

Sustentabilidade à luz da vulnerabilidade: Uma revisão sobre telhados verdes em habitações de interesse social

Sustainability in light of vulnerability: A review of green roofs in social housing

Sostenibilidad a la luz de la vulnerabilidad: Una revisión de los techos verdes en viviendas de interés social

Rosiane de Oliveira Souza

Mestranda em Ambiente Construído (PROAC), UFJF, Brasil.
Pós graduanda em Sustentabilidade na Construção Civil, IFJF, Brasil.
Arquiteta e Urbanista, UFJF, Brasil.
Técnica em Design de Móveis, IFJF, Brasil.
rosiane.souza@arquitetura.ufjf.br

José Alberto Barroso Castañon

Professor titular do Departamento de transportes e do Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído (PROAC), UFJF, Brasil.
Doutor em Engenharia de Transportes, UFRJ, Brasil.
Mestre em Engenharia de Transportes, UFRJ, Brasil.
Especialista em Engenharia de Transportes, IME, Brasil.
Especialista em Metodologia do Ensino Superior, CES JF, Brasil.
Especialista em Ergonomia, UC, Chile.
Engenheiro Civil, UFJF, Brasil.
jose.castanon@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo central, realizar uma análise acerca da viabilidade da estratégia projetual, conhecida como telhado verde, para habitações de interesse social. A partir de uma verificação histórica de estudos de caso em locais onde a estratégia mencionada foi instalada, bem como em dados bibliográficos extraídos das principais bases de publicações, e em locais em estado de vulnerabilidade social. A metodologia empregada nesta investigação aborda: (i) pesquisa histórica sobre o tema telhados verdes em habitações de interesse social; (ii) fontes primárias documentais, sobre a legislação e normas previstas sobre o referido projeto e sobre os dados sobre a execução na delimitada categoria projetual; (iii) revisão bibliográfica sobre questões ligadas ao tripé da sustentabilidade, bem como das referências arquitetônicas sobre equipamentos semelhantes; (iv) levantamento empírico de um estudo de caso pertencente a universidade a qual a presente autora está vinculada, a fim de se estabelecer um diagnóstico. Ao fim, nas considerações, são estabelecidas as principais análises e projeções sobre os impactos do mecanismo, em relação à categoria de projeto selecionado.

PALAVRAS-CHAVE: arquitetura social, conforto térmico, arquitetura sustentável.

Abstract

The main objective of this article is to carry out an analysis of the feasibility of the design strategy, known as the green roof, for social housing. From a historical verification of studies in places where the mentioned strategy was installed, as well as data in bibliographic studies of the main publication bases, and in places in a state of social vulnerability. The methodology used in this investigation addresses: (i) historical research on the topic of green roofs in social housing; (ii) primary documental sources, on the legislation and regulations on the project and on the data on the execution in the delimitation of the project category; (iii) bibliographic review, issues related to the tripod of sustainability, such as references from architects on similar equipment; (iv) empirical survey of a case study belonging to the university to which the present author is linked, in order to establish a diagnosis. At the end, are selected as main project and considerations about the impacts of the project project and considerations to the selected category.

Keywords: social architecture, thermal comfort, sustainable architecture.

Resumen

El objetivo principal de este artículo es realizar un análisis de la factibilidad de la estrategia de diseño, conocida como techo verde, para vivienda de interés social. A partir de una verificación histórica de casos de estudio en lugares donde se instaló la mencionada estrategia, así como datos bibliográficos extraídos de las principales bases de publicaciones, y en lugares en estado de vulnerabilidad social. La metodología utilizada en esta investigación aborda: (i) investigación histórica sobre el tema de techos verdes en viviendas de interés social; (ii) fuentes documentales primarias, sobre la legislación y normas previstas sobre el referido proyecto y sobre los datos sobre la ejecución en la categoría proyectual delimitada; (iii) revisión de literatura sobre temas relacionados con el trípode de sostenibilidad, así como referencias arquitectónicas sobre equipos similares; (iv) levantamiento empírico de un estudio de caso perteneciente a la universidad a la que se vincula el presente autor, con el fin de establecer un diagnóstico. Finalmente, en las consideraciones se establecen los principales análisis y proyecciones sobre los impactos del mecanismo, en relación con la categoría de proyecto seleccionada.

Palabras clave: arquitectura social, confort térmico, arquitectura sostenible.

