



Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade

Revista Latinoamericana de Ambiente Construido y Sostenibilidad

ISSN 2675-7524 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Espanhol / Edición en Portugués y Español - v. 5, n. 21, 2024

Sustentabilidade urbana: Análise da Legislação para simulação do potencial de implantação de telhados verdes no bairro do Brás - SP

Urban Sustainability: Analysis of Legislation for simulating the potential implementation of green roofs in the Brás Neighborhood - SP

Sostenibilidad Urbana: Análisis de la Legislación para simular el potencial de implementación de techos verdes en el Barrio de Brás - SP

Vitor Vieira Tomioka

Engenheiro Civil, UFSCar, Brasil.

vitor.tomioka@estudante.ufscar.br

Douglas Barreto

Professor Doutor, UFSCar, Brasil.

dbarreto@ufscar.br

**RESUMO**

O estudo investiga o potencial dos telhados verdes como elemento de contribuição para a sustentabilidade urbana, por meio de uma análise do panorama das legislações internacionais e nacionais vigentes, e utilizando critérios comuns encontrados para a aplicação no estudo de caso do potencial de implantação de telhados verdes no Brás, bairro da região central da cidade de São Paulo. A primeira etapa consistiu em uma revisão legislativa do Brasil e de países desenvolvidos no assunto de telhados verdes, demonstrando a disparidade existente, e sugere que um enfoque híbrido, combinando políticas obrigatórias para novas construções e incentivos para construções existentes, pode ser a chave para uma adoção generalizada e eficaz de telhados verdes. Por fim, realizou-se simulações de critérios definidos a partir da revisão legislativa, buscando entender quais delas apresentam maior potencial de adesão de acordo com o contexto das construções. Por exemplo, o critério 2 (construções com mais de 2.000 m² de área) apresentou uma área potencial de aplicação de telhados verdes 23% menor do que o critério 1 (prédios com 4 pavimentos ou mais), mas abrange 94% menos lotes, tornando menos onerosa a fiscalização pelos órgãos públicos. Assim, essa abordagem equilibrada considera as complexidades do desenvolvimento urbano, reconhecendo a necessidade de diferentes estratégias para atingir um ambiente construído mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Telhados Verdes. Legislação. Sustentabilidade Urbana.

SUMMARY

The study investigates the potential of green roofs as a contributing element to urban sustainability through an analysis of the current international and national legislation landscape and using common criteria found for application in the case study of the potential implementation of green roofs in Brás, a neighborhood in the central region of São Paulo city. The first stage consisted of a legislative review of Brazil and developed countries on the subject of green roofs, demonstrating existing disparities, and suggesting that a hybrid approach, combining mandatory policies for new constructions and incentives for existing constructions, may be key to widespread and effective adoption of green roofs. Finally, simulations of criteria defined from the legislative review were conducted to understand which present the greatest potential for adoption according to the context of the constructions. For example, criterion 2 (buildings with more than 2,000 m² of area) showed a potential green roof application area 23% smaller than criterion 1 (buildings with 4 floors or more), but it encompasses 94% fewer lots, making public supervision less burdensome. Thus, this balanced approach considers the complexities of urban development, recognizing the need for different strategies to achieve a more sustainable built environment.

KEYWORDS: Green Roofs. Legislation. Urban Sustainability.

RESUMEN

El estudio investiga el potencial de los techos verdes como elemento de contribución a la sostenibilidad urbana, mediante un análisis del panorama de las legislaciones internacionales y nacionales vigentes, y utilizando criterios comunes encontrados para la aplicación en el estudio de caso del potencial de implementación de techos verdes en Brás, un barrio de la región central de la ciudad de São Paulo. La primera etapa consistió en una revisión legislativa de Brasil y de países desarrollados en el tema de techos verdes, demostrando la disparidad existente, y sugiere que un enfoque híbrido, combinando políticas obligatorias para nuevas construcciones e incentivos para construcciones existentes, puede ser la clave para una adopción generalizada y eficaz de techos verdes. Finalmente, se realizaron simulaciones de criterios definidos a partir de la revisión legislativa, buscando entender cuáles de ellos presentan mayor potencial de adopción de acuerdo con el contexto de las construcciones. Por ejemplo, el criterio 2 (construcciones con más de 2,000 m² de área) presentó un área potencial de aplicación de techos verdes 23% menor que el criterio 1 (edificios con 4 pisos o más), pero abarca 94% menos lotes, haciendo que la supervisión pública sea menos onerosa. Así, este enfoque equilibrado considera las complejidades del desarrollo urbano, reconociendo la necesidad de diferentes estrategias para lograr un entorno construido más sostenible.

