



TELHADOS VERDES E SUSTENTABILIDADE URBANA: UM ESTUDO SOBRE O PROJETO DO SHOPPING ELDORADO EM SÃO PAULO, SP

Mariana Bortolato Martelli, FIA, marianabmartelli@gmail.com
Diego de Melo Conti, PUC-Campinas, diegoconti.prof@gmail.com
Maurício Lamano Ferreira, UNG, mauecologia@yahoo.com.br

Resumo

A urbanização das cidades tem se caracterizado por um processo acelerado nas últimas décadas e tem gerado uma série de desafios para tornar as cidades mais sustentáveis, eficientes e habitáveis para seus cidadãos. Através da utilização de tecnologias digitais e inovação, as cidades inteligentes fornecem estruturas mais robustas para gerir os recursos naturais, tais como a energia, água, transporte e resíduos, reduzindo assim os custos e impactos ambientais. Para solucionar os desafios que aparecem na esfera econômica, social e ambiental das cidades, os telhados verdes, enquanto soluções baseadas na natureza se mostram uma eficiente ferramenta na redução da temperatura nas cidades, na melhoria da qualidade do ar, na redução do escoamento de água pluvial e da poluição sonora, na promoção da biodiversidade urbana e na melhoria da eficiência energética dos edifícios.

Palavras-chave: Sustentabilidade Urbana, Cidade Sustentável, Soluções Baseadas na Natureza, Telhado Verde.

1. Introdução

Nos últimos séculos a ação humana sobre a Terra alterou drasticamente os processos e fluxos naturais do planeta. As atividades negativas que levaram a destruição de florestas e vegetação para dar lugar as cidades, a poluição de rios e oceanos, a alteração nos níveis de nitrogênio pelo uso intensivo da terra e aumento de poluição e acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera fez com que estudiosos nomeassem a nova época geológica de antropoceno (Barthel et al. 2019). Ao trazer a lente de observação para as décadas mais recentes presencia-se um fator agravante das ações negativas da sociedade e com grande impacto nas mudanças climáticas, a urbanização. Esse fenômeno não tem previsão de diminuir, pelo contrário, estima-se que ele continuará a crescer por conta das perspectivas de crescimento urbano, uma vez que estima-

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

se que 68% da população global viverá em cidades em 2050, o que revela um aumento de 2.2 bilhões de pessoas nesse tipo de estrutura (UN, 2015).

Em resposta as situações adversas causadas pelos centros urbanos o conceito de sustentabilidade é empregado a fim de mitigar ações negativas e adaptar as estruturas vigentes para melhor servirem a sociedade com os recursos existentes (Thornbush; Golubchikov; Bouzarovski, 2013). Ainda que a sustentabilidade seja bastante remetida à aspectos ambientais, no que diz respeito as cidades, é preciso englobar também questões econômicas e sociais e garantir que essas três esferas atuem conjunto para uma cidade sustentável (Kadir; Jamaludin, 2013). Para frear as consequências da alta expansão urbana, políticas e estratégias de desenvolvimento sustentável foram criadas (Egger, 2006), com o intuito oferecer melhor qualidade de vida para os cidadãos e equidade social e econômica, conservar energia, utilizar melhor os recursos naturais, diminuir a poluição da água e do ar, gerenciar desperdício de alimentos e fomentar um crescimento inteligente e saudável nas cidades (Sodiq et al., 2019).

Ainda em resposta ao crescimento populacional urbano e suas consequências negativas, as cidades sustentáveis buscam diferentes ferramentas que auxiliem no gerenciamento e adaptação da crise climática (Kim; Hong; Koo, 2012). A busca por soluções de custo relativamente baixo frente a sistemas e tecnologias extremamente caras, capaz de utilizar e otimizar a infraestrutura existente levou cidades a apostarem em organismos vivos, como solos, sedimentos e matéria orgânica com capacidade multi-funcional e adaptável, o que levou a utilização das soluções baseadas na natureza (SbN) (Hobbie; Grimm, 2020). Através da provisão de serviços ecossistêmicos, as SbN, como os telhados verdes passaram a ser utilizados em edificações novas e antigas (Calheiros; Stefanakis, 2021) e se apresentaram como ferramenta eficiente no que tange ao escoamento água pluvial, menor consumo de energia, ilha de calor, aumento de biodiversidade e melhora no bem estar social (Rosenzweig; Gaffin; Parshall, 2006).

Essa estratégia de inovar no planejamento de ambientes sustentáveis melhora a sustentabilidade urbana e traz benefícios em diferentes escalas, sendo que a literatura científica tem reportado há décadas esses benefícios (Saadatian et al., 2013; Pineda-Martos e Calheiros, 2021). Os múltiplos ganhos podem ser organizados em facilidades energéticas (e.g. arrefecimento), melhoria da qualidade do ar (e.g., sequestro de CO₂ e retenção de material particulado), controle hídrico (controla o escoamento superficial) e ganhos estéticos, os quais podem gerar benefícios psicológicos (Mihalakakou et al., 2023).

