

Infraestrutura verde: estudo de caso do complexo residencial italiano Bosco Verticale

Green infrastructure: case study of the italian residential complex Bosco Verticale

Infraestructura verde: estudio de caso del complejo residencial italiano Bosco Verticale

Gustavo Dalla Rosa

Estudante de Graduação, UNIJUÍ, Brasil
gustavo.dalla@sou.unijui.edu.br

Welinson Panke Oleiniczak

Estudante de Graduação, UNIJUÍ, Brasil
welinson.oleiniczak@sou.unijui.edu.br

Matheus Cargnelutti de Souza

Professor Mestre / Estudante de doutorado, UNIJUÍ / UFSM, Brasil.
arquitetomcargnelutti@gmail.com

RESUMO

Este estudo visa analisar a implementação de infraestruturas verdes, utilizando o complexo residencial Bosco Verticale, na Itália, como caso de estudo. O objetivo é investigar o impacto das fachadas verdes nos interiores dos edifícios e no ambiente urbano. A metodologia adotada compreendeu uma abordagem teórica, integrando análise documental, e revisão bibliográfica. A relevância deste estudo está na identificação dos desafios associados à implantação de fachadas verdes em edifícios urbanos, fornecendo *insights* valiosos para projetos futuros de arquitetura sustentável e infraestrutura verde. Os resultados destacam a influência positiva das fachadas verdes na redução do calor, melhoria da qualidade do ar e estética na urbana. Contribuições teóricas e metodológicas incluem a compreensão aprofundada dos desafios técnicos e administrativos na aplicação de soluções baseadas na natureza. As implicações sociais e ambientais revelam o potencial dessas iniciativas para promover comunidades urbanas mais saudáveis, conectadas com a natureza e com menor impacto ambiental. Este estudo preenche uma lacuna no entendimento de desafios práticos e teóricos na implementação de infraestruturas verdes, forneceu informações valiosas sobre arquitetura sustentável e a tomada de decisões em planejamento urbano, contribuindo para a criação de cidades mais sustentáveis e resilientes.

PALAVRAS-CHAVE: Fachadas verdes. Arquitetura. Comunidades urbanas.

SUMMARY

This study aims to analyze the implementation of green infrastructure, using the Bosco Verticale residential complex, in Italy, as a case study. The objective is to investigate the impact of green facades on building interiors and the urban environment. The methodology adopted comprised a theoretical approach, integrating documentary analysis and bibliographic review. The relevance of this study lies in identifying the challenges associated with the implementation of green facades in urban buildings, providing valuable insights for future sustainable architecture and green infrastructure projects. The results highlight the positive influence of green facades on reducing heat, improving air quality and urban aesthetics. Theoretical and methodological contributions include in-depth understanding of the technical and administrative challenges in applying nature-based solutions. The social and environmental implications reveal the potential of these initiatives to promote healthier urban communities, connected with nature and with less environmental impact. This study fills a gap in understanding practical and theoretical challenges in implementing green infrastructure, providing valuable information on sustainable architecture and decision-making in urban planning, contributing to the creation of more sustainable and resilient cities.

KEYWORDS: Green facades. Architecture. Urban communities.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo analizar la implementación de infraestructura verde, utilizando como caso de estudio el complejo residencial Bosco Verticale, en Italia. El objetivo es investigar el impacto de las fachadas verdes en los interiores de los edificios y el entorno urbano. La metodología adoptada comprendió un enfoque teórico, integrando análisis documental y revisión bibliográfica. La relevancia de este estudio radica en identificar los desafíos asociados con la implementación de fachadas verdes en edificios urbanos, proporcionando información valiosa para futuros proyectos de arquitectura sostenible e infraestructura verde. Los resultados destacan la influencia positiva de las fachadas verdes a la hora de reducir el calor, mejorar la calidad del aire y la estética urbana. Las contribuciones teóricas y metodológicas incluyen una comprensión profunda de los desafíos técnicos y administrativos en la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza. Las implicaciones sociales y ambientales revelan el potencial de estas iniciativas para promover comunidades urbanas más saludables, conectadas con la naturaleza y con menor impacto ambiental. Este estudio llena un vacío en la comprensión de los desafíos prácticos y teóricos en la implementación de infraestructura verde, proporcionando información valiosa sobre arquitectura sostenible y toma de decisiones en planificación urbana, contribuyendo a la creación de ciudades más sostenibles y resilientes.

