

O conforto térmico do Telhado Verde, utilizando em Campo Mourão, Paraná The thermal comfort of the Green Roof with styrofoam in Campo Mourão.

Wagner Jose Amorin Silva Junior, Centro Universitário Integrado, Brasil,
wagner_junior2001@hotmail.com

Guilherme Olimpio Mello Preisner, Centro Universitário Integrado, Brasil,
guipresner@hotmail.com

João Cláudio Alcantara, Centro Universitário Integrado, Brasil,
joao.claudio@grupointegrado.br

Este trabalho propõe um estudo sobre a implementação de telhados verdes como sistemas construtivos eficientes no contexto do planejamento urbano, visando inspirar o aumento as áreas verdes nas cidades. Os telhados verdes, compostos por uma camada de vegetação sobre uma estrutura de suporte instalada no topo das construções, apresentam uma série de benefícios ambientais, este estudo concentra-se essencialmente na implementação de telhados verdes em uma estrutura específica, no caso, uma casa de cachorro, com o isopor. Assim, avaliar a eficácia desses telhados, medições de temperatura foram conduzidas em diferentes períodos, comparando os resultados entre um telhado verde e um telhado convencional. O objetivo é evidenciar as diferenças substanciais entre essas duas abordagens, determinando se a adoção de telhados verdes é viável.

Palavras-chave: Planejamento urbano. Medição de temperaturas. Benefícios do telhado verde.

This work proposes a study on the implementation of green roofs as efficient construction systems in the context of urban planning, aiming to inspire the increase of green areas in cities. Green roofs, composed of a vegetation layer on a support structure installed on top of buildings, present a range of environmental benefits. This study focuses primarily on implementing green roofs in a specific structure, namely a doghouse, using expanded polystyrene (EPS) insulation. To assess the effectiveness of these roofs, temperature measurements were conducted at different intervals, comparing the results between a green roof and a conventional roof. The objective is to highlight substantial differences between these two approaches, determining the feasibility of adopting green roofs.

Keywords: Urban planning. Temperature measurements. Benefits of green roofs.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	4
2.1 ORIGEM DOS TELHADOS	4
2.1.1 História do Telhado Verde.....	4
2.1.2 Telhado Verde.....	5
2.2 TIPOS DO TELHADO VERDE	6
2.3 COMPOSIÇÃO DO TELHADO VERDE.....	7
2.4 TELHADO VERDE E ALGUMAS VANTAGENS.....	8
3. MÉTODO	10
3.1 LOCAL DE CONSTRUÇÃO.....	10
3.2 RELAÇÃO DOS MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADOS	10
3.3 CONSTRUÇÃO	11
3.3.1 TELHADO VERDE COM O ISOPOR	11
3.3.2 PLACA DE ISOPOR.....	14
3.3.3 LEITURAS NAS TEMPERATURAS	14
3.4 COLETA DE DADOS.....	15
3.4.1 ANÁLISE COMPARATIVA	15
3.4.2 ANÁLISE DE CUSTOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4.1 RESULTADOS DO TELHADO VERDE COM O ISOPOR	16
4.2 RESULTADO DO TELHADO FEITO APENAS DE POLIPROPILENO(PP)18	
4.3 COMPARATIVO DE EFICIENCIA NO CONFORTO TÉRMICO	19
4.4 ANÁLISE E PREÇOS	19
4.4.1 ANÁLISE COMPARATIVA: CUSTO BENEFICIO	19
4.4.1.1 TELHADO VERDE.....	19
4.4.1.2 TELHADO DE FIBROCIMENTO.....	20
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) o Brasil abriga uma população estimada em mais de duzentos milhões de habitantes, e esse número continua a expandir-se anualmente, impulsionado pelo extenso desenvolvimento urbano. Entretanto, esse notável crescimento populacional e o correspondente avanço urbano estão associados à redução das áreas verdes, desencadeando uma série de problemas ambientais.

De acordo com a revista de Ciências Exatas Aplicadas e Tecnológicas da Universidade de Passo Fundo (CIATEC – UPF, 2017) à medida que as cidades se tornam cada vez mais densamente povoadas, observa-se uma tendência de redução nas áreas verdes, evidenciando sinais claros de esgotamento ambiental. A construção civil emerge como um dos principais contribuintes para esse cenário. Nesse contexto, os telhados verdes podem ganhar destaque como uma solução significativa no âmbito das construções sustentáveis.

Como normativa a Lei das Águas nº 9.433, no Capítulo II, que aborda a garantia de padrões de qualidade de vida para as gerações atuais e futuras, o telhado verde emerge como um meio altamente benéfico para atender a essa premissa legal. Constituído-se como uma potencial solução para questões de drenagem urbana, os telhados verdes não apenas contribuem para a redução das ilhas de calor, mas também melhoram significativamente a qualidade do ar e da água.

Com o tema do telhado verde sendo muito grande e vasto, onde traz um adicional de sustentabilidade para o meio ambiente, sendo que também são necessários diversos tipos de medidas preventivas para o funcionamento do mesmo, tanto como o cálculo estrutural, tendo em vista seu peso considerável.

Não apenas os cálculos, mas também a seleção cuidadosa das plantas é crucial, levando em consideração a própria natureza e seus desafios, como a infestação de pragas. Isso não apenas dificulta a manutenção futura das construções, mas também pode resultar em problemas para os cidadãos que dependem dessas estruturas. Portanto, é essencial garantir uma escolha adequada de plantas para promover a durabilidade e eficiência das construções.

Com o intuito de promover a adoção do telhado verde, nosso tema central visa avaliar a eficácia desse sistema em ambientes urbanos, destacando-o como uma alternativa sustentável para o meio ambiente. Não apenas evidenciam os benefícios ambientais na construção civil, mas também reconhecem seu impacto positivo na estética de construções e edifícios.

Os experimentos serão realizados através da construção de um telhado verde e de um telhado convencional em locais predefinidos. Para monitorar as temperaturas, serão empregados termômetros posicionados dentro de cada estrutura ao longo de um período específico. As informações coletadas serão subsequentemente comparadas, visando analisar as disparidades térmicas entre os dois tipos de telhado.

Considerando a avaliação das vantagens e desvantagens do telhado verde, são abordados os benefícios associados e como sua implementação pode ser

fomentada nos centros urbanos. No trabalho, são apresentados e explicados diversos tipos de telhados verdes, destacando sua aplicabilidade e impacto. Adicionalmente, será realizada uma comparação de custos entre o telhado verde e um telhado convencional, visando fornecer perspectivas sobre a viabilidade econômica. O objetivo final é fornecer informações que possam servir como base para futuras construções, incentivando a consideração e implementação de telhados verdes em larga escala nas grandes cidades brasileiras.