1. INTRODUÇÃO

Até a década de setenta, acreditava-se que a natureza, possuía fonte inesgotável para o ser humano, porém os eventos da chuva ácida, seca de rios e lagos e a inversão térmica fizeram a população questionar esse pensamento. Além disso, na mesma época as primeiras viagens para fora da Terra começavam a acontecer, possibilitando uma visão mais ampla do planeta, permitindo uma visão sobre a amplitude física do universo em relação ao globo terrestre (SEREMOS HISTÓRIA, 2016).

Entre os efeitos causados pelas mudanças climáticas, em áreas urbanas, é possível citar as ilhas de calor, que se trata de uma anomalia térmica resultante das diferenças entre absorção e armazenamento de energia solar em materiais utilizados no meio urbano, alta concentração de edificações e práticas urbanas (TEIXEIRA, AMORIM, 2017).

Como resultado dessa ação climática, é possível perceber impactos negativos associados aos três pilares da sustentabilidade. No econômico, devido ao aumento da utilização de equipamentos voltados à minimização das altas temperaturas, que gera um maior gasto de energia. No social, na saúde das pessoas, em consequência de morbidades cardiorrespiratórias, e também, ambientalmente, com grandes impactos na diminuição do albedo, que gera maior absorção de calor por parte dos materiais e uma porcentagem menor de refletância dos raios solares de volta para o espaço.

O ambiente precisa oferecer ao ser humano, condições para viver com qualidade e saúde, esse estado é alcançado quando é possível um pleno funcionamento do organismo, sem ser submetido ao estresse e a fadiga, isto inclui o quesito conforto térmico (FROTA, SCHIFFER, 2003).

Segundo Frota e Schiffer (2003), as variáveis climáticas utilizadas para conforto térmico são: temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação solar incidente, diretamente associadas ao regime de chuvas, a vegetação, a permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, entre outras características locais.

De acordo com Bueno (2010), os primeiros telhados verdes surgiram em 600 a. C., na antiga Mesopotâmia, onde atualmente se encontra o Iraque e também nos famosos jardins da Babilônia. Já naquela época buscava-se levar conforto térmico aos ambientes, os jardins eram feitos em construções chamadas Zigurates, o mais famoso destes é o de Etemenanki, na Babilônia. (QUINTELLA, 2012).

Tempos depois, houve vasta distribuição dos telhados verdes no Império Romano, com plantio de árvores em coberturas também no período do renascimento e pré-colombiano. Mais tarde, no século XVIII, expandiu-se para localidades da Espanha e da França. (ARAÚJO, 2017).

Segundo Alberto (2012) e Jesus (2018), na década de 50, passou a se difundir através de pesquisas pioneiras na Alemanha, a princípio com intuito de conservação de água e energia. Tais estudos pesquisaram e aperfeiçoaram materiais de execução e também criaram normas e manuais, que já demonstravam os potenciais benefícios ambientais, econômicos e sociais da técnica.

A técnica do telhado verde consiste então, na inserção de vegetação sobre lajes e telhados, para qualquer tipologia construtiva, com os devidos cuidados de planejamento estrutural e de manutenção dos materiais a serem implantados.

Em se tratando do Brasil, é uma técnica ainda pouco e recentemente utilizada, de acordo com os dados, o primeiro telhado verde surgiu em 1936, por execução do paisagista Burle Marx para o prédio do MEC, seguidos pelo projeto no Banco Safra de São Paulo, em 1988, e em 1992, quando Rosa Grena Kliass e Jamil Kfourri projetam os jardins do Anhangabaú, em São Paulo (TOMAZ, 2005).

De acordo com Rola (2005), utilizar-se da natureza de forma não prejudicial ao meio ainda é bastante diminuto no Brasil, ainda sendo visto como uma maneira de sanar impactos ambientais, como as ilhas de calor, bem como para a poluição atmosférica.

De acordo com Liu, et. al. (2021), com a urbanização acelerada em todos os países, o efeito da ilha de calor é um fator crescente entre as características climáticas e é também um causador que afeta negativamente a habitabilidade de espaços públicos urbanos.

Segundo Souza e Nery (2010), um decréscimo na temperatura de ambientes urbanos foi constatado quando a densidade de massa vegetativa de determinada região era mais concentrada que as outras, algo que possibilita, experimentar uma sensação térmica natural agradável, em dias de extremo calor com temperaturas elevadas. Para eles, os centros urbanos estão mais tendenciosos ao desconforto térmico, devido ao planejamento urbano ser majoritariamente voltado ao cunho econômico, que para o viés ambiental.