Embora discuta-se bastante sobre telhados verdes e seus benefícios ecossistêmicos, menor atenção é dada sobre a sua viabilidade em telhados de centros comerciais ou edifícios não residenciais, como por exemplo, shopping centers. Esses locais são estrategicamente favoráveis para essas práticas pois além de terem espaços, a produção de resíduos orgânicos oriundo de praças de alimentação é alta, o que pode ser decomposto para se tornar adubo para as plantas, aumentando assim a produtividade.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Com o intuito de mostrar os benefícios dos telhados verdes para com a fomentação de cidades sustentáveis e inteligentes, o presente trabalho teve como objetivo investigar o projeto Telhado Verde do Shopping Eldorado, na cidade de São Paulo (SP), como uma das ferramentas para construção de cidades sustentáveis. Desta forma, os resultados deste trabalho poderão ser extrapolados para outros contextos, tipos de construções e ramos comerciais, uma vez que a proposta é aliar oferta de espaço, oportunidade e ação sustentável na transformação e adaptação de cidades.

2. Fundamentação teórica

2.1. Telhado Verde

Telhados verdes são estruturas urbanas (residenciais ou não) que agregam valor ecológico às partes superiores das construções. Telhados com diferentes tipos de plantas podem servir para alimentação humana, promoção de serviços ecossistêmicos, valores ornamentais ou ainda culturais (religiosos). No entanto, discute-se atualmente a importância do fomento a essa estratégia de melhorar a sustentabilidade urbana, especialmente no âmbito de adaptação de espaços urbanos às mudanças climáticas (Li e Babcock, 2014).

O sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), documento criado pela ONU sobre mudanças climáticas, sinalizou as cidades como uma das principais áreas para responder às alterações do clima, uma vez que aproximadamente 56% da população mundial vive em centros urbanos com a perspectiva desse número continuar crescendo nas próximas décadas (IPCC, 2022). A necessidade de ação das cidades em prol do clima leva cada vez mais municípios a adotarem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentado pela ONU, de modo que se concentrem no ODS 11 relativo às cidades, visando reduzir o impacto ambiental negativo per capita, desenvolver projetos e implantar iniciativas que levem à diminuição de emissão de gases de efeito estufa, melhora da qualidade do ar e água, gestão de resíduos municipais entre outros. Por serem considerados atores fundamentais nos esforços de mitigação e adaptação ao clima, as estruturas urbanas devem incluir na agenda temas como promoção e integração de infraestrutura verde, ação preventiva para redução da vulnerabilidade social, evolução na governança das mudanças do clima com maior participação da sociedade civil e planejamento urbano estratégico (Tischler; Haltermann, 2019).

Nesse cenário em que os centros urbanos se encontram predominantemente cinza em consequência das inúmeras construções, as quais não demonstram sinais de desaceleração, profissionais de diferentes setores sinalizam soluções baseadas na natureza (SbN), as quais são consideradas respostas vivas em que processos e estruturas são projetadas para atender diferentes desafios ambientais ao mesmo tempo em que oferece benefícios econômicos, sociais e ecológicos (Brasil et al., 2021). As SbN tem como fundamento o ato de aprender, se inspirar e

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

copiar a natureza, sendo essencial o entendimento do ambiente e processo natural a fim de aproveitar a força dos ecossistemas como infraestrutura para prover serviços que beneficiam a cidade como um todo (estrutura e atores) (Stefanakis; Calheiros; Nikolaou, 2021). Pearlmutter et al. (2020) acrescentam que para combater os efeitos do clima e da infraestrutura cinza é essencial a integração das NBS e das infraestruturas verdes, rede estrategicamente planejada para entrega de serviços ecossistêmicos, para aumentar a presença da natureza nas cidades através da formulação de estratégias inovadoras.

Dentre os tipos de SbN estão os telhados verdes, parques, florestas urbanas e espaços abertos, jardins comunitários, lagoas de águas pluviais, valas biológicas, zonas ribeirinhas e estruturas de restauração e proteção de habitats naturais (Hobbie; Grimm, 2020). Entretanto, diante da baixa disponibilidade de espaços há uma preocupação em inovar e otimizar áreas livres. Como resposta a essa situação há um movimento de utilização de lajes e telhados de edifícios e construções baixa, para implantação de telhados verdes, os quais podem resultar em economia, ajuda na mitigação climática, melhora na qualidade de vida das pessoas e contribuição para ações sociais (Wright et al., 2021). As SbN quando integradas às construções podem ser apresentadas em três esferas: Espaços de construção verde, Materiais de construção verde e Sistemas de construção verde, sendo que este último engloba os telhados verdes ao ser classificado como um sistema que visa incluir vegetação em seus ambientes, de forma que faixadas de plantas e muros vivos também são enquadrados nessa classificação (Pearlmutter et al., 2020).

