



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB**



**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
“CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**

Thamirys Dafne Tristão

**LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE SOBRE O USO DE
TELHADOS VERDES:
Impactos nas Mudanças Climáticas Urbanas e Discussões para Construção de
Políticas Públicas no município de São Paulo**

**São Paulo
2023**



Thamirys Dafne Tristão



**LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE SOBRE O USO DE
TELHADOS VERDES:
Impactos nas Mudanças Climáticas Urbanas e Discussões para Construção de
Políticas Públicas no município de São Paulo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, da Escola Superior da CETESB, como requisito para obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental.

Orientadora: Profa. Fernanda Senda

**São Paulo
2023**



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS

AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO



Aluno(a):	Thamirys Dafne Tristão	
Título do trabalho:	"LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE SOBRE O USO DE TELHADOS VERDES: Impactos nas Mudanças Climáticas Urbanas e Discussões para Construção de Políticas Públicas no município de São Paulo."	Turma: 2019

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Celina Franco Bragança Rosa Claudio	9	 Documento assinado digitalmente CELINA FRANCO BRAGANCA ROSA CLAUDIO Data: 20/03/2024 20:52:59-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br
Avaliador 2 Nome: Alessandro Augusto Dardin	9	 Documento assinado digitalmente ALESSANDRO AUGUSTO DARDIN Data: 20/03/2024 20:40:34-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br
Orientadora Nome: Fernanda Senda	9	 Documento assinado digitalmente FERNANDA SENDA Data: 20/03/2024 20:33:49-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br
Nota final	9	
Aprovado em	São Paulo, 20 de Março de 2024	

Ciência do aluno(a) nome:	Assinatura	Assinatura
---------------------------	------------	------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

T756L	<p>Tristão, Thamirys Dafne</p> <p>Levantamento do estado da arte sobre o uso de telhados verdes : impactos nas mudanças climáticas urbanas e discussões para construção de políticas públicas no município de São Paulo / Thamirys Dafne Tristão. – São Paulo, 2023.</p> <p>118 p. ; 30 cm.</p> <p>Orientadora: Profa. Fernanda Senda.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2023.</p> <p>Disponível também em: <http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>.</p> <p>1. Aquecimento global 2. Desenvolvimento sustentável 3. Gestão ambiental 4. Mudanças climáticas 5. Políticas públicas 6. São Paulo (SP) 7. Telhado verde I. Senda, Fernanda, Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.</p>
CDD (21. ed. Esp.)	551.525 3 816 1 363.738 74 816 1 693,3 816 1
CDU (2. ed. Port.)	504.7:692.412 (815.6)

Catálogo na fonte: Margot Terada – CRB 8,4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© 2024 CETESB.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345

Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, que permitiu que meus estudos me conduzissem a descobertas importantes.

À minha mãe e meu irmão, pela orientação em nunca parar de estudar, permitindo que boas coisas fossem conquistadas.

Ao meu tio, Miguel, pelo incentivo em cursar esta pós graduação independentemente dos obstáculos e desafios.

À minha orientadora Fernanda, querida e paciente, pela perseverança e calma ao longo da orientação, direcionamentos e construção deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, com quem convivi ao longo destes anos de curso, que mantiveram a união da turma e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica, cada um com sua especialidade de conhecimento.

RESUMO

O alto adensamento urbano do município de São Paulo, caracterizado pela numerosa presença de construções verticais e áreas pavimentadas/impermeabilizadas somado à geomorfologia e a ausência de áreas verdes repercutiu em mudanças do microclima local. Somado à pouca circulação do ar, tem-se como consequência o fenômeno conhecido como “ilha de calor”, cujo aquecimento superficial intenso ocorre principalmente no entorno da área centro-oeste paulistana, formando um anel que se ramifica ao sudeste do município. Fatores que comprometem a qualidade ambiental urbana no cenário de aquecimento global e necessitam ser mitigados para que a sociedade tenha acesso ao meio ambiente equilibrado e saudável, que é seu direito. A partir deste contexto este trabalho se propôs a apresentar as principais observações a respeito da implementação de telhados verdes como medida de adaptação em microescala para as mudanças climáticas, tendo como cenário o município de São Paulo e sua configuração urbana, de modo que a implementação deste tipo de telhado seja pensada como uma política pública, seguindo a agenda de Desenvolvimento Sustentável, já que os telhados verdes, além da função de absorver a radiação solar proporcionam uso e vitalidade aos espaços vazios e não utilizados nas coberturas das edificações. Deste modo, houve uma extensa revisão bibliográfica baseada em estudos acerca de telhados verdes (histórico, estruturas e tipologias, benefícios decorrentes de seu uso) para adaptação aos fenômenos de ilhas de calor, fundamentado em legislações internacionais e nacionais e casos de sucesso. Tais discussões servem para corroborar com avanços em estudos e estratégias de incentivo para implementação de telhados verdes a partir da contrapartida beneficiária (fiscal e/ou civil) por parte da gestão municipal.

Palavras-chave: Ilhas de calor; Telhados verdes; Políticas Públicas;

ABSTRACT

The high urban density of the city of São Paulo, characterized by the numerous presence of vertical constructions and paved/waterproofed areas, added to the geomorphology and the absence of green areas, had repercussions on changes in the local microclimate. In addition to the poor air circulation, there is a phenomenon known as "heat island", whose intense surface heating occurs mainly in the surroundings of the central-western area of São Paulo, forming a ring that branches off to the southeast of the city. Factors that compromise urban environmental quality in the scenario of global warming and need to be adapted so that society has access to a balanced and healthy environment, which is its right. From this context, this paper proposed to present the main observations regarding the implementation of green roofs as a microscale adaptation measure for climate change, having as a scenario the city of São Paulo and its urban configuration, so that the implementation of this type of roof is thought of as a public policy, following the Sustainable Development agenda, since green roofs, in addition to the function of absorbing solar radiation, provide use and vitality to empty and unused spaces on the roofs of buildings. Thus, there was an extensive literature review based on studies on green roofs (history, structures and typologies, benefits arising from their use) for adaptation of heat island phenomena, based on international and national legislation and success stories. Such discussions serve to corroborate advances in studies and incentive strategies for the implementation of green roofs based on the beneficiary counterpart (fiscal and/or civil) by the municipal management.

Keywords: Heat Islands; Green roofs; Public Policy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Formação da ilha de calor.....	35
Figura 2. Detalhamento de camadas e espessura de substrato para cobertura verdes extensivas e intensivas.	46
Figura 3. Diferenciação de plantas para diferentes tipologias de Telhados Verdes. .	47
Figura 4. Telhado Verde Intensivo - Campus Nacional para Arqueologia de Israel, Jerusalém.....	48
Figura 5. Telhado Verde Intensivo - Valeta, Malta.	48
Figura 6. Telhado Verde Extensivo.	49
Figura 7. Cenários de emissão que causam mudanças na temperatura.	57
Figura 8. Telhado verde em Bonn - Alemanha.....	59
Figura 9. Telhado Verde Inclinado em Armstad - Alemanha.....	60
Figura 10. Telhado vegetal em Vancouver - Canadá.....	63
Figura 11. Prefeitura verde de Chicago - Estados Unidos.	64
Figura 12. Telhado do West Coast Building, com folhagem que reduz o calor em Nova York - Estados Unidos.	65
Figura 13. Telhado Verde do Empresarial Charles Darwin.	67
Figura 14. Terraço Jardim do Ministério de Educação e Saúde - RJ.	68
Figura 15. Telhado verde no edifício Ana Costa, em Santos - SP	69
Figura 16. Ponto de ônibus ganha teto verde em Salvador - BA.....	70
Figura 17. Edifício Conde Matarazzo - SP	71
Figura 18. Telhado verde na sede da Cia. Hering, em Blumenau - SC.....	72
Figura 19. Sede do Sistema Fecomércio - RS	73
Figura 20. Mapa do uso do solo e classificação termal do município de São Paulo. 79	
Figura 21. Mapa de temperatura aparente da superfície de São Paulo.	83
Figura 22. Mapa de cobertura vegetal do município de São Paulo.	84
Figura 23. Vista aérea da divisa entre Paraisópolis e Morumbi, em SP.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características quanto ao tipo de telhado verde.	50
Quadro 2. Telhado Jardim e Telhado Verde. Uma comparação.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos Domicílios, por Faixas de cobertura vegetal (2020) e de Renda per capita, em Salários Mínimos (SM) (2000) segundo Distritos do município de São Paulo.....	89
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
art.	Artigo
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CO ₂	Dióxido de Carbono
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
<i>IGRA</i>	<i>Internacional Green Roof Association</i> = Associação Internacional dos Telhados Verdes.
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
<i>LEED</i>	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> = Liderança em Energia e Design Ambiental
Máx.	Máxima
Mín.	Mínima
O	Oeste
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PB	Paraíba
PDE	Plano Diretor Estratégico
PE	Pernambuco
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNODEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RS	Rio Grande do Sul
S	Sul
SEMIL	Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SM	Salário Mínimo
SP	São Paulo
SVMA	Secretaria do Verde e do Meio Ambiente
TCA	Termo de Compensação Ambiental
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social
ZEPAMs	Zonas Especiais de Proteção Ambiental

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
/m ²	por metro quadrado
cm	centímetro
dB	decibéis
kg/m ²	quilograma por metro cúbico
kg/m ³	quilograma por metro cúbico
km	quilômetro
km ²	quilômetro quadrado
m	metros
m ²	metro quadrado
mm	milímetros
n ^o	número
°	graus
°C	graus Celsius
p.	página

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	25
1.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) 11 E 13	29
2.2	EVENTOS CLIMÁTICOS E ILHAS DE CALOR.....	34
2.3	POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL	37
2.4	TELHADOS VERDES	44
2.4.1	Histórico da Utilização de Telhados Verdes	44
2.4.2	Estrutura e Tipologia	46
2.4.3	Telhados Verdes e ilhas de calor	52
2.4.4	Benefícios dos Telhados Verdes	54
2.5	PERSPECTIVA GERAL DE LEIS E CASOS DE SUCESSO NA IMPLEMENTAÇÃO DE TELHADOS VERDES	58
2.5.1	No Exterior	58
2.5.2	No Brasil.....	66
3	PROBLEMÁTICA: ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	74
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4.1	MITIGAÇÃO DO FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.....	82
4.2	PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS	95
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global tem sido motivo de grande preocupação entre estudiosos do tema. Historicamente, diversos países/estados/municípios priorizam o desenvolvimento econômico acima do desenvolvimento equilibrado dos pilares da sustentabilidade (economia, sociedade e meio ambiente).

Ao se agregar mais de uma localidade com os mesmos problemas, há possibilidade de acarretar Mudanças Climáticas que atingem uma escala maior que a original, uma vez que não se é possível controlar os fluxos de massas de ar.

Conforme Cook (2010) com o aquecimento do clima há o derretimento de geleiras aumentando o nível do mar, o que ameaça populações costeiras e o suprimento de água de milhões de pessoas, bem como a extinção de espécies em maior velocidade já vista na história, por não se adequarem tão rapidamente ao novo clima.

Como resultado do desenvolvimento do uso e ocupação do solo que ocorreu no município de São Paulo, devido à história de crescimento e urbanização rápida, não foi observado um aproveitamento mais eficiente do espaço construído.

Para Georgescu *et al.* (2014), a maneira com que as cidades escolhem expandir e desenvolver definem de modo significativo o quanto a sociedade terá êxito em adaptar-se às mudanças globais, pois as cidades são unidades fundamentais para adaptação e mitigação da mudança climática.

De acordo com estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) referentes ao Objetivo 11 da Organização das Nações Unidas, que se concentra em "Cidades e Comunidades Sustentáveis", há um indicador que avalia a proporção da população urbana que vive em assentamentos precários, informais ou em domicílios inadequados.

No estado de São Paulo, a taxa da população urbana que reside em locais inadequados chega à 23%. Essa situação é consequência da falta de condições habitacionais adequadas, incluindo infraestrutura insuficiente para a acomodação de toda a população necessária, negligência das autoridades municipais em relação aos impactos ambientais e a falta de aproveitamento das estruturas já existentes.

Conforme Sousa (2004), cidades mal planejadas enfrentam sérios desafios relacionados ao fenômeno conhecido como ilha de calor. O aumento da temperatura é uma consequência dos atributos estruturais que dificultam a identificação dos problemas, uma vez que essas áreas carecem de continuidade e homogeneidade. Elas são compostas por uma ampla variedade de materiais que refletem ou irradiam energia de modos diferentes. Isso decorre do contraste da paisagem urbana, que engloba diferentes materiais, como concreto e asfalto nas construções e vias, telhados de várias composições, áreas de solo exposto, espaços verdes, praças e árvores (IWAI, 2003).

É neste contexto em que as áreas urbanas assumem papel fundamental na mudança ambiental. Tanto para adaptação quanto para adaptação em microescala das mudanças climáticas.

Há possibilidade de reverter o cenário crítico de ilhas de calor, das quais os municípios contribuem a partir de seu planejamento ao implementar medidas de amenização, melhorando também a qualidade do ar. Georgescu *et al.* (2014), afirmam que as escolhas tomadas no próximo século vão guiar as mudanças globais a uma significativa exacerbação ou redução em seus impactos.

Os telhados verdes, além da função de absorver a radiação solar, promovem a adaptação em microescala do efeito das ilhas de calor, dão uso e vitalidade aos espaços vazios e não utilizados como telhados e lajes de empreendimentos, trazendo uma série de outros benefícios, que serão discutidos ao longo deste trabalho.

De acordo com Macedo e Franco (2014), o pesquisador Matei Georgescu, avaliou a capacidade de absorção do calor a partir do uso de telhados brancos e verdes, em que a combinação destas soluções nas cidades é capaz de neutralizar o aumento da temperatura.

Ainda a respeito dos benefícios, Machado, Britto e Neilla (2003) corroboram com a seguinte afirmação:

A cobertura vegetal tem como característica principal ser um material ativo às condições climáticas do meio onde se encontra. Esta particular característica é a diferença fundamental frente a outros materiais de construção, já que estes não interagem com o meio, mas estão impregnados pelas condições

que o permeiam. (MACHADO, BRITTO e NEILLA, 2003, p. 66. Tradução nossa¹).

Vecchia (2005, apud SAVI, 2012) destaca ainda que os telhados verdes ajudam a minimizar as flutuações de temperatura na estrutura em que são instalados, resultando em economias significativas nos gastos com aquecimento e resfriamento, ao mesmo tempo em que contribuem para a eficiência energética.

Araújo (2017) também aborda o uso recreativo e para entretenimento da população nestes espaços, sendo possível a recorrência até de valorização econômica do empreendimento.

Para contribuir com o direito de todos ao ambiente saudável e equilibrado, além das medidas de controle de emissões atmosféricas já colocadas em prática, nota-se que medidas complementares são necessárias, sobretudo no município de São Paulo, devido as consequências acarretadas pelo fenômeno de ilhas de calor.

1.1 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A partir deste contexto de mudanças climáticas e das formas de ocupação do solo urbano, este trabalho se propõe a apresentar os principais pontos a serem observados a respeito de telhados verdes, com fundamento em literaturas atuais disponíveis sobre o tema e avaliação dos benefícios da implantação deste modelo de construção.

Já, como objetivos específicos, visa-se a: apresentar a diversidade de tipos de telhados verdes; estudar as desvantagens e vantagens da sua construção; a partir de estudos técnicos, apresentar a contribuição de telhados verdes no microclima local e servir como fonte de futuras pesquisas para profissionais da área.

Desta maneira, será discutida como relação entre a ocupação do solo e a configuração urbana no município de São Paulo influenciam o microclima, de modo que a implementação de telhados verdes possa servir como modelo e ser replicada por outras localidades, seguindo a agenda de Desenvolvimento Sustentável.

¹ *“La cubierta vegetal tiene como característica principal el ser un material activo respecto a las condiciones climáticas del sitio donde se encuentre. Esta particular característica es la diferencia fundamental frente a los otros materiales de construcción, ya que éstos no interactúan con el medio, sino que se impregnan de las condiciones circundantes.”*

A escolha de trabalhar com o município de São Paulo para o desenvolvimento deste trabalho se deu devido à ocorrência de ilhas de calor, que impactam o volume de poluentes concentrados e o regime de chuvas, alterações ambientais que podem trazer consequências adversas à saúde da população.

Este trabalho não tem como objetivo a abordagem das questões associadas à engenharia e cálculos de estrutura dos telhados verdes, mas sim à melhora ambiental, sendo tratado apenas ao que tange reestruturações/revitalizações externas e construções de novos espaços. Ou seja, o propósito será uma abertura para que outros municípios e estados se espelhem e adotem boas práticas, visando contribuir para atingir as metas ONU 11 e 13, que dizem respeito ao desenvolvimento de cidades sustentáveis e mudanças climáticas, respectivamente.

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de desenvolvimento está classificada, de acordo com os objetivos apresentados, como exploratória, abordando o problema de maneira flexível e levando em consideração vários aspectos do tema estudado.

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos, descritos abaixo.

Após a introdução (capítulo 1), o trabalho consiste na revisão bibliográfica baseada em análises de livros, publicações e outros documentos sobre os Objetivos para o Desenvolvimento Global Sustentável (ODS 11 e 13), a breve explicação sobre a ocorrência de ilhas de calor e as Políticas Públicas já existentes e de aplicação estadual acerca do tema ambiental.

Na sequência, como referencial teórico (capítulo 2) são estudados os dados acerca de telhados verdes, contemplando a explicação do histórico da utilização de telhados verdes, as estruturas e tipologias, bem como os benefícios decorrentes de seu uso e a relação entre telhados verdes como meio eficiente para minimização dos fenômenos de ilhas de calor. Estes dados têm importância no auxílio da compreensão sobre a tecnologia relacionada aos telhados verdes e eficácia de implementação de cada tipo.

Foi também realizado o levantamento e estudo de legislações internacionais e nacionais, bem como de casos de sucesso no que diz respeito ao uso de telhados verdes, tais itens servem para contribuir com a identificação da ferramenta mais

utilizada como incentivo para o uso de coberturas vegetais e com a análise da eficácia de implementação das diferentes tipologias e influência das tecnologias na captura do CO₂ relacionado às ilhas de calor, sendo fundamento e facilitador da implementação adequada e mais proveitosa desta tecnologia.

No capítulo 3 é apresentada a problemática sobre ilhas de calor no município de São Paulo, com identificação das áreas de maior influência/natureza para ocorrência deste fenômeno, com auxílio de estudos prévios e imagens de satélite, que permitem a visualização do fenômeno de dispersão das ilhas de calor.

Como resultados obtidos e discussão ficam elencadas, no capítulo 4, a proposição de adoção da prática como política pública para o município de São Paulo, com embasamento na compreensão das diferentes funções e tipos de telhados verdes explicados em capítulos anteriores e uma sugestão de regulamento para incentivo à prática desta modalidade, tomando como ponto de partida o município paulistano.

No capítulo final são apresentadas as considerações e, finalmente, as referências utilizadas para elaboração deste.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A preocupação com o futuro do planeta se mantém pautada em diversas conversas e iniciativas ao redor do mundo em busca de melhorias e soluções efetivas para problemas sociais, econômicos e ambientais que são enfrentados atualmente.

É possível estabelecer relação entre os problemas acima citados e a maneira que se dá o uso e cobertura do solo, quando estes ocorrem desordenadamente, conforme Amaral *et al.* (2009), podendo até resultar em desastres naturais.

Borsato e Souza Filho (2006) afirmam que a ocupação humana interage e transforma a paisagem a fim de utilizar e manter as bases naturais e energéticas de tal maneira que satisfaça suas necessidades e garanta sua segurança.

Conforme Bezerra (2011), o aumento de impermeabilização de solo acarreta na existência de mais superfícies acumuladoras de calor e em menor quantidade de vegetação adequada para áreas urbanizadas, acumulando a energia absorvida pelas estruturas e diminuindo a dissipação do calor dos ambientes, fatores que contribuem para o aquecimento urbano.

Com a diminuição de áreas verdes, o acréscimo de asfaltos e áreas concretadas e o aumento no fluxo e quantidade de veículos, tem-se cada vez mais em noticiários a atenção voltada à ocorrência de desastres naturais simultaneamente ao foco para o desenvolvimento sustentável do planeta.

Para Lombardo (2009, p. 137) o clima urbano reflete modificações nos elementos climáticos e serve como um indicador das mudanças na qualidade ambiental e de vida. O padrão da ilha de calor, por sua vez, revela as características do ambiente urbano, que é simultaneamente fragmentado e interligado, e reflete as dinâmicas sociais que acontecem na região urbana.

O fenômeno de ilhas de calor é descrito como manifestações climatológicas ou meteorológicas do aumento excessivo da temperatura junto da poluição do ar em zonas urbanas. Esta ocorrência é caracterizada pela diferença em graus da temperatura entre os centros das cidades e as zonas rurais, estas que tem como lado positivo um índice de circulação de ar maior, menor absorção da radiação solar e uma vasta vegetação, itens que contribuem para a evaporação (GARTLAND, 2010).

Conforme Maulen, Marinho e Eterovic (2019), para efetivamente reduzir as mudanças climáticas, é essencial implementar mudanças nas cidades. Isso requer a adoção de políticas que orientem o desenvolvimento urbano de forma a alinhar as cidades com os princípios do Plano de Desenvolvimento Sustentável, abordando adequadamente as dimensões econômicas, sociais e ambientais.

2.1 OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) 11 E 13

No ano de 1972, durante a Conferência de Estocolmo, a sustentabilidade global foi definida com os seguintes termos: “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações para satisfazerem suas necessidades” (SÃO PAULO, 2019). A Organização das Nações Unidas (ONU), seguindo o conceito instituído nos anos 1970, vem estabelecendo metas a fim de equilibrar o desenvolvimento humano com a proteção do Planeta, fundamentado na sustentabilidade.

Por ocasião de negociações iniciadas na Conferência Rio +20 foram estabelecidos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). Dentre esses, este trabalho apresenta relação com os objetivos de número 11 e 13, que dizem respeito às Cidades Sustentáveis e Mudanças Climáticas, respectivamente.

Quanto ao Objetivo 11, “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019) dentre os tópicos a serem trabalhados até 2030, destacam-se:

Subitem 11.3: aumento da urbanização inclusiva e sustentável envolvendo o aprimoramento das habilidades necessárias para o planejamento, controle social e gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos.