PALABRAS CLAVE: Techos Verdes. Legislación. Sostenibilidad Urbana.



1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das cidades, especialmente nos grandes centros urbanos, tem gerado desafios ambientais e urbanos relacionados à escassez de áreas verdes e à falta de equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a preservação do meio ambiente. A expansão desordenada, o aumento da impermeabilização do solo e a redução das áreas verdes comprometem a qualidade de vida nas cidades. Diante desse cenário, os telhados verdes emergem como uma alternativa promissora, capaz de reintegrar elementos naturais nos espaços urbanos e proporcionar benefícios ambientais expressivos (DAU DA; ALIBABA, 2019).

Telhados verdes, também conhecidos como telhados vivos ou ecotelhados, representam uma inovadora abordagem arquitetônica que combina harmoniosamente a construção urbana com a natureza. Essa prática consiste na instalação de uma camada de vegetação sobre a cobertura de edifícios, sendo plana ou ligeiramente inclinada, conferindo-lhes uma série de benefícios ambientais e estéticos, de acordo com Sousa (2021).

Considerando o atual contexto em que a maior parte da população já reside predominantemente em áreas urbanas, as considerações socioambientais desempenham e continuarão a desempenhar um papel cada vez mais crucial na formulação das políticas públicas voltadas para o meio ambiente nas cidades (DA SILVA, 2003, p. 12). É importante destacar que a Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988), em seus princípios fundamentais, estabelece a proteção ao meio ambiente como um dever do Estado e da coletividade.

Além disso, o Código Civil brasileiro (BRASIL, 2002), ao abordar direitos e deveres, destaca a responsabilidade civil por danos ambientais, sublinhando a necessidade de preservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Assim, a interseção entre a legislação federal e as preocupações socioambientais destaca a imperatividade de abordagens integradas para enfrentar os desafios ambientais nas áreas urbanas.

Diante desse cenário, este trabalho propõe uma análise sobre os telhados verdes como elemento de contribuição para a sustentabilidade urbana. E a relevância deste estudo reside na análise do panorama das legislações internacionais consolidadas e das legislações municipais em vigor, evidenciando o estágio avançado e consolidado das políticas estrangeiras em contraste com a fase de construção e desenvolvimento dessas diretrizes no contexto brasileiro. Também conta com um estudo de potencial de aplicação de critérios para telhados verdes em um bairro no centro da cidade de São Paulo. Assim, essa análise visa não apenas compreender as lacunas existentes nas políticas nacionais, mas também identificar como adaptar e implementar os modelos e critérios bem-sucedidos em outros países para a realidade brasileira.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar o potencial do emprego dos telhados verdes como um elemento de contribuição para a sustentabilidade urbana, por meio de uma revisão comparativa entre políticas internacionais e nacionais, para a implantação de telhados verdes em um bairro no centro da cidade de São Paulo.



3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Tipos de telhados verdes

No que se refere aos materiais utilizados, ainda segundo Naranjo et al. (2020), os telhados verdes são compostos por: camada de vegetação, substrato, filtro, camada de drenagem, barreira anti raiz e membrana impermeável. A seleção adequada desses materiais é essencial para garantir a eficiência do sistema, a retenção de água e a durabilidade da cobertura.

O Quadro 1 a seguir aborda as principais características em função do tipo dos telhados verdes (extensivos, intensivos e semi-intensivos).