Os telhados verdes, também nomeados de ecotelhados, telhados vivos, telhados naturais, jardins suspensos, entre outros (Rogers, 2013) , apesar de terem ganhado notoriedade nas últimas décadas têm uma de suas primeiras aparições datadas de 2500 a.c, na Mesopotâmia, diante de registros de edificações com formato escalonado em que era possível instalar diferentes vegetações em níveis variados, enquanto que no Brasil, a primeira edificação com cobertura vegetal surgiu na década de 30, no Rio de Janeiro, no então Ministério da Educação e Saúde (Filho et al., 2015). Diferentemente dos primeiros surgimentos quando ainda não se falava em crise climática ou adensamento de centros urbanos, os telhados são vistos como estruturas capazes de gerar benefícios diretos e indiretos para melhoria na qualidade vida nas cidades e contribuição para sequestro de carbono, diminuição de ilhas de calor e consumo de energia, escoamento de água de tempestade, reaproveitamento de água de chuva e restauração de ecossistemas degradados (Sousa et al., 2021).

Além das diferentes nomenclaturas, as estruturas em questão também podem ser classificadas como extensivas, semi-intensivas e intensivas a depender da composição vegetal e especificações de manutenção (Alves et al., 2021). Para melhor entendimento das variedades existentes, Calheiros e Stefanakis (2021) criaram a Figura 1.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

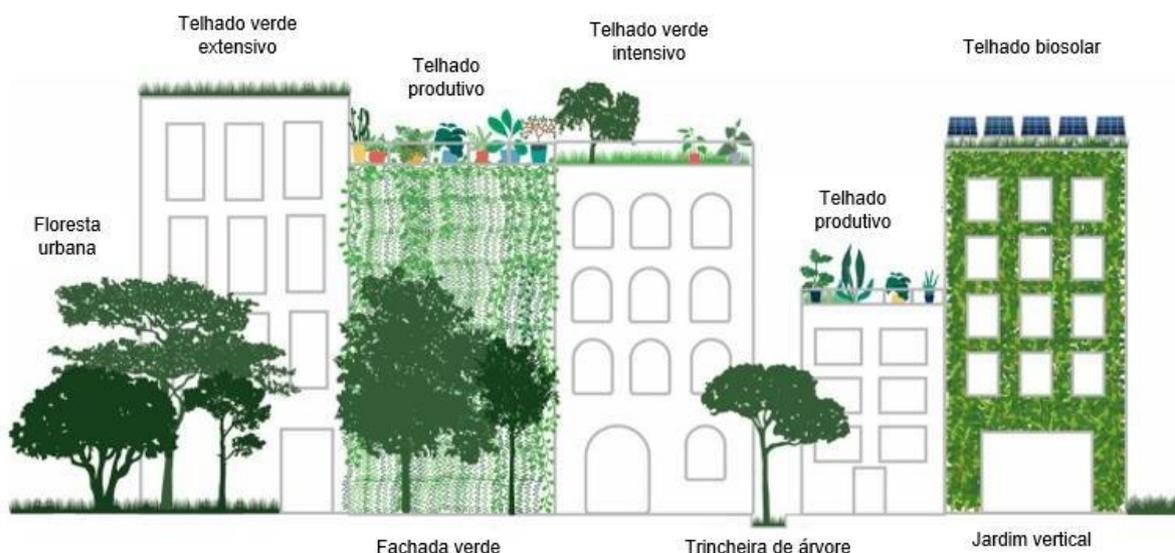
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 1 — Presença de soluções baseadas na natureza nas construções



Fonte: Adaptado de Calheiros e Stefanakis (2021).

De acordo com os autores, nos telhados verdes intensivos encontra-se uma grande variedade de espécies de plantas de pequeno e maior porte como grama, arbustos e árvores, que necessitam de manutenção semelhante a de um jardim em relação à fertilização, irrigação e acomodação. Por possuírem exemplares mais robustos necessitam de maior quantidade e profundidade de substrato, no caso, acima de 15 cm (Alves et al., 2021). Os telhados verdes extensivos são formados por plantas menores, de menor peso, porém resistentes, capazes de resistir a pouca água, inverno rígido e vento (Sousa et al., 2021). Devido às suas características, necessitam de menos manutenção, assim como substrato, que varia entre 5 e 15 cm, entretanto por causa do porte menor suportam menos carga de água pluvial (Alves et al., 2021). Apesar de não representada na figura 1, os telhados semi-intensivos caracterizam-se por plantas de médio porte, que alternam entre os sistemas extensivos e intensivos (Sousa et al., 2021) e são constituídos por uma camada de substrato que costuma variar de 12 a 25 cm (Calheiros; Stefanakis, 2021). Para Alves et al. (2021) os custos de implementação e manutenção podem tornar os telhados verdes menos atraente, principalmente quando localizados em regiões mais secas ao necessitar de maior irrigação, sendo preciso nesse cenário a consideração de espécies capazes de sobreviver com menos água por um período maior.



A composição e quantidade de cada elemento pode variar entre as diferentes estruturas, entretanto de modo geral, os telhados verdes formados por vegetação, substrato, camada filtrante, camada drenante, camada protetora, barreira contra raízes, camada de isolamento, manta de impermeabilização e plataforma do telhado convencional (Morais et al., 2021).