Subitem 11.4: necessidade de proteção e salvaguarda do patrimônio natural do mundo;

Subitem 11.5: redução do número de mortes e de pessoas afetadas por desastres naturais de origem hidrometeorológica e climatológica, em especial pessoas de baixa renda e em situação de vulnerabilidade.

Subitem 11.6: redução do impacto ambiental negativo per capita das cidades, com melhoria dos índices de qualidade do ar;

Subitem 11.7: proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes;

Subitem 11.b: aumento significativo do número de cidades que possuem políticas e planos desenvolvidos e implementados para mitigação, adaptação e resiliência a mudanças climáticas e gestão integrada de riscos de desastres;

De acordo com Veiga (2005), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) enfatiza que o desenvolvimento está intimamente ligado à capacidade das pessoas viverem com dignidade e de acordo com o estilo de vida que escolheram. Isso implica ter acesso aos recursos e oportunidades necessários para concretizar suas escolhas. O desenvolvimento é, portanto, um ideal político e econômico que começa com a defesa dos direitos humanos e o fortalecimento da democracia.

Maulen, Marinho e Eterovic (2019) destacam que a importância desse objetivo está ligada à prevenção do esgotamento do meio ambiente e à asseguarção de sua preservação para as gerações futuras. Isso é particularmente crucial na atualidade, em que a maior parte da população mundial reside em áreas urbanas, tornando as cidades centros de problemas como a poluição e o desperdício de recursos naturais.

Para que este objetivo seja atingido deve-se contar com o apoio econômico, social e ambiental positivo entre as áreas (sejam urbanas, periurbanas ou rurais), ponto que reforça a necessidade do planejamento regional de desenvolvimento e aumento substancial no número de cidades e assentamentos humanos, com políticas e planos integrados para a inclusão e uso eficiente dos recursos, assim mitigando e adaptando o espaço às mudanças climáticas e resiliência a desastres (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019).

Os ODS demandam uma abordagem territorial para efetivamente alcançar a Agenda 2030. Dessa forma, o cumprimento ou inobservância do ODS 11, desempenha um papel crucial na facilitação ou obstrução do progresso em relação a todos os outros Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018).

No Brasil, a partir do Artigo 30 da Constituição Federal de 1988², compete aos municípios, como entes federativos autônomos que são, suas diversas atribuições relacionadas às metas do ODS 11.

Cabe ressaltar que o ODS 11 deve ser implementado em nível municipal, devendo estar alinhado ao planejamento dos Estados e da União, uma vez que muitos temas urbanos e ambientais ultrapassam fronteiras municipais legalmente instituídas, demandando o alinhamento com seu entorno (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018).

O Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001³) representa a legislação nacional que aborda o desenvolvimento urbano e o ordenamento territorial, regulamentando os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal. É importante ressaltar que outras leis nacionais também abordam questões relacionadas ao ODS 11, como habitação, meio ambiente, mudanças climáticas, riscos e desastres.

O Estatuto é amplamente reconhecido como um marco regulatório para a política nacional urbana, uma vez que incorpora uma variedade de instrumentos urbanísticos que as cidades podem utilizar na implementação de seus planos locais. Esses instrumentos políticos desempenham um papel relevante na consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, auxiliando na redução do impacto ambiental negativo das áreas urbanas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018).

A implementação de algumas leis e de seus instrumentos permanecem desafiadoras, uma vez que a complexidade das normas também torna difícil o entendimento por parte dos gestores públicos no país. Eles muitas vezes se veem divididos ao lidar com planos setoriais fragmentados, o que compromete a abordagem territorial e a integração das políticas públicas, sendo este instrumento defasado que facilitaria a gestão integrada e holística do território em suas diversas escalas, fomentando o cumprimento das funções sociais das cidades (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018).

² Constituição da República Federativa do Brasil: de 05 de outubro de 1988.

³ Lei Federal – Estatuto da Cidade: Lei 10.257 de junho de 2001.

Werneck (2018) também destaca que fatores relacionados ao calor de origem humana, seja de forma isolada ou em conjunto, influenciam a criação de ilhas de calor urbanas, sendo essa influência atribuída ao uso do solo e às propriedades térmicas dos materiais de construção. Estes padrões de desenvolvimento resultam em uma série de impactos, incluindo a redução de áreas verdes e naturais.

Conforme *BBC News* (2021), as atividades humanas provocam a liberação de Gases de Efeito Estufa, principalmente através do consumo de combustíveis fósseis e do desmatamento, aumentando a temperatura da terra. Estas atividades se mostraram mais acentuadas a partir do século 19, aumentando os níveis de CO₂ presentes na atmosfera. Estes gases absorvem a energia irradiada pelo Sol. Essa energia que não é retornada para o espaço é devolvida para a Terra, aquecendo o planeta.

Ainda, conforme indicado pela ONU (2017), um desenvolvimento urbano eficiente leva a uma redução nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), o que contribui positivamente para a qualidade do ar.

Dados da *Lawrence Berkeley National Laboratory* (2017, apud WERNECK, 2018) demonstram que os impactos adversos relacionados às ilhas de calor abrangem a degradação do meio ambiente, resultando em uma baixa qualidade do ar, além disso, as ilhas de calor contribuem para um aumento no consumo de energia, uma vez que é necessário um maior resfriamento das edificações para conforto térmico. Esses fenômenos também estão associados à ocorrência de doenças respiratórias e à redução da produtividade.

No que diz respeito ao ODS 13, são discutidas ações contra a Mudança Climática. Este objetivo está relacionado aos temas que abordam a poluição e a qualidade do ar, tendo uma ligação indireta com a saúde da população à primeira vista e direta com o aquecimento global (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019).

Os principais subitens relacionados, conforme o IPEA (2019), são:

Meta 13.1: ampliar a resiliência e a capacidade adaptativa a riscos e impactos resultantes da mudança do clima e a desastres naturais.

[...]

Meta 13.b: (Brasil) estimular a ampliação da cooperação internacional objetivando fortalecer o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz [...].

Além da questão urbana, uma das questões centrais abordadas pelo ODS 13 está relacionada às ocorrências, aos riscos e aos impactos dos desastres naturais⁴ no Brasil.

Os desastres naturais são, em certa medida, decorrentes das mudanças globais do clima, embora nem todos resultem exclusivamente delas. O ODS 13 destaca a urgência em relação às ações que mitiguem os desastres naturais, dada a conexão entre as mudanças climáticas e o aumento, tanto na frequência quanto na severidade, desses eventos (BRASIL, 2019).

As mudanças climáticas, quando associadas a outros fatores, com a urbanização desordenada sendo o principal deles, sem planejamento adequado e negligenciando preocupações ambientais, ampliam os danos e a letalidade dos desastres (BRASIL, 2019).

A análise à luz do ODS 11, que tem como objetivo tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, resilientes e sustentáveis, destaca a importância da implementação de políticas voltadas para a redução do risco, prevenção, monitoramento e resposta a desastres naturais.

Conforme o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima⁵ (PNA):

[...] há evidências baseadas em dados históricos compilados a partir de 1950, sugerindo que a mudança do clima já alterou a magnitude e a frequência de alguns eventos extremos de condições meteorológicas e climáticas em algumas regiões. Apesar disso, considera-se, ainda, muito difícil atribuir eventos individuais apenas à mudança do clima.

Neste aspecto, a mudança do clima insere um fator adicional de estresse, o qual é variável, no tempo e espaço, para cada tipo de desastre (BRASIL, 2021, p. 83).

Nobre (2015, apud ORSI, 2015) complementa que as alterações climáticas intensificam a variabilidade natural e aumentam a frequência dos fenômenos climáticos extremos. Neste contexto, reduzir os riscos dos desastres naturais

⁴ Por “desastres naturais”, entende-se os eventos adversos causadores de impactos na sociedade, podendo ser diferenciados em desastres ambientais humanos ou desastres ambientais naturais. A diferença entre eles é que o primeiro apresenta danos e prejuízos incalculáveis, já o segundo decorre do não reflexo em danos ou ocorrência em áreas não ocupadas (DESASTRES NATURAIS, 2016, apud TRISTÃO, 2018).

⁵ Regulamentado através da Portaria 150, de 10 de maio de 2016.

atualmente deve ser uma medida política para adaptação aos riscos futuros acarretados pelas mudanças climáticas (ALVALÁ; BARBIERI, 2017).

É válido destacar que para áreas urbanas densamente construídas, onde não se tem a preservação de áreas verdes mínimas, ocorre o efeito conhecido como “ilha de calor” (NOBRE, 2015, apud ORSI, 2015), tema que será discutido a seguir.

2.2 EVENTOS CLIMÁTICOS E ILHAS DE CALOR

As cidades brasileiras apresentam diversos padrões de construções. Conforme a formação e expansão, com o processo de alteração dos meios naturais por artificiais e emissões de gases e materiais particulados na atmosfera, há concorrência para a degradação ambiental e a mudança dos padrões climáticos locais (FERREIRA; OLIVEIRA; SOARES, 2010, apud BARROS E LOMBARDO, 2022).

Conforme Oke *et al.* (1999), as cidades, por conta do impacto do desenvolvimento urbano, acabam criando seu próprio clima, o que acarreta a formação do fenômeno conhecido como ilha de calor Urbana.

Lima e Galvani (2020) destacam a existência de três tipos de alterações climáticas associadas ao processo de urbanização. Estas incluem a modificação física das superfícies terrestres devido à impermeabilização do solo, o aumento da capacidade de retenção de calor em locais urbanos e a emissão de poluentes.

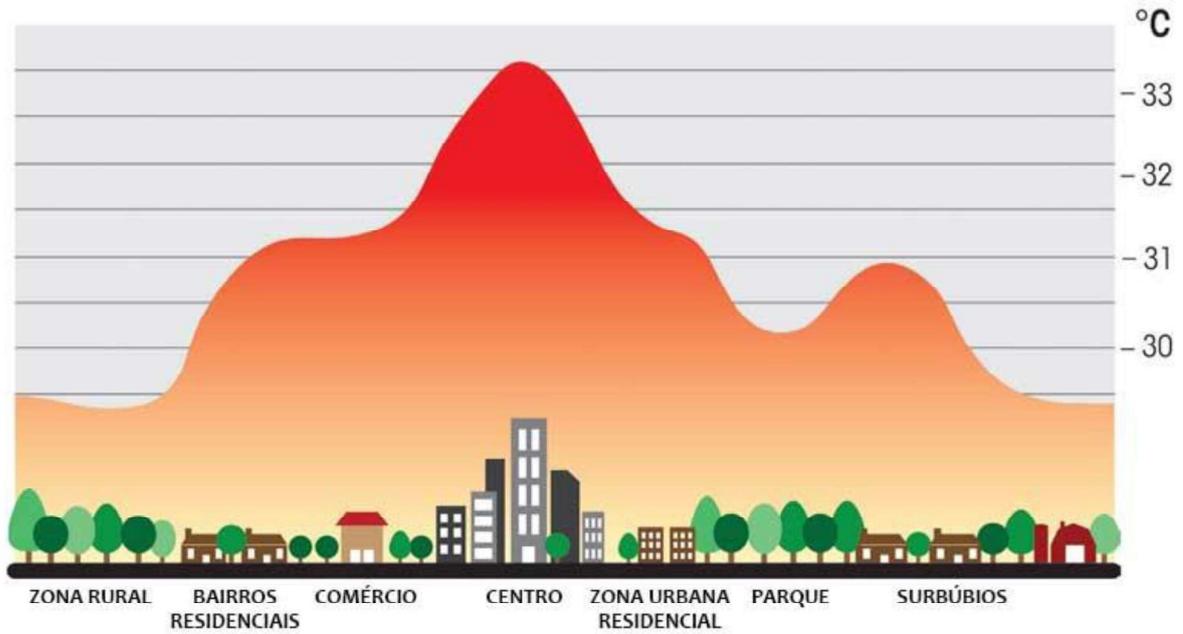
Barros e Lombardo (2016) complementam que a complexidade das ilhas de calor está interligada a outros fatores climáticos significativos, tais como: a poluição atmosférica, episódios de chuvas intensas com risco de inundações e alterações nas amplitudes térmicas, além da dinâmica de uso e ocupação do solo e outros conjuntos de variáveis, incluindo habitação e saúde pública.

Devido à configuração espacial, observa-se que a temperatura do ar atmosférico nas áreas centrais urbanas é mais elevada em comparação às áreas periféricas. Isso ocorre devido à presença de diferentes tipos de uso e ocupação do solo entre o centro e as margens das cidades (LIMA; GALVANI, 2020).

A superfície dos materiais usados na construção urbana difere daquela encontrada em zonas rurais, resultando em variações nos índices de absorção e reflexão da

radiação solar em áreas pavimentadas. Esse fenômeno contribui para a dinâmica térmica atmosférica, característica de cada espaço urbano (LIMA; GALVANI, 2020), conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1. Formação da ilha de calor.



Fonte: Cunha (2023).

Espaços em que os materiais sintéticos presentes contam com o armazenamento de energia (radiação solar) por maior tempo reduzem a capacidade de refletância. Em contrapartida, em regiões rurais ou em locais com maior presença de vegetação, a dinâmica é inversa. Os materiais retêm energia por um período menor, resultando em um aumento da refletividade (LIMA; GALVANI, 2020).

Conforme o *Green Building Council* Brasil (2022), as ilhas de calor estão intimamente relacionadas ao aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa. Isso ocorre devido ao aumento do consumo de energia, principalmente para fins de refrigeração em áreas urbanas. Além disso, a construção e as obras realizadas sem um adequado planejamento ambiental contribuem para o acúmulo de calor, agravando esse fenômeno.

De acordo com Nobre (2015, apud ORSI, 2015), caso medidas não sejam tomadas para redução das emissões de Gases causadores do Efeito Estufa nas próximas décadas, principais influenciadores das mudanças climáticas e ilhas de calor, as

temperaturas médias globais poderão chegar, no ano de 2100 entre 3° C a 4° C acima dos níveis pré-industriais.

No caso da continuidade de aumento das emissões, a maioria dos cenários indicam que para o estado de São Paulo há possibilidade de uma elevação de 3° C a 3,5° C (NOBRE, 2015, apud ORSI, 2015).

Em busca de uma avaliação positiva (NOBRE, 2015, apud ORSI, 2015), tem-se que no melhor cenário, caso não sejam tomadas medidas para conter o aumento da temperatura média global, no estado de São Paulo, poderíamos esperar um aumento de temperatura da ordem de 2° Celsius, por exemplo.

Pesquisas registram que no estado de São Paulo houve aumento de 0,8° C com relação à era pré-industrial, havendo uma margem de aquecimento até 1,2° C para chegar no marco simbólico de 2° C estipulado (NOBRE, 2015, apud ORSI, 2015).

Para isso é necessário que as emissões dos GEE sejam negativas em 2100, devendo haver a remoção do dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera (NOBRE, 2015, apud ORSI, 2015).

Conforme Grant e Gedge (2019), as ilhas de calor exacerbam o estresse térmico e a poluição do ar durante o clima quente, aumentando a mortalidade em jovens e idosos, afetando particularmente as pessoas com condições respiratórias delicadas e doenças cardiovasculares.

Jatobá (2011) aborda que a urbanização, especialmente nos países em desenvolvimento, está frequentemente associada a uma maior degradação ambiental e social, impactando as condições naturais que propiciam a ocorrência de desastres ambientais, havendo um maior potencial de causar danos significativos em áreas urbanizadas. Em condições precárias, essa situação amplifica ainda mais os riscos para as populações em situação de vulnerabilidade.

Conforme Bond (2020), o Instituto Cidades Sustentáveis lançou em 2020 o Mapa da Desigualdade, ferramenta que evidencia a violação de direitos básicos pelos habitantes do município de São Paulo.

De acordo com Gartland (2010) o efeito da ilha de calor é mais pronunciado em dias claros e com ventos brandos. Isso ocorre devido à maior captação de energia solar e à remoção mais lenta do calor nas áreas urbanas. No entanto, esse efeito é menos significativo em dias nublados e com ventos mais fortes. Além disso, a incidência de precipitação é mais elevada, especialmente nas áreas centrais, como é o caso de São Paulo, devido à concentração urbana e à falta de áreas verdes em quantidade suficiente.

2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL

Conforme Benjamim (2014) a Política Nacional do Meio Ambiente⁶ (PNMA) marcou o início de uma abordagem holística, na qual o ambiente passou a ser protegido de forma integral, considerando-o como um sistema ecológico com valor intrínseco e garantias de implementação. Com a promulgação da Lei 6.938/81, o Brasil estabeleceu um contexto mais coerente para a proteção ambiental, com a definição de princípios, objetivos e instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

A Constituição Cidadã promulgada em 1988 segue a tendência, incorporando a agenda ambiental na política brasileira, com a inserção de um capítulo específico sobre o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigo 225). No entanto, há na Carta Magna outros instrumentos importantes na implementação de políticas públicas ambientais no país.

De acordo com os § 1º, 2º e 4º do artigo 182 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) para cidades em desenvolvimento e expansão urbana, deve-se buscar o ordenamento das funções sociais da cidade e garantia do bem-estar de seus habitantes, assegurando uma melhor qualidade de vida, acesso a bens e serviços, proteção do ambiente natural e construído, contando com a promoção do planejamento adequado do uso do solo e, em forma de lei, a responsabilidade do proprietário em efetuar o aproveitamento sustentável deste, a fim de garantir o desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Na PNMA são delineados os princípios que abrangem a preservação, melhoria e recuperação da qualidade do ambiente propício à vida, a promoção de condições para

⁶ Lei Federal - Política Nacional do Meio Ambiente: Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.

o desenvolvimento socioeconômico, a proteção dos interesses da segurança nacional e a preservação da dignidade da vida humana, por meio dos seguintes tópicos:

- I. ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II. racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III. planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV. proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V. controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI. incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII. acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII. recuperação de áreas degradadas;
- IX. proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X. educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981).

A serem atendidos de acordo com a seguinte divisão de competências (BRASIL, 1981):

Órgãos Seccionais (órgãos ou entidades estaduais) responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental: elaborar normas supletivas e complementares e padrões, relacionados ao Meio Ambiente, observados os estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Aos Órgãos Locais (órgãos ou entidades municipais), responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades com potencial degradação ambiental, em suas respectivas jurisdições: elaborar normas relacionadas ao Meio Ambiente, observadas as normas e os padrões federais e estaduais.

Com a intenção de complementar os papéis e responsabilidades, é válido ressaltar que no artigo 182 da Constituição Federal a “política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal (...), tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”, por meio de Planos Diretores (BRASIL, 1988).

Ainda, no artigo 25 da Constituição Federal, cabe ao estado a responsabilidade de estabelecer regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, compostas por conjuntos de municípios vizinhos, a fim de promover a coordenação, o

planejamento e a implementação de espaços destinados a funções públicas e de interesse coletivo (BRASIL, 1988).

Os planos urbanísticos são compostos por “conjuntos de normas e atos operativos que caracterizam aquele princípio de coesão dinâmica ou coesão dialética que dá essência das normas urbanísticas” (SILVA, p. 94, 2010), desta maneira os planos diretores norteiam a organização e integração a ser desenvolvida pelo estado, enquanto a União orientada e complementa as disposições constitucionais em matéria urbanística.

No artigo 30 da Constituição Federal fica indicada a competência dos municípios de legislar sobre os assuntos de interesse local, o que inclui a regulamentação de temas como ordenamento territorial, planejamento e controle do uso do solo urbano, parcelamento e ocupação do solo, bem como a proteção do patrimônio histórico e cultural local, entre outros (BRASIL, 1988).

Com entendimento consonante ao ordenamento territorial local, no capítulo referente à política urbana da Constituição (artigos 182 e 183) fica regulamentado em 2001, por meio da promulgação da Lei Federal nº 10.257, o Estatuto da Cidade, com destaque ao estabelecimento do Plano Diretor como principal ferramenta urbanística.

Desta maneira, cabe ao planejamento urbano (também em forma de Plano Diretor) agregar-se ao espaço de todo território municipal, incorporando à dinâmica econômica os parâmetros de ganhos e equidade social e introdução da noção de qualidade de vida realçando a proteção ao Meio Ambiente urbano (BRASIL, 2001).

O Plano Diretor surgiu como uma ferramenta que visa atingir o equilíbrio sustentável para que estas barreiras se tornem cada vez menores, buscando, também, favorecer a promoção dos direitos humanos, uma vez que conforme o artigo 225 da Constituição Federal “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Rolnik (2017) afirma que existem Planos Diretores que se concentram exclusivamente na produção do espaço construído pelo capital, abrangendo apenas a cidade formal,

que representa metade do território e a minoria de seus habitantes. A partir da real interação com o Meio Ambiente (seja ele natural ou construído) e atendimento da necessidade de toda a população, é que se encontra a conformidade entre o Plano Diretor, a sociedade e conformidades ambientais, visando adequada interação entre as partes.

Os processos de produção das cidades são decididos por mediações entre interesses econômicos, sociais e políticos, sendo, portanto, fundamental o fortalecimento de práticas sociais transformadoras do território: os processos de formulação/ação direta de cidadãos organizados ou não de maneira coletiva que atuam de forma horizontal e colaborativa (ROLNIK, 2017).

A participação pública está prevista no auxílio à busca de metodologias para elaboração e correta gestão do Plano Diretor, quando este for aplicável ao município, por meio de seu planejamento, licenciamento e fiscalização. Para que se torne um processo permanente e eficaz, principalmente nos processos de tomada de decisões e obtenção de informações visando buscar soluções às necessidades sociais (BRASIL, 2001).

Como exemplo, em São Paulo, o capítulo I da Lei n 16.050/2014⁷, Plano Diretor do Município, se refere à estruturação e ordenação territorial, e são estabelecidas medidas específicas relacionadas à adaptação em microescala dos efeitos das ilhas de calor. Isso inclui a previsão de recuperação de áreas com vegetação e a expansão dessas áreas.

Ainda, em seu capítulo II, da Política Ambiental, o plano estabelece que se deve “contribuir para a minimização dos efeitos das ilhas de calor” (SÃO PAULO, 2014, p. 107 apud SIQUEIRA-GAY; DIBBO; GIANNOTTI, 2017) como uma das diretrizes da Política Ambiental.