Quadro 1 – Critérios em função dos tipos de telhados verdes

Características	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
Manutenção	Baixa	Periodicamente	Alta
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Arbustivo	Arbóreo
Altura do substrato	< 100 mm	100 - 200 mm	> 200 mm
Carga superficial	até 100 kg/m ²	100 - 700 kg/m ²	700 - 1.200 kg/m ²
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: Adaptado de Rola et al. (2008)

Em pesquisa realizada no site da ABNT (2024), não foi identificada a existência de normas técnicas (NBR) para a construção de telhados verdes.

3.2 Tipos de incentivos governamentais e cenário por continente

No estudo, *Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentive* (LIBERALESSO et al., 2020), que aborda uma revisão dos incentivos para paredes e telhados verdes ao redor do mundo, os classifica da seguinte forma:

- Redução de taxas;
- Financiamento;
- Permissão de construção;
- Certificado de sustentabilidade;
- Obrigatório por lei;
- Agilização dos processos administrativos.

Ainda nesta obra, das 143 políticas de incentivo, de 113 cidades dos 19 países em 4 continentes analisadas, o levantamento apontou que a concentração estava na Europa e América do Norte, com 71 e 40 políticas, respectivamente. Resultado condizente com o esperado, uma vez que são os continentes com mais países de referência no assunto de telhados verdes.

Liberalesso et al. (2020) ainda aponta que a distribuição das categorias dessas políticas na Europa foi de predominância de “Financiamentos”, mais especificamente os subsídios,



representando 85% de suas políticas. Para a América do Norte a distribuição é mais homogênea entre todas as formas de políticas definidas.

Na América do Sul, das 13 políticas sondadas, foi denotado que 31% são de redução de taxas de propriedade (desconto no IPTU) e 0% de “Financiamentos”, onde esse último é o maior representante da Europa.

3.3 Ferramentas para análise de espaços urbanos

3.3.1 GeoSampa

O GeoSampa é um sistema de informações geográficas (SIG) desenvolvido pela Prefeitura de São Paulo, composto por um conjunto de dados geoespaciais, como mapas, imagens aéreas e dados cadastrais. O sistema é utilizado para diversos estudos, inclusive por diversos órgãos da Prefeitura (SVMA, 2020).

No sistema, dentre as possibilidades, existe uma camada chamada “Mapeamento da Cobertura Vegetal 2020” que, através de um mapeamento digital com modelagem digital 3D da cobertura vegetal e a utilização de fotointerpretação de imagens, identificou as áreas de cobertura vegetal da cidade de São Paulo. Vale ressaltar que os telhados verdes não estão contemplados na vetorização desta camada por não representar vegetação diretamente assentada sobre o solo (SVMA, 2020).

Além disso, o sistema também conta com a informação das edificações construídas e suas respectivas áreas e alturas, dados esses que serão fundamentais para o estudo do potencial de aplicação de telhados verdes que é realizado no presente trabalho.

3.3.2 QGIS

O QGIS é um sistema de informações geográficas (SIG) gratuito e de código aberto, que permite visualizar, editar e analisar dados geoespaciais. Os dados georreferenciados são dados com uma localização geográfica, como mapas, imagens aéreas, dados cadastrais e dados de sensoriamento remoto (QGIS, 2024).

O QGIS é usado por órgãos governamentais, empresas e organizações sem fins lucrativos.

Se torna a ferramenta ideal para tratar os dados extraídos do GeoSampa que utiliza a mesma linguagem SIG. Portanto, com a extração da camada “Mapeamento da Cobertura Vegetal 2020” e dos dados de loteamento de área e altura, é importado ao software QGIS para realizar as simulações necessárias ao estudo proposto.

4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos no presente trabalho, será realizada a revisão do cenário dos tipos de legislações por continente e a aplicação por meio de softwares e banco de dados oficiais para realizar a análise de potencial de implantação de telhados verdes no bairro do Brás - São Paulo.

A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica da obra “Green infrastructure and public policies: an international review of green roofs and green walls incentives”, de Liberalesso (2020) para o cenário de cada continente, e da revisão bibliográfica das leis vigentes no Brasil.