2.1.1. Benefícios econômicos, sociais e ambientais dos telhados verdes

Os mais variados benefícios que os telhados verdes podem trazer no âmbito econômico, social e ambiental têm levado diversos países a aderirem a esse movimento de mudança nos centros urbanos e a instalarem esse tipo de estrutura. (Shafique; Kim; Rafiq, 2018). Além de ajudar na diminuição de consumo de energia, ilha de calor, sequestro de carbono e melhora da qualidade do ar (Seyedabadi; Eicker; Karimi, 2021), a utilização de espaços ociosos de prédios pode levar a uma transformação na identidade visual das cidades, uma vez que a área de superfície impermeável das edificações na maioria das cidades varia de 40 a 50% (Calheiros; Stefanakis, 2021).

Tornar os edifícios mais verdes também contribui para a compensação dos danos que eles trazem, afinal, de acordo com a ONU, com base nos relatórios da Agência Internacional de Energia estima-se que a operação de edifícios e o setor de construção em conjunto correspondem a 38% das emissões energéticas globais de CO₂ (UNEP, 2020). Ainda que haja cidades que são signatárias do Compromisso de Construções de Carbono Zero do World Green Building Council, somente 29 cidades se comprometeram com a causa, dentre elas, duas da América do Sul, Medellín e Santiago de Cali na Colômbia. Para esse cenário, os telhados verdes podem ser uma solução no quesito de pegada de carbono e menor consumo de energia.

As edificações com capacidade de implantação de um telhado verde poderão beneficiar-se de uma série de vantagens orientadas para a sustentabilidade, de forma a gerar ganhos econômicos, sociais e ambientais para as cidades. A iniciar pela visão econômica que pode ser percebida pela performance dos telhados diretamente nos edifícios em que se encontram, há estudos que demonstram que a vegetação e o solo dos jardins resfriam a superfície do telhado e do ar ao redor, de maneira a funcionar como um isolante térmico e reduzir a transferência de calor para o espaço interno (Sproul et al., 2014). Uma vez que a temperatura no interior das construções sofre alterações menores a demanda pelo uso de ar-condicionado ou aquecedor é menor, o que resulta em menor consumo de energia elétrica e portanto menos gasto. Ao contribuir para o sequestro de dióxido de carbono (CO₂) e consequente melhoria na qualidade do ar, apesar de não tão evidente o telhado verde pode gerar custo social de carbono (Teotónio; Silva; Cruz, 2018). Esse dispêndio identifica o custo econômico de uma tonelada adicional de CO₂ emitida na atmosfera sobre atividades de bem-estar social, ou seja, é valor dos danos causados num

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

determinado momento, sendo esse uma informação importante para a formulação de políticas públicas (CEPAL, 2019).

Enquanto alguns benefícios podem ser facilmente monetizados, há outros considerados intangíveis por não haver uma forma clara e fácil de quantificar e atribuir valor financeiro, como bem-estar, diminuição de ruído, preservação ecológica, valorização imobiliária e melhoria no design visual da cidade (Shafique; Kim; Rafiq, 2018). A percepção e quantificação de benefícios, segundo Teotônio, Silva e Cruz (2021), também pode ser afetada no que tange a escala de análise, pelo fato que a depender do tipo somente será percebido em um nível mais amplo (cidade) e não em um nível menor (edifício). Os autores trazem como exemplo a contribuição insignificante que uma área de 200 m² de telhado verde pode ter no incremento da qualidade do ar de uma cidade.

Como exemplo de monetização de sequestro de carbono, Kim, Hong e Koo (2012) estabeleceram e analisaram diferentes cenários e composições de telhado verde em escolas que vieram a atestar em diferentes níveis que a quantidade de absorção de CO₂ seria capaz de resultar em créditos de carbono e assim resultar em valor monetário.

Das três esferas que regem a sustentabilidade, provavelmente a ambiental é onde percebe-se mais facilmente os benefícios, que podem ser das mais variadas, como gerenciamento de escoamento de água pluvial, melhora na qualidade do ar e água, diminuição do consumo de energia dos edifícios, diminuição de poluição sonora, extensão de vida dos telhados, redução dos efeitos de ilha de calor e aumento dos espaços verdes nos centros urbanos (Vijayaraghavan, 2016). Tendo em vista a extensão do tema e a fim de explicar com mais detalhes como as cidades e os cidadãos podem se beneficiar ambientalmente, este trabalho abordará três questões: uso de energia, escoamento de água de chuva e efeito de ilhas de calor.

