentes da falta de irrigação, principalmente em razão de restrições de acessibilidade ao interior da escola em especial nos meses de dezembro e janeiro quando a escola entra em recesso.

Na Figura 25 é apresentada a situação do sistema atualmente, onde é possível identificar essas falhas na manutenção.

Figura 25. Telhado verde após a falta de manutenção



Foto: A autora, 2025.

As espécies de onze horas especificamente não sobreviveram. Porém nota-se o desenvolvimento da grama amendoim à direita da foto na Figura 25, e a fixação das gramas no centro da área do plantio. Observa-se ainda o surgimento de algumas plantas daninhas no entorno do gramado, resultado da falta de manutenção. No entanto foi possível observar um ponto positivo, que é a viabilidade da estrutura.

Pois não houve infiltrações de umidade principalmente no teto que é onde ocorre o contato com o sistema de TV, conforme pode ser observado na Figura 26.

Figura 26. Inferior do teto sem infiltrações ou danificações.



Foto: A autora, 2025.

A estrutura apresenta a viabilidade da técnica usada, pois não apresentou rachaduras, infiltrações, umidade, ou qualquer outro dano que pudesse comprometer a estrutura, comprovando a eficácia da camada de impermeabilização e que o sistema não causa danos a estrutura caso seja seguida as recomendações necessárias.

6.10.1 Nova seleção da vegetação

Para a substituição das onze horas, um novo estudo com outra planta se fez necessário. De acordo com Rowe e Getter (2008) uma opção, pouco publicada e testada pelos estadunidenses, no entanto que mostraram ser prósperas para substratos de 5 a 10 cm de profundidade, portanto se encaixa em nosso projeto, é a *Zephyranthes candida* ou rósea.

Zephyranthes são plantas perenes que pertencem à família Amaryllidaceae, muito encontrada na Índia, Tailândia, Havaí e Indonésia, e são usados na medicina em tratamentos de diabetes, câncer, doenças respiratórias e infecções virais.

(Kaliammal *et al.*, 2021). Essa espécie pode ser encontrada no continente Americano também tanto de importância medicinal como ornamental (Flores *et al.*, 2024).

Zephyranthes (Figura 27) é popularmente chamado por lírio da chuva, por florescerem após chuva ou regas abundantes, e no Brasil as principais espécies encontradas são as *zephyranthes rosea*, *grandiflora* e *cândida* (Melo, 2026). Existem outros nomes populares como lírio do zephiro, flor do zéfiro, flor do vento leste, flor da chuva ou lírio da tempestade (Oliveira, 2006).

Figura 27. *Zephyranthes Rosea* (Lírio da chuva)



Foto: A autora, 2026.

Essa espécie de lírio é encontrada nas regiões sudeste e sul do Brasil, suas flores são de diversas cores, muito encontrada na caatinga brasileira, ou seja, clima extremo, deste modo a herbácea aceita as condições naturais extremas e floresce em estações chuvosas permanecendo a maior parte do ano sem flores, são de caráter bulboso (Porto; Maffei, 2021).

6.10.2 O replantio

Antes do replantio foi realizada a remoção das plantas daninhas e foram efetuados manualmente por meio de extração pela raiz (Figura 28). As cascas de

pinos deslocados para que o solo pudesse ser preparado com mais substrato com objetivo de reforçar o solo com nutrientes.

Figura 28. Planta daninha removida



Foto: A autora, 2026.

A reposição de nutrientes foi realizada com adição de substrato composto por casca de pinus, cinzas, turfa, resíduo orgânico agroindustrial de terceiros e calcário, e um outro tipo de substrato composto por casca de pinus, pó de coco, carvão vegetal e húmus de minhoca. Respectivamente foram dois sacos do substrato Solo Forte Premium 20 kg com custo de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) cada, totalizando R\$ 50,00 (cinquenta reais), e um saco de 2 kg de Flormix ao custo de R\$ 17,00 (dezessete reais). São produtos prontos encontrados no comércio de produtos específicos de jardinagem e agropecuários da cidade.

Após o solo preparado, foi realizado o plantio dos lírios do vento. As mudas do lírio foram plantadas em substituição das onze horas. O replantio ocorreu no dia 14 de abril de 2026, foram 40 pontos de plantio cada ponto com 4 a 6 bulbos com brota adulta, algumas inclusive com flores. O espaçamento aproximado foi de 10 centímetros entre um ponto de plantio e outro, como observado na Figura 29.

Figura 29. Replântio finalizado.



Foto: A autora, 2026.

Essas mudas de lírio foram cultivadas no jardim de uma residência. A princípio não foi cultivada para esta finalidade, porém como as mudas estavam fortes e em boas condições e ideais para serem plantadas no telhado verde da escola foram doadas para o replântio.

7 RESUMO GRÁFICO

Para uma visão geral do trabalho segue um *Graphical Abstract* contendo desde a revisão bibliográfica até o resultado do questionário de percepção da comunidade e a conclusão. A Figura 30 é a representação gráfica que explicita todas as fases da dissertação.

Figura 30. *Graphical Abstract*



Fonte: A autora 2026.

O referencial teórico à esquerda da figura, da história às características e classificações, além dos benefícios que o sistema traz. Na metodologia da construção da estrutura ao evento e a aplicação da coleta de dados. No resultado, da análise de percepção da comunidade à importância da adoção de políticas públicas para com as responsabilidades sustentáveis a qual a comunidade e o planeta clamam.

8 CONCLUSÕES FINAIS

A cobertura de edificações por vegetações transforma espaços urbanos em práticas sustentáveis, essa implantação está cada vez mais acessível em termos financeiro, o que falta é a disseminação da informação e conhecimentos técnicos e científicos, questão que pesquisadores de universidades se empenham em modificar, alinhados às políticas públicas, poderão chegar à resultados mais satisfatórios.

No entanto ainda existe lacunas de pesquisas e informações sobre o tema no Brasil, muito já se comprovou cientificamente pelo mundo e estão muito mais a frente em questões experimentais de condições climáticas de seu país, como países da Europa, Ásia e América do Norte.

O presente estudo considerou uma inclinação de 2,5% como ideal, pois não existe unanimidade entre estudiosos sobre o assunto, e como o presente estudo usa um protótipo de tamanho real foi decidido um percentual de baixo risco para possíveis intercorrências no sistema, porém para próximos estudos propõem-se o uso de maior % (porcentagem) de inclinação da estrutura, para comparação de resultados, de drenagem e desempenho do desenvolvimento das vegetações. Outro ponto a ser considerado é um planejamento com canos de drenagem embutida na coluna da estrutura, isso possibilita que a estrutura não fique com o encanamento exposto denigrindo a harmonia da paisagem.

Neste estudo do mestrado, as etapas de coleta de dados, análise de dados e resultados obtidos pela pesquisa de campo, permitiram verificar se houve a disseminação do conhecimento e informação do sistema de telhado verde e seus benefícios. Os resultados foram satisfatórios e o retorno de que de fato o estudo proporcionou passar a informação em que o estudo se propôs.

Porém uma atenção é necessária quanto a manutenção, como foi vivenciado no estudo, a falta de um mínimo de manutenção pode resultar na ineficácia do sistema, como por exemplo se não gerar sombra suficiente a redução térmica não ocorrerá. Uma outra observação é que se deve ter muito cuidado na escolha do local da instalação do sistema, a exemplo do estudo, em uma escola pode ocorrer algumas restrições ou problemáticas como acesso não autorizado pelos alunos ocasionando vandalismo e destruição. Outra restrição é sobre facilidade de acesso para manutenção, no caso da escola, existe dificuldade em épocas de férias escolares. Problemáticas como para qual lado a drenagem deve ser direcionada, também devem

ser estudadas, pois no caso deste estudo foi solicitado pela escola um desvio para o outro lado do muro. Além disso, foi detectado uma necessidade de maior espessura no substrato no ato do replantio, pois principalmente na parte superior da inclinação da laje notou-se uma pequena redução na espessura provavelmente por razão de compactação e gravidade, isso poderia causar danos às plantas.

Deste modo é necessário em caso de implantação em qualquer área que seja, uma análise e estudo profundo de todas as necessidades. Prever e planejar para ocorrências adversas antes, durante e depois da implantação.

O impacto deste projeto se chegar à disseminação em grandes proporções poderá ser de suma contribuição com as ODSs, por meio de envolvimento de políticas públicas e programas sustentáveis (como o PMVA e a A3P). Talvez seja uma audácia em dizer que pode ser uma das soluções para minimizar os efeitos das mudanças climáticas, mas isso só será possível se todas as edificações e construções adotassem o sistema, pois diminuiria as ilhas de calor, o consumo de energia, melhora na estética da construção, redução da poluição do ar e poluição sonora. Além de que as áreas verdes se tornam espaços de lazer, e podem ainda servir de pequenos espaços de agricultura urbana e por fim redução no escoamento pluvial (evitando enchentes).