A partir da análise da primeira etapa, busca-se identificar critérios relevantes e potenciais para iniciar a próxima etapa de estudo de caso com esses critérios em um bairro estrategicamente escolhido no centro de São Paulo. Essa simulação no estudo de caso, busca compreender a área potencial de aplicação de telhados verdes para cada critério utilizado e analisar os resultados relacionando a área potencial com o tipo de construção predominante em cada um deles, entendendo seu contexto para então produzir os pontos positivos e negativos de cada um deles.

A “área potencial” citada, entende-se como a soma das áreas dos topo das construções (aresta x aresta). Portanto, essa seria a possibilidade máxima de construção verde, mas deve-se observar que, em geral, apenas uma parte da área do telhado é preenchida por telhado verde. Além de não se comprometer com o tipo de telhado verde a ser utilizado devido à falta de especificação nas legislações existentes e pela necessidade de avaliar a estrutura para suportar cada tipo, não sendo possível realizar dentro dos parâmetros do presente trabalho.

Para a realização dessas simulações, os dados do GeoSampa (2024), citado na revisão bibliográfica, são introduzidos no software QGIS (2024) que permite tratá-las como necessário.

Também junto com a extração dos dados da camada “Mapeamento de Cobertura Vegetal 2020”, vêm as informações dos lotes, com suas respectivas alturas e áreas construídas. Assim, com os dados de altura das construções é possível, a partir da definição de uma altura média para o pé direito, definir o número de pavimentos e assim contemplar critérios legislativos relacionados ao número de pavimentos do prédio. Além disso, também é possível realizar o cálculo e separação pela área construída dos lotes, possibilitando o estudo de área total seguindo critérios legislativos definidos para a simulação do potencial de telhados verdes.

As informações extraídas no GeoSampa (2024) para o estudo, foram:

- Captação visual por satélite: “Ortofoto 2020 - PMSP RGB”
- Camada de limite administrativo: “Distrito”
- Camada verde: “Mapeamento da Cobertura Vegetal - 2020”
- Dados de altura e construção do lote que estão anexadas em todas as extrações feitas e aplicadas ao QGIS (2024).

5 ESTUDO DE CASO: POTENCIAL DE TELHADOS VERDES DO BAIRRO BRÁS-CIDADE DE SÃO PAULO

5.1 Características do Bairro do Brás, SP

O bairro do Brás, localizado na região central de São Paulo, possui uma área de 3,53 km² e uma população de 29.265 habitantes, segundo dados fornecidos pela Prefeitura da cidade de São Paulo (2023). O bairro é um grande polo comercial e está entre os 3 bairros com menor arborização viária da cidade (PRESTES, 2019).

Segundo o Mapa da Desigualdade (2019), o Brás aparece 23 vezes entre os 30 piores bairros da cidade em indicadores sociais, ambientais, econômicos, políticos e culturais que são avaliados por esse levantamento.

Essa situação contribui para a formação de uma ilha de calor. Segundo a Rede Nossa São Paulo (2017), a Avenida Celso Garcia, localizada na região do Brás, registrou uma diferença de temperatura 4 a 5°C maior do que no canteiro central da Avenida Sumaré, localizada na região de Perdizes. A Figura 1, a seguir, apresenta as imagens coletadas do GeoSampa e



mostram a diferença de arborização de cada região para ilustrar a relação direta com a formação das ilhas de calor.

Figura 1 - Áreas de cobertura vegetal da região de Perdizes e Brás



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

As imagens acima foram coletadas do GeoSampa, e contém a demarcação em roxo para as áreas de cobertura vegetal existentes em 2020.

Na esquerda está representada a região da Avenida Sumaré (linha em amarelo), evidentemente mais arborizada do que a região da Avenida Celso Garcia (linha em verde), à direita da imagem.

5.2 Análise do potencial de implantação de telhados verdes

Considerando o contexto da região do Brás, foi escolhido esse bairro para a composição do presente estudo de potencial de aplicação de telhados verdes.

