

Infraestrutura Verde e Justiça Socioambiental: Jardins Verticais em Áreas Urbanas Vulneráveis

Tai Barbosa de Oliveira¹, Maria Fernanda Rodrigues Campos Lemos², Flora Ferreira Camargo³

¹(Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental/ Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Brasil)

²(Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Brasil)

³(Associação Comunitária da Aldeia Indígena Mayrob - ACAIM, Brasil)

Resumo:

O agravamento da crise climática e dos processos de urbanização desordenada evidencia como a degradação ambiental impacta de forma desigual os territórios urbanos, especialmente as populações residentes em áreas de infraestrutura precária. Neste contexto, os jardins verticais despontam como soluções baseadas na natureza capazes de gerar não apenas benefícios ambientais, mas também significativos ganhos sociais. Este artigo analisa o potencial dos jardins verticais na melhoria da ambiência urbana e na reparação das desigualdades socioambientais, sobretudo em territórios de tecido informal. A partir de uma pesquisa bibliográfica interdisciplinar, discute-se como essas infraestruturas verdes, além de atuarem na regulação térmica e na melhoria da qualidade ambiental, fortalecem vínculos comunitários, contribuem para a humanização dos espaços e promovem o senso de pertencimento à paisagem urbana. A análise de experiências nacionais e internacionais reforça que a presença da vegetação nas fachadas pode ser um instrumento de promoção de saúde urbana, qualidade de vida e justiça socioambiental. Conclui-se que a adoção dos jardins verticais precisa ser compreendida não apenas como uma estratégia ambiental, mas também como uma ação social e política de construção de cidades mais inclusivas, resilientes e equitativas.

Palavras-chave: Soluções baseadas na natureza; Serviços ecossistêmicos; Paredes verdes, Conforto térmico; Adaptação climática.

Abstract:

The worsening climate crisis and unregulated urban growth have intensified how environmental degradation disproportionately affects vulnerable urban territories, particularly communities in areas with poor infrastructure. In this context, vertical gardens emerge as nature-based solutions capable of generating not only environmental benefits but also significant social gains. This article analyzes the potential of vertical gardens to improve urban environments, and address socio-environmental inequalities, especially in informal settlements. Based on an interdisciplinary bibliographic review, the study discusses how these green infrastructures, beyond regulating temperature and improving environmental quality, strengthen community ties, contribute to the humanization of public spaces, and foster a sense of belonging to the urban landscape. The analysis of national and international experiences reinforces that vegetation integrated into building facades acts as a tool for enhancing urban health, improving quality of life, and promoting socio-environmental justice. The study concludes that adopting vertical gardens should be understood not only as an environmental strategy but also as a social and political action toward building more inclusive, resilient and equitable cities.

Key Word: Nature-based solutions; Ecosystem services; Green walls; Thermal comfort; Climate adaptation.

Date of Submission: 04-07-2025

Date of Acceptance: 14-07-2025

I. Introdução

A crise climática constitui uma das maiores ameaças ambientais, sociais e econômicas da atualidade, com rebatimentos diretos sobre a dinâmica urbana e as condições de habitabilidade nas cidades. O debate sobre mudanças climáticas, antes restrito às ciências naturais, passou a ser tratado de forma interdisciplinar a partir da segunda metade do século XX, ao evidenciar os reflexos socioambientais e urbanos desse fenômeno global. De acordo com relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2021) a elevação da temperatura média global, intensificada pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, agrava

problemas como o desconforto térmico e o aumento do consumo energético, fatores que comprometem a saúde ambiental e social dos territórios urbanos. Conforme aponta Lima et al. (2014), essa elevação compromete a disponibilidade hídrica e a capacidade de geração energética, sobretudo em países como o Brasil, dependente de hidrelétricas.

As cidades são caracterizadas pela impermeabilização do solo e pela fragmentação de ecossistemas naturais, fatores que intensificam o fenômeno das ilhas de calor urbanas, conforme as análises do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2017). Em áreas densamente povoadas, as ilhas de calor representam uma das manifestações mais perceptíveis desse processo, aumentando a demanda por sistemas artificiais de climatização e, consequentemente, o consumo energético (Relatório da Comissão Europeia, 2020). Esse fenômeno é potencializado pela ocupação desordenada do solo, resultado da ausência histórica de planejamento urbano efetivo e da expansão descontrolada das cidades, muitas vezes guiada por interesses econômicos em detrimento da qualidade ambiental (Santos, 2008). Como consequência, surgem territórios socialmente desiguais, com déficits de infraestrutura verde e altos níveis de vulnerabilidade climática, especialmente nas periferias urbanas (Lefebvre, 2010).