Para o agronegócio pode ser de uma estratégia sustentável aliada à produtividade, pois os benefícios de isolamento térmico podem corroborar na produtividade, uma vez que pode ser aplicado e adaptado de forma que suporte o sistema em seu telhado nas várias infraestruturas e edificações agrícolas, e trazendo redução de temperatura interna de galpões, armazéns e residências. Ainda o sistema pode ser usado na produção de alimentos de abastecimento e consumo pessoal, e por ser em cima de alguma infraestrutura da sede, estaria concentrando a atividade mais próximo da residência. A aplicação de telhados verdes no meio rural também se insere no contexto de bioconstrução e agricultura orgânica, valorizando o uso de materiais locais e espécies nativas, ao mesmo tempo que reduz a necessidade de climatização artificial para melhor conforto ambiental.

REFERÊNCIAS

ALIM, Mohammad A; RAHMAN, Aatur; TAO, Zhong; GARNER, Brad; GRIFFITH, Robert; LIEBMAN, Mark. *Green roofs as effective tools for sustainable urban development: an Australian perspective in relation to stormwater and building energy management. Journal of Cleaner Production.* v.362. 2022. Online ISSN: 1879-1786. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132561>

ALMEIDA, Samuel Pablo Costa de; BRITO, Gabriela Pedroza de; SANTOS, Sylvana Melo. **Revisão Histórica dos Telhados Verdes:** da Mesopotâmia aos dias atuais. *Revista Brasileira de Meio Ambiente.* v.2, n.1. 042-051. 2018. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/64/157>. Acesso em: 29 janeiro 2026

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6492:** Requisitos para a documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos. 2021. Disponível em: https://arquivos.ufrrj.br/arquivos/2021103028882828758439fd707c0a63a/NBR_6492_2021.pdf

AZIS, Shazmin Shareena Ab; RAZALI, Muhammad Najib Bin Mohamed; MAIMUN, Nurul Hana Adi; YUSOFF, Nurul Syakima Mohd; RAHMAN, Mohd Shahril Abdul; ZULKIFLI, Nur Amira Aina. *An analysis on the efficiency of green roofs in managing urban stormwater runoff.* *Jornal do Instituto Malaio de Planejadores.* v. 19. Ed. 3. p. 111 – 122. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355376894_AN_ANALYSIS_ON_THE_EFFICIENCY_OF_GREEN_ROOF_IN_MANAGING_URBAN_STORMWATER_RUNOFF

BAN KI-MOON. *The Sustainable Development Goals are a universal call to action to end poverty, protect the planet and ensure that all people enjoy peace and prosperity.* Nações Unidas. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2015-09-25/secretary-generals-remarks-press-conference-release-final-mdg-report>. Acesso em 25 setembro 2025.

BARCELOS, Daniela de Ávila Modesto. Análise das causas raízes que dificultam a adoção de telhados verdes nas edificações brasileiras com utilização da Metodologia Delphi. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Belo Horizonte/MG. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/65cad31f-70ce-41b7-84c6-85e9adc39c0d/full>. Acesso em: 28 dezembro 2025.

BEATRICE, Caio Cury. Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. Dissertação de mestrado. Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos/SP. 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22092011-151752/publico/DissertacaoCaioCuryBeatrice>. Acesso em: 12 abril 2024.

BERARDI, Umberto; GHAFARIANHOSEINI, Amirhosein; GHAFARIANHOSEINI, Ali. *State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. Applied Energy*. Vol. 115, p. 411– 428. ISSN 0306-2619. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261913008775>
Acesso em 29 outubro 2024.

BEZERRA, Juliana. Civilização Mesopotâmica. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/civilizacao-mesopotamica/>. Acesso em: 29 janeiro 2026.

BORTOLINI, Lucia; BETTELLA Francesco; ZANIN, Giampaolo. *Hydrological Behaviour of Extensive Green Roofs with Native Plants in the Humid Subtropical Climate Context. Water*. 2021. 13(1). 44. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13010044>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/mma-em-numeros/a3p.html>. Acesso em 14 dezembro 2025.

BRASIL. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI. O que são Cidades Inteligentes? 2025. Disponível em: <https://www.secti.df.gov.br/o-que-sao-cidades-inteligentes>
Acesso em: 11 dezembro 2025.

BRIZ, Julián; KÖHLER, Manfred; DE FELIPE, Isabel. *Multifunctional Urban Green Infrastructure. Centro Español de Derechos Reprográficos*. ISBN: 978-84-92928-96-5. ISBN (Digital): 978-84-17884-00-0. 2019. Disponível em: https://worldgreeninfrastructurenetwork.org/wp-content/uploads/2021/05/Book_3_Multifunctional-Urban-Green-Infrastructure_Komplett_2019.pdf. Acesso em: 23 novembro 2024.

BUSKER, Tim; MOEL, Hans de; HAER, Toon; SCHMEITS, Maurice; HURK, Bart van den; MYERS, Kira; CIRKEL, Dirk Gijsbert; AERTS, Jeroen. *Blue-green roofs with forecast-based operation to reduce the impact of extreme weather conditions. Journal of Environmental Management* v.301. january 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113750>

CORRENT, Luan; LEHMANN, Priscila. **Telhado verde**: da Babilônia aos dias atuais. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza. Nº. 000107. 2017. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/telhado-verde-da-babilonia-aos-dias-atuais>. Acessado em: 09/04/2024.

CRISTIANO, Elena; ANNIS, Antônio; APOLLONIO, Ciro; PUMO, Dario; URRU, Salvatore; VIOLA, Francesco; DEIDDA, Roberto; PELOROSSO, Raffaele; PETROSELLI, Andrea; TAURO, Flavia; GRIMALDI, Salvatore; FRANCIPANE, Antônio; ALONGI, Francesco; NOTO, Leonardo Valerio; HOES, Olivier; KLAPWIJK, Friso; SCHMITT, Brian; NARDI Fernando. *Multilayer blue-green roofs as nature-based solutions for water and thermal insulation management. Hydrology Research*. 2022. v. 53 (9): P. 1129–1149. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/nh.2022.201>

DESKA, Iwona Katarzyna; MROWIEC, Maciej; OCIEPA, Ewa; LEWANDOWSKA, Agnieszka. *Influence of the Hydrogel Amendment on the Water Retention Capacity of Extensive Green Roof Models*. Journal of Ecological Engineering. v.21. Ed. 1. p. 195–204. ISSN 2299-8993. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.12911/22998993/112763>

DVORAKA, Bruce; VOLDER, Astri. **Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review**. *Landscape and Urban Planning* v.96, p.197–213, Elsevier. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.04.009>.

DRUMOND, Fernanda. 11 telhados verdes incríveis espalhados pelo mundo. REVISTA CASA E JARDIM. 2021. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Paisagismo/noticia/2021/02/11-telhados-verdes-incriveis-espalhados-pelo-mundo.html>
Acesso em: 29 janeiro 2026.

EUROPEAN FEDERATION GREEN ROOFS & WALLS - EFB. *Types of Green Roofs*. Disponível em: <https://efb-greenroof.eu/green-roof-basics>. Acesso em: 29 outubro 2024.

FAI, Chow Ming; BAKAR, Muhammad Fadhlullah Abu. **Environmental Benefits of Green Roof to the Sustainable Urban Development: A Review**. p.1525-1541. 2019. DOI: 10.1007/978-981-10-8016-6_110. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325115444_Environmental_Benefits_of_Green_Roof_to_the_Sustainable_Urban_Development_A_Review. Acesso em: 15 abril 2025.

FARIAS, Maria Mariah Monteiro Wanderley Estanislau Costa de. **Aproveitamento de águas de chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental – Caruaru/PE. 2012.

FLORES, Zayner Edin Rodríguez; ROSETE, Yanet Moredia; VALENCIA, Jesús Alejandro Ruiz; PAVÍA, Yolanda Leticia Fernández. Prediction of Environmentally Suitable Areas for Zephyranthes (Amaryllidaceae) in Mexico. MDPI Journal. 2024. DOU: <https://doi.org/10.3390/ecologies5040034>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-4133/5/4/34>
Acesso em: 26 março 2026.

FREEPIK. Foto casa viking. Disponível em: <https://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/casas-vikings>. Acesso em: 29 janeiro 2026.

GETTER, Kristin L.; ROWE, D. Bradley; ANDRESEN, Jeffrey A. Quantifying the effect of slope on extensive green roof stormwater retention. Ecological Engineering. V.31 (2007) 225–231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.06.004>
Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857407001309>
Acesso em: 13 maio 2026.