Por adicionar resistência térmica às construções e diminuir a troca de calor entre a estrutura e o ambiente interno, os telhados verdes são capazes de resfriar as instalações em períodos de clima mais quente e conseqüentemente reduzir o consumo de energia para resfriamento (Shafique; Kim; Rafiq, 2018). Esse fenômeno pode ser observado tanto em prédios novos quanto nos mais antigos, entretanto é neste último tipo que geralmente há maior redução na utilização de energia, pelo fato de que costumam ter uma camada mais fina de isolante térmico de modo a resultar em maior transferência de calor (Cascone et al., 2018). A fim de demonstrar a eficácia energética dos telhados verdes frente a edificações sem essa estrutura (Liu; Baskaran, 2003) realizaram um estudo no Canadá em que compararam as duas construções. Pelo fato de a radiação solar ter forte influência no fluxo de calor do concreto, o telhado verde mostrou ótima performance durante a primavera e o verão, uma vez que foi capaz de melhorar a performance térmica ao prover sombreamento, isolamento, evapotranspiração e massa térmica.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Em períodos de fortes chuvas, árvores e plantas são importantes aliadas das cidades para diminuir o risco de alagamentos. Enquanto a água que cai nas árvores é rapidamente evaporada e retorna para a atmosfera o solo tem a função de absorvê-la e liberá-la gradualmente em córregos ou fornecer caminho para que chegue ao lençol freático (Rosenzweig; Gaffin; Parshall, 2006). Em áreas densamente povoadas como os centros urbanos, em que a água de chuva encontra poucas áreas de absorção ao cair diretamente em pavimentos, os telhados verdes também funcionam como uma espécie de purificador de modo a absorver metais pesados como cobre, zinco, cádmio e chumbo (Shafique; Kim; Rafiq, 2018).

Entre 2006 e 2010, Zhang et al. (2015) analisaram a absorção e qualidade da água de chuva a partir de duas áreas em Chongqing, na China, um telhado verde e outro sem cobertura vegetal montados ao lado de uma escola. O telhado tradicional demonstrou uma média de 0.42 mm de retenção de água enquanto o telhado verde absorveu no mesmo período uma média de 11.61 m. Em relação ao pH da água, o valor médio obtido no telhado verde foi de 6.84, o qual está dentro do padrão (6.0 - 9.0), entretanto o outro telhado apresentou um pH mais ácido de 5.61. Tendo em vista que Chongqing é uma região típica de chuva ácida ($\text{pH} < 5$), a qual traz danos para os solos e estruturas físicas, o estudo mostrou que os telhados verdes podem ajudar a reduzir a acidez da água de chuva.

Ao considerar os três elementos fundamentais da sustentabilidade, econômico, ambiental e social, o último é provavelmente a esfera mais difícil de atrelar aos benefícios do telhado verde. Esse inconveniente se dá pelo fato de que os aspectos sociais estão bastante ligados a questões visuais e estéticas, assim como de bem-estar, as quais são intangíveis e não quantificáveis (Shafique; Kim; Rafiq, 2018). Entretanto, os aspectos sociais e de qualidade de vida que beneficiam os cidadãos podem ser explicados pelo valor dos serviços ecossistêmicos (SE), que foram criados justamente para demonstrar os benefícios dos ecossistemas na sociedade (Kotzen, 2018). O conceito de SE, apesar de ainda não ser muito discutido tem sido utilizado cada vez mais no âmbito estratégico de criação de políticas públicas, tendo em vista a relação do tema com a sustentabilidade das cidades, uso de recursos naturais, mitigação das mudanças climáticas, restauração de ecossistemas, bem estar dos cidadãos e estética das cidades (Hauck et al., 2013).

Os serviços sistêmicos, para melhor enquadrar os diversos benefícios aos quais estão ligados são divididos por alguns autores em quatro categorias: a) serviços de regulação: dizem respeito aos recursos naturais (qualidade do ar, água, solo), escoamento de água pluvial, resíduos e disseminação de doenças. b) serviços de provisão: englobam bens de consumo (alimentos e medicamento), produção de biomassa, matéria-prima para recursos energéticos. c) serviços de suporte: estão relacionados com elementos que colaboram com a conservação de fatores biológicos como o habitat de espécies, manutenção da diversidade genética, formação do solo

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

e ciclagem dos nutrientes e água. d) serviços culturais: incluem valores éticos, apreciação estética e inspiração, recreação, bem-estar, saúde mental e física, educação e conhecimento. (Kotzen, 2018; Spangenberg et al., 2014; Kabisch, 2015).

Ao abordar os aspectos estéticos e de qualidade de vida que os telhados verdes trazem para a sociedade, verifica-se que se enquadram nos serviços culturais, uma vez que estão ligados a benefícios não materiais (Kotzen, 2018). Mesmo que haja tomadores de decisões que digam que os espaços verdes são itens supérfluos e que não devem ser prioridade dentro das políticas, há estudos que sinalizam a relação direta entre as áreas verdes e a saúde mental e física das pessoas (Kondo et al., 2018). Ademais, Bratman et al. (2015) sinalizam diversos os benefícios que as áreas verdes trazem para o bem-estar humano, uma vez que as áreas que comportam plantas e vegetação são capazes de atuar na mitigação e melhora de doenças mentais, estresse e até funções cognitivas de pessoas de diversas faixas etárias, o que tem fomentado algumas cidades a incluírem tal assunto nas discussões de agenda pública e a repensarem as estruturas e design dos centros urbanos.

Adicionalmente, os telhados verdes podem trazer valor social ao serem utilizados para produção de alimentos, mesmo que em menor escala do que em relação aos métodos tradicionais de produção em grandes áreas e diretamente no solo (Shafique; Kim; Rafiq, 2018). A utilização das edificações para esse tipo de finalidade além de permitir a diminuição da distância entre produtor e consumidor, o que leva a uma menor quantidade de perda de alimento também resulta no enriquecimento educacional e cultural no que diz respeito à aproximação dos cidadãos com um sistema que não encontram nos centros urbanos e que muitas vezes por estar localizado em municípios mais afastados resulta em falta de contato e conhecimento das pessoas acerca de como os alimentos que consomem são produzidos (Walters; Midden, 2018).