Diante da falha no planejamento urbano das cidades, do aumento da temperatura global, em parte devido a ações antrópicas, que geram a intensificação do efeito das ilhas de calor urbano e da falta de publicações voltadas a essa área, justifica-se a necessidade de estudos aprofundados sobre a climatologia urbana, mais especificamente, por meio de técnicas de conforto ambiental para habitações de interesse social, para gerar a inclusão em um meio que já o abrange teoricamente, uma construção sustentável.

2. REVISÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta explicações sobre telhados verdes, para facilitar a compreensão de seu funcionamento como estratégia de conforto térmico utilizada em arquitetura, suas principais vantagens e formas de execução.

- Telhado verde

Segundo Boni (2020), telhado verde é todo aquele que, independentemente do tipo de material empregado, é capaz de gerar menor impacto de maneira sustentável, ou seja, que atinja os pilares da sustentabilidade. Desta maneira, os telhados verdes com vegetação, telhados fotovoltaicos e telhados “*cool roof*”, também podem ser denominados telhados verdes. O telhado escolhido para a presente pesquisa, é o telhado verde com vegetação, também conhecido como cobertura verde, teto verde, laje vegetalizada e/ou tão somente, telhado verde (JESUS, 2018).

A título de curiosidade, cabe uma conceituação breve, acerca dos telhados verdes citados acima, mesmo que dois deles não sejam o objetivo principal do artigo. Telhado fotovoltaico, é uma superfície que possui grande quantidade de placas solares fotovoltaicas instaladas, que pode ser em uma laje ou telhado com certo grau de inclinação, além de abranger também os mais recentemente projetados, onde sua própria telha contém pequenas placas acopladas ou ainda com materiais na própria telha, como o grafeno (ROSA, 2022).

Já os *Coolroofs*, conhecidos também como telhados brancos, segundo Voittle (2012), trata-se de uma técnica antiga, que se resume em pintar a superfície externa da laje de branco, tornando-a capaz de resfriar o ambiente interno, por diminuir a taxa de transmissão de calor solar para dentro do ambiente, que por consequência reflete mais raios solares de volta para a atmosfera, através do aumento do albedo, ou seja, capacidade do material de enviar de volta pro espaço, os raios solares, que em materiais com tons mais escuros, faria uma maior absorção do calor.

Ambas as técnicas são capazes de auxiliar na redução de gastos com o uso de equipamentos, como ar condicionado, condicionadores de ar e ventiladores, reduzindo a economia, além de auxiliar na redução dos impactos causados pelas ilhas de calor urbana, reduzindo as causas de doenças cardiorrespiratórias causadas pelo calor e umidade do ar, principalmente em crianças e idosos (VOITILLE, 2012).

O telhado verde com vegetação foi escolhido para a pesquisa, por se tratar de um tipo de estratégia que abrange, além das mesmas vantagens citadas acima, a oportunidade de geração de renda, devido a possibilidade do plantio de hortas nas lajes das edificações, para as famílias subsidiadas por essa tipologia projetual, a qual será melhor exemplificada no próximo tópico (PEREIRA. *et al*, 2022).

Entre as vantagens já citadas, segundo Tomaz (2005), devido a grande diminuição das áreas verdes, por consequência da expansão urbana, utilizar as coberturas como lajes vegetalizadas, é uma alternativa para driblar a falta de espaços verdes. Além disso, o telhado verde com vegetação também é capaz de melhorar a qualidade do ar e da umidade, subsidiar moradia para a fauna nativa, melhorar a paisagem, entre outros benefícios.