Kist (2015) comenta incentivos e instrumentos que podem ser incorporados nos planos diretores, que podem ser destacadas:

- a. urbanização, em atendimento às necessidades sociais;

⁷ Lei Municipal – Plano Diretor do Município de São Paulo: Lei n 16.050. de 31 de julho de 2014 revisado pela Lei nº 17.975/2023.

- b. projeto de aumento das cidades, evitando e corrigindo as distorções do crescimento urbano e seus impactos adversos ao meio ambiente;
- c. padronização da expansão urbana compatibilizada com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica municipal;
- d. adequação dos instrumentos econômicos, tributários e financeiros e de despesas públicas aos objetivos do desenvolvimento urbano, privilegiando os investimentos voltados ao bem-estar geral;
- e. proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído;
- f. fomento à adoção, em loteamentos e construções urbanas, de métodos construtivos e tecnologias que visam minimizar os efeitos ambientais e preservar os recursos naturais;

Kist (2015) também destaca que a promoção da inovação e a utilização de tecnologias mais amigáveis ao meio ambiente desempenham um papel fundamental na consecução do desenvolvimento sustentável, portanto a implementação da política urbana, conforme estabelecida no Estatuto da Cidade, deve ser direcionada de acordo com os princípios do direito ambiental instituídos no Plano Diretor.

Conforme Rolnik (2017) entre os anos 1980 e 1990, os movimentos em prol da reforma urbana basearam-se na criação de Planos Diretores que, por meio de uma elaboração participativa, buscavam combater a exclusão territorial e promover a redistribuição equitativa de recursos, garantindo, assim, a justiça socioespacial.

Contudo, o resultado de um desenho urbano heterogêneo e segregador das cidades, sobretudo em São Paulo, demarca um mercado imobiliário atento e influente para pautar os Planos Diretores a partir de seus próprios interesses e para atuar de forma a concentrar investimentos em áreas específicas. Este modelo apresenta diversas repercussões urbanas, incluindo o crescimento significativo de uma porção da cidade que se multiplica à margem das normas legais urbanísticas (MARICATO, 2002).

Conforme Maricato (2002, p. 124) “Não é por falta de Planos Urbanísticos que as cidades brasileiras apresentam problemas graves. Não é também, necessariamente, devido à má qualidade desses planos, mas porque seu crescimento se faz ao largo dos planos (...) que seguem interesses tradicionais da política local”.

Maricato (2002) explica que o aparato regulatório, que inclui as leis de zoneamento, a legislação de parcelamento do solo e os códigos de edificações, muitas vezes não considera a situação de ilegalidade em que vive grande parte da população urbana do país em relação à moradia e à ocupação da terra. A falta de eficácia dessa legislação, de fato, funciona como um instrumento que favorece interesses corporativos de menor escala. A ocupação ilegal de áreas urbanas não é apenas tolerada, mas também é parte integrante do modelo de desenvolvimento urbano no Brasil.

No que se referem às questões ambientais, o Plano Diretor desempenha um papel crucial ao relacionar-se com a PNMA, assegurando o respeito e a efetivação dos direitos humanos, a proteção do meio ambiente (seja ele natural ou construído), o estímulo a atividades econômicas que melhorem a qualidade de vida e a garantia do direito à informação e à participação popular no processo decisório (BRASIL, 2001).

Sotto *et al.* (2019) relacionam o Estatuto da Cidade com o enfrentamento às mudanças climáticas. Os autores afirmam que mesmo o Estatuto da Cidade não tendo tratado de maneira explícita o tema, é possível observar dispositivos que possibilitam a incorporação desta vertente no planejamento e gestão urbanos.

Os autores (SOTTO *et al.*, 2019) exemplificam ainda que no artigo 2º, inciso IV, do Estatuto da Cidade é determinado que o desenvolvimento urbano deve buscar uma distribuição espacial da população, atividades econômicas e da área sob sua influência que permita adaptar as distorções decorrentes do crescimento urbano e seus impactos ambientais negativos. Tal como é observado no caso das alterações ambientais causadoras de riscos climáticos (como o efeito das ilhas de calor).

Sotto *et al.* (2019), ainda, afirmam que no inciso VI do mesmo artigo (2º, do Estatuto da Cidade) fica estabelecido que a ordenação e controle do uso do solo devem evitar a degradação ambiental e a exposição da população ao risco de ocorrência de desastres.

Mais a diante, nos incisos XVII e XVIII (também no artigo 2º do Estatuto) é estimulada a busca e adoção de novas tecnologias, padrões e sistemas que tenham como objetivo a redução dos impactos ambientais negativos e a preservação de recursos

naturais devem ser priorizados no tratamento da infraestrutura urbana (SOTTO *et al.*, 2019).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) – Lei 12.608⁸, conforme estabelecido no Estatuto da Cidade, possui objetivos que englobam a redução dos riscos de desastres, o estímulo ao desenvolvimento de cidades resilientes e sustentáveis, a promoção do ordenamento do uso do solo urbano e rural para proteger a vida humana, o combate à ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e a realocação de populações.

A demografia, economia e meio ambiente precisam se desenvolver em conjunto, quando apenas um destes itens é pensado, não há desenvolvimento saudável de nenhuma cidade em curto período, uma vez que não há como se desenvolver (estruturada e economicamente) e sustentar a demanda da massa populacional (qualidade de vida) sem o devido planejamento.

No que se refere ao tema ambiental, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, instituído em 2016, possui como estratégia a adaptação da exposição do país a impactos atuais e futuros, envolvendo a identificação e análise da vulnerabilidade aos impactos relacionados, bem como a definição de ações e diretrizes para que os setores competentes consigam reduzir a vulnerabilidade nacional à mudança climática e gerir o risco associado a este fenômeno (BRASIL, 2020).

A infraestrutura urbana demanda, por conta dos impactos acarretados pelas mudanças climáticas, o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e que possuem a capacidade de mitigar os problemas encontrados ao passo que aumenta a sua resiliência (MOURA *et al.*, 2016, apud SOTTO *et al.*, 2019).

Rangel, Aranha e Silva (2015) afirmam que a mudança de comportamento da sociedade com relação ao meio natural ocorre principalmente quando estimulada pelo Estado (contando também com iniciativas do setor econômico e sociedade), uma vez que a questão ambiental representa uma crise contemporânea da civilização, que deve ser encarada como um limite para o crescimento econômico. Isso exige a adoção

⁸ Lei Federal - Política Nacional de Proteção à Defesa Civil: Lei 12.608, de 10 de abril de 2012.

de novos paradigmas que incorporem as considerações ambientais e sociais em sua essência.

Neste sentido, Sotto *et al.* (2019) abordam que os desafios de adaptação das cidades devem ser enfrentados priorizando ganhos ambientais e contando até com menos custos através das alterações das medidas de engenharia convencional por infraestruturas verde.

2.4 TELHADOS VERDES

2.4.1 Histórico da Utilização de Telhados Verdes

Osmundson (1999, apud ALMEIDA, BRITO; SANTOS, 2018), informa que as coberturas vivas tiveram início na Mesopotâmia, localizada atualmente no Iraque, ocupando a região do crescente fértil entre os rios Tigre e Eufrates. Conforme o autor, a primeira estrutura conhecida situa-se em templos religiosos, para culto aos deuses, por volta de 2500 a.C.

Vale destacar também os Jardins Suspensos da Babilônia, considerados uma das sete maravilhas do mundo antigo. Eles foram construídos por Nabucodonosor II, que reinou entre 605 a 562 a.C. No entanto, em 539 a.C., os persas invadiram a região e o império babilônico entrou em decadência, deixando o importante legado para a história e a arquitetura (SALEIRO *et al.*, 2015, apud ALMEIDA, BRITO E SANTOS, 2018).

Esse legado, mais tarde, serviu como um modelo funcional para práticas ambientalistas. Documentos deixados por viajantes gregos, como Strabo e Diodorus Siculus, e vestígios arqueológicos revelam detalhes a respeito dos Jardins Suspensos, o que tem influenciado o modelo atual de práticas sustentáveis (SALEIRO *et al.*, 2015, apud ALMEIDA, BRITO E SANTOS, 2018).

Saleiro *et al.* (2015, apud ALMEIDA, BRITO, SANTOS, 2018) trazem o histórico de uso dos telhados a partir de 1222, na França, na Abadia Beneditina do Monte de Saint Michel, construção que remonta à idade média de arquitetura gótica, onde havia uma densidade de elementos vegetais, forrageiros e arbustivos sobre o primeiro pavimento. Anos mais tarde, em 1383, na Itália, é introduzido um modelo de telhado

verde na Torre de Guinigs, remontando à estrutura de jardim suspenso, demonstrando que a prática era utilizada e reinventada com a finalidade estética.

Em 1920 o arquiteto Le Corbusier, com o intuito de dar uso aos espaços ociosos, introduziu o conceito de “Terraços Jardins”, tornando os telhados verdes um dos cinco princípios do movimento modernista. Esta estrutura foi introduzida no Brasil pela primeira vez em 1930 pelo arquiteto Lúcio Costa, no edifício do Ministério da Saúde e Educação, localizado no Rio de Janeiro (SCHEUELE *et al.*, 2012).

Frith e Gedge (2005, apud ALMEIDA, BRITO, SANTOS, 2018) abordam outro registro do uso de telhados verdes durante a década de 1930, na Grã-Bretanha, utilizando-se das capacidades de camuflagem destes telhados para cobrir hangares de aeródromos militares sob a forma de relva.

A utilização em grande escala dos telhados verdes se deu no século XX, com a implementação de diretrizes para coberturas verdes pela Sociedade de Pesquisa em Desenvolvimento e Construção da Paisagem da Alemanha, em 1977, em que os telhados verdes possuem uso associado ao controle de enchentes e redução da poluição do ar (OSMUNDSON, 1999 apud SAVI, 2012).

Peck *et al.* (1999) destacam que na Europa várias políticas públicas foram estabelecidas para promover essas tecnologias, o que culminou na criação de uma indústria de telhados verdes. Esse desenvolvimento serviu de inspiração para o governo canadense, que está considerando a adoção dessas inovações em suas áreas urbanas.

Ferraz (2012), afirma que no Brasil a utilização de coberturas verdes se deu de modo lento a partir de 1990, sendo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul os mais avançados na aplicação destes sistemas, havendo inclusive leis de incentivo à sua aplicação.

Atualmente diversos países (na Europa, Estados Unidos e Canadá), por conta dos benefícios, adotaram as coberturas verdes através de diversos programas municipais e leis federais de incentivo à incorporação deste tipo de dispositivo (FERRAZ, 2012).

Köhler *et al.* (2002 apud SAVI, 2012) observa que a adoção de telhados verdes na Alemanha alcançou uma marca significativa, representando mais de 7% dos novos

telhados construídos. Além disso, o país tem obtido resultados muito positivos com a implementação de telhados verdes em uma variedade de edifícios, incluindo residenciais, comerciais e industriais.

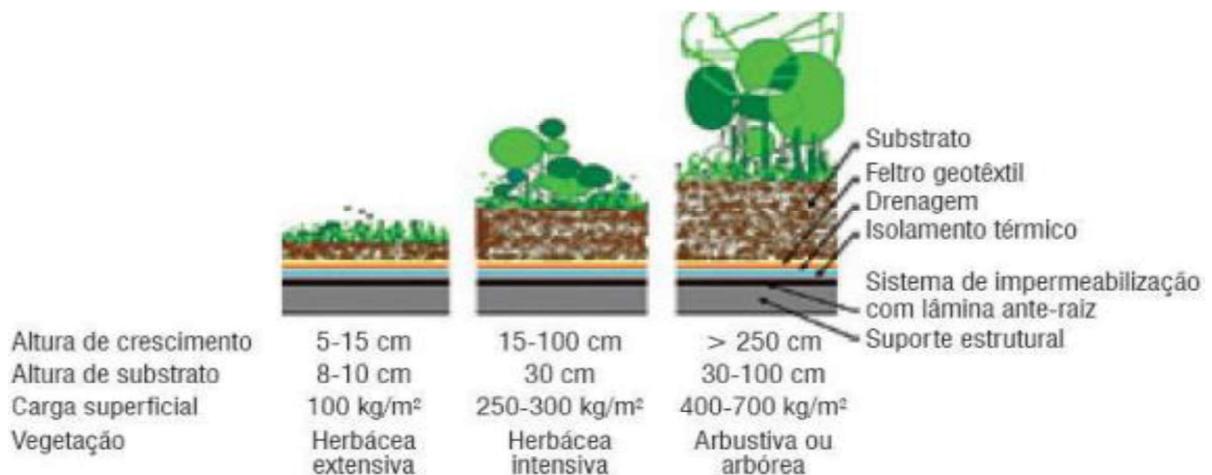
Conforme Tavares *et al.* (2001, apud SAVI, 2012) “os telhados vivos têm sido aplicados em função da alta rentabilidade decorrente do aumento da durabilidade da impermeabilização da cobertura”.

Santos e Rodrigues (2015) acrescentam que um fator de disseminação do uso de telhados verdes foram os sistemas de certificação para construções e bairros sustentáveis. Um exemplo é a certificação *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)*, caracterizado por ser um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações, criado pelo *U.S. Green Building Council*, ao qual práticas e soluções prediais sustentáveis são pontuadas para a obtenção da certificação. O uso do telhado verde como solução de projeto para edifícios é um dos critérios pontuados para a aquisição deste selo ambiental.

2.4.2 Estrutura e Tipologia

Dos tipos de telhado verde existentes o que os diferencia é o tipo de vegetação e quantidade de substrato, conforme evidencia a Figura 2, que segue.

Figura 2. Detalhamento de camadas e espessura de substrato para cobertura verdes extensivas e intensivas.



Fonte: Corrêa (2009).

Como pode ser verificado, a altura de substrato e o tipo de vegetação constituem três diferentes tipos de telhados verdes, sendo eles: intensivos, semi intensivos e

extensivos, que para implementação demandam estruturas, tipo de plantas (conforme diferencia a Figura 3) e manutenções diferenciadas entre si.

Figura 3. Diferenciação de plantas para diferentes tipologias de Telhados Verdes.



Fonte: Lamberti (2017).

De acordo com Savi (2012), a necessidade de prever sua implementação na fase de projeto do empreendimento diz respeito à resistência da infraestrutura, o que também pode elevar o custo da implantação destes telhados quando comparados à materiais convencionais, por conta do sobrepeso na estrutura de suporte do telhado, havendo o cálculo de cargas em diversas situações (quando seco e saturado, calculando o peso do escoamento, substrato e cobertura).

Conforme Savi (2012), os telhados verdes intensivos, em contraste, demandam uma maior profundidade de solo ou substrato e manutenção, tornando-se sistemas mais pesados e geralmente associados aos telhados-jardins. Devido ao espaço adicional, eles oferecem a possibilidade de uma maior diversidade de plantas, no entanto também se faz necessária implementação de sistemas para irrigação e manutenção pouco mais complexos, juntamente com uma espessura de substrato, que pode variar entre 15 cm e 200 cm. Isso resulta em custos de instalação e manutenção mais elevados em comparação com os sistemas extensivos, além de exigir reforço estrutural para suportar a potencial carga adicional da cobertura (BALDESSAR, 2012).

As imagens abaixo (Figura 4 e Figura 5) registram o uso mais associado às coberturas intensivas, como telhados Jardim na cobertura de edifícios.

Figura 4. Telhado Verde Intensivo - Campus Nacional para Arqueologia de Israel, Jerusalém.



Fonte: Zinco (2020).

Figura 5. Telhado Verde Intensivo - Valeta, Malta.



Fonte: Zinco (2020).

Já os telhados semi-intensivos possibilitam o cultivo de espécies com raízes um pouco mais profundas em comparação com os telhados extensivos, mas menos profundas em relação aos intensivos. No que diz respeito à manutenção, irrigação e custos, eles seguem um padrão semelhante quando comparados aos outros tipos de telhado,

situando-se em um ponto intermediário entre os sistemas extensivos e intensivos, com uma faixa de variação fixa (IGRA, 2017, apud SALLES, MILOGRANA e SILVA, 2017).

Os telhados extensivos, conforme visualização disponível pela Figura 6, possuem menor peso, demandam menos manutenções e representam a maior quantidade de telhados verdes aplicados atualmente (SAVI, 2012).

Neste tipo de cobertura são mais utilizadas vegetações de pequeno porte, com espessura do sistema totalizando aproximadamente 10 centímetros e ainda, os telhados extensivos apresentam sua durabilidade aproximada de 30 anos e podem ficar em instalações com inclinação entre 0° e 30° (KÖEHLER, 2001, apud NASCIMENTO, 2008).

Figura 6. Telhado Verde Extensivo.



Fonte: Zinco (2020).

Conforme Machado, Britto e Neilla (2003) os fatores decisivos para o atingimento dos objetivos propostos aos telhados são: a densidade e a espessura das camadas do telhado verde e também a quantidade da área verde.

Gonçalves (2018) destaca as principais características dos tipos de telhado verde no Quadro 1, que segue.

Quadro 1. Características quanto ao tipo de telhado verde.

	Telhado verde extensivo	Telhado verde Semi-Intensivo	Telhado Verde Intensivo
Manutenção	Baixa	Média	Alta
Irrigação	Sem Irrigação	Periódica	Regular
Tipos de plantas	Musgos, Herbáceas e Gramíneas	Gramíneas-Herbáceas e Arbustos	Árvores, Arbustos e Canteiros
Profundidade do Substrato	6 - 20 cm	15 - 25 cm	05 - 40 cm
Peso Específico	60 - 150 Kg/m ²	120-200 Kg/m ²	180 - 500 Kg/m ²
Custo	Baixo	Médio	Alto

Fonte: Gonçalves (2018).

De acordo com o clima do Brasil, Laar *et al.* (2001) constataram seis espécies de plantas tropicais que demonstram melhor adaptação para incorporação nos telhados verdes do tipo extensivos em cidades cujo clima é classificado como tropical, sendo: Brilhantina (*Pilea microphylla*), Dois Amores (*Pedilanthus tithymaloides*), Onze-Horas (*Portulaca grandiflora*), Coração Roxo (*Tradescantia pallida*), Barba-de-Serpente (*Liriope muscar*) e Abacaxi-Roxo (*Tradescantia spathacea*).

A Skygarden (2020) informa que não há restrição de espécies e porte, sendo a constituição do telhado verde dada por uma variedade de espécies e tamanhos de plantas, maiores agregadores de serviços ambientais, cabendo ressaltar que o reequilíbrio ecológico é promovido através do uso de plantas nativas.

Os aspectos considerados para obtenção deste resultado foram a elevada capacidade de resistir às condições climáticas locais, o tamanho e o desenvolvimento das raízes, o período de crescimento das plantas e a presença de folhas de grande superfície que visam aprimorar a retenção de água, proporcionando um maior sombreamento do substrato, que por sua vez, contribui para a redução da temperatura ambiente devido à evapotranspiração e atenua o impacto das chuvas intensas, protegendo assim o substrato contra a erosão (LAAR *et al.*, 2001).

Catuzzo (2013) afirma que todos os componentes mencionados são fundamentais na composição de telhados verdes, destacando a necessidade de utilizar todos os materiais e respeitar a composição de cada camada para evitar problemas estruturais.

Ele também ressalta a importância de seguir normas, guias e diretrizes elaboradas por associações e órgãos de padronização técnica para garantir a correta concepção dessas estruturas, independentemente de serem telhados intensivos, semi-intensivos ou extensivos.

De acordo com Johnston e Newton (2004, apud CATUZZO, 2013), além das características apresentadas no quadro 1, estão previstas as seguintes vantagens e desvantagens acerca do uso de telhados intensivos e extensivos no Quadro 2.

Quadro 2. Telhado Jardim e Telhado Verde. Uma comparação.

Telhado Jardim Intensivo – Tradicional	Telhado Verde Extensivo – Ecológico
Solo profundo, Sistema de Irrigação, Condições mais favoráveis para as Plantas	Solo raso, pouca ou nenhuma irrigação. Condições estressantes para as plantas.
Vantagens	Vantagens
- Permite maior diversidade de plantas/habitats;	- Baixo peso – geralmente não precisa de reforço;
- Boas propriedades de isolamento;	- Indicado para grandes áreas;
- Simulação de jardim acima do chão;	- Indicado para inclinação entre 0° - 30°;
- Visualmente atrativo	- Baixa Manutenção e menor custo;
- Uso do telhado (por exemplo cultivo de alimento), e espaço aberto.	- Pode não precisar de sistemas de irrigação/drenagem;
	- Pode ser necessário pouco conhecimento técnico;
	- Indicado para projetos já existentes;
	- Pode deixar a vegetação desenvolver espontaneamente;
	- Visualmente mais natural;
	- Exigência facilitada por parte das autoridades para implementação no planejamento como condição para permitir a execução da obra.
Desvantagens	Desvantagens
- Maior peso sobre a estrutura;	- Limite para escolha das plantas
- Necessário Sistema de irrigação e drenagem;	- Não é de uso comum para recreação.
- Alto custo;	- Pouco atrativo, especialmente no inverno.
- Sistemas complexos, requer	

conhecimento técnico.

Fonte: Johnston e Newton (2004, apud CATUZZO, 2013. Adaptado).

Cabe ressaltar que este tipo de cobertura pode ser implementado em estruturas já existentes, desde que previamente tenha ocorrido o cálculo estrutural de verificação de suporte de carga extra sobre a construção. Esta implementação é de extrema importância, ainda mais se realizada em grandes centros urbanos, como é a realidade da cidade de São Paulo, pois se formam corredores ecológicos, havendo conexão entre os centros e áreas naturais que ficam ao redor (CATUZZO, 2013).

2.4.3 Telhados Verdes e ilhas de calor

Conforme Savi (2012), para o meio ambiente, as consequências da desordem ocupacional vão desde ilhas de calor ao aquecimento global, cabendo a este contexto a implementação de telhados verdes como aliada para a diminuição dos efeitos das construções, uma vez que atuam como filtros naturais da água e do ar, absorvem CO₂ enquanto produzem oxigênio, dentre outros benefícios para a saúde e o meio ambiente.

Duarte (2015) aponta que com o crescimento urbano há diminuição do espaço para a vegetação nas cidades, também havendo a criação de obstáculos para o plantio de árvores novas, como a compactação do solo, a falta de espaço adequado para o crescimento das raízes, a alocação de serviços tanto na superfície quanto no subsolo e a ausência de manejo adequado das árvores têm contribuído para a substituição da vegetação natural e dos solos permeáveis por superfícies impermeáveis de asfalto e concreto.