Com todas essas considerações, este artigo visa apresentar o conceito de telhado verde em ambientes urbanos, com o intuito de ampliar as possibilidades na construção civil em prol do meio ambiente. Utilizando pesquisas bibliográficas e documentos, buscamos destacar os benefícios associados à adoção dessa prática nos dias atuais. A intenção é demonstrar como a implementação de telhados verdes pode contribuir positivamente para a sustentabilidade ambiental e fornecer uma alternativa relevante e atualizada na construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 ORIGEM DOS TELHADOS

Os indígenas que contribuíram para as primeiras construções brasileiras, utilizando folhas ou fibras vegetais para cobrir suas edificações, testemunharam uma transformação desse sistema com a chegada dos portugueses, que passaram a construir com pedras e cal (LA PASTINA, 2005).

As primeiras telhas eram moldadas em troncos, sendo que eram produzidas *in loco*, porem como destacou La Pastina (2005), esse sistema causava inúmeras infiltrações, e no decorrer do tempo que deixou de ser utilizado. A partir do século XIX, iniciou-se o uso de telhas, sendo as primeiras telhas industrializadas provenientes da França. Com o tempo, surgiram subseqüentemente as telhas esmaltadas e escamadas.

2.1.1 História do Telhado Verde

Na Babilônia, na antiga Mesopotâmia, aproximadamente 600 anos a.C., foi construído o primeiro telhado. O objetivo principal era mitigar o calor, proporcionando um alívio térmico durante aquela época (OSMUNDSEN, 1999).

Os primeiros registros de telhados verdes remontam aos tempos dos romanos, que cultivavam árvores nos tetos de diversas construções, como os mausoléus de Augusto e Adriano. Mesmo durante a era do Renascimento, era comum encontrar telhados verdes na cidade de Gênova, na Itália. No entanto, foi a partir do século XX que os telhados verdes e jardins suspensos começaram a se tornar mais comuns em diversos países (PECK et al. 1999).

Na década de 1970, universidades na Alemanha deram início a estudos sobre telhados verdes, com o objetivo principal de aplicá-los em centros urbanos. A ênfase estava na quantificação do impacto na redução do escoamento da água da chuva e na mitigação das ilhas de calor nos centros urbanos. Essa iniciativa

representou um marco significativo na pesquisa e desenvolvimento de telhados verdes, destacando seu potencial para enfrentar desafios ambientais nas áreas urbanas (KOHLENER et al. 2001).

O *Environmental Protection Agency* (EPA) considera o telhado verde uma prática sustentável benéfica para grandes centros urbanos no que diz respeito ao meio ambiente. Essa abordagem não apenas auxilia na gestão da água da chuva, mas também contribui para a melhoria da qualidade do ar e redução da necessidade de equipamentos de refrigeração nos ambientes urbanos (KOHLENER et al. 2001).

2.1.2 Telhado Verde

Segundo Silva et al. (2018) os telhados verdes, também conhecidos como tetos verdes, são estruturas em edifícios e residências que incorporam uma cobertura vegetal. Essa configuração é composta por três camadas distintas: a camada de vegetação, a camada de substrato e a camada de drenagem. Essa abordagem visa criar uma cobertura sustentável, com a presença de plantas, solo apropriado e um sistema eficiente de drenagem.

Comparado ao telhado convencional, o telhado verde apresenta uma significativa redução no escoamento superficial das águas pluviais, podendo chegar a uma média de 62% de redução nos volumes escoados superficialmente. Além desse benefício, observa-se que o telhado verde também desempenha um papel crucial no retardo do início do escoamento superficial, o que contribui de maneira positiva para a eficiente gestão das águas pluviais (TASSI et al. 2014).

O telhado verde é reconhecido como uma opção de Baixo Impacto Urbano (*Low Impact Development* - LID), envolvendo a implementação de uma cobertura vegetal sobre os telhados. Essa prática não apenas contribui para melhorar a qualidade do ar, mas também se destaca por prolongar a vida útil das edificações. Essa abordagem alinha-se às estratégias de desenvolvimento urbano sustentável ao oferecer benefícios ambientais significativos (TEIXEIRA; BARRETO, 2022).

Adicionalmente, o telhado verde apresenta uma resposta notavelmente positiva em relação aos desafios associados ao processo de impermeabilização do solo. Ele contribui para melhorar a qualidade ambiental, atuando como um sequestrador de poluentes. Além disso, o telhado verde favorece o aumento da biodiversidade em áreas urbanas, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento e a sustentação de diversas formas de vida (TEIXEIRA; BARRETO, 2022).

Outro benefício do telhado verde é a redução das flutuações de temperatura, uma vez que a vegetação absorve a radiação solar. Isso confere maior durabilidade ao telhado verde em comparação com o telhado convencional (NETO et al. 2021).

Entretanto, é crucial incorporar uma análise econômica do ciclo de vida ao avaliar o custo-benefício do telhado verde. Isso implica considerar não apenas o custo inicial, mas também a durabilidade do sistema e os benefícios ambientais a longo prazo. Essa abordagem proporciona uma visão mais abrangente e precisa da viabilidade econômica do telhado verde, destacando seu valor em termos de sustentabilidade e retorno a longo prazo (LIZ et al. 2018).

2.2 TIPOS DO TELHADO VERDE

O tipo escolhido para o telhado verde está diretamente relacionado à densidade do plantio, à capacidade estrutural do telhado e ao tipo de vegetação. Isso resulta em duas categorias distintas (PENDIUK; MOÍSES; PEREIRA, 2017).

De acordo com a FLL - *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau*, (1995) uma empresa Alemã de Pesquisa, Paisagem, Desenvolvimento e Construção, existem dois tipos ditos sobre coberturas verdes, que podem ser definidas por extensivas e intensivas. Conforme a abordagem da cobertura extensiva, ou conforme definido pela "natureza virtual", ocorrerá um processo natural de transição na paisagem.