Por não estarem ligados somente a aspectos ecológicos, mas por apresentarem benefícios interligados com conceitos difundidos da sustentabilidade, sendo eles econômico, social e ambiental, os telhados verdes mostram-se aliados dos centros urbanos e cidadãos para fomento de negócios, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e promoção de uma qualidade de vida melhor. Entretanto, para que essas estruturas possam estar ainda mais presentes nas cidades em prol de uma agenda sustentável, capaz de utilizar de maneira inteligente todos recursos que estão a disposição é preciso que os diversos atores da sociedade se envolvam (Calheiros; Stefanakis, 2021).

3. Metodologia

O presente trabalho foi realizado a partir de revisão da literatura, com análise explicativa e descritiva, por meio do qual pretende-se expor argumentos, bases e informações acerca da implementação dos telhados verdes como ferramenta de fomento para uma cidade sustentável.



Para a argumentação do assunto foram abordadas questões essenciais acerca dos conceitos de telhado verde e da sustentabilidade urbana, bem como a interligação entre os temas e as necessidades e benefícios que cada vertente pode trazer para as cidades e cidadãos.

Em adição ao levantamento bibliográfico foi realizada uma pesquisa de base documental no Shopping Eldorado, em São Paulo, para verificação de um telhado verde bem como coleta de informação acerca do processo estabelecido para manutenção do local e de benefícios e desafios para implementação da estrutura. A pesquisa foi realizada através de uma visita guiada que o empreendimento regularmente fornece para pessoas interessadas em conhecer o projeto, o que possibilitou a realização de registros fotográficos e o acesso a materiais informativos.

A visita ocorreu em novembro de 2022, sendo que além da ida especificamente à laje do edifício, onde se encontra o telhado verde, a guia também levou o grupo a outras dependências do shopping para mostrar não só o processo envolvido na manutenção da estrutura verde como para também explicar todas as ações de sustentabilidade do shopping.

4. Resultados

O telhado verde do shopping Eldorado foi criado em 2012 diante de uma solução vislumbrada para a destinação adequada das 164 toneladas de resíduos orgânicos gerados mensalmente na praça de alimentação, sendo que a quantidade chega a aproximadamente 2 mil toneladas anualmente.

O processo de tratamento dos resíduos se inicia na própria praça de alimentação, mais especificamente em uma espécie de baia, onde os funcionários realizam a separação de alimentos e itens deixados nas bandejas, em resíduo orgânico (sacola marrom) e reciclável (sacola verde).

Após a separação, os resíduos orgânicos são levados a área de compostagem interna, onde são triados (verifica-se se há algum outro resíduo além do orgânico) e depois inseridos na máquina de compostagem (Figura 2), que é um maquinário antigo comprado em um local que vende sucata. No maquinário junto aos resíduos é adicionado: a) turfa: responsável por acelerar o processo de decomposição do alimento ; b) cal: auxilia na secagem dos alimentos, através de uma reação química que ocorre durante a mistura dos elementos ; c) serragem: reforça o processo de secagem dos alimentos e também reduz o forte odor do orgânico em decomposição.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 2 — Composteira do Shopping Eldorado



Fonte: Acervo dos autores (2023).

A partir da compostagem é obtido o adubo a ser utilizado no telhado verde. Tendo em vista que a quantidade de adubo gerado a partir da compostagem de todo material orgânico seria muito superior ao que a vegetação necessita, o shopping utiliza somente 20% dos resíduos, sendo que o restante é destinado a empresa Biomix, a qual também os utiliza para compostagem e posterior venda de adubo.

O telhado verde é composto basicamente por hortaliças e verduras, sendo que também há algumas árvores frutíferas e flores (Figura 3). Na área de 6.000 m² são produzidas 40 mil hortaliças e verduras por ano, sendo elas de aproximadamente 30 tipos, como alface, rúcula, abobrinha, couve, salsinhas, ervas, entre outras. Todo alimento gerado é distribuído entre os funcionários do shopping, os quais rotativamente sobem ao telhado quando as culturas estão prontas e participam do processo de colheita.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