Tais mudanças resultam em um aumento no fluxo de calor sensível em comparação com o calor latente, sendo uma situação particularmente preocupante em áreas onde o espaço disponível é limitado e há pouca ou nenhuma oportunidade para incorporar vegetação urbana (DUARTE, 2015).

Para Duarte (2015), as consequências das alterações urbanas são a baixa qualidade do ar, intensificação do aquecimento urbano, inundações e aquecimento excessivo das superfícies, havendo as seguintes características nas cidades: redução de resfriamento evaporativo, reabsorção da radiação refletida pelas superfícies verticais

de edifícios, baixa refletividade das superfícies e emissão de calor antropogênico, contribuindo para elevação das temperaturas.

As duas primeiras características, conforme a autora, podem ser diretamente mitigadas por meio da presença de vegetação em áreas urbanas, que tende a reduzir as temperaturas máximas durante o dia por meio da redução das trocas radiativas na superfície do solo e o fluxo de calor sensível a partir das superfícies mais frias e do resfriamento evaporativo (DUARTE, 2015).

Para Jesus (2015) a ausência de espaços destinados à ocupação por áreas verdes, principalmente nos aglomerados urbanos, é um fator que contribui para o contraste no balanço energético entre periferia e centro da metrópole na cidade de São Paulo, o que cria meios espaciais propícios à formação da ilha de calor e também concentração de poluentes.

Conforme Duarte (2015), em termos de clima, a questão não está diretamente ligada ao tamanho da cidade, mas sim aos padrões de ocupação do solo. Considerando os efeitos benéficos da vegetação na mitigação do calor urbano, foi desenvolvido um modelo conceitual com o intuito de compreender as relações entre os três elementos cruciais no ambiente construído: clima, edificações e vegetação (WONG; CHEN, 2009, apud DUARTE, 2015).

Duarte (2015) aponta que sob a ótica do planejamento é proposto que pequenas áreas com vegetação, estrategicamente alocadas ou agrupadas em torno de edifícios poderiam ser implementadas, abrangendo as variáveis urbanas que possuem efeito sobre o tipo, qualidade e tamanho da infraestrutura verde (como o padrão de ocupação e a topografia, fatores relevantes para a qualidade e disponibilidade de espaços verdes em meios urbanos).

Romero (1997, apud JESUS, 2015) complementa que a vegetação é um agente filtrante das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, através das folhagens que servem como protetores das superfícies localizadas imediatamente abaixo e nas proximidades, refrescando os ambientes próximos.

Duarte (2015) sugere que nas cidades de alta densidade, a infraestrutura verde deve ser compatibilizada com diferentes estruturas, havendo um valor agregado à cidade.

Giridharan *et al.* (2008, apud DUARTE, 2015) investigaram sobre a influência da vegetação a nível do solo para redução da temperatura em espaços abertos e altamente densos em Hong Kong. Nesta pesquisa, a conclusão foi que somente a introdução de vegetação em áreas com uma alta concentração de construções, incluindo arranha-céus, não resultou em uma redução significativa da temperatura do ar em espaços ao ar livre.

Para os autores, estudos futuros sobre conforto térmico em áreas com arranha-céus e outras configurações de alta densidade e o impacto da vegetação no efeito de ilha de calor devem considerar a incorporação de jardins suspensos e coberturas verdes em diferentes alturas como mudanças necessárias (GIRIDHARAN *et al.*, 2008, apud DUARTE, 2015).

Neste sentido, Grant e Gedge (2019) concluem que o sombreamento e o resfriamento dos edifícios, provenientes das coberturas verdes, também reduzem o efeito da ilha de calor urbana.

2.4.4 Benefícios dos Telhados Verdes

Independentemente do tipo de estrutura verde escolhida, existem vantagens e desvantagens entre suas tipologias. A implementação dos telhados verdes possibilita relatar a sensação de conforto térmico interno à estrutura e satisfação com a estética (CATUZZO, 2013).

Com relação aos benefícios da implementação de telhados verdes para a estrutura, a *International Green Roof Association (IGRA, 2023)* ressalta que ocorre aumento da vida útil do telhado, pois a cobertura verde protege a impermeabilização dos telhados dos efeitos da ação do tempo (condições climáticas), sendo ainda a vegetação um isolante térmico durante o verão e inverno.

Outro benefício elencado é a redução nos níveis de ruído em até 3 dB (decibéis) e melhoraria do isolamento acústico em até 8 dB, servindo também como isolante térmico, que reduz o uso de energia reduzindo a temperatura interna do ambiente construído e atua como uma proteção contra o calor nos meses de verão, contribuindo com a economia de energia e menor uso dos condicionadores de ar (IGRA, 2023).

Conforme a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (2020) os telhados verdes ajudam na redução do efeito de calor por seu desempenho térmico. A Escola explica que estes tipos de telhado possuem potencial expandido para captar e reter as águas de chuva devido a incorporação de água em substrato, cuja parte será evapotranspirada e parte escoada (necessitando do sistema de drenagem).

Adicionalmente, observa-se uma melhoria na qualidade do ar, devido à capacidade de filtragem de partículas de dióxido de carbono e à absorção de metais pesados. Além disso, ocorre uma redução na propagação de ruídos, uma vez que esse tipo de telhado pode absorver, refletir ou dispersar o som. O aumento da área verde contribui para uma melhor integração entre as edificações e o ambiente do entorno, oferecendo conforto visual e também a restauração da biodiversidade, atraindo a fauna essencial para o equilíbrio ambiental, tais como borboletas e pássaros (ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 2020).

Neste sentido o *IGRA* (2023) corrobora com os benefícios dos telhados verdes associados ao habitat de animais, havendo a criação de novos lugares que conectam refúgios isolados da flora e fauna com os centros urbanos, o que promove a biodiversidade enquanto promove a retenção das águas pluviais, chegando à redução de 50% a 90% da drenagem, uma vez que a maior parte da água retorna ao ciclo natural por meio da transpiração/evapotranspiração das plantas.

Peck *et al.* (1999), abordam ainda que o telhado verde tem como benefícios a redução dos gases do efeito estufa e a criação de condições microclimáticas melhores em comparação àquelas que se localizam em seu entorno. Para os autores, ao aumentar a biomassa em áreas urbanas por meio de telhados verdes ou jardins verticais, é possível contribuir para a redução dos níveis de dióxido de carbono gerados por veículos, indústrias e sistemas mecânicos. Isso, por sua vez, leva a uma melhoria na qualidade do ar e à redução de problemas respiratórios.

Deste modo, outro benefício está relacionado à melhora da qualidade de vida nas cidades, uma vez que é proporcionada a melhora na qualidade do ar e harmonia paisagística ao passo que reduz também a quantidade de particulados e poluentes presentes na atmosfera. Estudos apontam que um metro quadrado de telhado verde

possui a capacidade de filtrar 0,2 kg de poluentes particulados e poeira por ano (IGRA, 2023).

Duarte (2015) comenta que as infraestruturas verdes reduzem o consumo de energia nos edifícios, especialmente em climas tropicais e subtropicais. Catuzzo (2013) conclui que a adoção de telhados verdes pode atenuar o impacto do calor e reduzir o consumo de energia, visto que essa forma de cobertura demonstra um desempenho térmico notável, resultando na redução da temperatura dentro de residências e edifícios.

A respeito da emissão de oxigênio proveniente do processo de fotossíntese das plantas, Goode (1986, apud PECK *et al.*, 1999), comenta que é necessário levar em consideração que as plantas produzem oxigênio apenas durante o dia. Durante o processo de decomposição da matéria orgânica no topo e dentro do meio de cultivo é sequestrado o oxigênio, bem como pela noite, durante o processo respiração – absorção de oxigênio e emissão de dióxido de carbono. Fica ressaltado que mesmo com estes consumos, ainda há um aumento líquido de oxigênio.

Estudos apontam que no Brasil, uma área de 230 m² de gramado pode absorver dióxido de carbono e liberar oxigênio o suficiente para manter uma família de quatro pessoas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2020).

Como as plantas se mostraram eficientes meios de remoção do CO₂, um dos principais gases causadores do efeito estufa, conforme o *World Resources Institute* (2018), “uma vez que as emissões negativas excedam aquelas que permanecem, as emissões líquidas zero são atingidas”.

As emissões líquidas zero de carbono são determinantes para evitar o aquecimento global e os impactos das mudanças climáticas, por meio da remoção e armazenamento de uma quantidade de dióxido de carbono do ar maior que a inserida na atmosfera por atividades antrópicas (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2023).

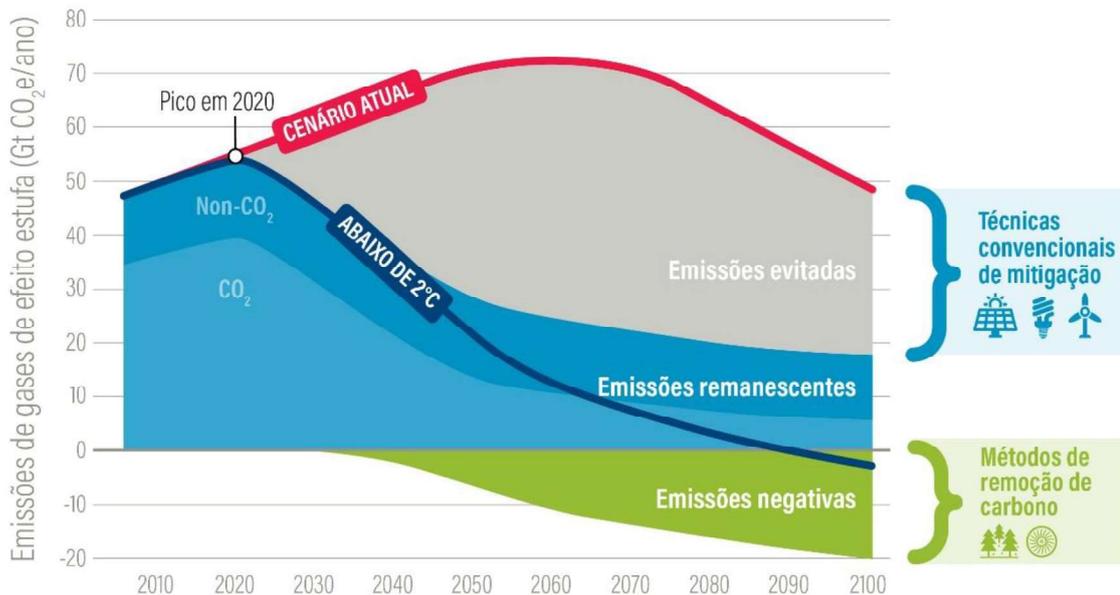
Conforme ilustra a Figura 7, as técnicas convencionais de redução de emissão dos Gases de Efeito Estufa contribuem evitando o incremento de lançamentos atmosféricos. As emissões remanescentes (aquelas que não podem ser evitadas e as emissões de outros Gases de Efeito Estufa, com potencial de aquecimento global

equivalente ao do CO₂) continuarão atuando como agentes impulsionadores do aumento de temperatura. Para que esta parcela emitida deixe de contribuir para o aquecimento global, métodos de remoção de carbono precisam ser empregados.

O IGRA (2023) relata também que o adensamento urbano desordenado e o tráfego intenso contribuem para um aumento de cerca de 10°C das temperaturas urbanas durante o verão. Para minimizar os efeitos das ilhas de calor, áreas verdes e parques desempenham um papel crucial, absorvendo parte da energia térmica. Além disso, os telhados verdes ajudam a reduzir o calor, uma vez que promovem a umidificação natural do ar.

Ainda a respeito da mitigação dos efeitos negativos das ilhas de calor, Pledge e Scholz-Barth (2005, apud CATUZZO, 2013), elencam dois caminhos para atenuar a ilha de calor urbana, sendo o incremento da vegetação e da superfície de reflectância. Em comparação com estruturas convencionais, os telhados verdes e outras superfícies vegetadas dificilmente apresentam mais de 27° C durante um dia de verão, já o telhado típico impermeabilizado chega até 71° C.

Figura 7. Cenários de emissão que causam mudanças na temperatura.



Fonte: WRI (2023, adaptado de INEP, 2016)

2.5 PERSPECTIVA GERAL DE LEIS E CASOS DE SUCESSO NA IMPLEMENTAÇÃO DE TELHADOS VERDES

2.5.1 No Exterior

Em vários outros países ao redor do mundo é possível notar que há o uso e incentivo para implementação de coberturas verdes, seja com foco nos sistemas de drenagem ou melhora das condições climáticas e sensações térmicas.

Os autores Grant e Gedge (2019) elencam uma série de exemplos bem sucedidos como resultado da prática de uso dos telhados verdes:

Um extenso telhado verde na Calábria, Itália, apresentou a temperatura de sua estrutura subjacente 12°C (em média) mais fria no verão em comparação a um telhado convencional.

No centro-sul do Texas, telhados verdes cobertos com suculentas reduziram a temperatura da superfície do solo em 18°C e a temperatura abaixo do telhado foi reduzido em 27,5°C em condições quentes e secas de verão ao ser comparado com telhados convencionais.

Em Adelaide, Austrália, os experimentos mostraram que os telhados verdes têm a capacidade de melhorar o microclima circundante com efeitos significativos de resfriamento no verão. Os pesquisadores descobriram que a superfície dos telhados verdes experimentais estava entre 2°C e 5°C mais fria durante o dia (dependendo do tipo de substrato e da profundidade) e geralmente mais amenas que a temperatura do ar ambiente.

Outro exemplo discutido por Grant e Gedge (2019) mostra que os efeitos de resfriamento podem ter impactos em toda a cidade como ocorrido em uma cobertura de 50% de telhados verdes em Constantine, Argélia, que diminuiu a temperatura do ar ambiente da cidade em uma média de 1,3°C.

Na Alemanha, códigos de construção que incentivaram telhados verdes foram instigados em várias cidades no final da década de 1980. As políticas variam em cada cidade, mas muitas incluem metas obrigatórias para espaços verdes ou reduções nas taxas de águas pluviais (quando se escolhe a implementação de telhados verdes).

Conforme a Figura 8 e Figura 9, abaixo, pode-se verificar que exemplos no emprego de telhados verdes de diferentes tipologias, em distintas localidades neste país.

Figura 8. Telhado verde em Bonn - Alemanha



Fonte: *National Geographic* (2024).

Figura 9. Telhado Verde Inclinado em Armstad - Alemanha.



Fonte: *National Geographic* (2024).

Em Estugarda, na Alemanha, é exigido que todos os novos empreendimentos tenham telhados verdes. A cidade também tem um programa de financiamento para medidas de ecologização, que inclui telhados e paredes verdes. Este programa paga até 50% do custo até um máximo de 10.000 euros. Em 2018, Hamburgo e Frankfurt lançaram programas de incentivo semelhantes.

Nos Países Baixos, em 2006, a cidade de Roterdã deu início a políticas de gestão de águas pluviais que incluíram a disponibilização de telhados verdes. Em 2008 a cidade também começou a fornecer incentivos para aumentar o número de telhados verdes entregues. Um dos objetivos de longo prazo dessas políticas e programas de incentivo é aumentar o número de telhados verdes na cidade para 600.000 m² até 2025.

A França é o único país que desde 2016 tem uma lei de abrangência nacional que incentiva telhados verdes em novas estruturas comerciais, sendo necessária a

integração de telhados verdes ou painéis solares. Neste país, em 2017, aproximadamente um milhão de metros quadrados de telhados verdes foram instalados (GRANT; GEDGE, 2019).

A cidade de Malmö, Suécia, teve os primeiros telhados verdes instalados no início dos anos 2000. Foi também a primeira cidade da região a adotar o uso de uma ferramenta de planejamento paisagístico, o *Green Space Factor*, para ajudar a apoiar a arborização urbana, especialmente em áreas densas. Já em Estocolmo, foi adotada a ferramenta "*Green Space Factor*" para o planejamento urbano, contendo a possibilidade de criar telhados verdes. O uso desta ferramenta é uma exigência para todas as incorporadoras que constroem em terrenos de propriedade da prefeitura

Em Copenhague, Dinamarca, desde 2010 há políticas de implementação de telhados verdes locais, em que são exigidos que telhados com menos de 30° sejam verdes. Há também incentivos disponíveis para reformas de telhados mais antigos e isenções devido à integridade estrutural dos edifícios.

Antes da crise financeira de 2008, o governo Belga forneceu subsídios para telhados verdes. Mesmo com a remoção deste financiamento algumas cidades continuaram a fornecer subsídios de seus próprios fundos. Desde 2011, em Antuérpia, os planos de gestão de águas pluviais são obrigatórios para novos empreendimentos e grandes reformas como parte do processo de planejamento, com telhados verdes sendo um dos elementos prescritos.

A recomendação para a implementação de telhados verdes é especificamente indicada na estratégia de adaptação às alterações climáticas na República Tcheca em domínios como o desenvolvimento urbano, paisagismo, proteção de ecossistemas, mitigação do escoamento da água da chuva e muito mais. Existem agora políticas em vigor em quatro cidades da República Tcheca que visam especificamente a adoção de telhados verdes.

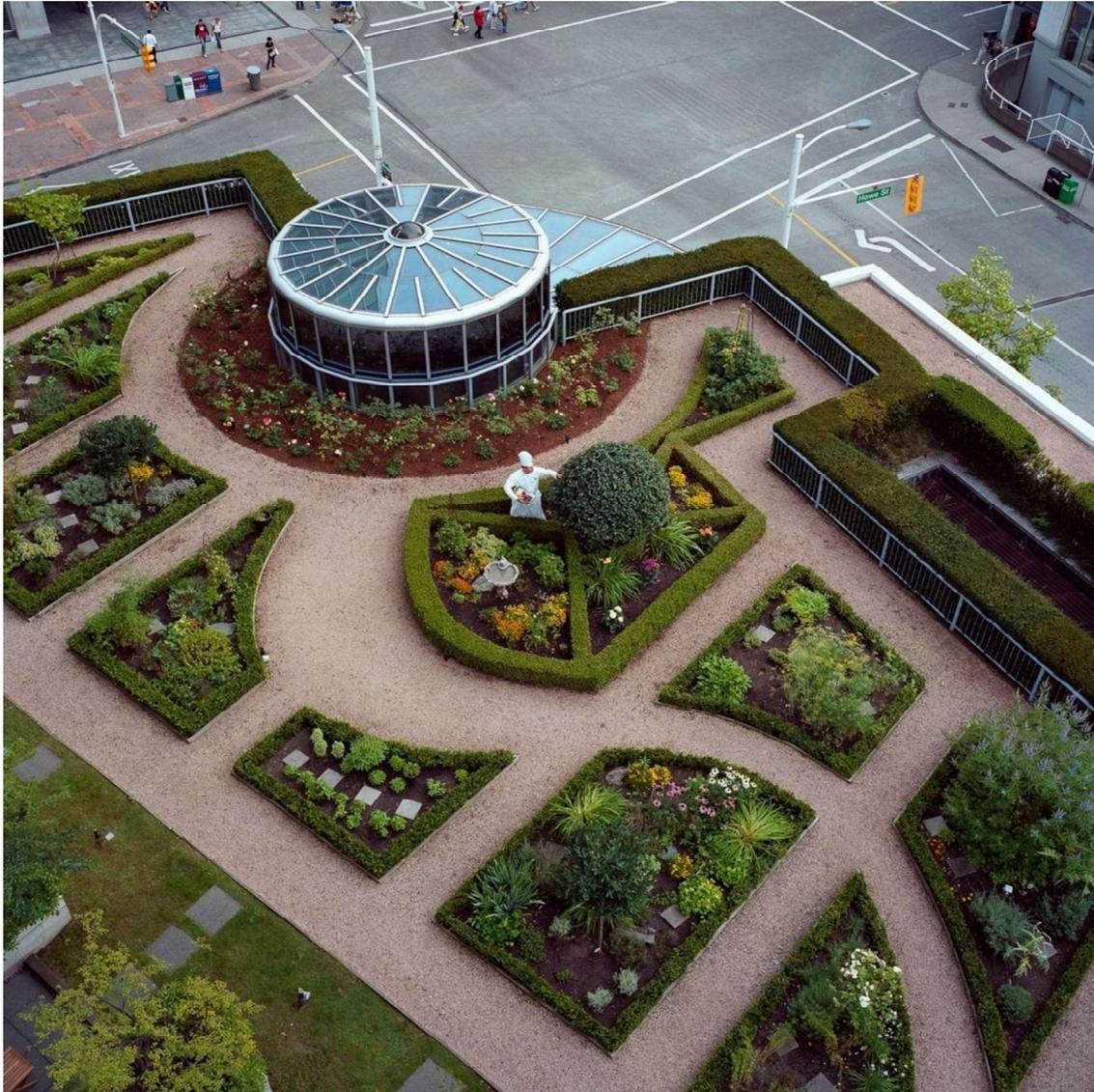
Além disso, foi lançado em 2017 um programa nacional de Poupança Verde, voltado para apoio à implementação de telhados verdes. Até 2017, 195.000 m² de telhados verdes haviam sido instalados na República Tcheca, dos quais mais de 75% eram extensos. O total de 2017 representa um aumento de 50% em relação a 2016.

As cidades da República Tcheca que estão a incentivar os telhados verdes são:

- Praga, na sua estratégia de adaptação às alterações climáticas, que visa apoiar a introdução de telhados verdes e paredes e desenvolver mecanismos de financiamento para aumentar a absorção dentro da cidade.
- Brno, que inclui telhados e paredes verdes dentro de sua estratégia para reduzir o impacto negativo das ondas de calor e o efeito ilha de calor urbana. Atualmente, a cidade está procurando mecanismos para fornecer micro subsídios para apoiar a adoção de telhados verdes
- Pilsen, que promove telhados e paredes verdes e drenagem urbana sustentável para ajudar a mitigar o risco de inundações repentinas e para amenizar o efeito ilha de calor urbana.
- Ostrava, também voltando o uso de telhados verdes para reduzir a área de superfícies seladas na cidade e amenizar o efeito ilha de calor urbana.

Em 2009, Toronto, no Canadá, foi a pioneira na América do Norte a tornar os telhados verdes obrigatórios. O estatuto do telhado verde aplica-se a todos os edifícios residenciais, comerciais e industriais com uma área útil superior a 2.000 m². Outros distritos do país adotaram a prática verde, como Vancouver, Figura 10.