O estudo de potencial foi realizado por meio de simulação da aplicação de critérios já existentes para as leis de telhados verdes apresentadas no capítulo anterior. Sendo realizadas simulações com três critérios, conforme Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Critérios e referências adotados para as simulações

Critério	Referências
1	Edificações com quatro ou mais pavimentos: critério comum ao projeto de lei vetada parcialmente nº 115/09 de São Paulo (2009), lei aprovada nº 090/13 de Niterói - RJ (2013), lei aprovada nº 18.112/15 de Recife - PE (2015) e lei estadual aprovada nº 10.047/13 de Paraíba (2013)
2	Construções acima de 2.000 m ² : critério adotado pela lei municipal de Toronto aprovada em 2009
3	Construções com quatro ou mais pavimentos e acima de 400 m ² de área: critério adotado pela lei nº18.112/15 de Recife - PE

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Nas simulações foram utilizados os dados do Geosampa, sistema de informações geográficas da cidade de São Paulo, e a ferramenta QGIS.



5.3 Resultados para o critério 1

O critério 1 abrange edificações com quatro ou mais pavimentos.

Para a determinação do número de pavimento das edificações no QGIS, definiu-se um pé direito do pavimento térreo como 4 metros e o restante com 3 metros para cada pavimento. Assim, na cor laranja escuro em destaque estão representados os edifícios com 4 ou mais pavimentos, ou seja, 10 metros ou mais. A Figura 2, a seguir apresenta os resultados para o critério 1.

Figura 2 - Número de pavimentos das edificações do Brás



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A área total potencial de telhados verdes para esse critério é de 525.560 m², o que representa 25% da área de lotes construídos dessa região, e estão distribuídos em 1582 lotes.

5.4 Resultados para o critério 2

O critério 2 abrange construções com mais de 2.000 m², e as construções foram divididas em três categorias:

- 0 a 400 m²;
- 400 a 2.000 m²;
- acima de 2.000 m².

O intuito dessa divisão de 400 a 2.000 m² foi possibilitar uma visualização extra para o caso das leis que têm o critério de construções com área maior que 400 m², como a de Recife (PE). A Figura 3, a seguir apresenta o resultado da simulação.



Figura 3 - Área construída das edificações do Brás



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A área total potencial de telhados verdes para esse critério é de 388.060 m², o que representa 19% da área de lotes construídos dessa região, e estão distribuídos em 91 lotes.

5.5 Resultados para o critério 3

Este abrange construções com quatro ou mais pavimentos e maiores de 400 m², sendo que para a determinação do número de pavimento das edificações no QGIS, foi adotado, como no Critério 1 (6.3), definir um pé direito do pavimento térreo como 4 metros e o demais com 3 metros para cada pavimento. Foi também realizada a separação de áreas com 400 m² ou mais. A Figura 4, a seguir apresenta o resultado da simulação.

Figura 4 - Área construída das edificações do Brás



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024



A área total potencial de telhados verdes para esse critério é de 275.640 m², o que representa 13% da área de lotes construídos dessa região, e estão distribuídos em 275 lotes.

5.6 Resultados compilados

Os resultados obtidos na simulação dos três critérios aplicados foram compilados e o resultado está apresentado no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Compilação dos resultados para cada critério

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Área Potencial (m ²)	526.000	388.000	276.000
% da Área Potencial em relação ao total	25%	19%	13%
Total de lotes	1582	91	275

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

6 ANÁLISES E DISCUSSÕES

O panorama legislativo internacional de telhados verdes conta com um maior equilíbrio entre as políticas obrigatórias e as de incentivo. E se faz relevante exaltar que as políticas de incentivo, por muitas vezes, estão atreladas a financiamentos diretos, com verba para subsidiar financeiramente o valor de implantação de telhados verdes, e com valor relativo ao tamanho da cobertura verde realizada.