PALABRAS CLAVE: Fachadas verdes. Arquitectura. Comunidades urbanas.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente utilização de vegetação em fachadas de edificações situadas em meio urbano, as chamadas “florestas verticais”, ou “fachadas verdes”, formas e cores tem conquistado espaço em meio às cidades de todo o mundo, seja como objeto de adorno estético, ou como ferramenta de sustentabilidade, a finalidade é tentar reproduzir uma tipologia construtiva que ganhou prestígio, não apenas na comunidade técnica, como também para a população geral.

A idealização de ferramentas sustentáveis aplicadas em meios urbanos cresceu consideravelmente a partir da década de 1970. O forte impulso que alavancou a primeira conferência das Nações Unidas foi responsável por contrapor o até então pensamento industrialista do século XX. As pessoas foram, aos poucos, absorvendo as ideias positivas do novo conceito sustentável de construir. Aceitar os benefícios da natureza nunca foi um desafio para a população humana, porém, após um intenso período de relativização e descuido com o meio ambiente, o homem se viu em débito com o planeta e sua jornada para recuperar o ecossistema se iniciou, com um grande movimento social de valorização do meio ambiente.

O complexo residencial Bosco Verticale, localizado em Milão, na Itália, foi projetado pelos arquitetos Stefano Boeri, Giovanni La Varra e Gianandrea Barreca, do Boeri Studio, podendo ser considerado um produto do idealismo sustentável. Concebido em duas torres, como forma de reparação ambiental, traz a vegetação para os espaços verticais urbanizados da cidade, como um ato de revolução, a fim de tornar um imóvel em algo vivo, estimulando a reurbanização, em um estreitamento de relações entre o planeta e seus habitantes.

Para arquitetos, e estudantes de arquitetura, é indispensável aprender sobre os benefícios das fachadas verdes aplicadas ao projeto de arquitetura e as suas interações com o ser humano. Através deste estudo de caso, pode-se compreender as características da aplicação de soluções verdes nas fachadas do complexo residencial Bosco Verticale, e conseqüentemente, analisar aspectos que o tornam uma referência arquitetônica na contemporaneidade.

2 OBJETIVOS

Analisar o impacto das fachadas verdes nos interiores e no entorno urbano do complexo residencial Bosco Verticale, em Milão, na Itália. Além disso, este estudo tem como meta identificar os desafios e limitações associadas à implantação das fachadas verdes nestes edifícios, a fim de incentivar abordagens relacionadas à arquitetura sustentável e à infraestrutura verde para arquitetos em futuros projetos.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada se deu por meio de um estudo de caso e pesquisa bibliográfica, de cunho qualitativo, contando com análises relacionadas ao projeto, implantação e o processo de execução do complexo residencial Bosco Verticale, sistematizando informações dispostas em publicações sobre a tipologia da sua edificação e seu impacto aos usuários do local.

4 RESULTADOS

4.1 A infraestrutura verde e o complexo residencial Bosco Verticale

A ideia do projeto nasceu em Dubai, no ano de 2007, quando o arquiteto Stefano Boeri percebeu uma quantidade expressiva de torres de vidro sendo construídas pelo mundo, então começou a imaginar a possibilidade dos edifícios serem revestidos com vegetação, ao invés de vidros, mas com árvores de alturas variadas, não apenas plantas ornamentais (BOERI, 2015). Surgiu assim o conceito do Bosco Verticale. O condomínio está localizado na cidade de Milão, na Itália, contando com duas torres, respectivamente, de 80 metros e 112 metros de altura, que abrigam aproximadamente 800 árvores (480 árvores de grande e médio porte, 300 menores), além de 15.000 plantas perenes e/ou ou cobertura vegetal e 5.000 arbustos (STEFANO BOERI ARCHITETTI, 2015).