GIL, Izabel Castanha; CAVICHIOLI, José Carlos; PEREIRA, Guilherme Silva; ROSSO, Isabela Raíssa Rosa; COSTA, Luan Calderaro; LUCAS, Luiz Gabriel Camilo; SOUZA, Victor Hugo Silva. Compilação e evolução dos dados pluviométricos e de temperatura na nova alta paulista, no período de 1993 a 2019 e suas relações com a atividade agrícola regional. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 14, n. 1, p. 98-108. dezembro. 2024.

GREEN BUILDING CONCIL BRASIL – GBC. Construindo um futuro sustentável. 2026. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/sobre-nos/>. Acesso em 14 dezembro 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. Relevo e Clima. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/19634-relevo-e-clima.html>. Acesso em: 15 dezembro 2025.

INSTITUTO CIDADE JARDIM. Telhado Verde, verde de verdade. Itu/SP. Disponível em: <https://institutocidadejardim.com.br/>. Acesso em: 29 outubro 2024.

JAMEI, Elmira; THIRUNAVUKKARASUC, Gokul Sidarth; CHAU, Hing Wah; SEYEDMAHMOUDIANC, Mehdi; STOJCEVSKIC, And Alex; MEKHILEF, Saad. *Investigating the cooling effect of a green roof in Melbourne. Building and Environment*. v.246. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110965>. Acesso em: 06 agosto 2025.

JIM, C.Y. **Green Roof Evolution through Exemplars: Germinal Prototypes to Modern Variants**. *Sustainable cities and society*. V. 35. p. 69–82, 2017. ISSN 2210-6707, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670717306121>. Acesso em: 29 outubro 24

KALIAMMAL, R.; PARVATHY, G.; MAHESHWARAN, G.; VELSANKAR, K.; DEVI, Kousalya V.; KRISHNAKUMAR, M.; SUDHAHAR, S. Zephyranthes candida flower extract mediated green synthesis of silver nanoparticles for biological applications. *Revista Advanced Powder Technology*. V.32. 4408-4419. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.09.045>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092188312100474X>. Acesso em: 26 março 26.

KÖHLER, Manfred; POLL, Philipp H. *Long-term performance of selected old Berlin green roofs in comparison to younger extensive green roofs in Berlin. Ecological Engineering*. v. 36. Issue 5. p. 722-729, 2010. ISSN 0925-8574. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.12.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410000078>. Acesso em: 5 novembro 2024.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência energética na arquitetura. 3º Edição. Editora: Eletrobrás/Procel. p. 284. São Paulo. 2014.

LIU, Wen; ENGEL Bernard A.; FENG Qi; LI, Ruolin. ***Simulation of annual runoff retention performance of extensive green roofs: a comparison of four climatic regions in China***. *Journal of Hydrology*. Volume 610, 127871. 2022 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127871> - 0022-1694/. Publicado por Elsevier.

LIU, Wen; ENGEL, Bernerd A.; CHEN, Weiping; WEI, Wei; WANG, Yu; FENG, Qi. ***Quantifying the contributions of structural factors on runoff water quality from green roofs and optimizing assembled combinations using Taguchi method***. v.593 *Journal of Hydrology*. Elsevier. February 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125864>

LIU, Wen; FENG Qi; CHEN, Weiping; WEI, Wei; DEO, Ravinesh C. ***The influence of structural factors on stormwater runoff retention of extensive green roofs: new evidence from scale-based models and real experiments***. *Journal of Hydrology*. v. 569 p. 230–238, 2019. Elsevier 0022-1694. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.066>.

MELO, Aline. **Lírio-da-chuva**: como cuidar da planta que floresce após receber muita água. *Revista Casa e Jardim*. 2025. Disponível em: <https://revistacasaedjardim.globo.com/paisagismo/noticia/2025/06/lirio-da-chuva-como-cuidar-da-planta-que-floresce-apos-receber-muita-agua.ghtml>
Acesso em: 31 março 26.

MOHAMMED, Amina Jane. ***The Sustainable Development Goals represent a shared vision of a sustainable future for all, and global collaboration is essential to turning this vision into reality***. Nações Unidas. 2017. Disponível em: <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2017-03-02/secretary-generals-remarks-security-council-meeting-sustainable>. Acesso em: 14 dezembro 2025.

MENTENS, Jeroen; RAES, Dirk; HERMY Martin. ***Green Roofs as a Tool for Solving the Rainwater Runoff Problem in the Urbanized 21st Century***. *Landscape and Urban Planning*, 77, 217-226. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.010>. Acesso em 18 dezembro 2025.

OBERNDORFER, Erica; LUNDHOLM, Jeremy; BASS, Brad; COFFMAN, Reid R.; DOSHI, Hitesh; DUNNETT, Nigel; GAFFIN, Stuart; KÖHLER, Manfred; LIU, Karen K. Y.; ROWE, Bradley. ***Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services: American Institute of Biological Sciences - BioScience***, 57(10):823-833. 2007. DOI: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/B571005>

OHARA, Lina; ALESSIO, Amanda; RODRIGUEIRO, Mariana Matulovic da Silva; MORALES, Angélica Gois; GABRIEL, Camila Pires Cremasco. ***Implantação de telhado verde e elaboração de manual técnico: uma análise de percepção***. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, [S. l.], v. 19, n. 1, p. e23543, 2026. DOI: 10.55905/revconv.19n.1-218. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/23543>. Acesso em: 03 fevereiro 2026.

OLIVEIRA, João Victor da Cunha; DE MELO, Alberta Cristina Vasconcelos; CHAGAS Leila Soares Viegas Barreto. Levantamento qualitativo dos tipos de sistemas de telhados verdes que são propensos à viabilidade de uso no semiárido. Editora Realize. Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido Pernambuco-PE. 2014. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2016/TRABALHO_EV064_MD1_SA6_ID291_03102016104409.pdf. Acesso em: 28 dezembro 2025.

OLIVEIRA, Renata Souza de. **Flora da Cadeia do Espinhaço**: Zephyranthes Herb. & Habranthus Herb. (Amaryllidaceae). Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica. São Paulo. 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-17092006-174500/>. Acesso em: 06 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 20 setembro 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. ONU NEWS. **Clima e Meio Ambiente**: Relatório da ONU mostra que mundo está na “corda bamba” do clima. 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/10/1839691>. Acesso em: 27 outubro 2024.

PARAIBA (Estado). Assembleia Legislativa da Paraíba. Sistema de Apoio ao Processo Legislativo. 2013. Disponível em: <https://sapl3.al.pb.leg.br/norma/10763>. Acesso em: 25 abril 2025.

PERIVOLIOTIS Dimitris; ARVANITIS, Lasonas; TZAVALI, Anna; PAPAKOSTAS, Vassilios; KAPPOU, Sophia; ANDREAKOS, George; FOTIADI, Angeliki; PARAVANTIS, John A.; SOULIOTIS, Manolis; MIHALAKAKOU, Giouli. **Sustainable Urban Environment through Green Roofs: A Literature Review with Case Studies. Sustainability**. 2023; 15(22):15976. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152215976>. Acesso em 19 setembro 2024.

PORTO, Joabe Meira; MAFFEI, Eliane Mariza Dortas. Experimento com Zephyranthes sp para caracterizar a germinação na presença e ausência de luz. *Brazilian Journal of Development*. ISSN: 2525-8761. Curitiba, v.7, n.9, p. 88163-88168 sep. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/35689> DOI:10.34117/bjdv7n9-125. Acesso em: 30 março 2026.

REVISTA PRO-GOVERNO. AMNAP completa 44 anos de trabalho para desenvolvimento regional. 2021. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/0069235775658a602be73>. Acesso em 25 abril 2025.

ROWE, D. Bradley; GETTER, Kristin L. *Selecting Plants for Extensive Green Roofs in the United States*, E-3047. 2008. Disponível em: https://www.canr.msu.edu/resources/selecting_plants_for_extensive_green_roofs_in_the_united_states_e3047. Acesso em: 20 maio 2025.

ROWE, D. Bradley. *Green roofs as a means of pollution abatement*, *Environmental Pollution*. v. 159, Issues 8–9. 2011. p. 2100-2110. 2010. ISSN 0269-7491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.029>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749110004859>. Acesso em: 29 outubro 2024.

SACHS, Jeffrey D. *The Age of Sustainable Development*. New York, NY: Issue 3. Columbia University Press. *Journal of the American Planning Association*. V. 81. p. 241–242. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1077080>. Acesso em: 18 dezembro 2025.