Segundo Jobim (2013) as coberturas extensivas caracterizam-se pela sua simplicidade, apresentando uma baixa profundidade de substrato em sua composição. Elas são especialmente indicadas para áreas extensas e se destacam por abrigar plantas de menor porte. Essas plantas, por sua vez, demandam menor quantidade de irrigação e manutenção, tornando as coberturas extensivas uma opção prática e eficiente para espaços de grande dimensão (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Telhado Verde Extensivo



FONTE: Ecotelhado, 2013.

De acordo com Zinco (2007), esse tipo de telhado verde, com uma profundidade de substrato mais espessa, permite o cultivo de plantas de pequeno e médio porte. Essa configuração oferece uma notável capacidade de captação de nutrientes e água. No entanto, apresenta como desvantagem a necessidade de uma manutenção mais intensa e regular, além de exigir uma estrutura mais robusta. Um exemplo dessa abordagem pode ser observado na prefeitura de Chicago, nos Estados Unidos, onde a implementação desse tipo de telhado verde demanda cuidados específicos devido à sua complexidade (FIGURA 2).

FIGURA 2 – Telhado Verde Intensivo



FONTE: SustentArqui, 2015.

2.3 COMPOSIÇÃO DO TELHADO VERDE

Existem alguns elementos que formam o telhado verde, como a laje que é onde considera as cargas da estrutura, a parte impermeabilizada onde vai proteger contra a infiltração, o isolante térmico que pode ser utilizado dependendo do nível de energia solar que são transmitidas para a estrutura.

A camada drenante, essencial para a eficácia do telhado verde, pode ser construída utilizando argila, desempenhando o papel crucial na facilitação da vazão da água. Essa camada geralmente varia em tamanho, situando-se entre 7 a 10 cm. A camada filtrante complementa o sistema, evitando que a água se arraste pelo solo de forma descontrolada. Quanto ao solo, é fundamental que apresente um nível adequado de drenagem para otimizar o desempenho do telhado verde. Por último, a escolha da vegetação desempenha um papel vital, e diversos tipos podem ser selecionados, sendo preferível optar por aqueles mais adequados às condições específicas do local em questão (ZARZUR et al. 2012) (FIGURA 3)

FIGURA 3 – Esquema de uma estratificação padrão de um sistema completo de telhado verde



FONTE: Ecotecnologias, 2023.

O primeiro passo na construção de um telhado verde é preparar a laje de maneira adequada. Isso geralmente envolve a aplicação de um sistema eficaz de impermeabilização para proteger a estrutura subjacente contra infiltrações de água. Além disso, é essencial incorporar um sistema de drenagem específico para telhados verdes. Esse sistema desempenha um papel fundamental na gestão da água, evitando o acúmulo excessivo e garantindo uma adequada irrigação para as plantas. Essas medidas são cruciais para assegurar a durabilidade e eficácia do telhado verde ao longo do tempo.

De acordo com Silva et al. (2017) o telhado verde é feito diretamente sobre uma laje de concreto, com uma inclinação média de 1,5%. Logo após vem a camada de impermeabilização, para evitar a infiltração, em sequência vem a membrana de PVC, que é antirraízes. Logo em seguida se encontra uma camada plástica, em formato de copos, com uma concavidade na superfície para a retenção de água. Logo após vem 7 cm de espessura de argila, após a argila é colocada uma manta de bidim (com funcionalidade de filtrar a água evitando a mesma descer). A próxima camada vem o substrato, onde se coloca 10 cm de terra adubada, e pôr fim a vegetação.

2.4 TELHADO VERDE E ALGUMAS VANTAGENS

Conforme o Ecotelhado (2018) os telhados verdes, ao empregar processos como a fotossíntese e evaporação, efetivamente dissipam e absorvem a energia térmica, resultando em economia elétrica e redução do consumo de ar-condicionado. Isso contrasta com os telhados convencionais, que tendem a acumular calor, transferindo-o para o interior dos edifícios.

O telhado verde emerge como uma solução viável para questões de conforto térmico, apresentando-se como uma das melhores opções para integrar a vegetação aos ambientes construídos (PEREZ; PERINI, 2018).

Como uma excelente alternativa para mitigar o escoamento, o telhado verde emprega diversos mecanismos que contribuem para a redução das áreas impermeáveis, abordando assim um desafio frequente nos centros urbanos (NAKAMURA, 2019)

O telhado verde não apenas está associado à umidade, mas também pode desempenhar um papel relevante na prevenção de incêndios. A inclusão de materiais como cascalho em uma das camadas do telhado verde contribui para uma resistência adicional ao fogo. Essa característica torna o telhado verde não apenas uma solução sustentável, mas também uma medida de segurança contra incêndios (PERUSSI, 2016).

Segundo a pesquisa de Minke (2005) a cobertura de uma laje impermeabilizada na Europa experimenta uma amplitude térmica considerável, variando de -20°C a 80°C ao longo do tempo. Contudo, a introdução de uma cobertura verde nesse contexto pode resultar em uma notável redução dessa variação, aproximando-se de 30°C . Este fenômeno destaca o potencial significativo dos telhados verdes em estabilizar as condições térmicas, proporcionando um ambiente mais equilibrado e confortável.

No estudo realizado por Vecchia (2005), foi construído um protótipo de telhado verde e de um telhado convencional, no Brasil, com a ideia de comparar a eficiência energética entre eles, onde é mostrado que durante o dia, por volta das 14:30 horas, acontece uma variação de 10°C , onde acontece por o telhado verde servir como isolante. Onde também o teto verde mostra um atraso térmico de 4 horas para o calor externo penetrar no ambiente, pelo sombreamento da grama, deixando claro o quão eficiente é o telhado verde em relação aos telhados convencionais sobre eficiência energética.

Outro ponto bastante recorrido do telhado verde são, os ruídos nas grandes metrópoles, os telhados verdes absorvem som e ondas eletromagnéticas através de sua vegetação (MACHADO et al. 2003).

Quanto à fonte de renda, o telhado verde demonstra um potencial econômico significativo ao possibilitar o cultivo de pequenas plantas medicinais, temperos e plantas ornamentais. Embora esse tipo de plantio exija uma manutenção específica, a venda dos produtos cultivados pode compensar de maneira eficaz os custos associados a essa manutenção. Este aspecto destaca a viabilidade econômica do telhado verde não apenas como uma solução ambiental, mas também como uma fonte sustentável de receita (CORREA; GONZALEZ, 2002).