O Bosco Verticale é um modelo de edificação residencial sustentável, um projeto de reflorestamento urbano, que contribui para a regeneração do meio ambiente e da biodiversidade urbana, sem implicar na expansão territorial da cidade. É um modelo de adensamento vertical de natureza dentro da cidade que também vem a ser política de reflorestamento e naturalização em grandes centros urbanos (BOERI STUDIO, 2015). O protótipo do projeto, também conhecido como “Floresta Vertical”, levou cinco anos para sair da planta. Partindo de uma cara e complexa pesquisa para a criação de um sistema de irrigação e para boa ancoragem das árvores, este empenhou-se na ausência de problemas e riscos relacionados às fortes correntes de ventos naquela altura (PEDROTTI, 2015).

Essa tipologia de construção possui diversos benefícios, sendo um deles, a formação de um ecossistema urbano, onde se tem, além de diversos tipos de espécies de plantas, a capacidade de ser habitada por pássaros e insetos, contribuindo para a recuperação da fauna e flora da região (ARCHDAILY, 2015). A estrutura é totalmente feita de concreto armado, com varandas são feitas de um piso de concreto reforçado, cantilever, pós tensionado e com 28 cm de espessura, que suportam o peso e a força do vento que as árvores aplicam ao edifício. As torres contaram com um sistema de irrigação que aproveita a água do sistema de esgoto e residual, e conta com um sistema de eficiência energética que funciona através de energia eólica e solar (SUSTENTARQUI, 2014).

Foi realizado um estudo da estabilidade estrutural das árvores através da análise botânica das espécies e das suas geometrias, uma avaliação detalhada do clima e testes em túneis de vento, para descobrir como o crescimento da vegetação em altura afetaria as estruturas dos edifícios (ARUP, 2023). Uma das etapas mais importantes, foi a escolha dos tipos de plantas adotadas, elas foram avaliadas seguindo as propriedades da madeira, suas dimensões e formato, com o propósito de encontrar as espécies com maior condição de adaptação ao novo habitat. Depois de escolhidas, com dois anos de antecedência as árvores foram mantidas em um local onde poderiam ser acompanhadas e crescerem saudáveis e com segurança (BOERI STUDIO, 2015).

Segundo Boeri (2015), um ponto fundamental do projeto, a biodiversidade, está nas mudas implantadas, que foram escolhidas de modo a evitar possíveis alergias, e para resistir às condições climáticas, foram cultivadas em viveiros desde a primavera de 2010 até a transferência para a obra, em 2014. A instalação e o transporte das árvores para o alto da

edificação é um procedimento que requer muito cuidado, devido à fragilidade das plantas. Depois de alocadas, a base da árvore é preenchida com uma terra especial, que possui todos os nutrientes e condições necessárias para o seu desenvolvimento, além disso, um grupo especializado de jardineiros ficou responsável por fazer manutenções três vezes ao ano (ARUP, 2023).

Pensando em vendavais e temporais, todas as árvores de médio e grande porte possuem um cabo de segurança para evitar que a árvore caia, caso o tronco se quebre, as árvores maiores nos locais mais expostos ao vento possuem uma gaiola de aço de segurança que prende o bulbo radicular e evita que ele tombe sob grandes vendavais. Além disso, o local do Bosco Verticale fica acima de linhas de metrô de Milão, para neutralizar os efeitos dos túneis ferroviários, o complexo conta com um sistema de isolamento de base de vibração para os edifícios (ARUP, 2023).