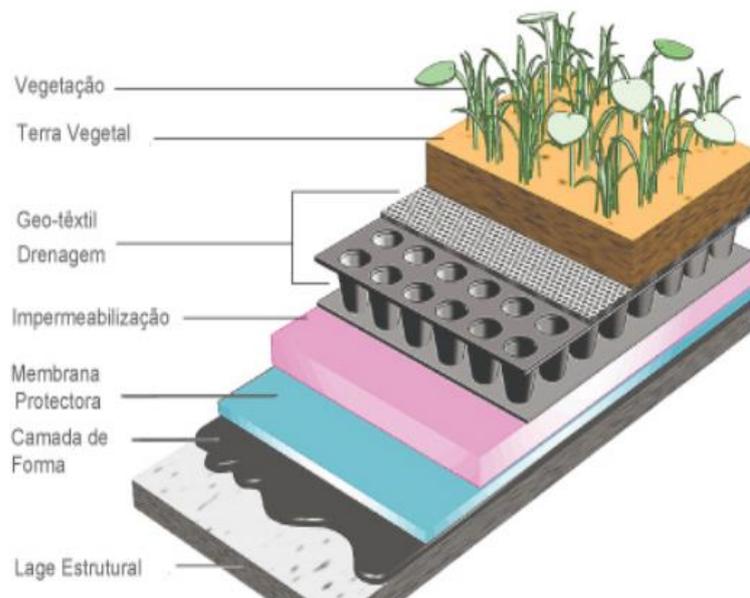
Segundo Boni (2020), pode-se dizer que o telhado verde (sempre que essa nomenclatura for utilizada, será em referência ao telhado verde com vegetação, por se tratar de parte do tema principal), é atualmente uma das estratégias de conforto térmico mais citadas e utilizadas em arquitetura sustentável, atrás somente das placas fotovoltaicas, um dado interessante, percebido em estudo, é o de que as placas solares, conseguem ser mais eficazes se instaladas sobre os telhados verdes, pois elas são mais eficientes em superfícies frescas.

Seguindo os princípios da sustentabilidade, é possível perceber impactos positivos associados aos três pilares, com a utilização da técnica. No econômico, é capaz de diminuir a temperatura interna do ambiente no qual foi acima instalado, portanto, diminui também, a utilização de equipamentos voltados à minimização das altas temperaturas, que geram um maior gasto de energia ou também utilizado como meio de renda extra, com o plantio de hortas por exemplo. No social, na melhoria da saúde das pessoas, gera impactos positivos no quesito conforto, além de trazer consigo a natureza, que é capaz de auxiliar na qualidade de vida, e também, ambientalmente, com grandes impactos na redução de gás carbônico, emissão de oxigênio, entre outros (BONI, 2020).

Com relação a estrutura de um telhado verde, Tomaz (2005) salienta a importância do cuidado pré-estabelecido com o planejamento, desde o processo de projeto, para que o telhado verde não comprometa a edificação e que as cargas estruturais sejam controladas. O tipo de vegetação será escolhido conforme o tipo do telhado, sempre com a atenção voltada para as plantas nativas da região de implantação.

De acordo com Tomaz (2005), em algumas cidades a instalação do telhado verde é incentivada através de descontos em impostos e/ou ajuda financeira. Ele é basicamente composto por várias partes, que vão desde a camada externa visível, com as plantas, até a membrana de proteção da superfície de instalação. Segundo Alberto (2012), as etapas de execução do telhado são, respectivamente, a impermeabilização da laje, o sistema de drenagem, a preparação do solo e o plantio da vegetação escolhida.

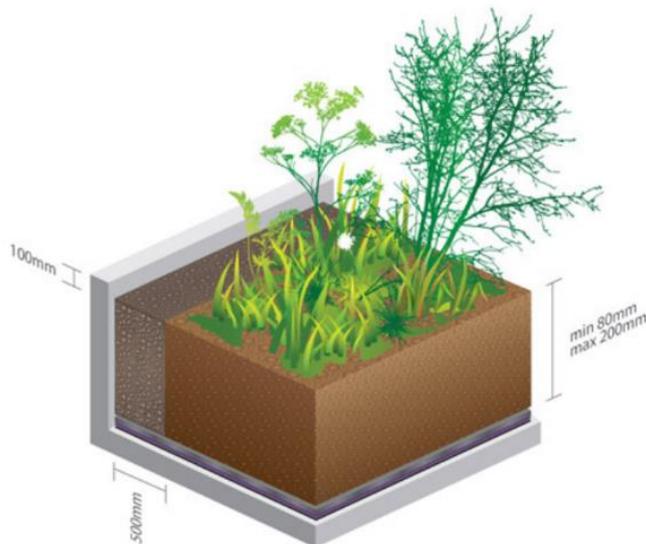
Figura 1 - Camadas do telhado verde com vegetação.



Fonte: Earth Pledge

Existem variações de telhado verde, para Boni (2020), elas são duas, telhado intensivo (ou semi intensivo), com massa de solo espessa, suporta uma variedade maior de vegetações. É preciso ter maior cuidado, pois isto a torna também mais pesada e exige maior manutenção, além de depender um cuidado especial com relação ao cálculo estrutural.