Figura 10. Telhado vegetal em Vancouver - Canadá.



Fonte: *National Geographic* (2024).

Nos Estados Unidos, a cidade de São Francisco, entrou em vigor em 2017 a “Lei do Melhor Telhado de São Francisco”, a primeira política de telhado verde obrigatória nos Estados Unidos da América. A portaria afirma que entre 15% e 30% do espaço do telhado na maioria dos novos projetos de construção deverá incorporar energia solar, telhados vivos ou uma combinação de ambos.

A política de Denver sucedeu a São Francisco. Nela a portaria de exige uma quantidade de espaço verde relacionada à área bruta do piso, área total do telhado ou área de telhado disponível. Há também muitas cidades norte-americanas que, embora não tenham políticas obrigatórias de telhado verde, têm incentivos para

aumentar a área de telhados verdes dentro de seus limites administrativos, como por exemplo Chicago, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11. Prefeitura verde de Chicago - Estados Unidos.



Fonte: *National Geographic* (2024).

Até 2015, a principal cidade norte-americana para arborização de telhados era Washington DC, principalmente pelo resultado de seu programa *RiverSmart Rooftops*, havendo a maior densidade de telhados verdes por habitante de qualquer cidade norte-americana.

A cidade de Nova York tem um programa que incentiva telhados verdes, conhecido como *Green Roof Property Tax Abatement*. Um projeto de mapeamento realizado em 2016 colocou a área total de telhados verdes na cidade de Nova York em 242.811 m², dando à cidade uma densidade de 0,03 m² de telhados verdes por habitante, e contabilizando 0,03% da área total do terreno. Um exemplo pode ser verificado na Figura 12, que segue.

Figura 12. Telhado do West Coast Building, com folhagem que reduz o calor em Nova York - Estados Unidos.



Fonte: *National Geographic* (2024).

Na América Latina, Córdoba, na Argentina, foi a pioneira a instaurar a obrigação de uso de telhados verdes em empreendimentos novos nos centros da cidade. Dois fatores ambientais são o foco da política: redução dos efeitos negativos da ilha de calor urbana e melhoria da qualidade do ar devido a severa poluição no centro da cidade. A política também é apoiada por um incentivo voltado para edifícios novos, apoio financeiro de 50% para edifícios residenciais e comerciais com mais de 400 m²

e edifícios industriais com mais de 600 m². Há também um incentivo para aqueles que voluntariamente instalam telhados e paredes verdes em edifícios existentes através de "benefícios fiscais estáveis".

Por fim, no continente asiático, Singapura é reconhecida internacionalmente pela criação de espaços verdes em telhado, por meio do Programa *Skyrise Greenery* que visa incentivar a instalação de telhados e paredes verdes em edifícios residenciais e não residenciais existentes. Outras cidades da Ásia também têm desenvolvido políticas de telhado verde, principalmente Tóquio e Hong Kong.

2.5.2 No Brasil

Conforme Vertical Garden (2019), o Brasil tem avançado no que se refere ao cuidado e proteção com o meio ambiente.

Dutra e Silva (2020) estudaram as empresas que realizam o trabalho de instalação de telhados verdes no Brasil. Em seu artigo, constataram que até 2018 uma das empresas instalou a maior parte de seus telhados na região Sudeste (com cerca de 70 mil m²), a segunda empresa teve a maioria de vendas no estado de São Paulo e Rio Grande do Sul (totalizando cerca de 1 milhão de m²). Por fim, a terceira empresa estudada atuou apenas na região metropolitana de Belo Horizonte (e instalou cerca de 600 m² e possuía projeto para cerca de 4.000m²).

Mesmo não havendo uma política nacional, que seja mais abrangente e harmônica, nota-se algumas iniciativas da esfera pública que procuram alternativas com a intenção de mitigar os efeitos negativos ambientais, principalmente no ambiente urbano.

Em Recife, Pernambuco, a Lei Municipal 18.112/2015⁹ exige que prédios residenciais com mais de 04 (quatro) pavimentos introduzam o telhado verde na edificação em imóveis novos (residenciais ou comerciais) com área superior a 500m² e com mais de 25% do solo impermeável. Conforme o exemplo que pode ser verificado na Figura 13.

⁹ Lei municipal – Lei 18.112, de 12 de janeiro de 2015.

Figura 13. Telhado Verde do Empresarial Charles Darwin.



Fonte: Bruno Lima (2018).

Em João Pessoa, na Paraíba, a Lei 10.047/2013¹⁰ também prevê a obrigatoriedade na instalação de telhados verdes em projetos de condomínios edificados (comerciais ou residenciais) que possuam mais de três pavimentos.

Neste mesmo sentido, em Niterói, Rio de Janeiro, o Projeto de Lei nº 090/2013 indicava a instalação de telhados verdes em edificações de qualquer tipo, com mais de três andares agrupados verticalmente, havendo também incentivos financeiros e com menção aos benefícios ambientais, mas não foi aprovado pelo prefeito municipal na época, contudo, no estado há alguns exemplos de sucesso na implementação de infra estruturas verdes, como o Terraço jardim do Ministério de Educação e Saúde do Rio de Janeiro, projetado por Burle Marx, Figura 14.

¹⁰ Lei municipal - Lei 12.467, de 25 de janeiro de 2013.

Figura 14. Terraço Jardim do Ministério de Educação e Saúde - RJ.



Fonte: Ferraz, Staschower e Soares (2019).

No Piauí, a Lei 6.888/2016¹¹ leva em consideração as ações sustentáveis em obras realizadas pelo estado do Piauí ou com recursos financeiros vinculados ao tesouro estadual. Entre as ações consideradas obrigatórias estão contempladas telhado verde, permeabilidade do solo, uso de energia solar, entre outros...

Para a compensação ambiental no estado de São Paulo tem-se as iniciativas de Santos, via Lei Complementar 913/2015¹² que dispõe sobre o incentivo à implantação do telhado verde em condomínios verticais (conforme ilustrado pela Figura 15) e de Guarulhos, por meio da Lei 6.793/2010¹³, que prevê descontos no IPTU, com variação entre 3% e 5% a depender das tecnologias utilizadas (podendo ser, por exemplo, a implementação de telhados verdes, painéis fotovoltaicos, sistemas de captação de água da chuva, entre outros). Ainda neste município há a Lei 7.031/2012¹⁴, em que é

¹¹ Lei estadual – Lei 6.888, de 06 de outubro de 2016.

¹² Lei municipal – Lei complementar 913, de 21 de dezembro de 2015.

¹³ Lei municipal – Lei 6.793, de 28 de dezembro de 2010.

¹⁴ Lei municipal - Lei 7031, de 17 de abril de 2012.

obrigatória a instalação de telhados verdes em projetos de construção edificadas, residenciais ou não, com mais de 03 (três) unidades agrupadas verticalmente.

Figura 15. Telhado verde no edifício Ana Costa, em Santos - SP



Fonte: Mariane Rossi, Foto: Divulgação/Instituto Cidade Jardim, (2016).

Sobre desconto no IPTU, a medida de incentivo foi implementada por Goiânia, por meio da Lei Complementar 235/2012¹⁵ e possibilita descontos de até 20% do imposto aos proprietários de construções com telhados verdes, jardins verticais, painéis fotovoltaicos, pavimentos permeáveis, entre outros.

Em Salvador também foi verificada esta prática por meio do Decreto 36.288/2022¹⁶, em que é fomentada a certificação sustentável com direito a desconto do IPTU a quem instalar tecnologias como telhados verdes, reaproveitamento da água da chuva, entre outras iniciativas. Na capital, a implementação de telhados verdes chegou até pontos de ônibus, conforme evidencia a Figura 16.

¹⁵ Lei estadual - Lei complementar 235, de 28 de dezembro de 2012.

¹⁶ Decreto municipal – Decreto 36.288 de 17 de novembro de 2022.

Figura 16. Ponto de ônibus ganha teto verde em Salvador - BA.



Fonte: Marcia Souza (2019).

Para o município de São Paulo foi publicado em março de 2015 o Decreto 55.994¹⁷, que regulamenta o Termo de Compensação Ambiental (TCA) municipal, em que telhados verdes podem ser utilizados como meio de compensação. Em dezembro de 2016 foi aprovado pela Prefeitura o Decreto 57.565¹⁸ que regulamenta a Quota Ambiental e estabelece um conjunto de regras para preservação do meio ambiente em novas edificações ou mesmo reformas, considerando-se parâmetros vinculados à drenagem e microclima.

Para ilustrar os Telhados Verdes implementados atualmente em São Paulo, pode-se verificar na Figura 17, um dos edifícios municipais mais conhecidos pela presença de cobertura verde.

¹⁷ Decreto municipal – Decreto 55.994 de 10 de março de 2015. Regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental – TCA.

¹⁸ Decreto municipal – Decreto 57.565, de 27 de dezembro de 2016. Regulamenta procedimentos para a aplicação da Quota Ambiental.

Figura 17. Edifício Conde Matarazzo - SP



Fonte: Capelas Junior (2014).

No estado de São Paulo, em 2023 deu-se início ao processo de tramitação no Senado Federal o Projeto de lei nº 948 /2023, que diz respeito à dobrar o valor do repasse do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) Ambiental para cidades que preservarem suas áreas verdes ou que possuem vegetação ainda nativa, com a intenção de que assim ocorra a preservação florestal e a restauração de áreas degradadas (SÃO PAULO, 2024).

Em Blumenau, Santa Catarina, o Código de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (Lei Complementar 751/2010¹⁹) prevê que 20% da área do terreno seja permeável, mas a Lei Complementar 1.174/2018²⁰ permite que a área possa ser reduzida pela metade no caso de a edificação ser dotada de telhado verde em igual proporção e vínculo à uma caixa de retenção das águas pluviais. Um exemplo de telhado verde implementado neste município pode ser verificado na Figura 18.

¹⁹ Lei municipal – Lei complementar 751 de 23 de março de 2010.

²⁰ Lei municipal – Lei complementar 1.174 de 7 de fevereiro de 2018.

Figura 18. Telhado verde na sede da Cia. Hering, em Blumenau - SC.



Fonte: Rafael Faustino - Divulgação/Hering (2018).

Em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, há uma Lei complementar 734/2014²¹ que institui o código de edificação e tem o objetivo de considerar áreas livres dotadas de vegetação, como o telhado verde, valorizando a paisagem urbana, melhorando o microclima do entorno e a captação de água. Dependendo da área do terreno há um percentual mínimo de área livre exigido (por exemplo em terrenos de área entre 151 e 300 m² o percentual mínimo de área livre é 7% e em terrenos entre 301 e 1.500 m² o índice é de 70% da área remanescente da taxa de ocupação).

Ainda, em Porto Alegre, a Lei Complementar 434/1999²² viabiliza o uso de telhados verdes e pavimentos permeáveis como meio de compensação ambiental. O mesmo se verifica no município de Canoas, também no Rio Grande do Sul, por meio da Lei 5.840/2014²³.

²¹ Lei municipal - Lei complementar 734, de 24 de janeiro de 2014.

²² Lei municipal – Lei complementar 434, de 01 de dezembro de 1999.

²³ Lei municipal - Lei 5840, de 27 de maio de 2014.

Para o Rio Grande do Sul, um dos exemplos de estrutura verde pode ser verificado na Figura 19, Sede do Distema Fecomércio, que possui um dos maiores telhados verdes da América Latina.

Figura 19. Sede do Sistema Fecomércio - RS



Fonte: Ecotelhado. Disponível em Olsen (2022).

Pode-se notar que os incentivos refletem no cuidado e importância dados ao meio ambiente. As iniciativas provenientes do poder público têm oferecido alternativas com a intenção de adaptação em microescala dos efeitos negativos sobre o meio natural, principalmente no ambiente urbano (SINDIFLORES, 2020).

3 PROBLEMÁTICA: ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O processo de industrialização brasileiro se deu início no século XIX pelo Rio de Janeiro, Pernambuco e Bahia (DALL'OLIO, 2019). Em São Paulo, cada município no estado tem seu crescimento de modo diferenciado, no entanto, atualmente o estado como um todo tem o título de mais industrializado principalmente pelo crescimento da capital, com a posição estratégica da cidade, levando à modernização de sua estrutura econômica e urbana.

Conforme Toledo (2007), durante o século XIX a cidade de São Paulo era composta basicamente por pouco adensados demograficamente, como chácaras, sítios, povoados e antigos aldeamentos, o que se alterou em virtude da chegada da linha férrea e das indústrias, favorecendo o grande adensamento urbano. Neste contexto, as estruturas existentes na cidade foram substituídas com influência da arquitetura européia.

Para Dall'Olio (2019) a presença da estrada de ferro, considerado um sistema de transporte de baixo custo, eficiente e ramificado, foi um fator atrativo para empresários e para a instalação de mais fábricas no município. A matéria-prima proveniente no interior paulista chegava pelo trem, eram manufaturados e transportados para outras regiões brasileiras e para o Porto de Santos, de onde seguiam rota para o comércio internacional. Os custos de transporte e o mercado consumidor foram decisivos para definir a localidade das empresas e, por consequência a formação das cidades.

Mais tarde, em 1930, havendo a crise paulista devido a superprodução do café, queda nos preços e as consequências da crise mundial de 1929, a riqueza acumulada pelos então fazendeiros passou a ser direcionada para indústria prioritariamente, e, em segundo lugar, na construção civil (DALL'OLIO, 2019).

Após a quebra da Bolsa de Nova York, a precursora da reversão no abastecimento interno por conta das restrições às importações, requisitou-se a obrigatoriedade de importação nacional de itens produzidos em São Paulo, enquanto a cidade importava uma grande parte de suas matérias-primas e alimentos de outros estados. Esse cenário resultou na integração do mercado nacional, com São Paulo desempenhando um papel predominante nesse processo (SOUSA, 2007).

A partir da década de 1930, observou-se um aumento substancial no fenômeno da urbanização, que posteriormente ganhou velocidade devido às transformações na estrutura produtiva e na imigração (SOUSA, 2007).

No ano de 1933, a política de substituição de importações teve como objetivo ampliar a industrialização para além dos setores têxtil e alimentício, buscando diversificar as atividades industriais para áreas mais complexas, como química, metalurgia, plástica, materiais de transporte, engenharia mecânica, borracha e produtos elétricos. (SOUSA, 2007).

Conforme Dall'Olio (2019) outro fator que impulsionou a industrialização do município foi o crescimento do potencial energético, que duplicou entre 1930 e 1945, ampliando o leque industrial.

A concentração de atividades industriais na cidade criou um cenário favorável para uma extraordinária expansão da atividade terciária. A atividade comercial, além de se ampliar, especializou-se. O mesmo aconteceu com a atividade financeira, criação de universidades e importantes centros de pesquisa. E cresceram especialmente os serviços prestados às empresas (DALL'OLIO, 2019).

Na década de 1950, passou-se pela fase da industrialização pesada (Plano de Metas), acarretando na chegada de grandes multinacionais e fazendo o estado investir diretamente no desenvolvimento deste setor, com políticas para infraestrutura de transportes, sistemas de comunicação, concessões fiscais (como facilidade de acesso ao capital e isenções tarifárias) e empresas estatais (SOUSA, 2007).

A concentração industrial na Região Metropolitana de São Paulo a partir de 1950 resultou em "custos de aglomeração urbana", e os benefícios de localização industrial nessa área se transformaram em desvantagens, tornando a produção de muitos empreendimentos desafiadora. Como resposta a essa situação, o governo buscou reduzir as disparidades regionais e estaduais (SOUSA, 2007).

A interiorização da atividade industrial no estado, a partir de 1970, foi impulsionada pelos investimentos do governo federal com o objetivo de promover a descentralização. No entanto, essa mudança resultou na entrada de setores industriais novos que previamente não estavam concentrados em áreas econômicas específicas locais (SOUSA, 2007).

Portanto, a verdadeira descentralização industrial foi limitada, abrangendo apenas algumas fábricas de têxteis, confecções e transportes (SOUSA, 2007). Desde 1960 a cidade de São Paulo recebeu a fama de capital mais rica e populosa do país, contribuindo com 10% de toda riqueza nacional (DALL'OLIO, 2019).

É na década de 1970 que a concentração de renda passa a se intensificar no município, transformando a lógica de construção municipal para adoção de um padrão de exclusão territorial, principalmente dos pobres (SVMA; SEMPLA, 2002, apud CARBONE, 2014).

Na segunda metade da década de 1980, as políticas públicas visando à interiorização da indústria no estado de São Paulo foram interrompidas devido à crise financeira internacional, conhecida como o "choque do petróleo" e às questões econômicas nacionais, como inflação e desemprego, que levaram ao esgotamento desse processo (SOUSA, 2007).

O crescimento do município e sua importância econômica refletem em uma dinâmica de crescimento que não se deu sempre pautada pela priorização da sustentabilidade, havendo uso exacerbado dos recursos naturais e a constante necessidade de fiscalização e correção das fontes de poluição.

Devido sua característica construtiva na área central da cidade de São Paulo, com edifícios altos e próximos uns aos outros e ruas estreitas torna altamente suscetível à formação de ilha urbana de calor (NOBRE *et al.*, 2010).

Conforme Catuzzo (2013) a metrópole de São Paulo ganha reconhecimento por sua influência global, apresentando uma ampla variedade de atividades econômicas relacionadas ao seu tamanho, sua história e à diversidade socioeconômica espacial. A sofisticação dos produtos e serviços oferecidos contribui para um contínuo processo de urbanização que exerce um impacto profundo sobre o ambiente natural. Entre esses impactos, destaca-se o adensamento urbano desordenado, que resultou na significativa redução das áreas verdes na cidade.

A urbanização dos vales dos rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros ocorreu em períodos diferentes. Estes vales se assemelham do ponto de vista climatológico de grandes

bacias aquecidas, com poluentes provenientes de indústrias e da grande circulação de veículos (NOBRE *et al.*, 2010).

Em conformidade com Nobre *et al.* (2010), a circulação de veículos desempenha um papel significativo no contexto urbano. Os autores também destacam que o tráfego intenso diário resulta em concentrações consideráveis de poluentes, com as principais vias de tráfego situadas nos arredores do município de São Paulo. A combinação do fluxo nas marginais Tietê e Pinheiros, juntamente com o tráfego nas Avenida dos Bandeirantes e Avenida do Estado (Vale do Tamanduateí), contribui para o movimento diário de mais de 1,2 milhão de veículos.

Segundo os autores Nobre *et al.* (2010), o volume e a velocidade do tráfego de veículos são fatores determinantes para o grau de concentração e poluição do ar nas áreas urbanas.

Lombardo (1985) destaca que em decorrência das características geográficas e condições de clima é favorável a concentração de poluentes na região central, devido os ventos que sopram de modo predominante do Sudeste, atrelado às condições meteorológicas, agravam a ilha de calor.

Esses fenômenos que caracterizam os microclimas urbanos estão presentes em menor escala em toda a região, incluindo ilhas de calor, inversões térmicas localizadas, áreas com concentrações de poluentes e variações locais nos padrões de vento (NOBRE *et al.*, 2010).

Historicamente, o solo urbano de São Paulo tem sido tratado como uma *mercadoria* sujeita à valorização e especulação, muitas vezes devido à escassez de espaço. O lucro proveniente da venda de terrenos frequentemente moldou o desenvolvimento urbano, ocorrendo de forma desordenada, seguindo as tendências ditadas pelo mercado (PHILIPPI JR; RODRIGUES, 2006, apud CARBONE, 2014).

Neste contexto, Santos (1990, apud RIBEIRO, 2008), comenta que há pressão da engenharia civil para adoção de técnicas que privilegiaram grandes obras e o adensamento populacional nas áreas categorizadas como “nobres” em São Paulo. Porém, a dinâmica da especulação imobiliária liderada pelo mercado, garante a

elevação do preço da terra por meio de estoque de vazios urbanos nas regiões valorizadas.

Esta valorização espacial leva a faixa da população de menor renda a buscar outras fórmulas para o acesso à moradia, favorecendo a ocupação de áreas periféricas (MARICATO, 2002). Tratam-se de áreas com pouco planejamento e desprovidas de infraestruturas básicas, inclusive carentes de áreas verdes públicas.

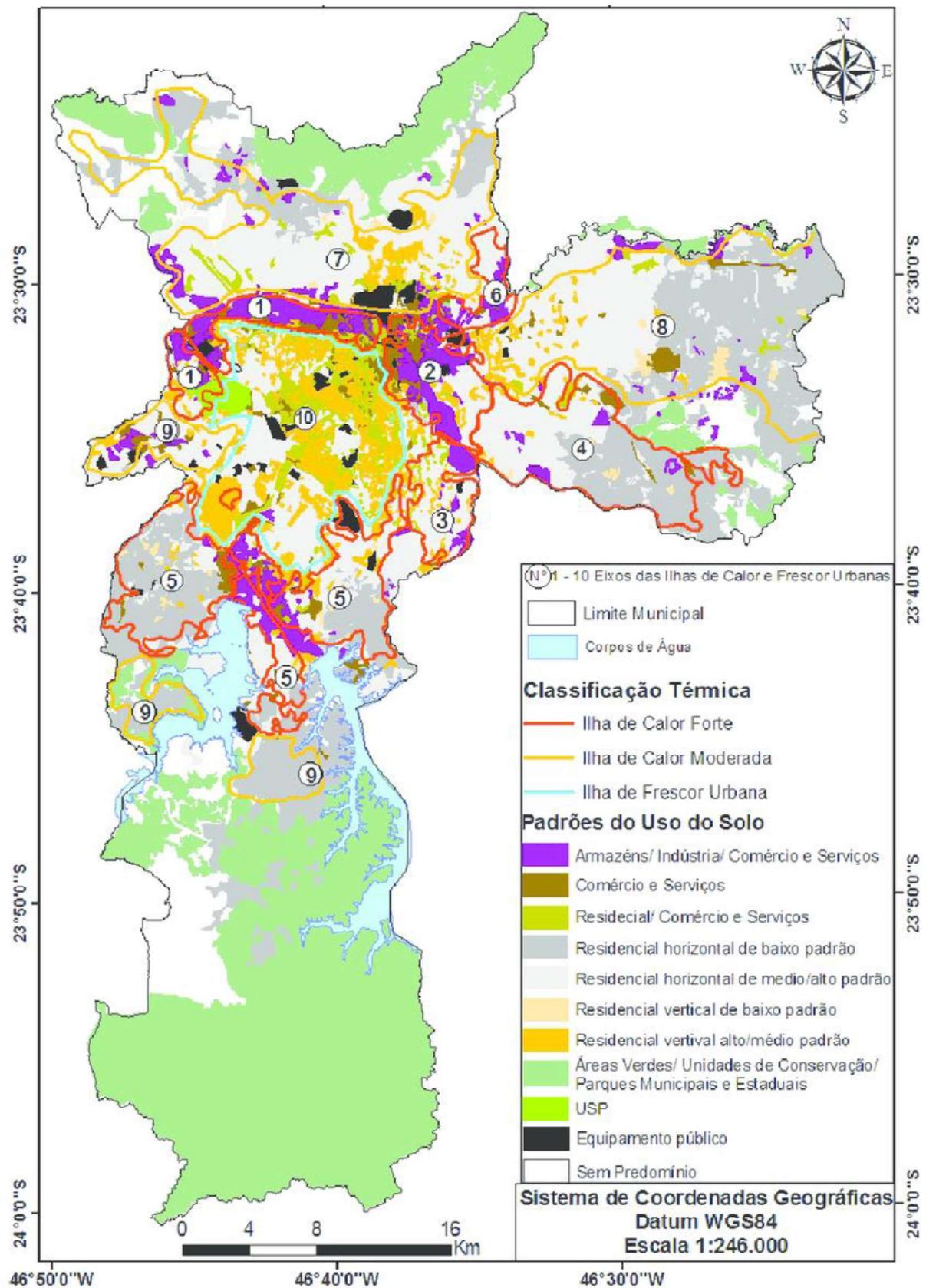
Caporusso e Matias (2008, apud CARBONE, 2014) estabelecem a necessidade de consideração da distribuição e dimensão espacial das áreas verdes para análise da qualidade ambiental para que o planejamento urbano e ambiental atenda às necessidades dos habitantes do meio urbano.