Hoje, as torres do Bosco Verticale são um ponto de referência para a cidade, suas cores variam de acordo com a estação do ano e as diferentes naturezas de plantas utilizadas. Isso oferece à população de Milão uma vista da cidade em constante transformação. Para toda essa infraestrutura verde, é necessária a manutenção dessa vegetação, para que não se multiplique de forma desordenada, vindo a afetar a estrutura da edificação. A manutenção, substituição da vegetação e o controle do número de plantas estabelecidas para cada plataforma é de responsabilidade do condomínio, essa gestão é realizada de três a seis vezes por ano nas varandas, e duas vezes por ano, a partir de um braço telescópico no telhado superior de cada torre (BOERI STUDIO, 2015).

4.2 O impacto das fachadas verdes nos interiores e no entorno do complexo residencial Bosco Verticale

A Itália, assim como grande parte dos países europeus, vem sofrendo severas consequências pelas mudanças climáticas desde o início do século XXI, agravadas a cada novo ano, entre as estações, ao ponto de os Italianos precisarem conviver com temperaturas próximas à 48°C durante o verão de 2023 (ANSA, 2023). A catástrofe pública causada pelas intensas ondas de calor e, principalmente, pela volatilidade do clima, transformou o país em um dos principais palcos do ativismo ambiental ocidental, onde, atualmente podemos encontrar uma população impotente que pressiona assiduamente o governo em busca de possíveis soluções para remediar a situação climática global.

Hoje, a Itália é uma das nações que mais sofre com as consequências do aquecimento global, e também uma das que mais busca alternativas sustentáveis para o crescimento de suas cidades. Na Europa, “mais de 61 mil pessoas morreram na onda de calor do verão europeu no ano passado. A atual onda de calor gerou mais temores pela saúde das pessoas, especialmente porque coincide com um dos períodos mais movimentados do verão europeu” (CNN BRASIL, 2022).

Como cidade berço de um dos complexos residenciais mais célebres da arquitetura contemporânea, o Bosco Verticale, Milão tem grande impacto em muitos produtos globais, incluindo as soluções estudadas a partir da implantação do imóvel. Desde a sua concepção, já era esperado que as quase 20.000 espécies acopladas à estrutura do edifício pudessem filtrar até 25 toneladas de CO² por ano (ARQUITECTURA Y EMPRESAS, 2014), o que não era esperado, e nem poderia ser para a época, seria o amplo impacto afetivo causado na população.

O empreendimento, que teve sua construção concluída no ano de 2014, pode ser considerado um sucesso absoluto em diversos fatores, sua relação próxima com o ambientalismo moderno e características sustentáveis adotadas ao longo de sua concepção, que facilmente lhe rendeu um dos mais notáveis símbolos de aprovação socioambiental global, a certificação LEED de construção sustentável de nível Gold, o segundo maior selo de sustentabilidade desta organização. O complexo logo foi reconhecido mundialmente como um marco na arquitetura contemporânea e como pioneiro no seu estilo de projeto, foi alvo de diversas análises e estudos que acompanharam o desenvolvimento da cidade no seu entorno (ARCHDAILY, 2015).

Uma pesquisa realizada pelo *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* de Chicago (CTBUH), liderada pelo professor Antony Wood, relatou logo após o primeiro ano de ocupação do edifício, que a vegetação, que ocupa cerca de 40% das fachadas dos prédios, são responsáveis pela redução de 7,5 a 10% na demanda de energia em comparação com outras edificações do mesmo porte, mesmo com o Bosco Verticale tendo todo o gasto energético para o seu sistema de irrigação automática e manutenção. “A indústria da construção civil estava ansiosa para aprofundar a compreensão sobre os benefícios e desafios da incorporação significativa de vegetação em edifícios de grande porte” (GIACOMELLO; VALAGUSSA, 2015, n.p.). E à medida que as pesquisas eram publicadas, os resultados se confirmavam com grande positividade pela comunidade científica que acompanhava os estudos.