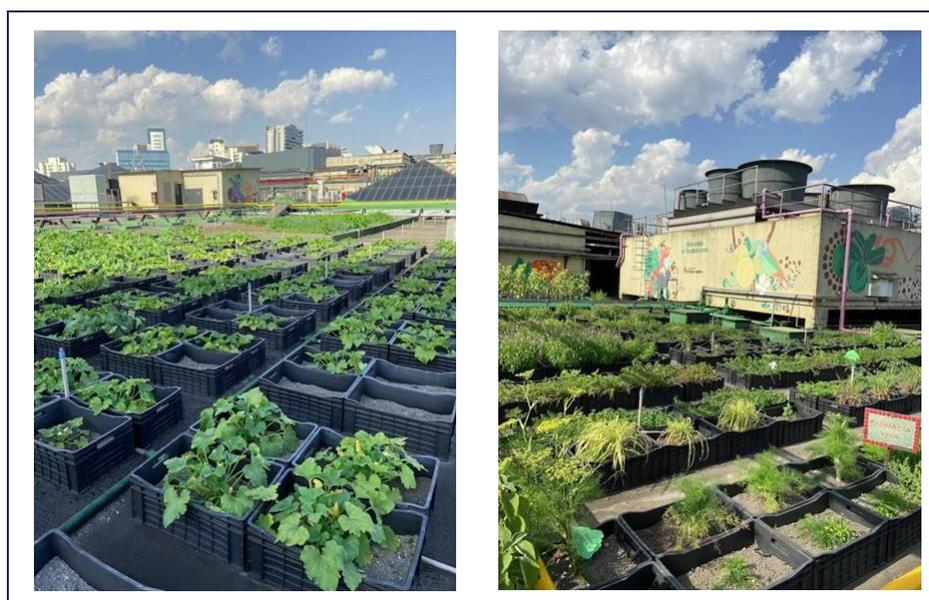
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 3 — Telhado verde - hortaliças e verduras – ervas e flores



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Os motivos que levaram o shopping a implementar o telhado verde foram basicamente dois: sustentabilidade e questões econômicas. Diante da lei municipal 13.478, de 2002, todos os Grandes Geradores de Resíduos Sólidos (RGG), ou seja, estabelecimentos comerciais que geram mais de 200 litros de lixo por dia, devem contratar uma empresa responsável para a execução dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, o shopping é o responsável pelo descarte dos resíduos, sendo que até 2012 era totalmente destinado à aterros sanitários.

A partir da implementação do projeto os resíduos passaram a ser compostados e o excedente destinado a uma empresa terceira, responsável pela coleta do material no próprio shopping, o que levou o empreendimento a reduzir a quantidade de material enviado para os aterros, de 86% (2013) do resíduo total para 29% (2021). Em termos de benefícios, o telhado verde ainda contribuiu para diminuir em torno de 6 oC a temperatura no entreforro do edifício, o que levou a um menor consumo de energia.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A fim de a cada ano melhorar as ações de sustentabilidade do shopping, a administração tem o objetivo de chegar ao aterro zero, o que pretende fazer ao se adaptar ao mercado e apresentar projetos novos e inovadores.

5. Conclusões

A partir da revisão de literatura e da pesquisa documental em campo, verificou-se que os telhados verdes são uma ferramenta de fomento à cidades sustentáveis e inteligentes. De acordo com a maneira como a estrutura é implementada e com a finalidade ela pode vir a atuar na esfera econômica ao fomentar novos negócios e acordos comerciais, na esfera social pode ajudar a aumentar a qualidade de vida das pessoas e na esfera ambiental contribui para a mitigação dos efeitos da crise climática.

Diante da projeção de que o movimento de urbanização continuará crescendo nas próximas décadas é fundamental que as cidades encontrem soluções para mitigar problemas resultantes desse crescimento desenfreado e assim contribuam para a Agenda 2030, mais especificamente no que diz respeito a esse trabalho à ODS 11 relativa a cidades e comunidades sustentáveis.

Dentro do movimento para garantir que as cidades sejam sustentáveis nos mais diversos âmbitos, os telhados verdes aparecem como uma solução inovadora a partir do momento que trazem consigo a adaptabilidade. Sabendo-se que as cidades continuarão a expandir e que áreas de vegetação trazem inúmeros benefícios, encontrar espaços sem utilidade e transformá-los em ambientes capazes de trazer maior qualidade de vida, ajudar na amenização das temperaturas locais, auxiliar na diminuição dos alagamentos, fornecer alimento e gerar economia de recursos é algo inovador.

Referências bibliográficas

- ALVES, J et al. Telhado verde e seu desempenho térmico em residências de regiões semiáridas. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, v. 14, n. 4, 2021.
- BARTHEL, Stephan et al. Global urbanization and food production in direct competition for land: Leverage places to mitigate impacts on SDG2 and on the Earth System. The Anthropocene Review, v. 6. 71–97 p, 2019.
- BRASIL, J et al. Nature-Based Solutions and Real-Time Control: Challenges and Opportunities. Water, v. 13, n. 5. 651 p, 2021.
- BRATMAN, G.N et al. Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 112, n. 28, p. 8567-8572.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

CALHEIROS, C; STEFANAKIS, A. Green Roofs Towards Circular and Resilient Cities. *Circular Economy and Sustainability*, v. 1, p. 395-411, 2021.

CASCONE, S et al. A comprehensive study on green roof performance for retrofitting existing buildings. *Building and Environment*, v. 136, p. 227-239, 2018.

CEPAL. El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina 2019 p. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44423/1/S1800462_es.pdf. Acesso em: 3 mar. 2023.

EGGER, S. Determining a sustainable city model. *Environmental Modelling & Software*, v. 21, p. 1235 - 1246, 2006.

FILHO, M et al. Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, 2015.

HAUCK, J et al. Benefits and limitations of the ecosystem services concept in environmental policy and decision making: Some stakeholder perspectives. *Environmental Science & Policy*, v. 25, p. 13-21, 2013.