No âmbito nacional, o padrão é de uma predominância de políticas obrigatórias e poucas políticas de incentivo financeiro direto. No caso das leis de incentivo, estão relacionadas apenas a baixos subsídios no IPTU, como o projeto de IPTU Verde, na qual o uso de telhados verdes representa apenas a fração de 3% de desconto. No caso da lei complementar de incentivo fiscal de Santos (2015), além do desconto máximo de 10% para projetos novos, a lei ainda apresenta a validade desse subsídio por apenas 3 anos.

Esse cenário é reforçado pelo estudo de Liberalesso et al. (2020) que aponta que a distribuição das categorias dessas políticas na Europa possui predominância dos “Financiamentos”, mais especificamente os subsídios financeiros e diretos do valor de implantação de telhados verdes, representando 85% de suas políticas. Para a América do Norte a distribuição é mais homogênea entre todas as formas de políticas definidas. Enquanto que para a América do Sul, das 13 políticas sondadas, foi denotado que 31% são de redução de taxas de propriedade (desconto no IPTU) e 0% de “Financiamentos”, o maior representante da Europa.

A partir do estudo legislativo, possibilitou-se iniciar o estudo de potencial de implantação de telhados verdes, por meio de simulação da aplicação de três critérios já existentes para as leis de telhados verdes.

Onde, na análise visual do mapa gerado pelo critério 1 (4 ou mais pavimentos), é possível notar que atinge, em geral, lotes menores e por muitas vezes não comerciais, mas bem distribuída pelos quarteirões da região.



O critério 2 (maior que 2.000 m²) em comparação com o critério 1, apresenta uma área total potencial menor. Entretanto, são lotes de grandes centros comerciais e industriais, e que contém também a área institucional da estação Brás de CPTM e Metrô, escolas e universidades.

Devido à necessidade de um aporte financeiro relevante para os projetos de telhados verdes, esse perfil de uso da construção que vemos nessa configuração de critério acima, facilita a viabilização da implantação dos telhados verdes na cidade, se comparado ao perfil de edifícios residenciais visto no critério 1. Vale mencionar também o favorecimento para a realização menos onerosa de fiscalização por parte dos órgãos públicos e reguladores.

Ao analisar o critério 3 (4 pavimentos ou mais e maior que 400 m²), comparado com os critérios 1 e 2, apresenta ser o critério menos interessante em diversos aspectos. Apesar de bem distribuída, ela traz o menor potencial de telhados verdes e, devido à condição de construções com 4 pavimentos ou mais, deixa de abranger grandes galpões comerciais e industriais que são ótimos potenciais de aplicação e com maior qualificação financeira para adesão à essa implantação.

No Quadro 2 fica reforçado que o critério 3 possui a menor área potencial e não apresenta o menor total de lotes, o que denota mais um ponto negativo para esse critério.

Ao analisar a comparação entre o critério 1 e 2, nota-se que a área potencial do critério 2 é 26% menor do que a área potencial do critério 1. Em contrapartida, o total de lotes contemplados é 94% menor do que o critério 1 (91 contra 1582 lotes), isso quer dizer que se torna significativamente menos oneroso para a implantação e fiscalização pelos órgãos públicos, além desses lotes representar em sua maioria galpões comerciais e industriais, que apresentam maior poder financeiro e pode possuir um maior interesse em obter certificados ambientais e incentivos fiscais de diminuição de IPTU e outras taxas, por exemplo.

Utilizando o potencial de telhados verdes calculado para o critério 1 e pressupondo a adesão e implantação de 50% desse potencial com cobertura vegetal, obtemos um valor de 263.000 m². Essa área representa 12,5% da área total construída do Brás, na qual em sua maioria é de cobertura cinza ou preta que, a partir de tabelas de valores gerais de absorção da Associação Brasileira de Normas Técnicas, teríamos a redução em 12,5% da área construída do Brás saindo de uma absorção da radiação solar de 97% para 13% com os telhados verdes. Isso reduz o efeito térmico causado pela absorção de calor do concreto em grandes concentrações urbanas.