Em resposta a esse cenário, as Soluções Baseadas na Natureza – SbN se consolidam como estratégias sustentáveis e multifuncionais, capazes de integrar benefícios ecológicos, sociais e econômicos no contexto urbano (Relatório da Comissão Europeia, 2020). Essas soluções incluem desde áreas verdes convencionais até tecnologias mais específicas, como telhados e paredes verdes, que recriam funções ecossistêmicas no ambiente construído (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Entre essas estratégias, destaca-se a jardinagem vertical, cujas aplicações podem reduzir significativamente as temperaturas superficiais e contribuir para a mitigação das ilhas de calor (Köhler, 2008). Além de promover conforto térmico, essas estruturas favorecem a biodiversidade urbana, melhoram a qualidade do ar e proporcionam benefícios estéticos e psicológicos aos habitantes (Relatório da Comissão Europeia, 2020).

Este artigo parte de uma preocupação ambiental e social em escala local e global e busca verificar a viabilidade dos jardins verticais enquanto infraestrutura verde capaz de promover ganhos microclimáticos e benefícios socioambientais, especialmente em áreas de tecido informal, carentes de cobertura vegetal e de espaços horizontais disponíveis para arborização convencional. Além disso, propõe-se a explorar as vantagens e limitações desses sistemas, considerando aspectos técnicos como tipologias, sistemas de irrigação, manutenção e impactos na paisagem urbana.

II. Materiais e Métodos

Este artigo adota uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, fundamentada em pesquisa bibliográfica e documental, voltada à compreensão dos efeitos da urbanização sobre o microclima urbano e à análise da jardinagem vertical como estratégia de mitigação da crise climática. A escolha metodológica justifica-se pela necessidade de compreender, a partir da literatura acadêmica, os efeitos das mudanças climáticas e da urbanização desordenada sobre os microclimas urbanos, bem como avaliar as potencialidades e limitações dos jardins verticais como soluções baseadas na natureza em áreas urbanas vulneráveis.

A pesquisa documental considerou relatórios internacionais de referência, como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), o Millennium Ecosystem Assessment (2005), o Relatório da Comissão Europeia (2020) e estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017). Tais documentos foram analisados com foco nos impactos da impermeabilização do solo, fragmentação dos ecossistemas e aumento das ilhas de calor urbanas, especialmente em áreas de vulnerabilidade socioambiental.

A construção da análise fundamenta-se em uma abordagem integrada, articulando três eixos metodológicos complementares: (i) uma revisão teórica interdisciplinar, que abrange os campos da ecologia da paisagem, da bioarquitetura e do socioambientalismo, com foco na compreensão dos impactos da urbanização sobre o microclima urbano e na potencialidade das Soluções Baseadas na Natureza (SbN); (ii) uma revisão técnica especializada, voltada à caracterização de tipologias construtivas de jardins verticais, sistemas de irrigação, manutenção e desempenho ambiental, a partir de literatura científica e documentos normativos; e (iii) a análise ilustrativa de experiências nacionais e internacionais, utilizadas como referência empírica para a discussão das possibilidades e limitações da adoção de jardins verticais em contextos urbanos densos e socialmente vulneráveis.

Essa combinação de abordagens permitiu a formulação de uma visão crítica e atualizada sobre o potencial dos jardins verticais como instrumentos de infraestrutura verde e promoção da justiça socioambiental. Além disso, possibilitou uma análise que considera aspectos técnicos, ecológicos, sociais e simbólicos da integração da vegetação ao ambiente construído. E, então, apontar desafios e oportunidades para a ampliação dessa ecotécnica no ambiente urbano.