Em complemento, Nucci e Cavalheiro (1999, apud CARBONE, 2014) destacam a possibilidade de uso da quantificação e a configuração espacial da cobertura vegetal como instrumento e parâmetro de avaliação da qualidade ambiental em áreas urbanas.

A partir da compreensão da distribuição das áreas verdes do município é possibilitada uma melhor elaboração de políticas direcionadas ao atendimento das necessidades dos habitantes e do planejamento e ordenamento territorial (CARBONARE, 2014).

Barros e Lombardo (2016) estabeleceram uma relação espacial entre os padrões de uso e cobertura do solo e suas respectivas respostas termiais. Conforme representado na Figura 20, é possível visualizar a distribuição espacial da ocorrência do fenômeno de ilha de calor no município.

Figura 20. Mapa do uso do solo e classificação termal do município de São Paulo.



Fonte: Barros e Lombardo (2016).

Barros e Lombardo (2016) constatam que

a presença baixa ou a total ausência de vegetação apresentou-se como a principal causa da distribuição espacial e da intensidade da ilha de calor urbana. Quanto ao uso do solo, a variável que estabeleceu melhor relação espacial com o fenômeno foi o de armazéns/indústria, comércio e serviços, ou seja, a abundância de asfalto, concreto e telhados de zinco, amianto e alumínio desses ambientes ensejam maior propagação e armazenamento de calor, o que aumenta a diferença de temperatura da superfície em mais de 8 °C com relação aos ambientes rurais.

O estudo de Barros e Lombardo (2016) ressalta a importância de preservação de parques e unidades de conservação, que auxiliam de modo significativo na redução das temperaturas superficiais e a necessidade de expansão do arboreto urbano e das áreas verdes.

Conforme o estudo, os distritos com maiores índices de biomassa vegetal apresentam características de ilhas de frescor, mesmo os situados em meio a áreas urbanas densas (BARROS, LOMBARDO, 2016).

Barbosa (2005) comenta que o grau de desequilíbrio ambiental presente nas grandes metrópoles brasileiras destaca a urgente necessidade de atualizar o modelo de desenvolvimento urbano, havendo seu alinhamento com a capacidade dos ecossistemas naturais de absorver os impactos gerados pelo processo de urbanização.

Ainda, Barros e Lombardo (2016) explicam que o Índice de Área Foliar²⁴ influencia diretamente na ocorrência de ilha de calor. À medida que a cobertura vegetal se torna mais abundante, as temperaturas tendem a diminuir, enquanto que em áreas com menos vegetação, as temperaturas costumam ser mais elevadas.

Barbosa (2005) ressalta que não se deve considerar o a expansão das áreas urbanas um fator negativo do desenvolvimento sustentável das cidades. O crescimento é necessário e deve ser efetivado de maneira planejada e fundamentado nas questões urbano-ambientais.

²⁴ Índice de Área Foliar: O Índice De Área Foliar corresponde à eficiência na interceptação e utilização da radiação solar pelas plantas, importante propriedade estrutural do dossel que representa a taxa de desenvolvimento vegetal (PAIVA, 2009).

Para o autor, as áreas verdes só terão sua importância consolidada a partir do momento em que a sociedade se apropriar de seu espaço. Para este tipo de ocupação o que importa é o que o espaço representa e o que é desenvolvido nele, ficando evidente a necessidade das áreas verdes serem atrativas e se conectarem com a dinâmica urbana. De outro modo, essas áreas continuarão sendo ponderadas como espaços ociosos presentes no arranjo urbano (BARBOSA, 2005).

Carbone (2014) constata que devido ao processo acelerado de crescimento urbano e o surgimento de novos modos de ocupação do solo e deterioração ambiental, há necessidade de adoção do planejamento para melhora e ampliação do “enverdecimento urbano”, principalmente porque ao longo das últimas décadas nota-se que a capacidade de resposta ao processo de tomada de decisão tem sido inadequada, dando ênfase singular às questões econômicas.

Neste contexto de carência de áreas ocupadas por vegetação no município de São Paulo os telhados verdes podem colaborar com o aumento de espaços verdes e, como consequência, na redução de temperaturas e elevação da umidade no contexto microclimático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

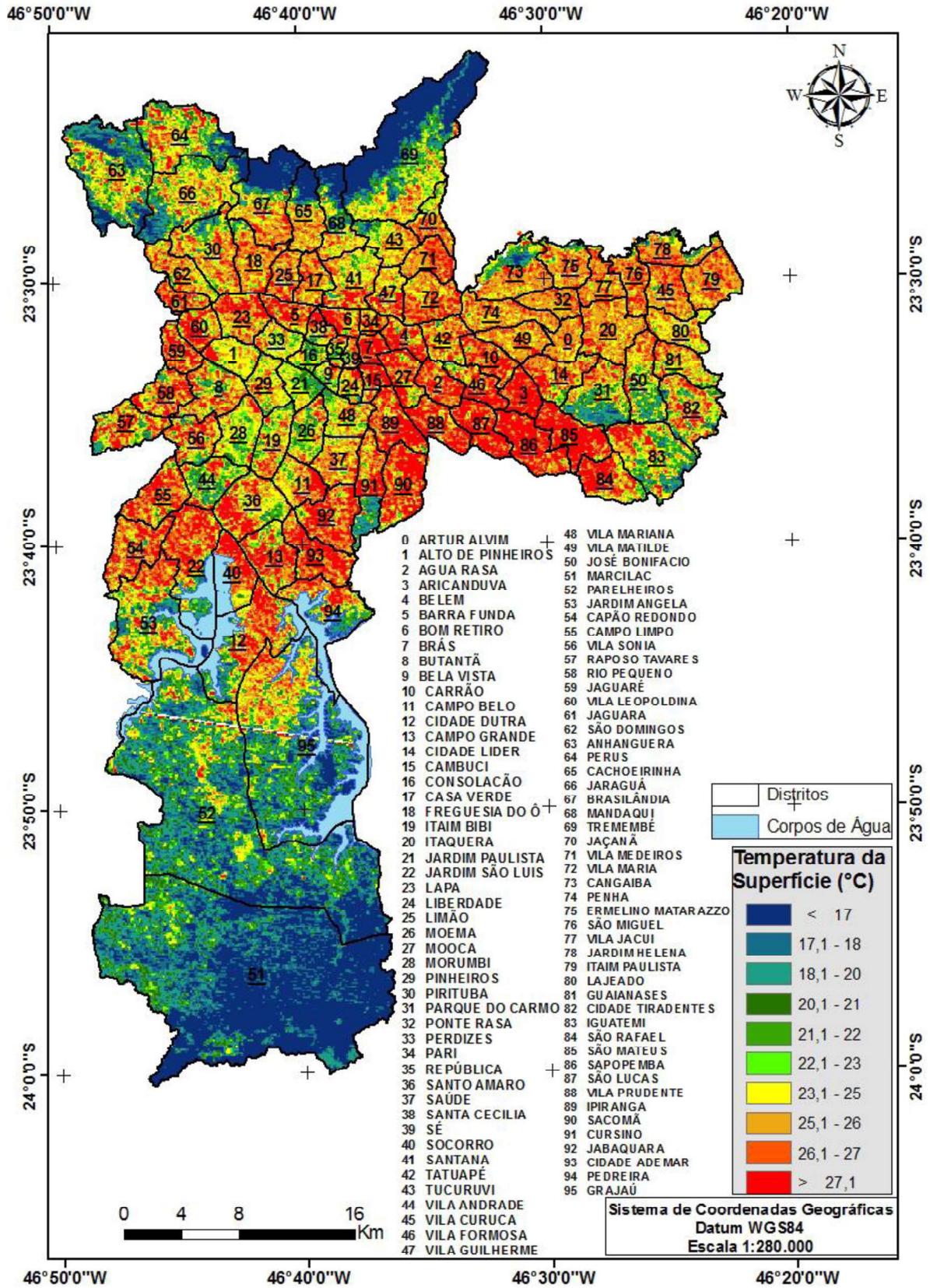
4.1 MITIGAÇÃO DO FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

A caracterização climática de São Paulo se faz relevante para compreensão da ocorrência do fenômeno de ilha de calor. Observando-se o mapa de cobertura aparente da superfície do município (Figura 21) e o comparando com o mapa de cobertura vegetal (Figura 22) é notável que temperaturas mais amenas são identificadas em áreas com cobertura vegetal significativa, o que contrasta com temperaturas elevadas, observadas nas regiões mais áridas da cidade.

Barros e Lombardo (2016) explicam que o gradiente de temperatura da superfície (Figura 21) é medido através da banda termal do satélite *Landsat 5*. No gradiente é evidenciado que valores espacializados em torno de 17°C, nas áreas concentradas nos limites do Sul (Área de Preservação Permanente Capivari-Monos e Bororé-Colônia), Norte (Serra da Cantareira) e Leste (Parque do Carmo), sendo os distritos mais representativos o Parque do Carmo, José Bonifácio, Marsilac e Parelheiros.

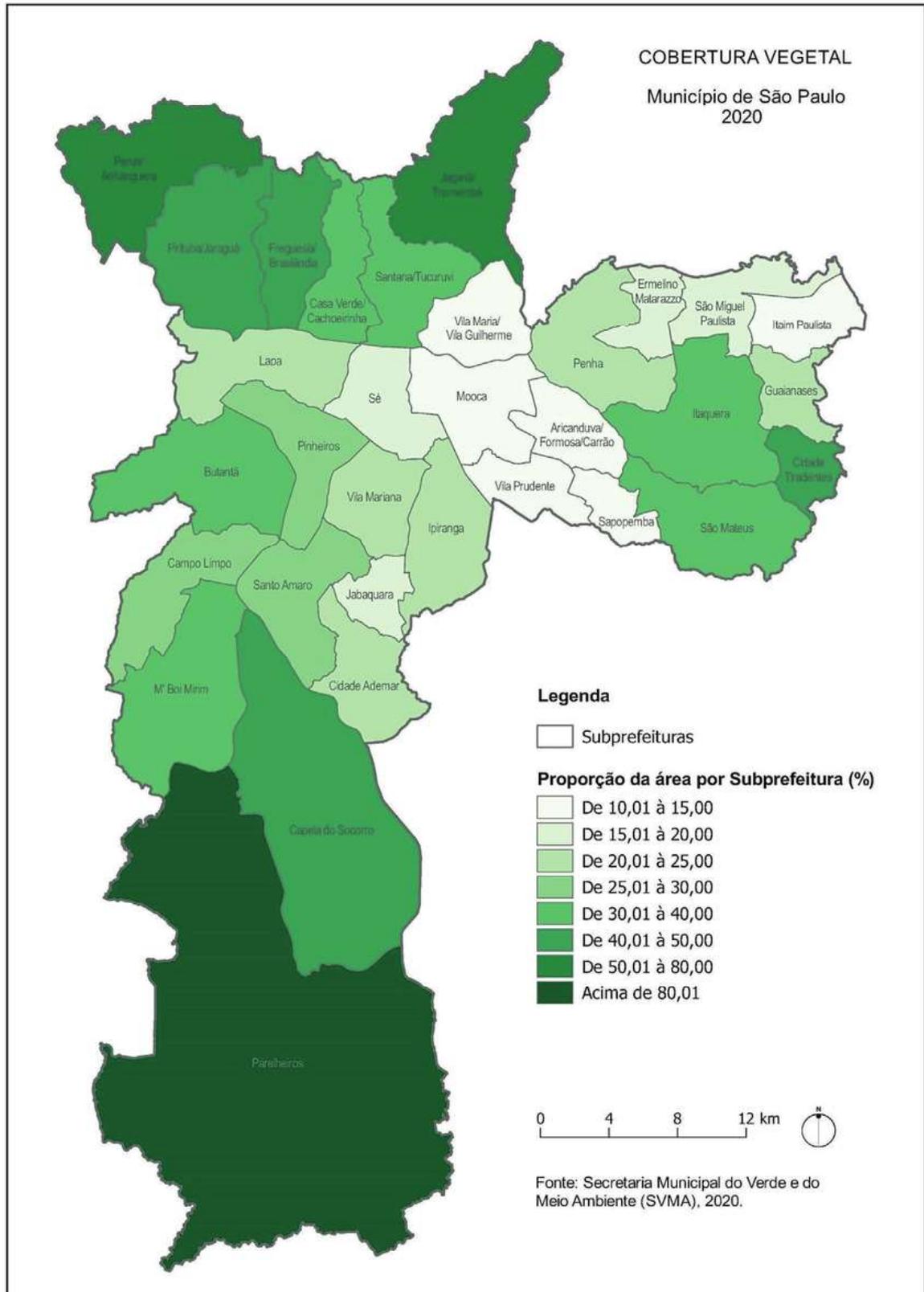
Neste contexto, Ximenes *et al.* (2020) contribuem afirmando que é importante efetivar a inclusão de áreas verdes nas áreas periféricas para a obtenção de espaços saudáveis e inclusivos.

Figura 21. Mapa de temperatura aparente da superfície de São Paulo.



Elaborado por: Barros e Lombardo, 2016.

Figura 22. Mapa de cobertura vegetal do município de São Paulo.



Elaborado por: Juliana Colli Munhoz (2020), Fonte: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) (2000).

Em comparação com a Figura 22, nota-se que as áreas com menores temperaturas registradas são as localizadas nas Subprefeituras de Parelheiros e Marsilac, que contam com mais de 80% de sua área composta por cobertura vegetal, na sequência Anhanguera, Perus, Tremembé e Jaçanã, subprefeituras que contam com áreas com cobertura vegetal entre 50 e 80% e parcialmente as subprefeituras de Grajaú, entre 40 e 50% de cobertura verde, e Itaquera, José Bonifácio e São Matheus, com área com cobertura vegetada entre 30 e 40%.

Os autores Lombardo e Barros (2016) afirmam que as temperaturas intermediárias (entre 20 e 25 °C), majoritariamente estão concentradas no Centro-Oeste e em algumas porções ao Sul, verificados na Figura 21. Como distritos mais representativos estão Butantã, Consolação, Jardim Paulista, Moema, Morumbi e Vila Andrade. Nota-se que as temperaturas mais brandas estão situadas nas áreas consideradas nobres da cidade.

Em análise sob a ótica da cobertura vegetal, representada na Figura 22, é possível observar que as subprefeituras que representam a transição entre áreas amenas e médias são Perus/Anhanguera, que possuem entre 50 e 80% de sua área coberta por vegetação, Pirituba/Jaraguá e Freguesia/Brasilândia, que possuem entre 40 e 50% de sua área com cobertura vegetal.

A Zona Norte, conhecida como “Além-Tietê”, está geograficamente alinhada com o Vale do Tietê e constantemente sofre a influência das grandes elevações da Serra da Cantareira e do Jaraguá. Entre as bacias do Tietê e do Juqueri está o divisor de águas que possui altitudes entre 900 e 1.000 metros e sua área de terras elevadas têm o efeito benéfico facilitador da dispersão de poluentes e modificador dos padrões de fluxo atmosférico, tanto vertical quanto horizontalmente nas camadas próximas à superfície terrestre (PMSP, 1999 apud NOBRE *et al.*, 2010).

Nas subprefeituras de Casa Verde/Cachoeirinha, Jaçanã/Tremembé e Pirituba, são dotadas de uma vasta presença de vegetação, também por conta da presença do Parque Estadual da Cantareira.

O mesmo fenômeno de transição se verifica no Sul, com as subprefeituras de Capela do Socorro, com cobertura entre 40 e 50% e M. Boi Mirim, que apresenta entre 30 e 40% da área vegetada. A subprefeitura de Campo Limpo apresenta arborização

urbana abundante por possuir grande número de parques e fragmentos florestais remanescentes, cuja existência encontra-se ameaçada pela especulação imobiliária (LOCATELLI *et al.*, 2018).

A mesma ameaça se verifica no Centro-Oeste, na subprefeitura do Butantã (entre 30 e 40% da cobertura vegetal presente em sua área). Ainda nesta região, as subprefeituras de Pinheiros e Santo Amaro possuem entre 25 e 30% da cobertura vegetal, Vila Mariana (entre 20 e 25% de cobertura), e parcialmente a Sé (entre 15 e 20%), abrangem áreas que se destacam pelas temperaturas intermediárias no município.

Nobre *et al.* (2010) informam que a travessia do rio Pinheiros em direção à zona Oeste está situada uma unidade climática com privilégios devido a presença dos espaços verdes, uma vez que lá estão os bairros de alta renda como o Cidade Jardim e Morumbi, cujas áreas arborizadas propiciam microclimas mais suaves. As árvores desta região removem parte do dióxido de carbono e dos materiais particulados emitidos pelos veículos.

Conforme Locatelli *et al.* (2018), nestas regiões se nota a elevada disparidade socioeconômica, uma vez que estão localizados bairros nobres e a favela Paraisópolis.

Já mais à Leste, nota-se as subprefeituras que apresentam uma transição entre as temperaturas medianas e altas, sendo Itaim Paulista (entre 10 e 15% de cobertura vegetal), Ermelino Matarazzo e São Miguel (entre 15 a 20% de cobertura), Guaianases e Penha (20 e 25%), Itaquera e São Matheus (entre 30 e 40%) e Cidade Tiradentes (com a taxa de cobertura entre 40 e 50%).

Historicamente, a expansão urbana para além do Tamanduateí produziu bairros como Água Rasa, Carrão, Mooca, Penha, Tatuapé, Vila Matilde e Vila Formosa, com elevada densidade demográfica e uma porcentagem pequena de áreas verdes (NOBRE *et al.*, 2010).

Por fim, Barros e Lombardo (2016) explicam que para a Figura 21, os maiores valores de temperatura superficial (superiores a 27 °C) formam um círculo em torno da área

Centro-Oeste, com ramificação ao Sudeste. Os distritos mais representativos são Aricanduva, Brás, Cambuci, São Mateus, Sapopemba e São Lucas.

Locatelli *et al.* (2018) informam que estão localizados os grandes centros comerciais e industriais do município nestes distritos, caracterizados pela alta densidade demográfica e impermeabilização do solo e escassa arborização.

Para estes territórios, nota-se a baixa cobertura vegetal das subprefeituras de Vila Maria/Vila Guilherme, Mooca, Aricanduva/Carrão/Formosa, Vila Prudente e Sapopemba, entre apenas 10 e 15% de cobertura vegetal em sua área. Na sequência, Jabaquara (entre 15 e 20%), Lapa, Ipiranga, Cidade Ademar (com 20 a 25%) e parcialmente os limites a norte da subprefeitura da Capela do Socorro (entre 40 e 50%, à altura da reserva do Guarapiranga). Nestas áreas, também, é recorrente a Ilha de calor forte, conforme ilustra a Figura 20.

Para efeitos comparativos, Almeida *et al.* (2020) comentam que para o município de Montes Carlos (em Minas Gerais) nas áreas em que o valor de aquisição da terra é baixo concentra-se a população que possui menor renda per capita, sendo áreas asfaltadas e com escassez de áreas verdes, fatores contribuintes para o desequilíbrio térmico, por outro lado, na região de planejamento do Ibituruna encontram-se preços de terra elevados de Montes Claros, em que há maior presença de condomínios horizontais, com áreas desocupadas e dotadas de cobertura vegetal natural e áreas verdes.

Esta situação pode ser verificada em algumas zonas do município de São Paulo, como a Zona 1, em que se encontram as áreas restritas. A vegetação nas áreas nobres não está nos terrenos, mas é presente nas arborizações de calçadas.