Além disso, Liu e Coffman (2016) observaram uma redução de 62% do escoamento superficial, o que retardou o escoamento e reduziu as vazões de pico, gerando o controle desejado. Portanto, seriam 12,5% da área construída e impermeável do Brás, realizando também uma amortização das enchentes recorrentes da região que devasta os comércios em picos de precipitação na cidade de São Paulo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo proporcionou uma análise das legislações e incentivos para telhados verdes, explorando tanto o cenário internacional quanto o nacional. Ao iniciar com uma revisão do panorama global, constatou-se que, diferentemente das práticas europeias, o Brasil ainda carece de incentivos financeiros diretos, destacando-se a falta de subsídios governamentais para a construção de telhados verdes. Observa-se que, no Brasil, os avanços são recentes, e baseada em incentivos fiscais financeiramente limitados que não despertam



interesse relevante, como a possibilidade de apenas até 10% de desconto no IPTU em alguns locais.

Nota-se que distintas abordagens são necessárias para impulsionar a adoção dessa prática sustentável em diferentes contextos. A imposição de políticas obrigatórias em cidades como Recife (PE), Guarulhos (SP) e Niterói (RJ) surge como um direcionamento para garantir que as novas construções incorporem telhados verdes desde os estágios iniciais de seus projetos.

Essas políticas obrigatórias são estratégias poderosas para alinhar as novas construções com padrões sustentáveis, contribuindo para a criação de ambientes urbanos mais ecológicos desde a concepção. A imposição de regras desde o início do processo construtivo não apenas simplifica a implementação, mas também estabelece uma cultura de práticas sustentáveis desde a fase inicial dos projetos.

Por outro lado, as políticas de incentivo e os certificados ambientais emergem como ferramentas valiosas para promover a adesão de telhados verdes em construções já existentes. Essas estratégias oferecem um caminho viável para alterar o cenário urbano existente, fornecendo benefícios financeiros e reconhecimento para aqueles que optam por adaptar práticas sustentáveis.

Assim, conclui-se que um enfoque híbrido, combinando políticas obrigatórias para novas construções e incentivos para construções existentes, pode ser a chave para uma adoção generalizada e eficaz de telhados verdes. Essa abordagem equilibrada considera as complexidades do desenvolvimento urbano, reconhecendo a necessidade de diferentes estratégias para atingir um ambiente construído mais sustentável.

A segunda etapa do estudo concentrou-se na identificação de critérios relevantes para simulações no bairro do Brás, em São Paulo. Ao analisar prédios com “quatro ou mais pavimentos”, construções com “mais de 2.000 m²” e prédios com “quatro ou mais pavimentos e mais de 400 m²”, identificou-se que o critério 3 apresentou-se menos atrativo, possuindo menor área potencial, e ainda não apresenta o menor número de lotes contemplados, o que também é um fator negativo. Dentre os demais critérios, o critério 2 mostrou-se mais promissor, apesar da menor área potencial, devido ao menor número de lotes contemplados, indicando uma potencial efetividade e menor onerosidade para implantação e fiscalização pelos órgãos públicos.

Em detalhe, destaca-se a vantagem do critério 2 sobre o critério 1, pois, mesmo com 23% a menos de área potencial, apresenta um número significativo de 94% menos lotes contemplados em relação aos resultados do primeiro critério. Adicionalmente, o perfil das construções contempladas por este critério 2, majoritariamente galpões comerciais e industriais, sugere maior poder financeiro e um possível interesse mais elevado em obter certificados ambientais e incentivos fiscais.

Importante ressaltar que, apesar da análise comparativa com o cenário internacional, a adoção de legislações e incentivos precisa alinhar-se totalmente com a realidade do país, considerando fatores financeiros, educacionais e geográficos. A ausência de um acompanhamento oficial do número de telhados verdes no Brasil e em outros países, também foi evidenciada, o que dificulta conclusões mais precisas. Também se ressalta que o telhado verde é apenas uma das alternativas em busca da sustentabilidade urbana, composto por um leque de opções que devem caminhar de mãos dadas com a gestão hídrica, energias sustentáveis, entre outros.