HOBBIE, S; GRIMM, N. Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 375, 2020.

IPCC Sixth Assessment Report: Mitigation of Climate Change. 2022. Urban systems and other settlements.

KABISCH, N. Ecosystem service implementation and governance challenges in urban green space planning—The case of Berlin, Germany. *Land Use Policy*, v. 42, p. 557-567, 2015.

KADIR, S. A; JAMALUDIN, M. Universal Design as a Significant Component for Sustainable Life and Social Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 85, p. 179-190, 2013.

KONDO, M et al. Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 3, 2018.

KOTZEN, B. Roofs Social and Aesthetic Aspects.. *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, p. 273-281, 2018.

Li Y; & Babcock R W. Green roofs against pollution and climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 695-705, 2014.

LIU, K; BASKARAN, B. Thermal performance of green roofs through field evaluation. In: *Proceedings of 1st North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities*, Chicago, 2003.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

MIHALAKAKOU G, SOULIOTIS M, PAPADAKI M, MENOUNOU P, DIMOPOULOS P, KOLOKOTSA D, ... & PAPAETHIMIOU S. Green roofs as a nature-based solution for improving urban sustainability: Progress and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 180, 113306, 2023.

MORAIS, B et al. Os telhados verdes nas políticas ambientais e como medida mitigadora das inundações urbanas: uma revisão sistemática. *Labor & Engenharia, Campinas*, v. 15, p. 1-12, 2021.

PINEDA-MARTOS R; CALHEIROS, C S. Nature-Based Solutions in Cities—Contribution of the Portuguese National Association of Green Roofs to Urban Circularity. *Circular Economy and Sustainability*, 1(3), 1019-1035, 2021.

ROGERS, J. Green, brown or grey: green roofs as ‘sustainable’ infrastructure. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, v. 173, p. 323-333, 2013.

ROSENZWEIG, C; GAFFIN, S; PARSHALL, L. Green Roofs in the New York Metropolitan Region. *Columbia University Center for Climate Systems Research*, 2006.

SEYEDABADI, M; EICKER, U; KARIMI, S. Plant selection for green roofs and their impact on carbon sequestration and the building carbon footprint. *Environmental Challenges*, v. 4, 2021.

SAADATIAN O; SOPIAN K; SALLEH E; LIM C H; RIFFAT S; SAADATIAN E; ... & SULAIMAN M Y. A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and sustainable energy reviews*, 23, 155-168, 2013.

SHAFIQUE, M; KIM, R; RAFIQ, M. Green roof benefits, opportunities and challenges - a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 90, p. 757-773, 2018.

SODIQ, A. Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. *Journal of Cleaner Production*, v. 227, p. 972-1001, 2019.

SOUSA, I et al. Os Benefícios do Telhado Verde e a sua Utilização pela Construção Civil. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 170-181, 2021.

SPANGENBERG, J et al. Provision of ecosystem services is determined by human agency, not ecosystem functions. Four case studies. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, v. 10, n. 1, p. 40-53, 2014.

SPROUL, J et al. Economic Comparison of White, Green, and Black Flat Roofs in the United States. *Energy and Buildings*, v. 71, p. 20-27, 2014.

STEFANAKIS, A; CALHEIROS, C; NIKOLAOU, I. Nature-Based Solutions as a Tool in the New Circular Economic Model for Climate Change Adaptation. *Circular Economy and Sustainability*, v. 1, p. 303-318, 2021.

TASSI, R et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 14, n. 1, p. 139-154, 2014.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

TEOTÓNIO, I; SILVA, C. M; CRUZ, C. O. Economics of green roofs and green walls: A literature review. *Sustainable Cities and Society*, v. 69, 2021.

TEOTÓNIO, I; SILVA, C.M; CRUZ, C.O. Eco-solutions for urban environments regeneration: The economic value of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, v. 199, p. 121-135, 2018.

THORNBUSH, M; GOLUBCHIKOV, O; BOUZAROVSKI, S. Sustainable cities targeted by combined mitigation–adaptation efforts for future-proofing. *Sustainable Cities and Society*, v. 9, p. 1-9, 2013.

TISCHLER, J; HALTERMANN, I. Introduction: Environmental Change and African Societies. *Environmental Change and African Societies*, 2019.

UNEP. 2020 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. 2020. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34572/GSR_ES.pdf. Acesso em: 1 mar. 2023.

VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 57, p. 740-752, 2016.

WALTERS, S; MIDDEN, K. Sustainability of Urban Agriculture: Vegetable Production on Green Roofs. *Agriculture*, v. 8, n. 11. 168 p, 2018.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. Signatários do Compromisso de Construções de Carbono Zero. Disponível em: <https://worldgbc.org/thecommitment/>. Acesso em: 3 mar. 2023.

WRIGHT, J et al. Addressing the Water–Energy–Food Nexus through Enhanced Green Roof Performance. *Sustainability*, v. 13, n. 4. 1972 p, 2021.

ZHANG, Q et al. The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. *Landscape and Urban Planning*, v. 144, p. 142-150, 2015.