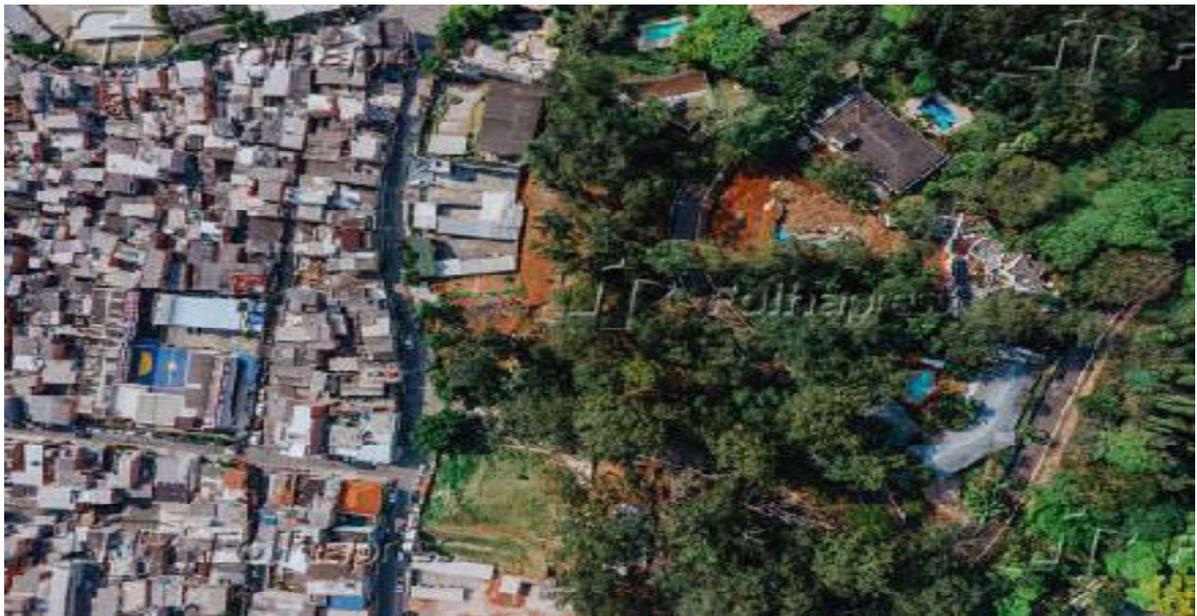
Estas mesmas características podem ser constatadas nos bairros Vila Andrade e Morumbi, considerados de alta renda e dotados de uma realidade complexa, devido seu histórico de surgimento. São distritos que foram urbanizados a partir do loteamento da Fazenda Morumbi, nos anos 1950, que tiveram seu desenvolvimento de forma desordenada, gerando a desigualdade social e o surgimento da favela Paraisópolis na década de 1970 (O ESTADO DE S. PAULO, 2014, apud LOCATELLI *et al.*, 2018).

Neste contexto, cabe a colocação de Maricato (2002, p. 351): “ganha escala de massa a periferização da cidade de São Paulo; combinação do lote precário e irregular na periferia urbana com a autoconstrução da moradia”.

Para a autora o surgimento deste tipo de organização e ocupação do espaço se mostra como alternativa de moradia popular, surgindo em resposta à dinâmica de produção urbana, em vez de ser resultado de regulamentações urbanísticas ou políticas habitacionais (MARICATO, 2002).

Locatelli *et al.* (2018) ilustram a diferença, que pode ser verificada na Figura 23, em que a grande quantidade de área vegetada no bairro contrapõe-se à baixa vegetação na favela Paraisópolis.

Figura 23. Vista aérea da divisa entre Paraisópolis e Morumbi, em SP.



Fonte: Folha de São Paulo (2021).

Conforme os dados disponibilizados pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2010), foram categorizados os distritos paulistanos de acordo com a taxa de renda populacional, indicado na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos Domicílios, por Faixas de cobertura vegetal (2020) e de Renda per capita, em Salários Mínimos (SM) (2000) segundo Distritos do município de São Paulo.

Zona	Sub-prefeitura	Distritos	Faixa de Cobertura Vegetal	Faixas de Renda (em Salários Mínimos)						
				Menos de 1/2	1/2 a menos de 1	1 a menos de 1 1/2	1 1/2 a menos de 3	3 a menos de 5	5 a menos de 10	10 ou mais
Centro	Sé	Bela Vista		2,35	2,09	3,81	13,79	16	25,86	36,1
		Bom Retiro		5,42	6,47	9,25	25,77	21,89	19,79	11,39
		Cambuci		2,77	3,64	8,32	20,81	22,88	24,18	17,4
		Consolação		2,11	0,95	2,17	7,92	12,9	22,99	50,97
		Liberdade	15 - 20	2,67	2,58	5,57	15,99	16,54	25,6	31,06
		República		3,17	2,82	6,33	17,87	20,87	25,57	23,36
		Santa Cecília		3,15	1,69	3,89	14,34	17,78	26,45	32,69
		Sé		5,95	5,18	8,96	27,69	21,95	20,14	10,13
Leste	Aricanduva/ Formosa/ Carrão	Aricanduva		6,57	11,83	13,77	31,66	19,52	11,76	4,89
		Carrão	10 - 15	4,64	5,82	10,07	29,14	20,24	19,92	10,16
		Vila Formosa		3,69	7,37	11,65	29,5	20,37	16,56	10,85
	Cidade Tiradentes	Cidade Tiradentes	40 - 50	16,48	21,72	19,28	28,75	9,66	3,48	0,63
		Ermelino Matarazzo	15 - 20	10,12	16,64	16,49	31,83	13,64	8,97	2,32
	Guaianases	Ponte Rasa		6,48	11,25	14,63	31,78	18,3	13,89	3,67
		Guaianases Lajeado	20 - 25	14,89	22,53	17,19	28,71	10,85	4,41	1,42
	Itaim Paulista	Itaim Paulista	10 - 15	17,53	22,94	19,22	26,7	8,82	4,09	0,69
		Vila Curaca		17,07	19,08	18	29,02	10,52	4,58	1,01
	Itaquera	Cidade Líder		9,03	14,07	16,11	32,2	16,52	9,49	2,57
		Itaquera	30 - 40	12,31	16,26	15,98	30,34	14,64	8,21	2,24
		José Bonifácio		9,9	13,67	15,56	33,06	16,74	9,3	1,77
		Pq.do Carmo		11,35	16,05	16,34	30,8	15,27	8,09	2,1
	Moóca	Água Rasa		3,11	5	9,24	27,71	21,82	20,96	12,17
		Belém		3,33	5,11	7,3	25,36	20,1	24,11	14,68
		Brás	10 - 15	3,63	7,19	11,37	25,81	19,71	21,64	10,66
		Moóca		3,22	3,2	5,88	18,8	18,73	27,69	22,48
		Pari		5,63	9,36	9,46	25,24	20,07	21,12	9,11
	Penha	Tatuapé		1,6	2,46	6,13	17,39	18,63	29,03	24,75
		Artur Alvim		7,13	10,98	13,11	32,43	21,14	12,63	2,59
		Cangaíba	20 - 25	7,79	11,58	15,22	31,25	18,87	11,85	3,45
		Penha		5,62	8,23	11,48	27,13	21,03	18,54	7,98
	São Mateus	Vila Matilde		5,26	8,67	12,2	31,27	21,26	15,7	5,63
		Iguatemi		18,43	23,85	18,02	27,99	7,88	3,31	0,51
São Mateus		30 - 40	10,28	14,95	16,11	31,99	15,33	9,03	2,32	
São Miguel	São Rafael		16,06	21,25	18,14	29,53	10,05	4,1	0,86	
	Jardim Helena	15 - 20	18,29	23,84	17,84	25,93	9,22	4,29	0,59	
	São Miguel		11,1	16,65	16,44	31,65	14,1	7,91	2,16	
Sapopemba Vila Prudente	Vila Jacuí		13,31	21,43	17,26	28,41	11,46	6,42	1,72	
	Sapopemba São Lucas	10 - 15	12,68	17,8	16,75	31,57	13,23	6,78	1,19	
Norte	Casa Verde/ Cachoeirinha	São Lucas		5,99	9,53	13,02	30,43	20,19	15,29	5,56
		Vila Prudente	10 - 15	4,9	7,83	10,18	28,53	20,58	18,52	9,46
	Freguesia/ Brasilândia	Cachoeirinha		11,01	16,05	15,82	29,44	14,46	9,63	3,59
		Casa Verde	30 - 40	4,22	6,81	10,46	29,44	20,37	17,42	11,27
		Limão		6,81	11,81	11,87	27,32	19,55	15,89	6,74
Brasilândia	Brasilândia	40 - 50	15,2	19,4	17,97	28,58	11,73	5,65	1,48	
	Freg. do Ó		6,47	9,35	12,34	28,78	19,64	16,41	7	

(conclusão)											
Jaçanã/ Tremembé	Jaçanã	50 - 80	8,84	13,79	13,08	27,59	18,5	13,42	4,79		
	Tremembé		9,61	14,35	13,6	28,55	15,7	11,83	6,36		
Perus	Anhanguera	50 - 80	12,59	20,35	20,19	31,65	10,88	3,68	0,66		
	Perus		12,13	21,44	17,82	31,36	11,34	5,01	0,89		
Pirituba	Jaraguá	40 - 50	12,04	17,19	18,48	31,21	12,57	7,2	1,31		
	Pirituba		7,11	10,78	12,77	29,04	18,33	14,84	7,13		
	Sao Domingos		5,87	10,88	13,2	28,02	17,07	16,74	8,23		
Santana/ Tucuruvi	Mandaqui	30 - 40	3,58	5,14	8,83	24,77	22,05	22,33	13,3		
	Santana		2,15	2,92	4,61	16,18	20,12	26,83	27,18		
	Tucuruvi		3,55	4,84	8,37	25,34	23,43	22,22	12,26		
Vila Maria/ Vila Guilherme	Vila Guilherme	10 - 15	3,81	5,83	10,33	28,87	22,37	20,18	8,62		
	Vila Maria		7,07	12,6	12,7	31,31	18,05	12,72	5,56		
	Vila Medeiros		6,06	11,12	14,63	32,1	20,12	12,46	3,52		
Oeste	Butantã	Butantã	2,34	3,15	4,84	15,16	16,45	26,82	31,24		
			Morumbi	3,15	4,68	3,5	7,91	8,42	15,9	56,44	
		30 - 40	Raposo Tavares	8,82	14,6	14,85	29,9	15,09	11,89	4,86	
			Rio Pequeno	7,9	11,07	11,86	22,9	15,78	17,27	13,22	
			Vila Sônia	5,66	8,59	9,26	18,82	14,16	18,99	24,51	
	Lapa	Barra Funda	3,41	4,5	3,03	15,23	12,75	30,24	30,85		
			Jaguara	4,98	6,49	11,23	34,57	23,57	15,72	3,44	
		20 - 25	Jaguaré	9,28	10,6	11,62	21,07	15,17	18,05	14,22	
			Lapa	1,37	2,96	5,05	17,55	18,41	26,81	27,85	
			Perdizes	1,13	0,89	2,63	8,54	11,5	25,59	49,73	
	Pinheiros	Alto de Pinheiros	Vila Leopoldina	3	7,43	8,04	15,33	18,08	21,13	26,99	
			Pinheiros	1,22	1,46	2,22	9,67	12,83	21,86	50,73	
			Itaim Bibi	2,43	0,83	2,81	8,13	10,9	22,18	52,72	
			Jardim Paulista	1,34	0,43	1,12	5,72	8,41	20,92	62,05	
			Pinheiros	1,51	0,81	2,7	7,8	12,3	23,88	51	
Sul	Campo Limpo	Campo Limpo	11,11	16,17	15,4	28,83	14,2	9,88	4,42		
			Capão Redondo	25 - 30	13,29	18,35	18,22	29,51	12,18	6,71	1,74
	Capela do Socorro	Cidade Dutra	Vila Andrade	11,73	15,14	10,52	15,8	6,98	9,12	30,7	
			Grajaú	40 - 50	10,85	15,32	15,29	29,18	15,32	10,08	3,96
			Socorro	18,09	22,62	18,41	27,54	9,21	3,48	0,66	
	Cidade Ademar	Cidade Ademar	Socorro	3,69	6,22	7,46	21,61	22,89	23,31	14,82	
			20 - 25	11,61	15,75	15,02	29,69	13,66	9,89	4,37	
	Ipiranga	Cursino	Pedreira	15,95	19,78	17,09	28,13	12,01	5,92	1,13	
			20 - 25	4,42	6,92	9,31	23,49	18,34	21,34	16,19	
			Ipiranga	5,5	7,21	8,74	22,72	19,96	20,9	14,96	
	Jabaquara M. Boi Mirim	Jabaquara	Sacomã	7,06	11,02	12,27	28,94	18,19	15,71	6,81	
			Jardim Ângela	15 - 20	6,66	9,14	10,76	24,5	16,46	17,87	14,61
			Jardim São Luís	30 - 40	17,25	23,03	18,67	27,91	9,08	3,3	0,78
	Parelheiros	Marsilac	80 ou mais	11,37	16,59	16,57	30,19	14,58	8,06	2,65	
			Parelheiros	80 ou mais	32,75	24	17,45	19,6	3,8	1,3	1,1
Santo Amaro	Campo Belo	25 - 30	21,56	24,73	18,88	24,18	7,36	2,39	0,91		
		Campo Grande	25 - 30	3,12	2,55	3,81	10,99	10,82	24,95	43,76	
Vila Mariana	Santo Amaro	25 - 30	2,75	5,55	6,79	19,97	18,54	24,37	22,03		
		Santo Amaro	2,55	1,3	3,16	11,98	17,31	24,77	38,94		
		Moema	1,8	0,57	0,91	5,94	6,9	19,96	63,93		
	Vila Mariana	20 - 25	Vila Mariana	1,68	1,12	2,48	8,6	11,22	26,95	47,95	
			Saúde	2,14	1,69	4,16	13,89	14,66	27,58	35,87	
Total Município de São Paulo			8,89	12,27	12,6	25,35	15,05	13,75	12,08		

Nota-se que os distritos que possuem mais de 50% da população com renda acima de 10 salários mínimos são: Moema, com 63,93% da população, Jardim Paulista, com 62,05%, Morumbi, com a representação de 56,44%, Itaim Bibi, com 52,72%, Pinheiros, com 51%, Consolação, com 50,97% e Alto de Pinheiros, 50,73%.

Como é possível observar na Figura 22, os distritos estão localizados em sua maioria na subprefeitura de Pinheiros e alguns na subprefeitura de Butantã e Vila Mariana e possuem entre 25 e 40% da cobertura vegetal presente em sua área.

Com relação aos 10 distritos ocupados por população que recebe os menores salários (menor que 0,5 a 1,5 salários mínimos) estão Marsilac, com 74,2% da população, Parelheiros, com 65,17%, Lajeado, 63,09%, Iguatemi, 60,3%, Jardim Helena, 59,97%, Itaim Paulista, 59,69%, Grajaú, 59,12%, Jardim Ângela, 58,95%, Cidade Tiradentes, 57,48% e São Rafael, 55,45%.

Estas subprefeituras estão localizadas em áreas periféricas do município de São Paulo, sendo Palheiros, Capela do Socorro a sul do município, com mais de 50% de cobertura vegetada. São Matheus, Cidade Tiradentes, Guaianases, Itaim Paulista, São Miguel/Paulista estão à leste do município, correspondendo às subprefeituras que apresentam a transição entre as temperaturas medianas e altas e cobertura de vegetação que varia entre 10 e 50%. Há também uma fração à Oeste do Butantã, com área entre 30 e 40% de cobertura vegetal.

Para as subprefeituras com menor vegetação (entre 10 e 15%), excetuando-se Itaim Paulista, já comentado anteriormente, encontra-se a população que recebe entre 1,5 e 5 salários mínimos, sendo Aricanduva (51,18%), São Lucas (50,62%), Vila Formosa (49,87%), Água Rasa (49,53%), Carrão (49,38%), Vila Prudente (49,11%), Sacomã (47,13%) Brás (45,52%), Sapopemba (44,8%) Ipiranga (42,68%), Cursino (41,83%) e Mooca (37,53%).

Neste contexto, a visualização da desigualdade na distribuição das áreas verdes indica a necessidade de políticas públicas redirecionadas na redução da desigualdade de acesso a praças e parques (XIMENES *et al.*, 2020).

Para tal, também, no próximo subitem são estabelecidas propostas de subsídio por parte do poder público, para que as pessoas em situação de vulnerabilidade social

consigam incentivos para implementação dos telhados verdes, sendo beneficiados tanto na questão da qualidade de vida, quanto financeiramente. O mesmo ato de incentivo e subsídios provenientes do poder público se faz necessário para incentivar a mobilização das iniciativas privadas em seus comércios e pessoas de melhor renda financeira.

Lima e Amorim (2006) ressaltam que as áreas verdes são elementos essenciais na preservação da qualidade ambiental das cidades, atuando como um elo de equilíbrio entre as áreas urbanizadas e o meio ambiente natural. São consideradas um indicador para análise da qualidade ambiental urbana, com a capacidade de adaptação em microescala do calor, redução da poluição, controle do escoamento de águas pluviais e, adicionalmente, melhora da qualidade de vida nas áreas urbanas.

Catuzzo (2013) informa que áreas verdes desempenham um papel fundamental no controle e na redução dos impactos decorrentes das mudanças climáticas, em escala local, ainda mais em áreas centrais metropolitanas como São Paulo.

As alterações climáticas acarretadas pela implementação de telhados verdes se justificam como meio para auxiliar na minimização dos efeitos adversos da urbanização, principalmente em centros urbanos, onde há grande disputa econômica pela ocupação dos espaços.

Conforme abordado, os telhados verdes intensivos ou extensivos apresentam benefícios climáticos ao ambiente urbano, realizando a redução da temperatura superficial e da radiação refletida, o resfriamento do ar ambiente e fluxo de troca de calor pelo telhado, sem a necessidade de desmobilização de áreas construídas para dar espaço ao verde, mas sim como um complemento, dando um uso mais nobre aos telhados, enquanto contribui para o desenvolvimento sustentável das cidades.

Como discutido em capítulos anteriores, as áreas verdes cumprem uma função importante no fator climático, sendo igualmente importante que haja ações do poder público voltadas à questão das ilhas de calor, incorporando a perspectiva de adoção de telhados verdes como parte da solução para estabelecimento de diretrizes no para aumento na oferta de áreas verdes.

Brad (2002, apud ROSSETI *et al.*, 2013) a fim de explorar o papel de telhados vegetados na adaptação em microescala do efeito da ilha de calor urbano, em Toronto, Canadá, realizou simulações computacionais com um modelo climático de meso-escala e observou uma redução de 0,5°C na ilha de calor urbana quando 5% da área da cidade foi substituída por telhados verdes.

Uma maior redução nas temperaturas do ar em toda a cidade (entre 1°C e 2°C) foi projetada em uma área de alta densidade. O modelo previu que caso telhados verdes fossem instalados em 10% dos telhados da cidade, a temperatura do ar na camada limite urbana, chegaria a uma redução de até 2,8°C (BRAD, 2002, apud ROSSETI *et al.*, 2013).

No Brasil, Rosseti (2013, apud ROSSETI *et al.*, 2013) verificou a redução de até 0,75°C na temperatura do ar e um aumento de até 12,3% na umidade relativa em comparação entre as regiões próximas ao experimento com telhados verdes estudado.

Desta forma, a adoção da estratégia de telhado vegetado causa reflexos tanto em escala local (pontualmente, onde os telhados são estabelecidos), como em escala urbana, modificando o microclima, principalmente nas proximidades dos edifícios.

Com base nos estudos conduzidos por Catuzzo (2013) para o caso da cidade de São Paulo, o uso de telhado verde se demonstrou muito eficiente na redução dos impactos no microclima. Em seu mestrado, o autor conclui que a maior variação de temperatura entre os telhados dos edifícios pesquisados foi de 5,3° C.

Catuzzo (2013) conclui também que a maior variação da umidade relativa do ar entre os telhados verdes e os de concreto foi de 15,7%, constatando que o telhado verde absorve e libera uma parte da radiação solar e contribui para o aumento da umidade do ambiente devido à evaporação e evapotranspiração, além de reduzir o aquecimento, o que tem um impacto significativo no equilíbrio de radiação e energia.

Conforme o mesmo autor, esta estrutura verde se torna essencial para áreas centrais que passam pela ocorrência de eventos climáticos que são potencializados pelas ações antrópicas (como ilha de calor, enchentes, ventos, etc...) (CATUZZO, 2013).

Apesar da área acima sugerida, ressalta-se que a implementação de telhados verdes pode ser aplicada em estabelecimentos menores e residências, ainda oferecendo benefícios tanto ambientais quanto econômicos aos usuários.

No contexto do município de São Paulo, o uso de telhados verdes emerge como uma solução, embora limitada, para promover a redução dos impactos no microclima, espaço em que construções e emissões de poluentes atmosféricos dão origem ao fenômeno das ilhas de calor urbana.

Considerando o seu potencial benéfico a integração de telhados verdes nas políticas públicas do município deveria ser considerada uma maneira de expandir a área verde na região central (CATUZZO, 2013).

Para Sotto *et al.* (2019), o Estatuto da Cidade estabelece os princípios fundamentais e diretrizes que guiam o planejamento urbano no Brasil, bem como os instrumentos destinados a promover um desenvolvimento urbano sustentável. Esses instrumentos são aplicados pelos municípios através de Planos Diretores, Leis de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e Códigos de Obras e Edificações.

O artigo 40 do Estatuto da Cidade estipula que o plano diretor, aprovado por meio de uma legislação municipal, representa o instrumento fundamental da política de desenvolvimento e crescimento urbano (KIST, 2015).

Assim, o Plano Diretor deve estabelecer normas que visam controlar o uso e ocupação do solo urbano, instituindo, para tal, regras que ditam a maneira com que as cidades devem crescer e regulamentar obras privadas e públicas, estabelecendo áreas para alocação de residências, lotes, indústrias e comércios e principalmente regulamentar as construções, considerando a implementação de boas práticas ambientais.

Kist (2015) afirma que no âmbito da Política Urbana, o Estatuto da Cidade, evidencia em seu o artigo 2º a necessidade de ser abordada a questão ambiental, a preocupação com as presentes e futuras gerações e a necessidade de as cidades serem sustentáveis.

Deste modo, cabe mencionar a necessidade de se planejar e monitorar também as áreas em adensamento, principalmente as periferias, como a Zona Leste, que teve seu crescimento e planejamento ambiental pouco estruturados.

Conforme Baptista e Santos (2022), as áreas periféricas assim são consideradas pela distância das partes centrais da cidade, bem como pela fragilidade física e baixo interesse do mercado imobiliário, sendo áreas que não apresentam infraestrutura urbana. Maricato (2015 apud BAPTISTA; SANTOS, 2022) explica que essas áreas são ambientalmente frágeis e que costumam ser mais acessíveis para a população de baixa renda, pois são dotadas de uso restrito e não possuem valor para o mercado legal.

Baptista e Santos (2022) constata que as Zonas Leste e Sul representam aproximadamente 70% dos moradores da cidade, havendo um padrão construtivo e de impermeabilização diferente do centro urbano, mas que também interfere no fenômeno de ilhas de calor.