Em relação às comunidades economicamente desfavorecidas, caracterizadas por ocupações informais e ausência de planejamento, a introdução de telhados verdes não apenas oferece a perspectiva de aprimorar a infraestrutura local, mas também cria a oportunidade de gerar renda. A comercialização dos produtos cultivados nos telhados verdes pode motivar o surgimento de especialistas em jardinagem, representando uma fonte sustentável de ganhos para os residentes dessas comunidades. Essa estratégia não só contribui para a elevação do padrão de vida local, mas também fomenta a autonomia econômica e o desenvolvimento sustentável nessas áreas (ARAUJO, 2017).

Compreendendo a importância do conforto térmico em telhados verdes, este projeto se propõe a explorar uma abordagem inovadora ao utilizar uma casa de cachorro como elemento central. Ao empregar isolamento térmico de isopor nesse contexto específico, busca-se não apenas proporcionar um ambiente mais termicamente agradável, mas também estender essa aplicação ao estudo do conforto térmico geral proporcionado pelo telhado verde. A transição da fundamentação teórica para a metodologia reflete a intenção de traduzir os conhecimentos teóricos acerca do isolamento térmico, eficiência energética e benefícios ambientais dos telhados verdes em uma abordagem prática e tangível. Dessa forma, a escolha da estrutura central destaca-se como uma maneira inovadora de explorar e medir o impacto do telhado verde no conforto térmico, alinhando-se a uma perspectiva sustentável.

3. MÉTODO

Na concepção do modelo de telhado verde em questão, a pessoa conduziu uma metódica investigação por meio da análise de artigos previamente publicados. O objetivo era alcançar uma compreensão abrangente e fundamentada das melhores práticas e metodologias relacionadas ao tema. A materialização efetiva desse modelo foi realizada de maneira minuciosa e artesanal por ela mesma, demonstrando um comprometimento detalhado com o processo construtivo e assegurando a conformidade do resultado final com os padrões de qualidade estabelecidos.

3.1 LOCAL DE CONSTRUÇÃO

Segundo os dados do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2000), Campo Mourão apresenta um clima subtropical úmido mesotérmico, com média de temperatura superior a 22°C no mês mais quente, e temperatura inferior a 18°C no mês mais frio, não possui estação seca definida, os verões são quentes e chuvosos, e os invernos secos, com geadas pouco frequentes demandam estratégias eficazes para o controle térmico em edificações.

Nesse cenário, optou por implementar os telhados verdes como uma medida promissora, atuando como isolantes térmicos e reduzindo a temperatura interna das construções. Essa abordagem é especialmente valiosa em contextos urbanos, onde a presença de materiais impermeáveis contribui para a formação de ilhas de calor. A eficácia dos telhados verdes em Campo Mourão está intimamente ligada à compreensão e adaptação às características específicas do clima local.

3.2 RELAÇÃO DOS MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADOS

Na elaboração do modelo de telhado verde, foram utilizados materiais e ferramentas para executar o projeto de maneira eficaz e precisa. A seguir, na tabela, são destacados todos os instrumentos empregados na confecção desse projeto específico.

Tabela 1 – Materiais e Ferramentas utilizadas:

Materiais/Ferramentas	Unidade	Quantidade
Casa de cachorro (tamanho 5)	UN	1
Ripas de madeira de 3 metros	UN	2
Placas de isopor 30mm	UN	2
Substrato	KG	10
Grama esmeralda	M ²	2
Martelo	UN	1
Pregos 10x10	PACOTE	1
Serrote	UN	1
Trena	UN	1
Termômetro para ambientes	UN	1

FONTE: Autor, 2023.

Os materiais escolhidos para a criação do telhado verde foram descritos por meio da elaboração de uma tabela. Nela, são detalhados os elementos escolhidos para assegurar a durabilidade, sustentabilidade e efetiva funcionalidade do telhado verde.

No que diz respeito às ferramentas utilizadas no processo de construção, o martelo desempenhou um papel essencial na fixação das peças de madeira, o serrote foi indispensável para o corte preciso de materiais, como ripas e placas de isopor, e a trena foi responsável por medidas exatas. Essas ferramentas foram selecionadas para garantir a precisão e eficiência na execução dos projetos.

Dessa forma, a escolha criteriosa de materiais e ferramentas, aliada a uma metodologia de trabalho estruturada, proporcionou a criação bem-sucedida do modelo de telhado verde, atendendo aos requisitos estabelecidos para durabilidade, funcionalidade e sustentabilidade.

3.3 CONSTRUÇÃO

3.3.1 TELHADO VERDE COM O ISOPOR

O processo de construção do telhado começou com a etapa de tomar as medidas precisas da casa de cachorro. Essa medição forneceu a base necessária para o dimensionamento correto das ripas, que foram cortadas com precisão no tamanho adequado para se integrarem perfeitamente ao projeto.

Uma vez que as ripas foram devidamente preparadas, o próximo passo consistiu na fixação delas conforme as especificações delineadas no desenho ou projeto

estabelecido. Esse processo de fixação foi executado com atenção aos detalhes, garantindo a solidez e a integridade estrutural do telhado.

Na sequência, a estrutura de madeira resultante foi posicionada sobre a casa de cachorro. Esta fase envolveu não apenas a colocação das ripas, mas também a incorporação de placas de isopor, contribuindo para a eficiência térmica e isolamento do telhado.

O prosseguimento da construção abrangeu a adição do substrato, preparando o solo para receber a camada de grama. Este foi um ponto crucial, pois a escolha e aplicação adequada do substrato foram determinantes para o desenvolvimento saudável da vegetação.

Finalmente, foi realizado o plantio da grama, completando o telhado verde de maneira graduada e meticulosa. Cada etapa desse processo foi executada com cuidado e sequencialidade, garantindo não apenas a estabilidade estrutural do telhado, mas também o estabelecimento de um ambiente propício para o crescimento e manutenção da vegetação. Esse método detalhado e cuidadoso é essencial para assegurar não apenas a funcionalidade, mas também a durabilidade estética e estrutural do telhado construído (FIGURA 4, 5, 6 e 7).

FIGURA 4 – Etapas da confecção do telhado verde



FONTE: Autor, 2023.

FIGURA 5 – Etapas da confecção do telhado verde



FONTE: Autor, 2023.

FIGURA 6 – Etapas da confecção do telhado verde



FONTE: Autor, 2023.

FIGURA 7 – Etapas da confecção do telhado verde



FONTE: Autor, 2023.