A vegetação exerce um papel crucial do ponto de vista econômico e social, além disso, influencia significativamente a escolha do local de residência pelas pessoas na região. De acordo com pesquisas expostas por Rogério Sousa (2012), a presença de árvores em áreas residenciais influencia diretamente a escolha do local de residência, e ainda desempenha um papel essencial na moldagem da paisagem urbana, com repercussões psicológicas significativas que podem ter um impacto direto na qualidade de vida e no bem-estar das pessoas (ABREU, 2008; GRISE, 2015). De acordo com Shinzato (2009), estudos conduzidos na Universidade do Texas demonstraram que a interação com áreas verdes têm um impacto positivo na qualidade de vida das pessoas, resultando em benefícios como a redução da pressão sanguínea, diminuição da frequência cardíaca e um estado de relaxamento maior das ondas cerebrais.

Os benefícios da vegetação em fachadas já são bem compreendidos, e incluem sequestro de carbono, produção de oxigênio, redução do efeito de ilha de calor e amortecimento de sons, melhorando a eficiência energética do edifício e adicionando proteção para o envelope (GIACOMELLO; VALAGUSSA, 2015). As características apresentadas no estudo se estendem além do ambiente interno e exclusivo de cada morador, e também renova o seu entorno e abraça a comunidade.

Um complexo com as dimensões do Bosco Verticale é capaz de remodelar o seu entorno, causando grande impacto na vida das pessoas que habitam sua proximidade. Ao revestir a edificação com plantas e árvores, é causado um efeito extremamente positivo na comunidade, ao contrário dos prédios que esbanjam fachadas espelhadas em todas as suas faces e alturas, a floresta vertical define a paisagem do centro de Milão e eleva a qualidade de vida de sua população. Assim, os benefícios psicológicos do projeto não se limitam apenas aos moradores, mas a qualquer pessoa que possa apreciar a obra.

Com relação aos jardins, é por meio deles que podemos amenizar a nossa vida, tão cheia de altos e baixos, no contexto da civilização industrial. Estou convencido de que

o jardim comunal, praça ou parque, terá uma importância maior na nossa vida, na busca de um equilíbrio relativo, dentro dessa instabilidade da civilização (MARX, 2004, p. 207).

Além, é claro, dos efeitos climáticos que a fachada viva intercede, a favor da vida humana, uma única edificação sozinha já é capaz de projetar uma grande melhora na questão das ilhas de calor formadas na cidade, porém, o grande ponto da aplicação destes projetos está na sua reprodução, onde a implantação de diversos modelos similares pode reduzir, em grande escala, o efeito do calor urbano em até 15° (CIDADE E JARDIM, 2022), um impacto absolutamente grande.

4.3 Desafios e limitações da implantação de fachadas verdes

Tantos aspectos positivos acerca de um único projeto não podem acontecer por conveniências, tanto que, para a concepção do Bosco Verticale foi necessário um estudo massivo por parte de diversos profissionais envolvidos no planejamento do complexo. O magnífico trabalho de Stefano Boeri e sua equipe não seria possível sem a colaboração de biólogos que escolheram criteriosamente cada espécie a ser implantada nas fachadas do empreendimento, através de estudos relacionados às próprias plantas, como a necessidade de substratos que cada uma necessita para o crescimento e também a delimitação da expansão de suas raízes, para não comprometer o espaço e estrutura das torres. Também era de extrema importância analisar a compatibilidade da vegetação com o ser humano, evitando a proliferação de alergias e de fauna indesejada próxima aos apartamentos. (ISHWEEN, 2021).

Segundo Keller e Calabrese (2015), para uma aplicação bem sucedida da biofilia é preciso haver uma adesão consistente de alguns princípios fundamentais para a prática efetiva do design biofílico, como: 1. Requer um engajamento repetido e sustentado com a natureza; 2. Foca em adaptações humanas ao mundo natural que, ao longo da evolução, o tempo de evolução tem avançado a saúde, o condicionamento físico e o bem-estar das pessoas; 3. Incentiva um apego emocional a determinadas configurações e lugares; 4. Promove interações positivas entre as pessoas e a natureza que incentivam um senso de relacionamento aplicado e responsabilidade pelas comunidades humanas e naturais; 5. Incentiva o reforço mútuo, as soluções arquitetônicas interconectadas e integradas.