SANTA CATARINA (Estado). ALESC/Coord. Documentação. Disponível em: https://leis.alesc.sc.gov.br/html/2007/14243_2007_Lei.html#:~:text=Dispõe%20sobre%20a%20implementação%20de%20sistemas%20de,decreta%20e%20eu%20sancio no%20a%20seguinte%20Lei. 2007. Acesso em: 25 abril 2025.

SÃO PAULO (Estado). Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/verdeazuldigital/> Acesso em: 12 dezembro 2025

SOUZA, Cássia Rafaela Brum. Telhado verde e sua contribuição para a redução da temperatura ambiente em construções para Cascavel-PR. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel/PR. 2016. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/803/1/Cassia>

SOUZA, Luana Pontes; PEREIRA, Mauricio de Sousa; LIMA, Maria Emanuelle Aragão. Análise de custos para implantação de telhados verdes em região semiárida com reutilização de águas cinzas. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, e15511729770, (CC BY 4.0). 2022. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29770>. Acesso em 05 abril 2024.

SUSCA, Tiziana. **Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate**. *Building and Environment*. v. 162. 106273. 2019. ISSN 0360-1323. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319304834> Acesso em: 15 dezembro 2025.

SUSZANOWICZ, Dariusz; WIECEK, Alicja Kolasa. **The Impact of Green Roofs on the Parameters of the Environment in Urban Areas: Review**. *Atmosphere Journals. Institute of Environmental Engineering and Biotechnology, Faculty of Natural Sciences and Technology. University of Opole*. 7–9. Dmowskiego Street, 45-365 Opole, Poland. 2019. DOI: 10.3390/atmos10120792. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/10/12/792>

TASSI, Rutinéia; TASSINARI, Lucas Camargo da Silva; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia; PERSCH, Cristiano Gabriel. **Telhado Verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. v.14. n.1. p.139-154. Porto Alegre/RS. 2014. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/38866>. Acesso em: 29 maio 25.

TUPÃ (Município). Câmara Municipal da Estância Turística de Tupã – Aspectos Gerais. Disponível em: <https://www.camaratupa.sp.gov.br/Pagina/Listar/345>. Acesso em: 18 dezembro 2024.

VIJAYARAGHAVAN, Kuppusamy; RAJA, Franklin D. ***Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: Plant growth experiments and adsorption***. *Water Research*. v. 63. p. 94-101. 2014. ISSN 0043-1354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.06.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135414004412>. Acesso em 29 outubro 2024.

VIJAYARAGHAVAN, Kuppusamy; RAJA, Franklin D. *Pilot-scale evaluation of green roofs with Sargassum biomass as an additive to improve runoff quality*. *Ecological Engineering*. v.75. p.70-78. Índia. 2014. ISSN 0043-1354. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.029>. Acesso em: 29 outubro 2024.

WANG, Jun; MEI, Guoxiong; GARG, Ankit; CHEN, Deqiang; LIU, Ning. *A simplified model for analyzing rainwater retention performance and irrigation management of green roofs with an inclusion of water storage layer*. *Journal of Environmental Management*. v. 326. Part b. Elsevier. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116740>. Acesso em: 17 fevereiro 25.

WORLD GREEN INFRASTRUCTURE NETWORK – WGIN – About Us. *Our mission is to advocate and promote the integration of green infrastructure in urban planning, globally*. 2024. Disponível em: https://worldgreeninfrastructurenetwork-org.translate.google/about/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc. Acesso em: 31 outubro 2024.

YAN, Jing; ZHANG, Shouhong; ZHANG, Jianjun; ZHANG, Sunxun. ZHANG, Chengyu; YANG, Hang; WANG, Renzhongyuan; WEI, Liangyi. *Stormwater retention performance of green roofs with various configurations in different climatic zones*. *Journal of Environmental Management*. v. 319. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115447>

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO À COMUNIDADE PESQUISADA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA – UNESP/FCE
Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

QUESTIONÁRIO APLICADO À COMUNIDADE PESQUISADA

Pesquisa: Telhado Verde na Escola E.E. Prof.^a Irene Resina Migliorucci

Este questionário tem como objetivo compreender a percepção a sociedade. Vale ressaltar que este questionário é anônimo e desde já, agradecemos pela sua participação, sua colaboração é muito importante para a nossa pesquisa, portanto responda com atenção.

QUESTIONÁRIO:

1- Você já conhecia o que é um telhado verde antes de hoje?

() Sim () Não () Mais ou menos

2- O que achou da ideia de instalar um telhado verde na escola?

() Muito boa () Boa () Indiferente () Não gostei

3- Na sua opinião, quais são os principais benefícios do telhado verde?

(Pode marcar mais de uma)

[] Redução do calor dentro da escola

[] Redução do uso de energia elétrica

[] Embelezamento do espaço

[] Educação ambiental

[] Outros: _____

4- Você gostaria que essa ideia fosse levada para outras escolas da cidade?

() Sim () Não () Talvez

5- Você gostaria de ter um telhado verde na sua casa?

() Sim () Não () Talvez

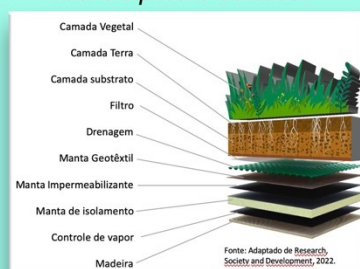
6- Você considera importante investir em soluções sustentáveis nas cidades?

() Sim () Não () Nunca pensou sobre isso

APÊNDICE B – FOLHETO DISTRIBUÍDO À COMUNIDADE PESQUISADA

QUE É TELHADO VERDE?

É uma cobertura vegetal instalada sobre lajes, coberturas ou telhados. Funciona como um jardim sobre o prédio ou casa.



BENEFÍCIOS:

- Menos uso de ar-condicionado
- Mais conforto térmico
- Menos enchentes
- Sustentabilidade urbana

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



POR QUE É IMPORTANTE?

- Reduz a temperatura dentro da casa
- Melhora a qualidade do ar
- Ajuda a reter água da chuva
- Combate o calor das cidades

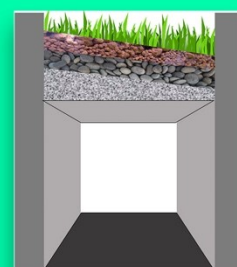


PGAD

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO

O QUE PRECISA PARA TER UM?

- Estrutura reforçada
- Camadas de impermeabilização
- Substrato leve (terra ou similar)
- Plantas adequadas
- Drenagem e manutenção



Faça parte da mudança verde!



CNPq

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

APÊNDICE C – MANUAL TÉCNICO DE INSTRUÇÕES





SUMARIO

1. OBJETIVO DO MANUAL
2. OQUE É O TELHADO VERDE
3. OS BENEFÍCIOS DO TELHADO VERDE
4. DETERMINAÇÃO DE UM LOCAL
5. CONSULTAR PROFISSIONAIS
(ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO CIVIL)
6. CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA
7. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE
TELHADO VERDE (CAMADAS)
8. MANUTENÇÕES NECESSÁRIAS
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS



APRESENTAÇÃO

A crescente urbanização das cidades e os impactos ambientais decorrentes têm impulsionado a busca por soluções sustentáveis, entre as quais se destaca a adoção de telhados verdes.

No Brasil o sistema de telhado verde ainda é pouco estudado ou usado em comparação a outras nações do mundo. Por este motivo é de suma importância toda tentativa de disseminação do conhecimento ao máximo dentro da sociedade.

Foi usado neste manual uma linguagem não acadêmica, portanto de fácil entendimento para que qualquer pessoa leiga possa compreender como fazer passo a passo de forma simples um sistema de telhado verde.

Os dados aqui relacionados se tratam de uma implantação de sistemas de telhado verde no município de Tupã, interior do estado de São Paulo.

É apresentado os critérios adotados para seleção das camadas do sistema, as espécies vegetais e os elementos climáticos relevantes da Alta Paulista e instruções técnicas da construção da estrutura.



1. OBJETIVO

Espera-se que, com este manual seja possível a reaplicabilidade de projetos semelhantes em contextos urbanos de clima tropical, considerando as particularidades locais e os aspectos de manutenção e viabilidade técnica.

E com isto a disseminação da importância da sustentabilidade e preocupação com as mudanças climáticas tenha um potencial exponencial de alcance a proporções que façam a diferença nos benefício socioambientais.

Por meio de divulgações com alvo principalmente em ambientes escolares e alcance ao entendimento do conhecimento e informações de maneira correta e educativa.



2. O QUE É O TELHADO VERDE

É uma cobertura vegetal instalada sobre lajes, coberturas ou telhados. Funciona como um jardim sobre o prédio ou casa.