3.3.2 PLACA DE ISOPOR

Para auxiliar o telhado verde na busca pela redução das temperaturas interiores e desempenhar o papel de uma solução alternativa, a escolha pelas placas de isopor mostrou-se acertada. Sua capacidade de impedir a troca de calor e sua leveza foram pontos decisivos na seleção desse material. No âmbito deste projeto específico, optou-se pela utilização de duas placas de isopor com uma espessura de 30mm.

3.3.3 LEITURAS NAS TEMPERATURAS

FIGURA 8 – Modelo do termômetro utilizado



FONTE: Kenhdaotao.edu.vn, 2023.

Durante sete dias consecutivos, em dois horários diferentes sendo eles às 12:00 e 17:00 horas foram realizados os monitoramentos das temperaturas internas do ambiente, empregando um termômetro de alta precisão ao centro do ambiente. Os dados foram registrados em uma tabela, o que possibilitou uma análise minuciosa das variações térmicas ao longo desse período. A escolha do termômetro assegurou leituras precisas, enquanto o monitoramento possibilitou identificar padrões e tendências ao longo do tempo.

A organização sistemática dos resultados na tabela não apenas facilitou a visualização, mas também estabeleceu uma base sólida para as análises comparativas das condições térmicas internas do ambiente em estudo. Essa abordagem metódica contribuiu para uma compreensão abrangente do ambiente, proporcionando informações valiosas que podem orientar decisões futuras e ajustes no gerenciamento térmico.

A seguir imagem demonstrando de como foram feitas as medições de temperaturas do ambiente com o auxílio do termômetro (FIGURA 6).

FIGURA 9 – Casa de cachorro com termômetro em seu interior para medição de temperatura



FONTE: Autor, 2023.

3.4 COLETA DE DADOS

3.4.1 ANALISE COMPARATIVA

Na análise comparativa dos custos entre o telhado verde e a cobertura de fibrocimento, bem como na discussão de alguns autores, o objetivo foi relatar qual seria o melhor sistema construtivo em termos de custo-benefício para uma construção.

O processo inicial na elaboração dos custos envolveu uma análise detalhada dos telhados, seguida por um levantamento quantitativo. Para embasar o cálculo dos custos, foi adotado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da

Construção Civil (SINAPI), com referência a outubro de 2023. A escolha dessa tabela decorreu de sua abrangência, englobando uma variedade de serviços associados à construção de sistemas convencionais de cobertura, além de contemplar a composição de mão de obra, materiais e equipamentos.

O custo significativo de cada material foi calculado com base no metro quadrado, e, por fim, cada tipo de telhado foi inserido em uma tabela, apresentando o preço total de cada um.

Para o telhado verde, uma tabela foi criada, na qual o código do item do material na tabela SINAPI é representado na primeira coluna. A segunda coluna apresenta a descrição do material. Na terceira coluna, o preço unitário foi multiplicado pelo coeficiente, resultando diretamente no custo total do telhado. Este cálculo não leva em consideração os custos associados ao restante da edificação.

Para determinar o preço total do telhado convencional, foi elaborada uma tabela. A primeira coluna representa o código do item do material na tabela SINAPI. Na segunda coluna, está descrita a natureza do material. A terceira coluna apresenta as unidades de medida correspondentes. A quarta coluna exibe os coeficientes, conforme a tabela de composição de custos, utilizados para abranger 1,00 m². A quinta coluna reflete o preço unitário de cada insumo, considerando sua unidade de medida. Por fim, na sexta coluna, o custo total do material é calculado multiplicando o preço unitário pelo coeficiente.

3.4.2 ANÁLISE DE CUSTOS

Os dados provenientes das tabelas anteriores, referentes aos materiais de fibrocimento e cobertura verde, foram minuciosamente analisados através de uma comparação na coleta de informações de cada uma delas. Essa análise foi conduzida avaliando o custo por metro quadrado para cada tipo de cobertura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DO TELHADO VERDE COM O ISOPOR

Considerando a dinâmica da incidência solar ao longo do dia, destaca-se a crença de que o fator preponderante para as variações térmicas reside na intensidade solar. Observa-se que o pico dessa incidência se dá ao meio-dia, contudo, o aquecimento da superfície perdura até as 17:00 horas. Após esse período, a incidência solar diminui gradualmente, promovendo um ambiente mais propício ao conforto térmico.

É relevante ressaltar que, durante a segunda medição de temperatura às 17:00 horas, o desempenho do telhado mostrou-se inferior em comparação com a primeira medição, resultado atribuído ao longo período de exposição à radiação solar. Esses resultados encontram respaldo no estudo de Zago (2021), que destacou a eficácia do telhado verde na promoção do conforto térmico.

Neste caso, a pesquisa de Zago (2021) foi conduzida no município de Nova Tebas, situado a 120 km do município de Campo Mourão, onde o estudo em questão foi

realizado. Um fator adicional que contribuiu para a similaridade dos resultados deste estudo com os de Zago (2021) foi a coincidência de ambos terem sido conduzidos em épocas do ano semelhantes. Essa circunstância propicia a equivalência nas condições climáticas, tornando as temperaturas na região central do Paraná comparáveis. Nas tabelas a seguir de temperaturas obtidas, podemos observar alguns termos utilizados como, tempo externo (TE) e o tempo interno (TI).

Tabela 2 – Temperaturas obtidas durante sete dias com uso do telhado verde:

DATA	12:00 HORAS		17:00 HORAS	
	TE (°C)	TI (°C)	TE (°C)	TI (°C)
15/10/2023	21,1	19,5	24,1	23,2
16/10/2023	23,9	22,4	25,2	23,8
17/10/2023	19,7	18,2	22,4	21,1
18/10/2023	21,6	19,9	25,4	23,8
19/10/2023	24,5	22,8	26,1	24,7
20/10/2023	21,4	20	23,4	22,3
21/10/2023	19,4	17,9	22,1	20,9

FONTE: Autor, 2023.

Ao examinar a Tabela 3, as diferenças de temperatura com a adoção do telhado verde ficam evidentes. A média da redução da temperatura durante o período das 12:00 horas foi de $-1,58^{\circ}\text{C}$. Entre os dias 17/10/2023 e 19/10/2023, os melhores desempenhos foram registrados, com uma redução de $-1,7^{\circ}\text{C}$ no horário das 12:00 horas. No entanto, em 20/10/2023, a menor redução foi observada, atingindo $1,4^{\circ}\text{C}$. Às 17:00 horas, a média de redução de temperatura foi inferior, alcançando $-1,12^{\circ}\text{C}$. No dia 18/10/2023, o melhor desempenho ocorreu, com uma redução de $1,6^{\circ}\text{C}$, enquanto no dia 15/10/2023, a menor diferença de temperatura às 17:00 horas foi de $-0,9^{\circ}\text{C}$.