III. Resultados e Discussões

Resiliência Urbana e Soluções Baseadas na Natureza

A resiliência, conceito originado na Ecologia e difundido por Holling (1973), refere-se à capacidade de um sistema natural ou urbano de se recuperar após perturbações. No campo urbano, resiliência envolve a adaptação às mudanças climáticas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais. Soluções Baseadas na Natureza emergem nesse contexto como estratégias custo-efetivas, inspiradas e sustentadas pela própria natureza, capazes de recuperar ecossistemas degradados e aumentar a resiliência urbana (Relatório da Comissão Europeia, 2020).

As SbN incluem desde áreas verdes convencionais até infraestruturas inovadoras como jardins verticais e telhados verdes. Conforme destacam França (2021) e Rouvillois (1996), essa integração da vegetação ao ambiente construído não é apenas funcional, mas também simbólica, ao restabelecer a conexão humano-natureza e combater o modelo de desenvolvimento baseado exclusivamente no crescimento econômico.

A forma como as cidades moldam suas paisagens interfere diretamente na percepção e na qualidade ambiental dos espaços. Steinhart et al. (2002) e Messerli & Messerli (1979) destacam que a paisagem é produto das relações entre elementos naturais e antrópicos, e que sua degradação contribui para o aumento de riscos e desastres urbanos. Assim, a integração da vegetação às fachadas e telhados das edificações aparece como estratégia para recuperar ecossistemas e qualificar as áreas urbanizadas.

Nesse sentido, o conceito de biofilia — afinidade inata do ser humano com a natureza — orienta projetos urbanos sustentáveis em cidades como Nova York e Seattle, integrantes da rede de Cidades Biofílicas. Essa perspectiva é retomada por Sporn (1984) ao defender o planejamento urbano ecológico como caminho para cidades mais saudáveis e humanizadas. A infraestrutura verde, conceito associado à provisão de serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, contempla desde parques e praças até estruturas vegetadas incorporadas às edificações, como telhados e fachadas verdes (Köhler, 2008). Essas soluções são capazes de minimizar os impactos da impermeabilização do solo e da verticalização excessiva, além de mitigar os efeitos das mudanças climáticas sobre as cidades (Relatório da Comissão Europeia, 2020).

Outro aspecto identificado refere-se às vantagens sociais e subjetivas proporcionadas por essas ecotécnicas, em que estudos demonstram que ambientes urbanos vegetados favorecem o bem-estar psicológico, promovem o senso de pertencimento e reduzem os níveis de estresse da população (Relatório da Comissão Europeia, 2020). Entretanto, tais benefícios não são distribuídos de maneira igualitária. A noção de justiça socioambiental emerge nesse contexto como uma resposta crítica à distribuição desigual dos benefícios e riscos ambientais, especialmente em cidades marcadas por desigualdades históricas de classe, raça e território (Acselrad, 2016). Conforme aponta Acselrad (2016), a distribuição desigual dos riscos ambientais nas cidades brasileiras reflete processos históricos de exclusão territorial, nos quais populações marginalizadas acabam sendo empurradas para áreas ambientalmente frágeis e desprovidas de infraestrutura verde, como encostas e margens de cursos d'água, ampliando sua vulnerabilidade climática e sanitária.

A justiça socioambiental, portanto, implica não apenas o reconhecimento da desigualdade na distribuição de danos ambientais, mas também a promoção de medidas que garantam o acesso equitativo aos serviços ecossistêmicos, à qualidade ambiental e à participação na tomada de decisões sobre o território urbano (Acselrad, 2016; França, 2021). Nesse sentido, a implantação de jardins verticais em territórios vulneráveis pode ser compreendida como uma estratégia de reparação socioambiental, ao integrar vegetação e infraestrutura ecológica a contextos historicamente excluídos do planejamento urbano sustentável.