O Bosco Verticale é um exemplar notável do design biofílico, pois integra abundantemente elementos naturais em sua estrutura, como árvores e plantas nas varandas e fachadas. Essa abordagem arquitetônica não apenas embeleza o edifício, mas também promove benefícios ambientais e de bem-estar, exemplificando como a arquitetura pode harmonizar-se com a natureza para criar espaços urbanos mais saudáveis e conectados com o ambiente natural (ECOTELHADO, 2023).

Giacommelo e Valagussa (2015), apresentam um estudo sobre o complexo Bosco Verticale, no qual, é possível identificar algumas das espécies arbóreas utilizadas nas fachadas de ambas as torres do complexo. O Quadro 01, apresenta uma adaptação comentada destes dados.

Quadro 01 - Relação das principais espécies utilizadas e as fachadas em que foram implantadas.

Nome científico	Nome popular	Orientação solar (N, S, O, L)	Observações
Grande porte (Altura entre 5.5 - 6 metros)			
<i>Corylus colurna</i>	Avelã Turco	N, L, S	As espécies de grande porte utilizadas deveriam ser especialmente selecionadas para não possuírem grandes raízes e seu crescimento ser controlado durante o seu período de desenvolvimento.
<i>Fagus sylvatica</i>	Faia	N, L	
<i>Gleditsia triacanthos</i> "Sunburst"	Mel dourado Locust	N, S	
<i>Quercus ilex</i>	Azinho	S, O	
Médio porte (Altura entre 3 - 5 metros)			
<i>Acer campestre</i>	Ácer campestre	N, L	As espécies de médio porte também foram atentadas quanto ao seu crescimento e de suas raízes, embora o seu desenvolvimento possa ser mais facilmente contido para formação do bosque, como projetado. Outro ponto importante está relacionado à sua floração, onde boa parte das espécies são caducifólias, ou seja, perdem as suas folhas nos períodos mais frios, permitindo que o sol penetre nos interiores das torres, além de permitir variação na tonalidade de suas copas durante as estações do ano.
<i>Amelanchier</i>	Árvore de pombo / Pêra corvo	N, O	
<i>Cladrastis lutea</i>	Amarelinho	S	
<i>Fraxinus ornus</i>	Freixo de flor	O, S	
<i>Laburnum alpinum</i>	Laburno-Alpino	N, O	
<i>Malus "Golden Hornet"</i>	Malus	O, N	
<i>Malus "Red Jewel"</i>	Malus vermelha	S	
<i>Olea europaea sylvestris</i>	Oliveira-brava	L, S, O	
<i>Parrotia persica</i>	Árvore de ferro	L	
<i>Prunus subhirtella</i>	Sakura de inverno	N, L	
<i>Prunus subhirtella</i> "Autumnalis"	Pendula	L	
Pequeno porte e arbustos longos (Altura entre 1.75 - 2 metros)			
<i>Arbutus unedo</i>	Medronheiro	S, O	As espécies de pequeno porte e arbustos compuseram os fechamentos do bosque vertical. Foram selecionadas algumas espécies específicas que não necessitam de insolação direta para serem colocadas na face sul da edificação.
<i>Cotinus coggygri</i>	Árvore-fumaça	N, O	
<i>Lagerstroemia indica</i>	Resedá	N	
<i>Magnolia sellata</i>	Magnólia-estrelada	N	
<i>Olea fragrans</i>	Jasmim-do-imperador	S	
<i>Punica granatum</i>	Romeira	S, O	
<i>Prunus progressiflora</i>	Prunus	S	
<i>Stewartia pseudocamellia</i>	Stewartia	O	

Fonte: Adaptado de Giacomello e Valagussa (2015, p.31).