Um fator que impactou na eficácia do resultado às 17:00 horas, tornando-o menos efetivo do que o obtido às 12:00 horas, foi a prolongada exposição do telhado verde à radiação solar. Ao longo do dia, a estrutura do telhado, em contato contínuo com a radiação solar, começa a se aquecer, resultando em um aumento da temperatura em seu interior. Assim, fica evidenciada a eficácia do sistema de telhado verde na redução da temperatura.

Tabela 3 – Diferença de temperatura:

DATA	Diferença de temperatura (°C)	
	12:00 HORAS	17:00 HORAS
15/10/2023	-1,6	-0,9
16/10/2023	-1,5	-1,4
17/10/2023	-1,7	-1,3
18/10/2023	-1,7	-1,6

19/10/2023	-1,7	-1,4
20/10/2023	-1,4	-1,1
21/10/2023	-1,5	-1,2

FONTE: Autor, 2023.

De acordo com o pesquisador Victor Olgay (2006), a zona de conforto da temperatura varia entre 18°C a 29°C, e ainda se mantém confortável. Observou-se que as salas com cobertura de telhado verde mantêm uma temperatura mais confortável em comparação aos ambientes sem essa cobertura. A temperatura média das salas com telhado verde foi de 21,65°C às 12:00, em contraste com 20,1°C na parte externa e 22,82°C na parte interna. Às 17:00, a média foi de 24,1°C externo e 22,82°C interno. Esses dados indicam uma redução média de 1,58°C na parte interna das salas às 12:00 e uma redução de 1,28°C às 17:00, demonstrando os benefícios do telhado verde na manutenção do conforto térmico.

Portanto, com base nas informações fornecidas pelo pesquisador, o trabalho em questão alcançou resultados satisfatórios. Nele foi possível obter temperaturas que proporcionam uma sensação de conforto térmico agradável.

4.2 RESULTADO DO TELHADO FEITO APENAS DE POLIPROPILENO(PP)

Durante cinco dias e em dois horários distintos, as temperaturas foram registradas por meio de um termômetro posicionado no centro do ambiente, conforme ilustrado na figura 6. Os dados correspondentes estão apresentados na tabela 4 abaixo. Observou-se que o telhado, composto exclusivamente por plástico de polipropileno, apresentou uma redução mínima de calor para o ambiente, onde as temperaturas foram designadas como TE (temperatura externa) e TI (temperatura interna). Com uma média de -0,48°C as 12:00 horas e a média de -0,028°C as 17:00 horas, verificou-se que o telhado sem a cobertura verde se revelou ineficaz para proporcionar um conforto térmico satisfatório.

Tabela 4 – Temperaturas obtidas durante 5 dias com uso do telhado feito somente de polipropileno (PP):

DATA	12:00 HORAS		17:00 HORAS	
	TE (°C)	TI (°C)	TE (°C)	TI (°C)
29/11/2023	22,5	22,1	25,4	25,2
30/11/2023	28	27,4	30,8	30,5
01/12/2023	29,2	28,7	30	29,7
02/12/2023	30,1	29,6	33,2	32,9
03/12/2023	26,7	26,3	31,5	31,2

Fonte: Autor, 2023.

4.3 COMPARATIVO DE EFICIENCIA NO CONFORTO TÉRMICO

Tabela 5 – Comparativo de temperatura média(pontual):

TELHADO	12:00 HORAS	17:00 HORAS
Telhado Verde	-1,58°C	-1,12°C
Telhado Polipropileno	-0,48°C	-0,028°C

Fonte: Autor, 2023.

Ao observar a tabela anterior, torna-se evidente uma discrepância nos resultados entre o telhado sem nenhuma cobertura, feito apenas de polipropileno (PP), e o telhado verde com isopor. Apesar de ambos os conjuntos de dados serem derivados do mesmo protótipo, é nítido que os resultados obtidos com o auxílio do telhado verde com isopor são superiores e satisfatórios quando comparados ao telhado sem cobertura verde.

Ao analisar os resultados do telhado feito exclusivamente de polipropileno (PP), nota-se que a temperatura externa foi mais elevada nos dias em que foram registradas as temperaturas do ambiente com o telhado verde. Mesmo diante dessa elevação térmica, o telhado feito apenas de plástico não apresentou resultados satisfatórios, experimentando apenas uma leve redução na temperatura interna. Isso destaca a eficácia do telhado verde com isopor na redução da temperatura interna dos ambientes, proporcionando um maior conforto térmico.

4.4 ANALISE E PREÇOS

Neste estudo, apresenta-se uma análise detalhada dos custos associados à implementação de um telhado verde convencional em comparação com um telhado convencional. Onde também, exibiremos a tabela de preços dos materiais utilizados em nosso experimento de telhado verde com isopor na casa de cachorro.

No presente capítulo, os resultados e discussões referentes aos diferentes tipos de coberturas analisados foram expostos. As conclusões foram derivadas de cálculos fundamentados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (SINAPI), sem desoneração, uma ferramenta frequentemente adotada como referência para cálculos pela Caixa Econômica Federal (CEF) na elaboração de projetos.

4.4.1 ANALISE COMPARATIVA: CUSTO BENEFICIO

4.4.1.1 TELHADO VERDE

Na tabela correspondente ao telhado verde (Tabela 3) é apresentada o valor do custo total da implementação do telhado verde por m², contando com a aplicação de primer asfáltico, e=4mm. Assim como insumos e mão de obra acordo com a composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2023).

Tabela 6 – Custo do sistema de cobertura do telhado verde:

ITEM	TELHADO VERDE (m ²) DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)
98546	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive aplicação de primer asfáltico, e=4mm.	146,44
102713	Geotêxtil não tecido 100% poliéster, resistência a tração de 14 kn/m (rt - m2 14), instalado em dreno - fornecimento e instalação.	16,23
98503	Plantio de grama em pavimento concregrama.	21,55
VALOR TOTAL (R\$)		184,22

Fonte: Autor, 2023.

Então contando com a impermeabilização de superfície, o geotêxtil não tecido 100% e o plantio de grama esmeralda, acabou acarretando um custo total de R\$184,22 por m².