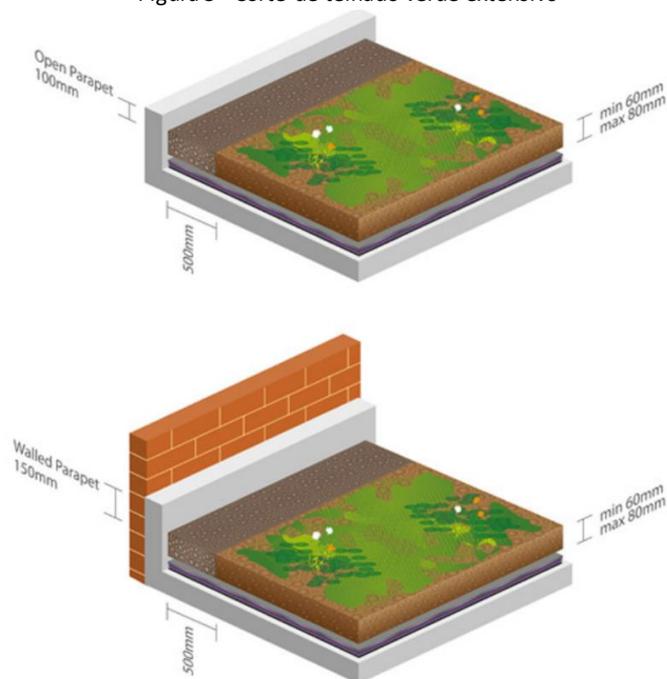
Figura 2 - Corte de telhado verde intensivo



Fonte: Greenroofguide.uk

O de tipo extensivo, possui espessura mais fina e leve, geralmente utiliza-se vegetações tipo forração, que são baixas e esparsas, possui menor custo de execução, porém não suporta grandes cargas.

Figura 3 - Corte de telhado verde extensivo



Fonte: Greenroofguide.uk

- Habitação de interesse social

Segundo a Caixa Econômica Federal (denominada apenas como Caixa no texto que segue deste artigo), são edificações construídas sob as diretrizes de algum programa governamental com apoio do município, do estado e da união, com objetivo de viabilização do acesso a moradia, por famílias com baixa renda, para inclusão e redução da desigualdade social com promoção de uma ocupação urbana planejada, dentro dos limites do terreno (loteamento).

Desta maneira, a Caixa contribui, além dos quesitos citados acima, para a redução do déficit habitacional que ocupações irregulares causam, além da diminuição de ocupação de locais de risco e/ou de preservação ambiental, algo que é capaz de impactar positivamente nos três pilares da sustentabilidade, citados anteriormente no presente artigo.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de verificar, nacional e internacionalmente, pesquisas e estudos de caso sobre a aplicação de telhados verdes, mais especificamente, relacionado a habitações de interesse social e que utilizassem ao menos um dos pilares da sustentabilidade como fator de estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados dos Periódicos Capes.

Inicialmente com a busca pelos termos *green roof*, *social housing* e *thermal comfort*, foram encontrados diversos estudos, principalmente internacionais, nas seguintes bases: *Science Direct*, *Scopus*, *Elsevier* e *Scielo*, por serem bases de referência para a área acadêmica com artigos internacionais de grande impacto. Em seguida, a busca foi ampliada, abrangendo a plataforma *Google Scholar*, com o propósito de encontrar publicações também nacionais, que auxiliam e subsidiam a presente revisão.

O método de desenvolvimento foi baseado no levantamento bibliográfico citado e em pesquisas documentais do laboratório de conforto térmico da universidade a qual pertence a presente autora. Serão apresentados dados sobre a técnica construtiva, bem como a estrutura de um telhado verde, além de dados sobre a categoria projetual escolhida. E por fim, será realizada uma análise sobre o tema, com o intuito de comprovar a eficácia da implantação do telhado verde para habitação de interesse social.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir a presente revisão, é possível perceber que ainda existem diversos bloqueios culturais e financeiros a serem vencidos, a fim de popularizar a técnica do telhado verde. A escassez de empresas especializadas na execução é notável, como também de mão de obra qualificada ao processo construtivo.

Foi observada a inserção em alguns ambientes privados, como residências e também em equipamentos públicos mais recentes, como *shoppings centers*, ambientes institucionais de educação e em comércios que buscam inovações para maior captação de clientes.

Com a finalização dessa pesquisa, percebe-se que o telhado verde é uma estratégia arquitetônica eficaz para o enfrentamento de problemas ambientais, sociais e econômicos atuais. Ele auxilia, principalmente nas grandes cidades, na melhoria da qualidade de vida das pessoas, combate às ilhas de calor urbanas, à poluição do ar, em isolamento térmico e acústico e também na retenção de água pluvial.