Nota-se no Quadro 1, o cuidado com a média de altura característica da vegetação proposta, que facilmente se tornaria um empecilho para os moradores, caso extrapolassem as dimensões desejadas. Também pode-se verificar que a insolação presente no local foi um limitador para certas espécies que dependem de uma maior ou menor captação solar, bem como a relação vegetação/insolação/interiores.

Apesar do imenso cuidado com a autonomia da floresta vertical proposta por Boeri e sua equipe, a vegetação local ainda necessita de constantes cuidados e manutenções externas, para garantir o seu funcionamento e beleza, como unidade de conservação. Destacando-se

limitantes, que se dão pela própria arquitetura das torres, a altura de cerca de 118 metros da torre mais alta, dificulta a nutrição de muitas plantas, que podem requerer 20% a mais de água para manterem-se saudáveis. “Aqueles mais no alto, sujeitas à altas velocidades de vento e diferentes pressões ambientais, estão sob maior estresse do que aquelas nos andares mais baixos” (GIACOMELLO; VALAGUSSA, 2015, n.p.).

A captação de CO² pelas fachadas vivas são, com certeza, muito positivas para a cidade de Milão, porém, não se pode negar o fato de que o complexo possui grande incorporação de carbono, afinal, é completamente estruturado por concreto armado. De acordo com o grupo UGREEN (2022), a área das sacadas onde se encontram o maior número de espécies arbóreas, é de cerca de 8900m² e, considerando que 1m³ construído em concreto armado gera cerca de 397,18 Kg de CO², apenas a construção das sacadas que estruturam a floresta vertical, emitiu mais de 900 toneladas de carbono para a atmosfera.

Ainda assim, embora a sua forma construtiva não a torne um modelo perfeito, o Bosco Verticale é capaz de promover a recuperação atmosférica graças a suas características sustentáveis e a presença de grande quantidade de vegetação, diferente de edificações contemporâneas convencionais.

5 CONCLUSÃO

Uma análise bibliográfica da infraestrutura verde no Edifício Bosco Verticale revela um panorama rico em benefícios tangíveis e intangíveis. As fachadas verdes não apenas adornam a arquitetura, mas também desempenham um papel crucial na mitigação dos impactos ambientais urbanos, desde a redução da pegada de carbono, até a melhoria da qualidade do ar e a promoção da biodiversidade local. Contudo, essa jornada não está isenta de desafios, há questões que requerem atenção, como o gerenciamento adequado da irrigação, bem como, o planejamento adequado do sistema de plantio da vegetação e a manutenção contínua destas fachadas. Além disso, a necessidade de colaboração entre múltiplos indivíduos, desde arquitetos e urbanistas, até autoridades municipais e comunidades locais, é um elemento fundamental para o sucesso destes empreendimentos.

Este estudo destaca a importância da pesquisa contínua e do desenvolvimento de tecnologias inovadoras para aprimorar a eficácia das fachadas verdes. Também ressalta a necessidade de políticas urbanas que incentivem e apoiem a implementação de infraestruturas verdes, tornando-as não apenas uma escolha estética, mas uma parte essencial do planejamento urbano sustentável. Ao se olhar para o futuro, este estudo serve como uma bússola, oferecendo motivação para a concepção de projetos de arquitetura sustentável e infraestrutura verde.

A compreensão mais aprofundada dos desafios e das soluções fornecidas por essa análise, abraça descobertas e lições aprendidas, onde pode-se almejar uma paisagem urbana que não apenas acolha a natureza, mas também prospere em simbiose com ela. A visão projetual do complexo residencial Bosco Verticale é mais do que uma obra-prima arquitetônica, é um farol que ilumina o caminho de arquitetos e urbanistas em direção a um futuro urbano mais sustentável e harmonioso para todos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABREU, Loyde Vieira. **Estudo do raio de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. Campinas**, 2008, 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

ANSA. *Il Bosco Verticale cresce anche ad Utrecht - Arte - Ansa.it*. 2023. Disponível em: https://www.ansa.it/sito/notizie/cultura/arte/2023/05/24/il-bosco-verticale-cresce-anche-ad-utrecht_33133e1f-6a4c-49fb-9ce3-8b5dc59f8be7.html. Acesso em: 28 dez. 2023.