4.4.1.2 TELHADO DE FIBROCIMENTO

No contexto do telhado convencional, foi feita a opção pelo fibrocimento. As descrições apresentadas na tabela correspondem às composições estruturais do projeto específico. O projeto envolve uma cobertura com telha ondulada de fibrocimento de 6 mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda, adequada para telhados com inclinação superior a 10° e até 2 águas. As especificações são apresentadas detalhadamente na tabela de orçamento por m², incluindo descrições, unidades de medida, coeficientes, preços unitários e custos totais associados a cada item mencionado.

Tabela 7 – Custo do sistema de cobertura do telhado de fibrocimento:

TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 mm, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE ¼ DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS (94207)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	PREÇO UNITARIO	VALOR/m ²
1607	Conjunto arruelas de vedação 5/16" para telha fibrocimento (uma arruela metálica e uma arruela pvc – cônicas).	CJ	1,2700000	R\$ 0,32	R\$ 0,40
4302	Parafuso zincado rosca soberba, cabeça sextavada, 5/16 "x 250 mm, para fixação de telha em madeira.	UN	1,2700000	R\$ 4,85	R\$ 6,15
7194	Telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, de 2,44 x 1,10 m (sem amianto).	M2	1,2750000	R\$ 50,67	R\$ 64,60

88316	Servente com encargos complementares.	H	0,1500000	R\$ 21,68	R\$ 3,25
88323	Telhadista com encargos complementares.	H	0,1150000	R\$ 26,75	R\$ 3,07
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv – chp 53iuron. Af_03/2016.	CHP	0,0050000	R\$ 25,60	R\$ 0,12
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv – chi 53iuron. Af_03/2016.	CHI	0,0069000	R\$ 24,34	R\$ 0,16

TOTAL (R\$) R\$ 77,75

Fonte: Autor, 2023.

Na análise do orçamento para a cobertura de fibrocimento acima, foram considerados não apenas os custos dos insumos, mas também os gastos com a mão de obra, todos alinhados com composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2023).

4.5 ANALISE DOS RESULTADOS

Para a condução da análise dos resultados, foi efetuado o somatório dos custos associados a ambos os telhados, sendo o telhado verde e o convencional de fibrocimento, conforme apresentado na Tabela 5 a seguir:

Tabela 8 – Análise dos Resultados:

TELHADO	DESCRIÇÃO	VALOR/m ²
Telhado verde	Sistema de cobertura verde/m ² .	R\$ 184,22
Telhado de fibrocimento	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas.	R\$ 77,75

Fonte: Autor, 2023.

Na tabela acima, foram analisados e orçados cinco tipos de telhados, correspondendo aos custos estimados porm², o telhado de fibrocimento R\$ 77,75 e o telhado verde R\$ 184,22.

Peço desculpas pela confusão anterior. A frase fornecida ainda não está em terceira pessoa. Aqui está uma versão em terceira pessoa:

O telhado de fibrocimento, ao manifestar elevada fragilidade, apresenta maior propensão a danos, exigindo, assim, cuidados e manutenção mais frequentes. Adicionalmente, ele absorve calor (BOETTGER, 2018).

Apesar dos custos mais altos devido à necessidade de produtos e mão de obra especializados, além de cuidados extras na manutenção da vegetação. O telhado verde traz benefícios ao meio ambiente, como a redução da poluição e a melhoria da qualidade do ar, uma vez que as plantas absorvem substâncias tóxicas e liberam oxigênio. Também contribui para combater o calor em áreas urbanas, melhorando o isolamento térmico e acústico (MISAKA, 2021).

Embora o telhado convencional seja inicialmente considerado mais vantajoso em termos de custo-benefício, ao longo do tempo, o telhado verde emerge como uma opção que, a longo prazo, pode apresentar resultados mais positivos. O investimento inicial em um telhado convencional pode ser menor, sendo uma escolha financeiramente mais acessível. No entanto, ao longo dos anos, o telhado verde demonstra sua eficácia na promoção de benefícios ambientais, como a redução do calor, absorção de água da chuva e melhoria da eficiência energética. Portanto, embora o custo inicial seja mais alto, o telhado verde se justifica ao longo do tempo, proporcionando vantagens duradouras e sustentáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática da sustentabilidade tem sido amplamente discutida globalmente, com empresas e institutos buscando abordagens para lidar com o crescimento urbano de maneira mais sustentável. Essa iniciativa é motivada pela conscientização acerca da escassez de recursos naturais. Na realidade abordada, a adoção de telhados verdes já representa uma excelente premissa para a vertente sustentável das construções. Essa prática aproveita espaços anteriormente subutilizados nas edificações, contribuindo para a economia de recursos.

Após a definição dos componentes e a conclusão da construção do protótipo, realizaram-se as medidas de temperatura necessárias para o cálculo e análise dos parâmetros.

Diante disso, destaca-se a eficácia do telhado verde ao promover aumento no conforto térmico do ambiente onde é instalado. Essa melhoria é particularmente expressiva, refletindo em uma média de redução de temperatura de aproximadamente $-1,6^{\circ}\text{C}$. A eficiência destacada do telhado verde se destaca em comparação ao desempenho do telhado convencional.

No cenário ambiental atual, caracterizado pelo crescente interesse em soluções sustentáveis para preservar o meio ambiente, o telhado verde destaca-se como uma alternativa proeminente. Este método não apenas se sobressai, mas também proporciona uma gama diversificada de benefícios ao meio ambiente, tornando-se uma escolha pertinente e oportuna diante da crescente demanda por práticas mais ecologicamente responsáveis.

Como ponto desfavorável, é essencial ressaltar que esse tipo de telhado acarreta custos mais elevados quando submetido a uma análise financeira detalhada. Isso

se deve, em parte, à sua relativa falta de popularidade, o que contribui para sua escassez no mercado e, conseqüentemente, para o aumento de seus custos.

O aumento da escala de produção dessas coberturas poderia resultar em uma diminuição nos custos de execução. Com incentivos do governo, como a redução da carga tributária, seria possível reduzir o custo de implementação do telhado verde.

A implementação do telhado verde pode contribuir significativamente para a redução de impactos ambientais futuros, incluindo a mitigação dos efeitos das chuvas em grandes cidades, justificando assim sua adoção.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, evidencia-se que o telhado verde possui diversas vantagens em comparação com outras opções de cobertura. Uma das principais características destacadas é a capacidade do telhado verde em reduzir a amplitude térmica. Ao ser integrado como componente de uma construção, este tipo de telhado demonstra eficácia notável como isolamento térmico. Essa característica contribui significativamente para o desempenho global do controle térmico em construções, como é o caso do canil em questão.