Assim como outros processos construtivos, é preciso levar em consideração cuidados com impermeabilização, bem como a escolha da vegetação de plantio, além disso, o cálculo correto das cargas para a estrutura, para que o projeto cumpra com sua função no ciclo, sem que haja maiores problemas, assegurando sua funcionalidade sustentável.

É preciso também, que haja a contrapartida de investimentos por parte do governo, bem como das construtoras, de extrema importância para levar conforto, funcionalidade e qualidade de vida para todas as populações, gerando inclusão social.

Por fim, é válido ressaltar que, no decorrer do estudo, foi possível observar caminhos que podem ser explorados em estudos futuros para garantir a melhor difusão e aprendizado do tema. É citado a seguir, algumas percepções sugestivas para trabalhos que possam alimentar o conhecimento acerca da temática telhados verdes, são eles: analisar e comparar telhados verdes de distintos materiais, de maneira a relatar uma percepção por meio de experimentos comparativos entre os mesmos, e também, uma revisão sistemática acerca do tema telhados verdes, quais suas vantagens e desvantagens, custos e maneiras de execução.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO, Eduardo Zarzur et al. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. 2012. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>>. Acesso em: 29 de ago. de 2022.

ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2017. 28 f. Tese - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-rj, 2017. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. de 2022.
BONI, Filipe. **Telhado verde: O guia completo**. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Habitação de interesse social**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/habitacao-sustentavel/habitacao-social/Paginas/default.aspx#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20que%20%C3%A9,promovendo%20a%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20planejada.>>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.

FROTA, Anésia Barros. SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico** : arquitetura, urbanismo / Anésia Barros Frota, Sueli Ramos Schiffer. — 5. ed. — São Paulo : Studio Nobel, 2001.

JESUS, Laina Maria Santana de. **Telhado verde** 'Revisão bibliográfica'. Orientador: Renê Medeiros de Souza. 2018. 44 f TCC (Graduação) Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604193523_2017.2_TCC_Laina_Maria_Santana_De_Jesus_Telhado_Verde_Reviso_Bibliografica.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.

LIU, Shuang. et. al. **Effects of landscape patterns on the summer microclimate and human comfort in urban squares in China**. Sustainable Cities and Society, 2021. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/355648992_Effects_of_landscape_patterns_on_the_summer_microclimate_and_human_comfort_in_urban_squares_in_China>. Acesso em : 24 de ago. de 2022.

PEREIRA, Rondinely Geraldo. *et al.* **Cobertura verde como alternativa sustentável para geração de renda em habitações de interesse social**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.5, p. 51837-51858 may. 2021. Disponível em: < <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/30292/0>>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.

QUINTELLA, Maria Tereza. **A Origem dos Telhados Verdes**. 2012. Disponível em: <<http://telhadoscriativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acesso em: 16 de ago. de 2022.

ROLA, Sylvia. **Telhados verdes: pequenos pulmões para grandes cidades**. Disponível em: <www.dw-world.de/dw/article/0,,1772334_page_2,00.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.

ROSA, Alan Rafael. **Análise da viabilidade de sistemas fotovoltaicos aplicado ao contexto do campus da ufsc em joinville**. Orientador: Milton Evangelista de Oliveira Filho. 2022. 48 f TCC (Graduação). Engenharia Mecatrônica, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/237551>>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.

SEREMOS HISTÓRIA; Direção: Fisher Stevens. Produção: National Geographic. Estados Unidos: National Geographic Society, 2016. Plataforma de Streaming.

SOUZA, Débora Moreira de. NERY, Jonas Teixeira. **Análise da temperatura, da umidade e do conforto térmico no município de Ourinhos**. IX Simpósio brasileiro de climatologia geográfica, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155021/000622681.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 de ago. de 2022.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca. AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem**. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), [S. l.], v. 21, n. 1, p. 239-256, 2017. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.113406. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.113406>>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

TOMAZ, Plínio. Curso de manejo de águas pluviais. Capítulo 10 - **Telhado verde**. 2005.

VOITILLE, Nadine. **Telhados brancos ou cool roofs**. Clique arquitetura, 2012. Disponível em: <<https://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/telhados-brancos-ou-cool-roofs.html>>. Acesso em: 29 de ago. de 2022.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)