Jardins Verticais: Tipologias, Técnicas e Eficiência

A análise técnica concentrou-se nas tipologias de jardins verticais e nos sistemas construtivos associados, permitindo identificar vantagens, limitações e potencialidades dessas infraestruturas verdes no contexto urbano. Conforme Perini et al. (2011), Perez et al. (2011) e Köhler (2008), os sistemas de jardinagem vertical podem ser divididos em duas grandes categorias: as fachadas verdes, que compreendem os sistemas diretos e os indiretos; e as paredes vivas (*living wall systems – LWS*), que incluem os sistemas modulares e os hidropônicos. Os sistemas extensivos ou diretos, geralmente mais simples e econômicos, utilizam plantas enraizadas no solo ou em jardineiras, desenvolvendo-se ao longo de estruturas de suporte ou diretamente nas paredes. Já os sistemas intensivos são tecnologicamente mais complexos, compostos por módulos que contêm substrato (natural ou inerte) e sistema de irrigação embutido. Esses se subdividem em dois principais tipos: o modular, formado por unidades pré-fabricadas com substrato e vegetação, de fácil instalação e adaptação em áreas urbanas densas; e o hidropônico, que dispensa o uso de solo, utiliza substratos inertes e irrigação com solução nutritiva, permitindo maior controle ambiental e menor carga estrutural sobre a edificação (Perini et al., 2011; Pérez-Urrestarazu et al., 2020).

Quanto à irrigação, destacam-se os sistemas manuais, automatizados por gotejamento e hidropônicos com fluxo contínuo. Os sistemas automatizados se destacam pela eficiência no uso da água e pela capacidade de fornecer irrigação constante e controlada, sendo especialmente eficazes em climas quentes e regiões com escassez hídrica (Perini et al., 2011). Já os sistemas hidropônicos, embora mais onerosos, permitem o controle nutricional e ambiental preciso, com excelente desempenho em fachadas de edifícios verticais (Manso & Castro-Gomes, 2015).

A manutenção desses sistemas envolve poda, controle de pragas, substituição de mudas e limpeza dos componentes. Os sistemas hidropônicos e modulares, embora exijam maior investimento inicial, tendem a demandar menos manutenção frequente, pois são mais eficientes no uso de água e na gestão de nutrientes (Perini et al., 2011; Ottelé et al., 2011).

A sustentabilidade dessas soluções está associada à sua viabilidade operacional, considerando fatores como frequência de manutenção, reposição de espécies e durabilidade dos sistemas. Os sistemas mais complexos, como os modulares e hidropônicos, mostram-se mais adequados para centros urbanos densos, onde o impacto visual, climático e funcional é mais significativo (Manso & Castro-Gomes, 2015). Entretanto, seu alto custo de instalação e a demanda por suporte técnico especializado limitam sua adoção em larga escala, sobretudo em territórios periféricos.

Nesse sentido, estratégias públicas de incentivo, como subsídios, capacitação técnica e integração com políticas de infraestrutura verde, são fundamentais para a democratização dessas tecnologias (Pérez-Urrestarazu et al., 2020). A discussão técnica, portanto, evidencia que os jardins verticais não apenas mitigam os efeitos da crise climática, mas também atuam como instrumentos de inclusão socioambiental, desde que implementados com planejamento, equidade e baseados em critérios de eficiência ecológica e justiça urbana.

Impactos sobre Conforto Térmico e Paisagem Urbana

Estudos demonstram que a inserção de vegetação em ambientes urbanos reduz a incidência de radiação solar nas superfícies construídas, diminui a temperatura do ar e melhora a umidade relativa, promovendo maior conforto térmico e redução do consumo energético (IPCC, 2021; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Köhler (2008) afirma que essas estruturas podem reduzir até 12°C na temperatura superficial de fachadas e até 3°C no entorno imediato, dependendo da tipologia e da densidade vegetativa adotada. Esses efeitos resultam da interceptação da radiação solar direta, do sombreamento e da evapotranspiração promovida pela vegetação, atenuando o desconforto térmico urbano (Köhler, 2008). Além disso, contribuem para a melhoria da umidade relativa, retenção de partículas, isolamento acústico e qualidade do ar (Mangone, 2015; Labaki et al., 2012). Esses benefícios são potencializados quando as soluções verticais são combinadas a telhados verdes, criando uma rede de superfícies vegetadas integradas (Peck et al., 1999). A vegetação urbana, mesmo em áreas restritas como fachadas, favorece a evapotranspiração e o sombreamento, atenuando ilhas de calor, reduzindo o consumo energético com climatização e proporcionando espaços mais agradáveis e saudáveis (Kats; Glassbrook, 2018). Essas melhorias refletem diretamente no bem-estar psicológico e na qualidade de vida dos habitantes, especialmente em territórios carentes de áreas verdes (Santos, 2008).