É conhecido também como "eco telhado", "jardins de telhado" ou "telhado vivo".

Pode ser tipo extensivo, intensivo, ou semi intensivo:

EXTENSIVO:

Vegetação de pequeno porte (menor diversidade), substrato varia entre 5 cm a 15 cm de profundidade, custo é menor e a manutenção simples pois não necessitam de fertilização ou irrigação após o estabelecimento.

OQUE É O TELHADO VERDE

INTENSIVO:

Vegetação de médio a grande porte (maior diversidade), substrato de 15 a 100 cm, a estrutura exige mais resistência, portanto tem um custo maior e a manutenção é mais complexa e constante.

SEMI-INTENSIVO:

A manutenção e a irrigação devem ser periódicas, além das plantas rasteiras podem ser utilizadas arbustos, na camada de vegetação, portanto maior diversidade que o extensivo, e tem custo medio.



3. OS BENEFÍCIOS DO TELHADO VERDE

- Menos uso de energia (ar-condicionado);
- Mais conforto térmico;
- Menos enchentes;
- Sustentabilidade urbana;
- Redução das ilhas de calor;
- Melhora a estética da construção;
- Redução de poluentes;
- Conservação das lajes, coberturas e telhados;
- Redução da poluição sonora;



4. DETERMINAÇÃO DE UM LOCAL

A escolha do local da implantação é determinante para os tipos de vegetação a ser plantada no local.

Se o local é de muita radiação solar é importante a escolha de vegetais como suculentas, gramas ou musgos que são resistentes a estresse climático.

Em caso contrário optar por plantas de sombra que não necessitam de radiação solar direta como Lirio ou grama preta.

OBS: Vale lembrar que as opções de vegetação dependem do tipo de telhado escolhido (Intensivo, Extensivo ou Semi-Intensivo).



5. CONSULTAR PROFISSIONAIS

O apoio de profissional da arquitetura ou engenharia civil é muito importante, além de um construtor competente e responsável.

Traçar um planejamento de construção com fase a fase desde de o projeto, a determinação das características da estrutura e dos materiais necessários pra todo o processo, até a construção e a implantação do sistema.

Um ponto importante antes de partir pra parte prática é a definição da inclinação da laje, determinante e crucial para o objetivo dos estudos, seguindo a orientação do profissional para cada caso.



6. CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

Para o tamanho do telhado deste projeto de 6 m², foram definidas 4 colunas de sustentação.

definição das posições das 4 colunas



Dimensão e profundidade da perfuração do solo das quatro colunas em:



	DIMENSÃO	PROFUNDIDADE
BROCA	15 cm diâmetro	50 cm
SAPATA	50X40 cm	30 cm

Colocar em cada cavidade a ferragem composto por 4 barras 3/8 de 2 metros de comprimento, armadas em 10 x 10 cm e fixadas por 6 a 7 estribos para formar a coluna.

10 x 10 cm

Estribos



CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA



Preencher os 4 buracos de broca e e sapata ao nível do solo com a ferragem inserida de concreto.

Confeccionar os caixote de madeira com 4 lados (20 x 30 cm) para envolver as colunas.



No muro já existente moldar as duas colunas para encaixar o caixote em formato de “U” e a quarta parte é o próprio muro.

Fazer os caixotes nas quatro colunas.



CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA



Fazer o escoramento das 4 colunas para firmar os caixotes.

Esse procedimento serve para que ao encher as colunas com concreto não estourem o caixote.



Encher todas as colunas com o concreto.



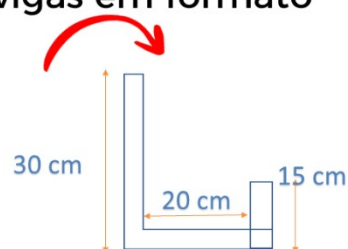
Ao final de cada coluna preenchida é estacado e fixado na ferragem da coluna duas barras de ferro 3/8.

Esse procedimento serve para dar sustentação de apoio para a estrutura da laje pois é dobrada sobre a laje dando liga entre as colunas e a laje.

CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

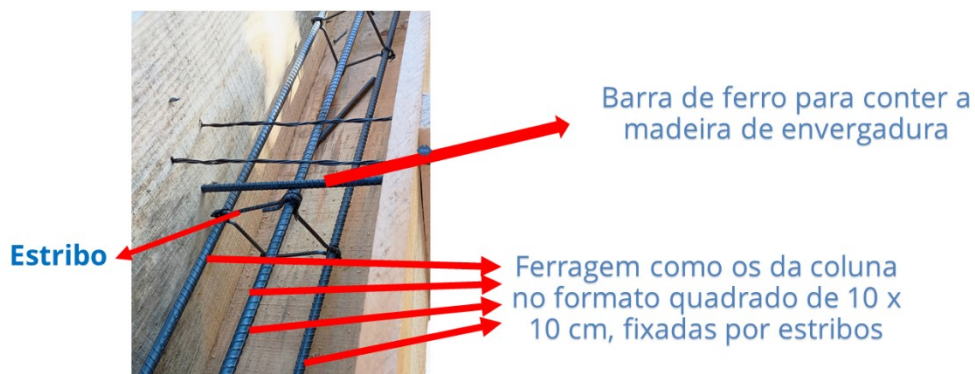


Confeccionar a caixaria para as 4 vigas em formato a seguir :



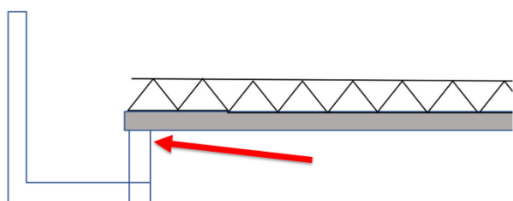
A caixaria tem a parte interna menor de 15 cm e a externa 30 cm de altura e 20 cm de base.

No interior da caixaria, é colocado barras de ferro 3/8 além da estrutura de ferragem igual a das colunas.



As barras medem aproximadamente 18 cm de comprimento e serve para que a madeira não envergue para dentro ao ter contato com a umidade do concreto.

CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

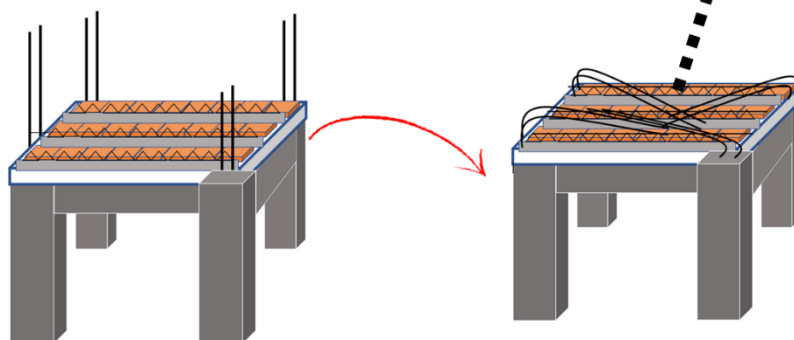


A laje é montada nesse degrau mais baixo na parte interna da caixa de 15 cm de altura.

Montagem das lajotas e as vigotas.



As pontas de barras de ferro espetadas nas colunas são dobradas sobre a lajota e vigota.



Em seguida enchimento das vigas e da laje com concreto.

CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

Nivelamento e assentamento do piso.



Piso concretado.



Construção da mureta de contenção.



4 pontos de drenagem por cano PVC 2 de 50 mm e 2 de 40 mm.

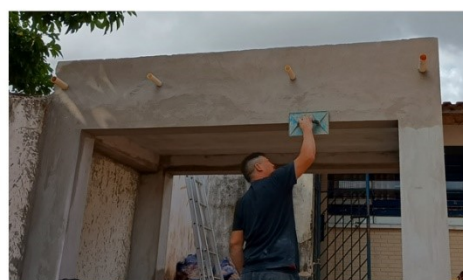


CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

Chapisco e reboco inclusive por dentro da mureta.



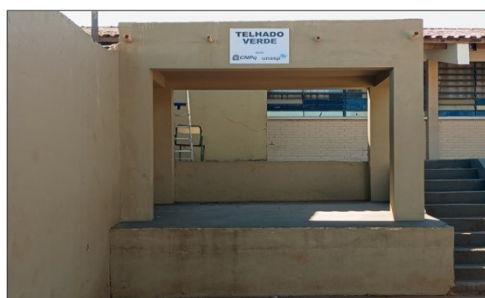
Desempeno da estrutura (alisamento do reboco).



Finalização da estrutura.



Finalização
com pintura.