Sugere-se a expansão do estudo para outras regiões do Brasil, avaliando se os critérios mantêm resultados e conclusões similares em áreas menos populosas e com perfis de uso de propriedade distintos do Brás. Este estudo representa um ponto de partida para a compreensão das nuances e desafios relacionados à implantação de telhados verdes no contexto brasileiro, ressaltando a necessidade de avanços legislativos e de políticas específicas para promover a sustentabilidade urbana.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. 2024. Disponível em: <<https://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

ALIBABA, H. **Green roof benefits, opportunities and challenges**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/338231117_GREEN_ROOF_BENEFITS OPPORTUNITIES_AND_CHALLENGES>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRASIL. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constitucional/constitucional.htm>. Acesso em: 16 dez. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 6 dez. 2023.

DA SILVA, S. T. **Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana**. 2003.

GEOSAMPA. **GeoSampa: Sistema de Informações Geográficas do Município de São Paulo**. 2020. Disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#<. Acesso em: 18 jan. 2024.

GUARULHOS. **Lei Municipal nº 1037/12**. Exige a implantação de telhados verdes em novos projetos de construção edificados, residenciais ou não, com mais de 3 unidades agrupadas. Guarulhos, 2015.

LIBERALESSO, Tiago et al. **Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives**. Land use policy: The International Journal Covering All Aspects of Land Use, n. 96, p. 24, 2020.

LIU, R. & COFFMAN, R. **Lightweight Aggregate Made from Dredged Material in Green Roof Construction for Stormwater Management**. Materials, v. 9, n. 8, p. 611, 2016.

Mapa da Desigualdade. **São Paulo - Região +Brás**. 2019. Disponível em: https://www.redesocialdecidades.org.br/SP/sao-paulo/regiao/+bras?valid_from_desc=2019-01-01. Acesso em: 18 jan. 2024.

NARANJO, A., COLONIA, A., MESA J., MAURY, H., MAURY-RAMÍREZ, A. **State-of-the-Art green roofs: technical performance and certifications for sustainable construction**. 2020

Nossa São Paulo. **Em SP, árvores ocupam apenas 11,7% das ruas; bairros expõem contrastes**. 31 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.nossasaopaulo.org.br/2017/07/31/em-sp-arvores-ocupam-apenas-117-das-ruas-bairros-expoem-contrastates/>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PARAÍBA. **Lei nº 10.047/13**. Exige aos projetos de condomínios edificados, residenciais ou não, com mais de 3 (três) unidades agrupadas, a implantação de telhados verdes. Paraíba, 2015.

PRESTES, C. **Região central de SP concentra bairros com menos árvores; veja como pedir mais verde à prefeitura**. G1, 23 set. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/verdejando/noticia/2019/09/23/regiao-central-de-sp-concentra-bairros-com-menos-arvores-veja-como-pedir-mais-verde-a-prefeitura.ghtml>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

QGIS. **QGIS: Um Sistema de Informação Geográfica de Código Aberto**. Disponível em:



<https://qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 18 jan. 2024.

RECIFE. Lei nº 18.112/2015. Exige aos projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitionais com mais de 400 m² de área de cobertura, a implantação de "Telhado Verde" para sua aprovação. Recife, 2015.

ROLA, Sylvia Meimardou. A natureza como ferramenta para a sustentabilidade de cidades: Estudo da capacidade do sistema de natureza em filtrar a água de chuva. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/thesis/sylviarola.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2024.

SANTOS. Lei Complementar nº 913/2015. Concede incentivo fiscal à implantação de "coberturas verdes" nos edifícios do município, e dá outras providências. Santos, 2015.

SÃO PAULO. Projeto de Lei nº 115/09. Obrigatoriedade da instalação do "telhado verde" nos locais que especifica, e dá outras providências. São Paulo, 2015.

SVMA - Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Mapeamento Digital da Cobertura Vegetal do Município de São Paulo. 2020. Disponível em:

<[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/RelCobVeg2020_vFINAL_compressed\(1\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/RelCobVeg2020_vFINAL_compressed(1).pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2024.

SOUSA, et al. Os benefícios do telhado verde e a sua utilização pela construção civil. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 13, n. 2, 2021.