Internacionalmente, destaca-se o Bosco Verticale, projeto de Stefano Boeri, inaugurado em Milão em 2014, com mais de 900 árvores e 20 mil plantas distribuídas ao longo das fachadas de duas torres residenciais, demonstrando a viabilidade de integrar vegetação em larga escala em edificações verticais (Boeri, 2017; Archdaily Brasil, 2015). Em Berlim, desde as décadas de 1980 e 1990, políticas de incentivo à instalação de fachadas verdes e telhados vegetados impulsionaram a transformação urbana em direção a modelos mais sustentáveis (Köhler; Schmidt, 1997). No Brasil, além da sede da Secretaria Municipal de Sustentabilidade e Resiliência – SECIS, em Salvador, destacam-se projetos como os jardins verticais da Avenida 23 de Maio, em São Paulo, e iniciativas de cobertura verde no metrô Jardim Oceânico, no Rio de Janeiro.

Observou-se também, que a disseminação dos jardins verticais enfrenta obstáculos relacionados ao custo de implantação e manutenção, necessidade de irrigação constante e compatibilidade estrutural com edificações existentes limitam a universalização dessa ecotécnica, (Scherer & Fedrizzi, 2014; Perini et al., 2011) sobretudo em áreas de ocupação informal, onde os déficits socioambientais são mais evidentes (Lefebvre, 2010).

Apesar dos fatores limitantes, estudos demonstram que políticas públicas de fomento à infraestrutura verde urbana – tais como subsídios financeiros, exigências legais, incentivos fiscais e capacitação técnica – podem ampliar significativamente o uso de jardins verticais e maximizar seus benefícios socioambientais. Liberalesso et al. (2020) analisaram 143 políticas de incentivo em 113 cidades e concluíram que tais instrumentos são eficazes na promoção de telhados e fachadas verdes. A superação dessas barreiras depende da combinação entre apoio político-legal, financiamentos direcionados e ações voltadas à capacitação técnica, permitindo a viabilidade dessas tecnologias em diferentes contextos urbanos, especialmente em regiões com menor capacidade técnica e financeira (Liberalesso et al., 2020).

IV. Conclusão

A partir da análise bibliográfica realizada, confirmou-se que os jardins verticais configuram-se como soluções eficientes e multifuncionais para a mitigação térmica urbana e a melhoria da qualidade ambiental nas cidades, além de promover maior equidade no acesso aos benefícios dos serviços ecossistêmicos.

A pesquisa destacou ainda a diversidade de tipologias existentes — sistema direto, indireto, modular e hidropônico — cada uma com características específicas quanto a método de fixação, substrato e exigências de irrigação e manutenção. Os sistemas hidropônicos e modulares, embora com custos iniciais mais elevados, demonstraram maior eficiência térmica e menor demanda de manutenção constante, favorecendo sua aplicação em ambientes urbanos adensados.

Os impactos positivos sobre o conforto térmico e a paisagem urbana, aliados aos benefícios sociais e subjetivos, reforçam o potencial dessas ecotécnicas como ferramentas para a promoção da resiliência urbana e da justiça socioambiental. No entanto, o estudo também evidenciou desafios estruturais e econômicos que limitam sua disseminação em áreas periféricas e de ocupação informal.

Dessa forma, sugere-se o fortalecimento de políticas públicas e incentivos para a ampliação da infraestrutura verde urbana, integrando jardins verticais em programas de requalificação urbana e projetos habitacionais sustentáveis. A adoção dessas soluções, associada à redução da exploração de recursos naturais e à revalorização do contato humano-natureza, revela-se fundamental para a construção de cidades mais sustentáveis, inclusivas e adaptadas à emergência climática.

Por fim, ao integrar aspectos técnicos, sociais e ambientais, os jardins verticais se consolidam como ferramentas essenciais para a construção de cidades mais resilientes, saudáveis e justas, apontando para a necessidade de abordagens integradas que incentivem sua difusão e adaptação às especificidades locais.