ARCHDAILY. **Edifício Bosco Verticale / Boeri Studio**. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acesso em: 28 dez. 2023.

ARQUITECTURAY EMPRESAS. *“Bosco Verticale” de Boeri Studio*. 2014. Disponível em: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/bosco-verticale-de-boeristudio>. Acesso em: 28 dez. 2023.

ARUP. **Bosco Verticale**. 2023. Disponível em: <https://www.arup.com/projects/bosco-verticale>. Acesso em: 28 dez. 2023.

BOERI, Stefano. *A vertical forest – instructions booklet for the prototype of a forest city*. Milão: Corraini. 2015.

BOERI STUDIO [Bosco Verticale / Boeri Studio] **08 Dez 2015**. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acessado 28 Dez 2023.

CIDADE E JARDIM. ROCHA, S. **Varandas, paredes e telhados verdes na mira de arquitetos e urbanistas**. 2022. Disponível em: <https://institucidadejardim.wordpress.com/2015/07/23/varandas-paredes-e-telhados-verdes-na-mira-de-arquitetos-e-urbanistas/>. Acesso em: 28 dez. 2023.

CNN BRASIL. **Mais de 61 mil europeus podem ter morrido durante ondas de calor do verão passado, mostra pesquisa**. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/mais-de-61-mil-europeus-podem-ter-morrido-durante-ondas-de-calor-do-verao-passado-mostra-pesquisa/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

ECOTELHADO. **Conheça o edifício Bosco Verticale**. 2023. Disponível em: <https://ecotelhado.com/blog/conheca-o-edificio-bosco-verticale/>. Acesso em: 28 dez. 2023.

GIACOMELLO, Elena; VALAGUSSA, Massimo. *Vertical Greenery: evaluating the High-rise Vegetation of the bosco Verticale, Milan*. Published in conjunction with the Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH), Arup, and Università Iuav di Venezia, 2015.

GRISE, M. M. **Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial**. 2015. Tese de Doutorado. Tese, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 147p.

ISHWEEN, Ar. *Page Grays to greens: A place where humans and nature coexist. A case study of Bosco Verticale, Milan*. CT institute of Architecture and Planning, Jalandhar, Punjab, India. 2021. Disponível em: <https://journalsacfa.apeejay.edu/index.php/descriptio/article/view/5> Acesso em: 28 dez. 2023.

KELLER, Stephen R.; CALABRESE, Elizabeth F.. **A prática do design Biofílico**. National Academy of Sciences. Washington, DC. EUA. 2015.

MARX, Roberto Burle. **Arte & Paisagem**. José Tabacow (org.). São Paulo: Studio Nobel, 2004.

PEDROTTI, Gabriel. **Edifício Bosco Verticale**. 08 de Dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.

SOUSA, Rogério. **Jardins Verticais - um contributo para os espaços verdes urbanos e oportunidade na reabilitação do edificado**. Tese de mestrado da Universidade Lusófona. Porto, 2012.

SUSTENTARQUI, R. **O incrível edifício " Bosque Vertical " em Milão**. 2014. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/bosque-vertical-em-milao/>. Acesso em: 28 dez. 2023.

SHINZATO, Paula. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

STEFANO BOERI ARCHITETTI. **Bosco Verticale Wins The CTBUH Worldwide Award 2015**. 2015. Disponível em: <https://www.stefanoberiarchitetti.net/en/news/bosco-verticale-wins-the-ctbuhworldwide-award-2015/>. Acesso em 05 out. 2023.

UGREEN. **O quão sustentável é o Bosco Verticale?**. YouTube. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ab7egKZEIYQ>. Acesso em: 28 dez. 2023.