Além dos benefícios ambientais, é relevante considerar a perspectiva financeira. Embora o custo inicial do telhado verde seja potencialmente mais elevado, é fundamental reconhecer que, ao longo do tempo, esse investimento inicial pode se traduzir em economia significativa. A durabilidade, eficiência energética e os benefícios sustentáveis oferecidos pelo telhado verde justificam seu custo inicial mais alto, tornando-o uma escolha valiosa e de longo prazo para quem busca não apenas eficácia térmica, mas também sustentabilidade.

6. REFERÊNCIAS

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

BOETTGER, Gabriela Correa; MARTINS, Peter Mendes. **Estudo Comparativo entre Telhas Onduladas de Fibrocimento e Telhas Onduladas Ecológicas**. p.53, 2018.

CIATEC-UPF. **“Telhados verdes: Uma Perspectiva Contemporânea”**. v.9(1) p.46-57, 2017.

CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N. **O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas**. In: **Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo – NUTAU**. Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002.

ECOTECNOLOGIAS. **Telhado Verde Conceitos**. 2023. Disponível em :< https://ecotecnologias.org/?page_id=561>. Acesso em: 30 mai. 2023.

ECOTELHADO. **Telhado Verde Ecológico/ Teto Verde**. 2013. Disponível em :< <https://ecotelhado.com/sistema/telhado-verde/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

ECOTELHADO. Telhado econômico: impacto do telhado verde na redução de custos para sua empresa. 2018. Disponível em:<

<https://ecotelhado.com/blog/telhado-economico-impacto-do-telhado-verde-na-reducao-de-custos-para-empresas/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau). Original version 1995. **Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites.** Bonn, Germany. Release 2002. Uma sociedade de pesquisa Alemã para o desenvolvimento de paisagens e construção. Disponível em:< (<https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/IntroductiontotheGermanFLL2.pdf>)>. Acesso em: 30 mai. 2023.

HENRIQUE, P.; ZAGO, G. **Comparação do Telhado Verde com o telhado tradicional: Uma Alternativa 2 Sustentável para a Preservação Ambiental.** p. 9, 10 e 11, 2021.

IBGE. **População. 2021.** Disponível em:<

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

INSTITUTO AGRONÔMICO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná.** Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. CD. 2000.

LA PASTINA FILHO, JOSE. **Manual de Conservação de telhados.** 1ª Edição. IPHAN, 2005.

LIZ, D., MIZGIER, M., & GUTHS, S. (2018). **Análise experimental do comportamento térmico do telhado verde extensivo para florianópolis | green roof thermal behavior through experimental analysis for florianópolis (brazil).** Oculum Ensaios, 15(2), 315.

JOBIM, A. L. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo de água pluvial,** Santa Maria, RS. p. 17, 2013.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; ASSUNÇÃO PAIVA, V. L.; TAVARES, S. **Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics.** In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA, 18., 7-9 de nov. De 2017, Florianópolis. Proceedings. p.382 a 384, 2001.

MACHADO, MARIA V. BRITTO, CELINA, NEILA JAVIER. **El cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica.** Revista on-line de ANTAC, v.3, n.3. 2003.

MINKE, G. **Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos.** Uruguay: Editora Fin de Siglo, 2005.

NAKAMURA, J. **Como impermeabilizar Coberturas Verdes.** Disponível em :<<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-impermeabilizar-coberturas-verdes-veja-dicas-e-normas-a-seguir/17405>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

- NETO, E., ALMEIDA, A., LEITE, I., GUARIENTI, J., & ALMEIDA, I. (2021). **Telhado verde: alternativa sustentável para a drenagem do escoamento superficial**. *Mix Sustentável*, 7(2), 125-136.
- MISAKA, Bernardo Lyoh Sugawara. **Avaliação do Conforto Térmico entre os Sistemas de Telhado Verde, Ecológico e Convencional**. Universidade Federal do Pampa. p 87, 2021.
- OLGYAY, V. (2006) **Arquitetura y clima manual de disenoboclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, p. 203.
- OSMUNDSON, T. “**Roof gardens: history, design, and construction**”. New York: W. W. Norton & Company, p. 112-3, 1999.
- PECK, S., CALLAGHAN, C., KUHN, M., & BASS, B. (1999). **Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada**. Canada Mortgage and Housing Corporation, p.11-12, 1999.
- PENDIUK, F; MOISÉS, I. C; PEREIRA, M. P. **Telhado Verde: A evolução das tecnologias e suas funcionalidades**. Centro Universitário Opet, p. 7 e 8, 2017.
- PEREZ, G., PERINI, K. **Green Roofs Social and Aesthetic Aspects. Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability**, p. 273-281, 2018
- PERUSSI, R. (2016) **Comportamento Térmico de um Sistema de Cobertura Verde: um Experimento Utilizando Plataformas de Teste**. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo p. 26, 2016.
- SILVA, M. C; DUARTE, S. **Concepção e Projeto de Métodos Construtivos Sustentáveis: Aplicação do telhado verde e aproveitamento de água pluvial em um ambiente escolar**. Tubarão, p.68, 2017.
- SILVA, M. C. Á. M. *et al.*, **Telhado verde: Análise de viabilidade de instalação**. In: **Ciência Viva, XXIII.**, 2018, Uberlândia/MG. Anais... Uberlândia/MG, p. 2-6, 2018.
- SUSTENTARQUI. **6 exemplos de telhados verdes em Chicago**. 2015. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/6-exemplos-de-telhados-verdes-em-chicago/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.
- TASSI, R., TASSINARI, L., ALLASIA D., & PERSCH, C. (2014). **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. *Ambiente Construído*, 14(1), 139-154.
- TEIXEIRA, L. and BARRETO, B. (2022). **Aspectos construtivos e hidráulico do telhado verde: um impacto no tempo de concentração**. *Projectus*, 5(3), 74-92.
- VECCHIA, Francisco. **Cobertura Verde Leve (CVL): Ensaio Experimental**. *Encac, Enlacac*. Maceio. 2005.
- ZARZUR E.; MOFARREJ F; PENEDO S; PALETTA F. “**Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**”. XII Safety, Health and Environment World Congres, 22-25 Jul De 2012. p.171, 2012.
- ZINCO. “**Zinco Green Roof Systems**”. p.4, 7,8 e 9, 2007.