Referências Bibliográficas

- [1]. ArchDaily Brasil. (2015). *Bosco Verticale em Milão: as florestas verticais de Stefano Boeri*. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/770055/bosco-verticale-em-milao-as-florestas-verticais-de-stefano-boeri>. Acesso em: 28 mai. 2025.
- [2]. Boeri, S. (2017). *A vertical forest: instructions book for the prototype of a forest city*. Milano: Corraini Edizioni.
- [3]. Brasil. (2021). Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 18 mai. 2025.
- [4]. França, H. M. (2021). *Desafios ambientais e políticas públicas: caminhos para a sustentabilidade urbana*. São Paulo: Cortez.
- [5]. Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.
- [6]. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2017). *Atlas de sensoriamento remoto das cidades brasileiras*. São José dos Campos: INPE.
- [7]. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [8]. Köhler, M. (2008). Green facades – a view back and some visions. *Urban Ecosystems*, 11(4), 423–436. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>. Acesso em: 27 mai. 2025.
- [9]. Köhler, M.; Schmidt, M. (1997). Green façades in temperate climates – a local review. *Proceedings of the International Conference on Urban Horticulture*, Berlin.
- [10]. Labaki, L. C.; Kowaltowski, D. C. C. (2012). *Conforto térmico e consumo de energia: estratégias passivas em edificações*. Campinas: UNICAMP.
- [11]. Lefebvre, H. (2010). *O direito à cidade*. São Paulo: Centauro.
- [12]. Liberalesso, T., Oliveira Cruz, C., Matos Silva, C., & Manso, M. (2020). Green infrastructure and public policies: an international review of green roofs and green walls incentives. *Land Use Policy*, 96, 104693. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104693>. Acesso em: 27 mai. 2025.
- [13]. Lima, L. M. de; Vieira, R. C.; Santos, R. A. dos. (2014). Crise hídrica e energética no Brasil: causas e desafios. *Revista Brasileira de Energia*, 20(2), 55–68.
- [14]. Mangone, G. (2015). *Architecting green infrastructure: design, construction, and maintenance*. New York: Routledge.
- [15]. Manso, M., & Castro-Gomes, J. (2015). *Green wall systems: A review of their characteristics*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>. Acesso em: 27 mai. 2025.
- [16]. Messerli, B.; Messerli, H. (1979). *Urban environment: a guide for planners and decision makers*. Berna: UNESCO.
- [17]. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington: Island Press.
- [18]. Ottelé, M., van Bohemen, H. D., & Fraaij, A. L. (2011). *Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls*. *Ecological Engineering*, 37(6), 840–846.
- [19]. Peck, S. W.; Callaghan, C.; Kuhn, M. E.; Bass, B. (1999). *Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada*. Toronto: CMHC.
- [20]. Perini, K.; Ottelé, M.; Haas, E. M.; Rinaldi, M.; Riscassi, A. (2011). Vertical green systems for buildings: a review of characteristics, benefits and limitations. *Building and Environment*, 46(11), 2287–2298.
- [21]. Perini, K.; Ottelé, M.; Fraaij, A. L. A.; Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). *Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope*. *Building and Environment*, 46(11), 2287–2294. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.009>. Acesso em: 25 mai. 2025.
- [22]. Perez, G.; Rincón, L.; Vila, A.; González, J. M.; Cabeza, L. F. (2011). Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*, 88(12), 4854–4859.

- [23]. Pérez-Urrestarazu, L., Macías-Rodríguez, A., Baena-López, M. A., & Fernández-Cañero, R. (2020). *VGS and Urban Agriculture: A Review*. Urban Forestry & Urban Greening, 48, 126576. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126576>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- [24]. Relatório da Comissão Europeia. (2020). *Nature-based solutions and their socio-economic benefits for Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [25]. Rouvillois, F. (1996). *O medo da natureza: ensaio sobre o jardim e a cidade*. São Paulo: Estação Liberdade.
- [26]. Santos, M. (2008). *O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos*. 2. ed. São Paulo: Edusp.
- [27]. Scherer, J. R.; Fedrizzi, B. (2014). Redesenhando cidades: infraestrutura verde como estratégia de adaptação urbana às mudanças climáticas. *Revista de Arquitetura IMED*, 3(1), 65–84.
- [28]. Spirn, A. W. (1984). *The granite garden: urban nature and human design*. New York: Basic Books.
- [29]. Steinhardt, J.; Jackson, R.; Cohen, M. (2002). Landscape and the built environment. *Environmental Health Perspectives*, 110(Suppl 2), 99–106.