CUSTO MATERIAIS USADOS NA COSTRUÇÃO

Para a estrutura:

QTD	Produto	descrição	R\$ unit.	Sub-total
13	Tábua de 20 cm	3 metros	R\$ 28,00	R\$ 364,00
13	Tábua de 30 cm	3 metros	R\$ 42,00	R\$ 546,00
2	Parafusos gesso trombeta agulha c/ 100	3.5X45	R\$ 20,00	R\$ 40,00
10	Sarrafos cedrinho 10 cm	3 metros	R\$ 14,00	R\$ 140,00
3	Areia grossa	m ³	R\$ 145,00	R\$ 435,00
1,5	Pedra	m ³	R\$ 180,00	R\$ 270,00
17	Sacos de cimento	50 kg	R\$ 33,50	R\$ 569,50
2	Arame recozido	Rolo 1 kg	R\$ 16,02	R\$ 32,04
7	Barras de ferro 3/8	10 mm	R\$ 48,00	R\$ 336,00
6	Barras de ferro 5/16	8 mm	R\$ 34,00	R\$ 204,00
9	Barras de ferro	4,2 mm	R\$ 14,00	R\$ 126,00
30	Estribos 3/8	10 cm x 10 cm	R\$ 1,05	R\$ 31,50
20	Estribos 5/16	10 cm x 10 cm	R\$ 1,05	R\$ 21,00
240	Tijolos de olaria	19x8x4,5	R\$ 0,49	R\$ 117,60
1	Areia Fina	m ³	R\$ 54,00	R\$ 54,00
1	Vedalit	Sachê	R\$ 16,90	R\$ 16,90
3	Cal	Saco 20 Kg	R\$ 16,00	R\$ 48,00
10	Laje (lajota e vigota protendida)	m ²	R\$ 83,00	R\$ 830,00
1	Cano PVC 40 mm	metro	R\$ 6,52	R\$ 6,52
1	Mão de obra	à vista	R\$ 5.700,00	R\$ 5.700,00
			TOTAL R\$	R\$ 9.888,06

Custo médio por m²: R\$ 1.647,86

Para o acabamento:

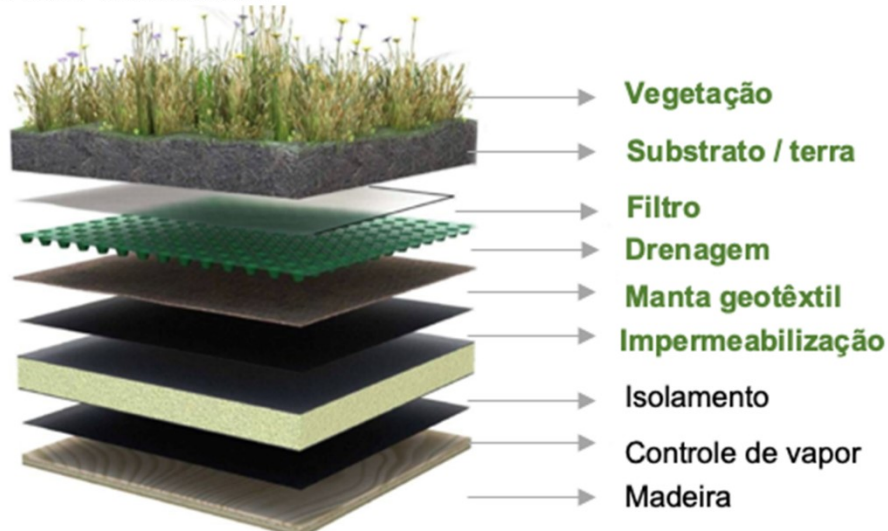
DESCRIÇÃO	QTD	R\$ UNIT	R\$ TOTAL
Fita crepe	1	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Lixa ferro nº 80	3	R\$ 4,00	R\$ 12,00
Lona plástica mts	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Tinta piso chumbo 3,6 lts	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Tinta piso concreto 18 lts	1	R\$ 289,00	R\$ 289,00
Selador acrílico 16 lts	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Vedapren branco 4,5 kg	1	R\$ 132,00	R\$ 132,00
TOTAL			792,00

Custo médio por m²: R\$ 132,00



7. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE DO PROJETO

As camadas podem variar de acordo com a complexidade e necessidade do seu sistema de telhado verde. A figura a seguir demonstra algumas possíveis camadas:



Fonte: World Green Infrastructure Network – WGIN ,2024.

Para este manual será considerado as seguintes camadas:

1. Drenagem
2. Filtro / barreira anti raiz
3. Substrato
4. Cascalho
5. Vegetação

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização foi aplicada na laje da estrutura, se trata de uma membrana líquida impermeabilizante (poliuretano ou acrílica) com 2 demãos reforçadas.

DRENAGEM

As duas principais opções:

- opção 1 a brita nº 1 (espessura de 3 cm);
- opção 2 a argila expandida (granulometria 10-20 mm).

Se levar em consideração o custo benefício o ideal é a pedra brita.

OUTRAS OPÇÕES DE DRENAGEM

- ❖ Lâmina de poliestireno 25 mm;
- ❖ Esteira de plástico 20 mm (semelhante caixa de ovos); e
- ❖ Mineral perlita expandida (bolsa de tecido).

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

FILTRAGEM OU BARREIRA ANTI RAIZ

Na camada de filtro pode se utilizar a manta geotêxtil não-tecido 150 g/m² no tamanho do telhado (usado no presente projeto).

Como filtro:

- ❖ Tecido geotêxtil não tecido (têxtil de polipropileno 1 mm); e
- ❖ Manta geotêxtil não-tecido bidim tipo geotêxtil.

Como barreira antirraiz:

- ❖ Para a barreira anti-raiz uma lona de polietileno preto 200 micras (tipo lona de obra) de 6 m².

OBS: não é obrigatório, pois a manta de filtro exerce essa função também

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

SUBSTRATO

A profundidade entre 5 cm e 15 cm de substrato é capaz de reduzir de 23% a 81% do escoamento de águas pluviais, 10 cm é capaz de reduzir de 66% a 81% (Azis et al 2021).

Nesse sentido, para o projeto a opção intermediária foi 10 cm de substrato, composto por terra vegetal, composto orgânico (esterco curtido, húmus ou compostagem). Além disso foi usado aproximadamente 10 % de areia grossa, resultando um volume aproximado de 0,566 m³ (cerca de 11 sacos de 50 L) na área de 6 m² aproximadamente.

Porém a profundidade pode variar no sistema extensivo de 5 cm, 10 cm e 15 cm

Alguns outros exemplos que podem servir como solo:

- ❖ Solo rural e solo turfoso (Proporção 1:1);
- ❖ Solo rural, turfoso, agulha de pinheiro e perlita (Proporção 1:1:1:1);
- ❖ Solo rural, turfoso, perlita, e vermiculita, (Proporção 2,5:5:2:0,5);

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

- ❖ Substrato vulcânico composto (pedras pomes, lapillus vulcânico e turfa loira) ;
- ❖ Substrato de tijolos triturados reciclados, compostos, e matéria fibrosa;
- ❖ Substrato franco arenoso, húmus, perlita, vermiculita (proporção 2,5:5:2:0,5); ou
- ❖ Substrato composto por pedra pomes, turfa solo, zeólita e serragem (proporção 4:3:2:1).

CASCALHO

O cascalho são cascas de pinus, um material natural e sustentável.

Ajuda a reter a umidade e controla o crescimento de ervas daninhas.

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

VEGETAÇÃO

- Apontamentos de localização da implantação como uma condição climática é um ponto relevante para a escolha da vegetação.
- E o local escolhido dentro da localização é mais relevante ainda, isso influencia toda a escolha das espécies de vegetais.
- Quando é provido de muita sombra é indicado a escolha de plantas que não necessitem de muita luz solar direta nesta época.

Muitos estudos apontam que muitas das espécies vegetais possuem melhor desempenho em locais de variação de sombreamento, a exemplo as espécies de sedum apesar da resistência ao sol desta planta pode ser adaptável a falta da luz solar direta.

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE DO PROJETO

Implantação das camadas

Cascalho

Substrato
com areia

Manta
(Filtragem)

Pedra brita
(Drenagem)



Resultado da finalização:



E.E. Prof.^a Irene Resina Migliorucci, no município de
Tupã-SP.

CUSTO MATERIAIS USADOS PARA O SISTEMA DE TELHADO VERDE DO PROJETO

Custo da implantação das camadas				
PRODUTO	UNID.MED	QUANTIDADE	PREÇO UNIT	SUB-TOTAL
PEDRA BRITA	Metro	0,5	150	75,00
MANTA	Metro	3	10,90	32,70
SUBSTRATO	Saco	10	25,00	250,00
CASCALHO	Saco	3	45,00	135,00
GRAMA	Metro	5	8,00	40,00
MUDA DE ONZE HORAS	quadrado unidade	6	4,00	24,00
TOTAL				556,70
Custo médio por m ² : R\$ 92,78				

Custo médio total do presente projeto (6 m²)

Custo médio da estrutura = R\$ 1.647,86

Custo médio do acabamento = R\$ 132,00

Custo médio do sistema = R\$ 92,78

Total geral por m² = R\$ 1.872,64



8. MANUTENÇÃO NECESSÁRIA

Para telhados do tipo extensivo

- manutenção simples;
- pouco conhecimento técnico;
- não é necessário sistema de irrigação;
- apenas aplicação diária mínima de água em dias de longas estiagens pois normalmente o fornecimento de água e nutrientes ocorrem por meio de processos naturais; e
- remoção de ervas daninhas.

Para telhados do tipo intensivo

- Necessita um sistema de drenagem;
- Necessita maior uso de energia e água;
- Necessita um sistema de irrigação;
- Exige conhecimento técnico;
- Controle de pragas; e
- Uso de fertilização.

MANUTENÇÃO NECESSÁRIA

Para telhados do tipo semi-intensivo:

- manutenção mínima, porém , é periódica;
- não é necessário sistema de irrigação porém um acompanhamento periódico;
- drenagem necessário atenção maior que o sistema extensivo, porém pode ser simples;
- conhecimento técnico mínimo;
- controle de pragas periódico; e
- fertilização mínima.

OBS: A manutenção do semi-intensivo é o intermediário entre o sistema extensivo e o sistema intensivo, ou seja, não tão simples como o extensivo e nem tão complexo como o intensivo.



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto propõe diretrizes aplicáveis a projetos semelhantes em contextos urbanos de clima tropical, considerando as particularidades locais e os aspectos de manutenção e viabilidade técnica.

Propõe ainda disseminação da reaplicabilidade do sistema no tamanho real, aplicável em residências e comércios, entre outras estruturas rurais como paióis e armazéns, sendo que para cada caso é importante o acompanhamento de um profissional da construção civil para que a particularidade de cada um seja atendido com segurança.

AGRADECIMENTOS



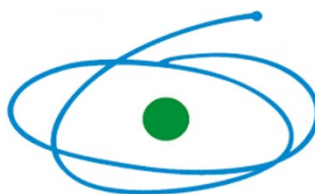
Universidade Estadual "Julio de
Mesquita Filho" Campus Tupã/Sp



Programa De Pós Graduação Em
Agronegócio E Desenvolvimento



Conselho Nacional de
Desenvolvimento e Pesquisa
Tecnológica



C A P E S

Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior

APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E PROJETO

Eu, Juliana Arissa Tesima, arquiteta registrada no CAU sob nº A258406-9, e eu Igor da Silva Brito, arquiteto registrado no CAU sob nº A250312-3 residentes em Rua Valdemar, 165 – Bairro Dom Bosco – Tupã/ SP, autorizo, para fins estritamente acadêmicos, a utilização do(s) projeto(s) e imagem(ns) de minha autoria, descrito(s) abaixo, na dissertação de mestrado intitulada **‘APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE E FORMULAÇÃO DE MANUAL DE INSTRUÇÕES DE PARÂMETROS TÉCNICOS E CLIMÁTICOS DO SISTEMA NA ALTA PAULISTA: UMA ANÁLISE DE PERCEPÇÃO’**, de autoria de Lina Ohara, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, da **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA**, Campus de Tupã/ SP.

Descrição do(s) projeto(s)/imagem(ns):

- Projeto de arquitetura com dados de materiais de construção necessários

Declaro estar ciente de que os materiais serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa científica e publicação acadêmica, sendo vedado qualquer uso comercial.

Autorizo, ainda, a menção do meu nome como autor dos projetos/imagens nas legendas e referências da referida dissertação, conforme práticas usuais de atribuição de crédito.

Osvaldo Cruz 15 de dezembro de 2024.

 **JULIANAARISSA TESIMA**
Data: 05/01/2025 12:25:50 -1330
verifique em <https://validar.br.gov.br>

JULIANA ARISSA TESIMA
CAU nº A258406-9

 **IGOR DA SILVA BRITO**
Data: 05/01/2025 12:23:46 -1300
verifique em <https://validar.br.gov.br>

IGOR DA SILVA BRITO
CAU nº A250312-3

APÊNDICE E – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS EDUARDO ESTOFALETE

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E PROJETO

Eu, Eduardo Henrique de Oliveira Estofalete, arquiteto(a) registrado(a) no CAU sob nº A58630-7, residente em Rua Ana, 68 – Bairro Vila Ana – Osvaldo Cruz/SP, autorizo, para fins estritamente acadêmicos, a utilização do(s) projeto(s) e imagem(ns) de minha autoria, descrito(s) abaixo, na dissertação de mestrado intitulada **"APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE E FORMULAÇÃO DE MANUAL DE INSTRUÇÕES DE PARÂMETROS TÉCNICOS E CLIMÁTICOS DO SISTEMA NA ALTA PAULISTA: UMA ANÁLISE DE PERCEPÇÃO"**, de autoria de Lina Ohara, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, da **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA**, Campus de Tupã/ SP.

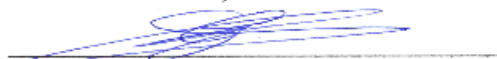
Descrição do(s) projeto(s)/imagem(ns):

- Projeto de arquitetura com dados de materiais de construção necessários

Declaro estar ciente de que os materiais serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa científica e publicação acadêmica, sendo vedado qualquer uso comercial.

Autorizo, ainda, a menção do meu nome como autor dos projetos/imagens nas legendas e referências da referida dissertação, conforme práticas usuais de atribuição de crédito.

Osvaldo Cruz 24 de junho de 2025.



EDUARDO HENRIQUE DE OLIVEIRA ESTOFALETE

CAU nº A58630-7

APÊNDICE F – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS COSTRUTORA

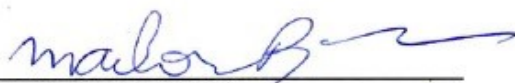
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS E IMAGENS COMO PRESTADOR DE SERVIÇO

Eu, MAILON BOZZA VIEIRA, construtor de obras civis PROPRIETÁRIO DA CONSTRUTORA VIEIRA, inscrito sob RG nº 26.353.074-7, e seus auxiliares PATRICK FERNANDO VIEIRA DE ANDRADE inscrito no CPF nº 399.864.238-21 e OSNAN RICARDO VIEIRA DE ANDRADE inscrito no RG nº 46.191.102-4, autorizamos para fins estritamente acadêmicos, a utilização dos dados e imagens (sem identificação da face) da obra realizada no projeto de dissertação de mestrado intitulada "Implantação do telhado verde: Parâmetros técnicos e climáticos na Alta Paulista", de autoria de LINA OHARA vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento-PGAD (Mestrado), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências e Engenharia - Campus de Tupã/SP.

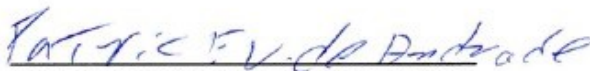
Declaramos estar ciente de que os materiais serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa científica e publicação acadêmica, sendo vedado qualquer uso comercial.

Autorizamos, ainda, a menção do nosso nome como autor da obra construída e suas imagens (sem identificação da face) nas legendas e referências da referida dissertação, conforme práticas usuais de atribuição de crédito.

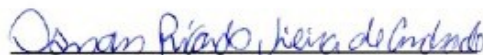
Tupã/SP, 25 de julho de 2025



MAILON BOZZA VIEIRA
RG nº: 26.353.074-7



PATRICK FERNANDO VIEIRA DE ANDRADE
CPF nº: 399.864.238-21



OSNAN RICARDO VIEIRA DE ANDRADE
RG nº: 46.191.102-4

APÊNDICE G – ORÇAMENTO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

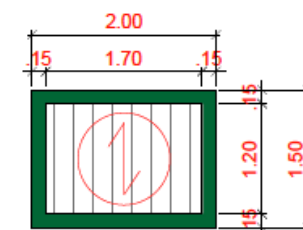
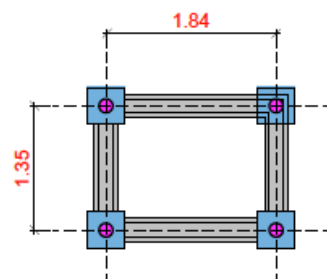
Produto	Descrição	QTD	Sesedi	Tupé CAL	Piracaba	Raparitinho	Lajes tamoyo	Madrepá	Amazonas	São José
		Unit	SubTotal	Unit	SubTotal	Unit	SubTotal	Unit	SubTotal	Unit
Tábua de pinos	20 cm	13	R\$ -	R\$ -			R\$ -	R\$ 28,00	R\$ 364,00	
Tábua de pinos	30 cm	13	R\$ -	R\$ -			R\$ -	R\$ 42,00	R\$ 546,00	
Peca material plástico	20 mm 1,1 x 2,2 par	0	R\$ -	R\$ -			R\$ -	R\$ 198,00	R\$ -	R\$ 180,00
Pradafaiso grosso (ombrela agulha	3,5 x 45%	200	R\$ -	R\$ -			R\$ -	R\$ 0,20	R\$ 40,00	R\$ -
Serato de arinho	3m	10	R\$ -	R\$ -			R\$ -	R\$ 14,00	R\$ 140,00	R\$ 15,70
Areia grossa	m³	3	R\$ 183,59	R\$ 550,74	R\$ 145,00	R\$ 435,00	R\$ 179,50	R\$ 539,70	R\$ 162,00	R\$ 486,00
Pedra	m³	1,5	R\$ 220,06	R\$ 330,09	R\$ 180,00	R\$ 270,00	R\$ 199,90	R\$ 299,85	R\$ 198,00	R\$ 297,00
Cimento	sacos	12	R\$ 43,42	R\$ 521,04	R\$ 33,50	R\$ 402,00	R\$ 37,80	R\$ 453,60	R\$ 41,00	R\$ 492,00
Arame	kilo	2	R\$ 21,42	R\$ 42,84	R\$ 16,02	R\$ 32,04	R\$ 15,90	R\$ 31,80	R\$ 19,40	R\$ 38,80
Ferro barra 38	10mm	7	R\$ 54,90	R\$ 384,30	R\$ 40,00	R\$ 360,00	R\$ 54,90	R\$ 384,30	R\$ 58,90	R\$ 412,30
Ferro barra 3/6	8mm	6	R\$ 35,72	R\$ 214,32	R\$ 34,00	R\$ 204,00	R\$ 35,90	R\$ 215,40	R\$ 38,90	R\$ 231,00
Ferro barra 3/6	5mm (4,2)	9	R\$ 14,00	R\$ 126,00	R\$ 14,00	R\$ 126,00	R\$ 15,80	R\$ 142,20	R\$ -	
Treliça e laje	m²	10					R\$ -			
ACRESSIMOS			2189,33		R\$ 1.865,04		R\$ 2.066,85		R\$ 1.957,10	
Eshito de ferro	38 10x10 cm	30				1,05	R\$ 31,50			
Eshito de ferro	5/6 10x10	20				1,05	R\$ 21,00			
Cimento		4				33,5	R\$ 134,00			
Somamaterial R\$ 4.187,16										
MO R\$ 5.700,00										
Total geral R\$ 9.887,16										
Tiplos	19x8	40				0,49	R\$ 19,80			
Cimento	CSN	1				33,5	R\$ 33,50			
Cano PVC	1,5 polegada 40mm	1				6,52	R\$ 6,52			
					R\$ 59,62					

APÊNDICE H – RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

Você já conhecia o que é um telhado verde antes de hoje? ▼ Resultado ▼	
sim	13
Não	16
Um pouco	4
	33
o que achou da ideia de instalar um telhado verde na escola? ▼ Resultado ▼	
muito boa	25
boa	7
indiferente	1
não gostei	0
	33
Na sua opinião quais são os principais benefícios do telhado verde? ▼ Resultado ▼	
Redução do calor	27
redução do uso da energia elétrica	2
Embelezamento do espaço	0
Educação ambiental	4
Todas opções	1
	34
Você gostaria que essa ideia fosse levada pra outras escolas da cidade? ▼ Resultado ▼	
Sim	32
não	0
Talvez	1
	33
Você gostaria de ter um telhado verde na sua casa? ▼ Resultado ▼	
Sim	18
não	5
Talvez	10
	33
Você considera importante investir em soluções sustentáveis nas cidades? ▼ Resultado ▼	
Sim	33
Não	0
Nunca pensou sobre isso	0

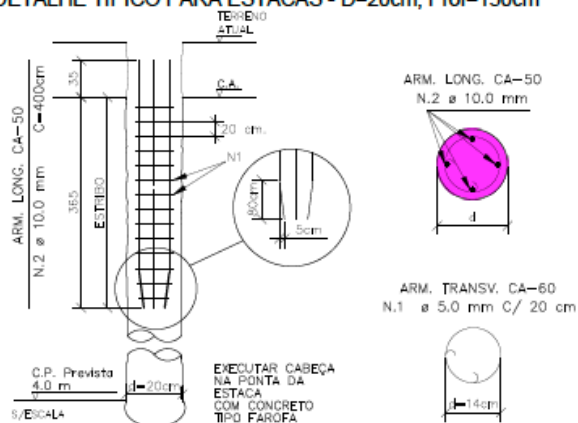
ANEXOS

ANEXO 1 - PROJETO DE ARQUITETURA 1 (Juliana e Igor)

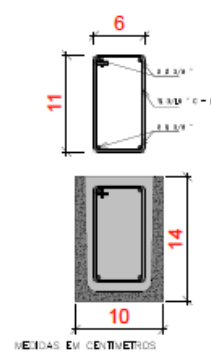


VIGA INVERTIDA
LAJE INCLINADA 7%

DETALHE TÍPICO PARA ESTACAS - D=20cm, Prof=150cm



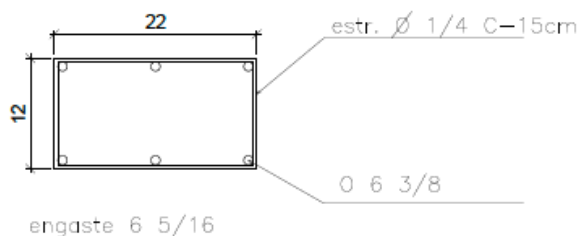
CANALETA BALDRAME



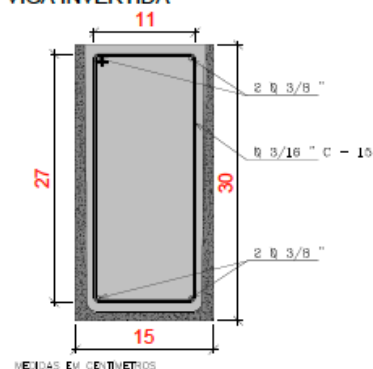
ARGAMASSA IMPERMEABILIZADA + VIAPLUS 1000 (3 DEMÃOS) NA VIGA BALDRAME

Alvenaria de embasamento com tijolos comuns assentados com ARGAMASSA + VIAPOL contra umidade, profundidade de 40cm

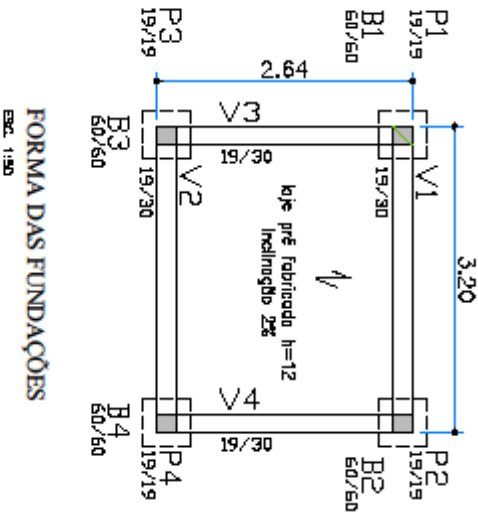
PILAR



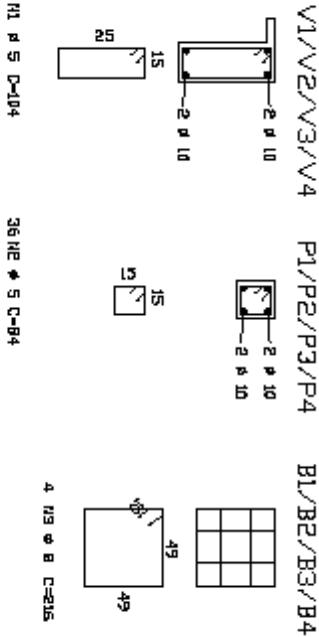
VIGA INVERTIDA



ANEXO 2 – PROJETO DE ARQUITETURA 2 (Eduardo)



FORMA DAS FUNDAÇÕES
Esc. 1:50



QUANTITATIVO MATERIAL

- Concreto - 2.75 m3
- Ferro 10MM - 7 barras
- Ferro 8MM - 6 barras
- Ferro 5MM - 9 barras