Retomando as discussões anteriores é perceptível que nestas áreas estão situadas as subprefeituras que apresentam a transição de temperaturas entre médias e altas, com a pequena porcentagem de áreas verdes e alta densidade demográfica.

Ainda, conforme as autoras,

Diante do exposto, torna-se fundamental enfrentar as problemáticas ambientais e a proteção do meio ambiente priorizando a garantia dos direitos humanos através e de um planejamento urbano mais justo, ou seja, garantindo a dignidade da população (BAPTISTA; SANTOS, 2022).

Assim, para incentivar o uso de coberturas verdes nas regiões com diferentes realidades e demandas no uso e ocupação do solo se fazem necessárias propostas de incentivo diferentes, pauta a ser abordada no próximo tópico.

4.2 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS

Loboda e De Angelis (2005, apud CARBONARE, 2014) comentam que além da ausência de um planejamento urbano eficiente, os recursos alocados para áreas verdes públicas são limitados, ao mesmo tempo em que as demandas geradas pelo crescimento urbano aumentam. Adicionalmente, existe uma carência de políticas urbanas coesas e uma falta de continuidade na política pública, ou seja, as diretrizes, planos e objetivos se restringem ao período de gestão em curso.

Neste sentido, a implementação de uma legislação direcionada à implementação de telhados verdes, além dos ganhos com qualidade de vida (atrelados à melhora na saúde), alterações do microclima local e outros benefícios elencados em capítulos anteriores, pode trazer mais oportunidades de incentivo para que esta estrutura seja aplicada em construções e também replicada por outros municípios, não se restringindo à São Paulo, uma vez que os impactos das estruturas verdes não respeitam o limite geográfico municipal.

Catuzzo (2013) afirma que

Tendo em vista as vantagens trazidas pela implementação de Telhados Verdes nas construções, considerando ainda a arquitetura e uma possível área de impacto inicial para implementação de Telhados Verdes, sugere-se que estas estruturas sejam obrigatórias desde a fase de elaboração dos projetos de construção para todos os novos empreendimentos e/ou reformas em espaços exteriores que demandem novas construções.

Dentro do contexto do planejamento urbano, na cidade de São Paulo o Plano Diretor inclui entre seus objetivos estratégicos a expansão e revitalização de espaços públicos, áreas verdes e áreas permeáveis. Essas ações visam a mitigar os efeitos de fatores de origem humana que agravam as mudanças climáticas (SÃO PAULO, 2014 apud SIQUEIRA-GAY, DIBBO e GIANNOTTI, 2017).

Incorporando a prática de introdução de telhados verdes aos prédios de domínio público, principalmente na área central, mas também nas periferias de São Paulo, pode ser atendido mais um dos objetivos do Plano Diretor Estratégico (PDE) municipal, que diz respeito à criação de mais 167 parques, a fim de ampliar os espaços verdes e livres (SÃO PAULO, 2015).

Este ato, considerando a escassez e a distribuição desigual das áreas verdes públicas na cidade, pode contribuir servindo como pequenos pontos de atração da fauna local, auxiliando no deslocamento entre os parques existentes e aumentando o contato com a natureza aos frequentadores do espaço, promovendo o bem estar populacional.

Para o incentivo na implementação deste tipo de cobertura em áreas adensadas e com escassez de vazios disponíveis para implementação de parques e áreas públicas verdes tradicionais e especialmente em bairros com concentração de população de baixa renda entende-se como positiva a criação de ferramentas de incentivo financeiro para a implementação de telhados verdes. O mesmo se verificou, conforme a

discussão do item anterior, para proprietários de áreas comerciais e outras iniciativas privadas, bem como para as classes média e alta, conforme descrito abaixo, a ser adequado de acordo com o tipo de incentivo mais atrativo para cada realidade, buscando alternativas a fim de evitar distorções que possam desviar esses incentivos para outras finalidades que não a de ampliação da construção de telhados verdes.

A proposta tem base no mecanismo de pagamento de serviços ambientais existentes no PDE, previstos em ZEPAMs – Zonas Especiais de Proteção Ambiental em Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, via retribuição, monetária ou não, havendo bonificação para proprietários ou possuidores de imóveis que comprovarem a prestação de serviços sustentáveis (SÃO PAULO, 2015). Cabe resgatar que para o município de São Paulo, como verificado, em 2015 já foi considerado que telhados verdes fossem utilizados como compensação ambiental.

Outra proposta é a de criação de um instrumento de transferência de recursos monetários para famílias de baixa renda. Nesse sentido, seriam demarcadas zonas específicas nas áreas do município enquadradas na classificação térmica de “ilha de calor forte” em regiões e bairros de baixa renda, e, por meio de criação de programas específicos a serem definidos pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) em conjunto com a Secretaria de Habitação (SEHAB). Os moradores das áreas delimitadas poderiam pleitear financiamento de recursos para implementação de telhados e disponibilização de assistência técnica para a garantia da segurança das construções.

Nessas zonas contempladas com o financiamento, as edificações com as estruturas de telhados verdes se beneficiam com o pagamento por seus serviços ambientais prestados quando da manutenção das propriedades esperadas desses telhados verdes.

Outro benefício proposto pelo PDE municipal se refere à Política Ambiental (SÃO PAULO, 2015), existindo o instrumento que beneficia os proprietários, como a Transferência do Direito de Construir também para manutenção de áreas verdes.

Conforme Caldana *et al.* (2023), o PDE estabeleceu novas diretrizes com o propósito de orientar os investimentos do setor imobiliário em regiões específicas que oferecessem oportunidades para o desenvolvimento de novos fluxos, a ocupação de

terrenos ociosos, otimização da infraestrutura preexistente e a contribuição para a preservação e manutenção das áreas urbanas. Este plano também possibilitou que em projetos de construções que apresentam usos mistos, diferentes metragens, uso público em térreo livre, telhados verdes e jardins verticais fossem ofertados benefícios construtivos.

Neste sentido é de grande valia possibilitar o aumento de potencial construtivo para projetos que contemplem o uso de telhados verdes priorizando o adensamento habitacional e construtivo ambientalmente equilibrado, incentivando o controle no avanço da urbanização sobre áreas de relevância e conservação ambiental.

Também pode ser vinculado às estratégias estabelecidas no PDE, no que se refere a qualificação de espaços públicos, é o de incentivos urbanísticos e fiscais para que os telhados verdes em edifícios comerciais e de uso misto possam ser destinados para usos público e semipúblico, a partir do desenvolvimento de atividades socioculturais e econômicas.

A partir da análise das leis e projetos de leis explorados, é possível observar que o modelo mais utilizado como forma de incentivo à implementação de telhados verdes é a concessão de benefícios fiscais a seus usuários.

Para tal, sugere-se que a legislação a ser implementada possibilite ao empreendedor a obtenção de descontos em seu Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), conforme o Projeto de Lei 622/2008, que aborda a isenção parcial de Impostos a construções que fizerem uso dos telhados verdes em 10%, considerando seus benefícios. Tal prática já é realizada pelo município de Guarulhos, com variação do bônus entre 3% e 5% a depender das tecnologias utilizada, em Salvador, sob posse da certificação sustentável, e no estado de Goiânia, com que possibilita descontos de até 20% do imposto.

Outra serventia que pode ser aplicada é a contabilização de parte da área dos telhados verdes como área permeável, como aplicado por Santa Catarina, em que o uso do telhado verde pode compor uma porcentagem da área permeável exigida para a ocupação do terreno.

Ainda sob a ótica da engenharia civil, também fica a sugestão de estabelecimento de um código de construção (similar ao implementado em Porto Alegre/RS), com o objetivo de valorizar as áreas dotadas de telhados verdes, através da obrigatoriedade de implementação destas estruturas em prédios residenciais e comerciais com mais de três pavimentos e/ou com área acima de 300 m² e com 25% de solo impermeabilizado, também conforme aplicado por João Pessoa/PB e Recife/PE.

Outra prática a ser adotada e de caráter sustentável exemplar é a exigência de que obras realizadas pelo Estado ou município de São Paulo ou com recursos financeiros provenientes do tesouro estadual implementem telhados verdes, como ocorrido no Piauí, cabendo ao estado a liderança por meio do exemplo.

Deste modo é possível afirmar que a maneira de se estabelecer uma política urbana robusta no Brasil se dá a partir das localidades, em escala municipal, através do planejamento urbano e por instrumentos do Plano Diretor. Sendo possível haver um direcionamento em acordo com a realidade da cidade a ser projetada e seu alinhamento com o desenvolvimento sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento urbano acarreta uma série de obstáculos para a promoção e gestão adequada de áreas verdes, havendo substituição da vegetação natural e dos solos permeáveis por superfícies de asfalto e concreto. As consequências da desordem ocupacional urbana, além do desenvolvimento desigual de espaços dentro do município, acarretam em ilhas de calor, cabendo a este contexto a implementação de telhados verdes como aliada para a diminuição dos efeitos das construções.

O telhado verde é uma tecnologia que possui a finalidade de contribuir com os esforços direcionados à adaptação em microescala sobre efeito das ilhas de calor, uma vez que estes dispositivos impactam pontualmente em um contraponto onde as impermeabilizações do solo e emissões de poluentes atmosféricos atuam em situações de aumento na temperatura, mudanças na composição da atmosfera, na umidade e na precipitação, entre outros componentes do clima.

Deste modo, novos meios e políticas ambientais precisam ser aplicadas a fim de atenuar os efeitos da poluição sobre a saúde pública e o meio ambiente sob a ótica de uma escala local.

Outros benefícios relacionados à implementação destas estruturas verdes estão voltados para a existência de ambientes esteticamente agradáveis, melhor qualidade do ar e redução nas demandas dos sistemas de drenagem urbana.

Sabe-se que políticas ambientais que mencionam e fomentam os telhados verdes através de incentivos contribuem com os ODS 11 e 13, alinhadas ao desenvolvimento de cidades sustentáveis e combate às mudanças climáticas.

Sob esta perspectiva, as políticas públicas devem se apresentar como ferramentas que auxiliam na composição de um contexto mais harmonioso entre o ser humano e o meio natural.

A respeito das políticas, nota-se que iniciativas na área de infraestrutura para telhados verdes estão mais avançadas no âmbito internacional, principalmente na Europa e Estados Unidos, ainda sendo uma alternativa pouco explorada no Brasil, com implementação em poucas edificações, se mostrando uma oportunidade para o desenvolvimento de políticas públicas nesse setor.

Sabe-se que incentivos fiscais à inovação e ao emprego de tecnologias são fundamentais ao desenvolvimento sustentável, estimulando a participação da sociedade para a implantação de telhados verdes como forma de adaptação em microescala perante os danos ambientais causados pelo desenvolvimento desordenado das cidades.

Da mesma forma, uma agenda fundamentada no Plano Diretor Estratégico de São Paulo é importante, comedida no uso de espaços disponibilizados pelas coberturas como aliados às diretrizes de função social da propriedade a partir do direcionamento da expansão urbana sob o planejamento e ótica da sustentabilidade.

Tal frente também está alinhada o Estatuto da Cidade, a respeito da necessidade de ser abordada a questão ambiental, a preocupação com as presentes e futuras gerações e a necessidade de as cidades serem sustentáveis, havendo o devido planejamento e padronização da expansão urbana em acordo com os marcos da sustentabilidade municipal, direcionados aos princípios do direito ambiental instituídos no Plano Diretor.

As políticas públicas são instrumentos que facilitam a gestão integrada e holística do território nas mais variadas escalas, fomentando o cumprimento das funções sociais das cidades independentemente do histórico e irregularidade de ocupação, sendo estabelecidos de modo igualitário alternativas que independem apenas da regulação urbanística, mas passam a ser elaboradas a partir da própria dinâmica de formação daquele espaço. É a partir da flexibilidade propiciada pelo Plano Diretor que outros incentivos podem ser incorporados pela legislação.

Uma vez que o município de São Paulo apresenta constante mudança na configuração de seu meio, fica a recomendação de uma política pública ambiental que considera e integra os conteúdos abordados em leis ambientais de outros estados, como o ICMS verde e, principalmente, a redução do IPTU, contabilização dos telhados como áreas permeáveis e áreas verdes, pagamento por Prestação de Serviços Ambientais e incentivos urbanísticos, bem como a implementação obrigatória desta infraestrutura em obras realizadas pelo Estado/município de São Paulo ou com recursos financeiros vinculados ao tesouro estadual.

Deste modo, deve ocorrer o estímulo à projetos urbanísticos e empreendimentos (novos ou não) para implementação de telhados verdes, havendo benefícios fiscais diferenciados que auxiliam em melhorias ambientais urbanas.

É possível comentar que este trabalho abordou uma ampla discussão, apresentando os pontos a serem observados a respeito de telhados verdes a partir do levantamento de literaturas e avaliação dos benefícios da implantação deste modelo de construção, também servindo como fonte de pesquisa para profissionais da área, para que haja avanço em manuais de projeto executivos e de viabilidade econômica na implementação desta estrutura.

Por fim, é sugerido que outros estudos avancem na seleção de espécies de plantas adequadas aos telhados verdes, com ênfase na flora nativa da região e também estudos interdisciplinares paisagísticos, englobando demais áreas de conhecimento e as realidades e condições ambientais originais do local que se visa a implementação da estrutura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Ivete Soares de. Silva, Lucas Augusto Pereira da, Leite. Marcos Esdras. Laurentino, Carla Milena de Moura. Marques, Samuel Carlos Santos. Leite, Manoel Reinaldo. (2020). Ilhas de calor urbano em Montes Claros – MG. **Revista Do Departamento De Geografia**, 40, 120-131.
<https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.163718>
- ALMEIDA, Samuel Pablo Costa de; BRITO, Gabriela Pedroza de; SANTOS, Sylvana Melo. Revisão Histórica dos Telhados Verdes: da mesopotâmia aos dias atuais. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 42-51, 2018.
- ALVALÁ, Regina C. S.; BARBIERI, Alisson. Desastres naturais. In: NOBRE, C.; MARENGO, J. (Orgs.). **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. Bauru: Canal Editora, 2017. Disponível em: http://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2018/02/livro_mudancas_clinaticas_em_rede_ebook1.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.
- AMARAL, Rosângela do; RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundação e Enchentes. In: AMARAL, Rosângela; SONTORO, Jair; TOMINAGA, Lídia Keiko. **Desastres naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 3. p. 39-52. Disponível em: http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf. Acesso em: 28 jan. 2020.
- ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2017. 28 f. Tese - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2017.
- ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (Estado). Constituição (2023). Projeto de Lei nº 948, de 2023. Dá nova redação a dispositivos da Lei nº 3.201, de 23 de dezembro de 1981, que dispõe sobre a parcela, pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação. São Paulo, SP, Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/propositura/>. Acesso em: 24 mar. 2024.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Saiba Quais São As Vantagens De Ter Um Gramado**. Disponível em: <https://gramalegal.com/grama-vantagens>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- BALDESSAR, Sílvia Maria Nogueira. **Telhado Verde E Sua Contribuição Na Redução Da Vazão Da Água Pluvial Escoda**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. **Áreas Verdes E Qualidade Térmica Áreas Verdes E Qualidade Térmica Redes E Qualidade Térmica Em Ambientes Urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- BAPTISTA, Ana Claudia Sanches Baptista.; SANTOS, Izabela Penha de Oliveira. O Racismo Ambiental Na Metrópole Paulistana: Entre Os Becos E vielas De São

Paulo. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, [S. l.], v. 14, n. Ed. Especial, p. 141–159, 2022. Disponível em: <https://abpnrevista.org.br/site/article/view/1352>. Acesso em: 24 out. 2023.

BARROS, Hugo Rogério; LOMBARDO, Magda Adelaide. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo no município de São Paulo-SP. **Geosp: Espaço e Tempo** (Online), [S.L.], v. 20, n. 1, p. 160, 10 maio 2016. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>.

BBC NEWS. **Mudanças climáticas**: as provas de que o aquecimento global é causado pelos humanos. <https://www.bbc.com/Portuguese/Internacional-59148373>, [s. l.], v. 1, p. 1-1, 04 nov. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59148373>. Acesso em: 17 set. 2023.

BENJAMIN, Antonio Herman De Vasconcellos e. Introdução ao Direito Ambiental Brasileiro. **Cadernos do Programa de Pós Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, [S.I.], v. 2, n. 5, p. 1-12, 15 ago. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ppgdir/article/view/49540>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BEZERRA, Pérciles. Tadeu da Costa. **Influência da urbanização no clima das cidades de Petrolina/PE e Juazeiro/BA**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). 2011. 106 P. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2011.

BLUMENAU (Município). Lei Complementar nº 1.174, de 0027 de março de 2018. Lei municipal – Lei complementar 1.174 de 7 de fevereiro de 2018. Blumenau, SC.

BLUMENAU (Município). Lei Complementar nº 751, de 23 de março de 2010. Dispõe sobre o código de zoneamento, uso e ocupação do solo no município de Blumenau e dá outras providências. Blumenau, SC.

BOND, Letycia. Geral Mapa da Desigualdade mostra violação de direitos na cidade de SP. **Agência Brasil**. São Paulo, p. 1-1. 29 out. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-10/mapa-da-desigualdade-mostra-violacao-de-direitos-na-cidade-de-sp>. Acesso em: 17 set. 2023

BORSATO, Victor Assunção; SOUZA FILHO, Edvard Elias. Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição ao problema. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v. 2, n. 13, p.213-224, 2006. Semestral. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/636>. Acesso em: 01 jun. 2018.

BRAD, B. Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure. In: URBAN HEAT ISLAND SUMMIT—MITIGATION OF AND ADAPTATION TO EXTREME SUMMER HEAT, Toronto, 2002. *apud* ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho *et al.* Interferência Microclimática Na Utilização Do Telhado Verde Para Regiões Tropicais: estudo de caso em Cuiabá, MT. **Revista Eletrônica em Gestão**, Educação e Tecnologia Ambiental, Cuiabá, v. 9, n. 9, p. 1959-1970, 18 fev. 2013. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/223611707702>.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei 6.938, 31 de ago. de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Lei 10.257, 10 de jul. de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Lei 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informmma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (org.). **Plano Nacional de Adaptação**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>. Acesso em: 19 jun. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (org.). **Estratégia de Gestão de Risco de Desastres**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/clima/arquivo>. Acesso em: 19 jun. 2022.

BRASIL. Valéria Rezende de Oliveira. Ministério da Economia. **Cadernos ODS - ODS 13**: Paraná: [S.I.], 2019. 50 p. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9407/1/Cadernos_ODS_Objetivo_13_Tomar%20medidas%20urgentes%20para%20combater%20a%20mudan%C3%A7a%20do%20clima%20e%20seus%20impactos.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.

CALDANA, Valter.; DE SOUZA, Elias.; VUCOVIX FIRMINO, Maíra.; FRANÇA, André.; DEL NERO OLIVEIRA, Maurício; BORST, Beatriz. Reflexões sobre o Plano Diretor Estratégico (PDE): A cidade de São Paulo e seu processo participativo. **Revista Simetria do Tribunal de Contas do Município de São Paulo**, [S. I.], v. 1, n. 11, p. 82–98, 2023. Disponível em: <https://revista.tcm.sp.gov.br/simetria/article/view/163>. Acesso em: 15 out. 2023.

CANOAS (Município). Lei nº 5.840, de 27 de maio de 2014. Dispõe sobre a criação de telhados verdes e seus critérios técnicos especificados nesta lei e dá outras providências. Canoas, RS.

CAPORUSSO, D. MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual, 2008. N: **Simpósio** de Pós Graduação em Geografia do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/simgeo/71-87danubia.pdf> *apud* CARBONE, Amanda Silveira. Gestão de áreas verdes no Município de São Paulo, SP - Brasil: ganhos e limites. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CARBONE, Amanda Silveira. **Gestão de áreas verdes no Município de São Paulo, SP - Brasil**: ganhos e limites. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Capelas Junior, A. Telhados Verdes funcionam mesmo. In: Planeta Sustentável, 2014. Disponível em: <<http://planeta-sustentavel.abril.com.br/blog/sustentavel-na-pratica/telhados--verdes-funcionam-mesmo/>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CARVALHO, M. M. Clima Urbano e Vegetação: Estudo Analítico e Prospectivo do Parque das Dunas em Natal. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Natal-RN, 2001 *apud* LIMA, Thiago Luiz, GALVANI, Emerson (2020). Avaliação Da Ilha De Calor Urbana Na Zona Norte De São Paulo: Estudo De Caso Do Bairro Jardim Peri. **Revista Brasileira De Climatologia**, 26. <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.69933>

CATUZZO, Humberto. **Telhado verde**: Impacto positivo na temperatura e unidade do ar. O caso da cidade de São Paulo. 2013. 206 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

COOK, JOHN. **Is CO2 a pollutant?** 2020. Disponível em: <https://skepticalscience.com/co2-pollutant-intermediate.htm>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CUNHA, Karla, 2023. **O Que São Ilhas De Calor, Como Se Formam E Como Evitar**. 2023. Disponível em: <https://ca-2.com/ilhas-de-calor/>. Acesso em: 18 out. 2023.

DALL'OLIO, Carolina. **A metrópole improvável**: por que São Paulo virou a maior cidade do Brasil. 2019. Disponível em: <https://exame.com/economia/a-metropole-improvavel-por-que-sao-paulo-virou-a-maior-cidade-do-brasil/>. Acesso em: 14 out. 2023.

DESASTRES NATURAIS, O que são? Disponível em: <http://desastresambientais-nt-1-ifpi.blogspot.com.br/>. Acesso em: 14 de mai. de 2016. *apud* TRISTÃO, Thamirys Dafne. **Impactos pluviiais em Valinhos - SP**: Uma análise histórica do Córrego da Invernada. 2017. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Programa de Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

DUARTE, Denise Helena Silva. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano**: contribuições a uma abordagem interdisciplinar. 2015. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/16/tde-11052016-104104/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

DUTRA, Bárbara; SILVA, Janderson Garcia da. PERSPECTIVAS SOBRE O TELHADO VERDE NO BRASIL. **Sinergia**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 5-9, jul. 2020.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (Salvador). Universidade Federal da Bahia. **Telhado verde**: um passo para uma cidade sustentável. Um passo para uma cidade sustentável. 2020. Disponível em: <https://petesa.eng.ufba.br>. Acesso em: 08 ago. 2023.

FERRAZ, Iara de Lima. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura em cerâmica**. São Paulo. 2012. 150 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade Estadual de São

Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/laraLimaFerraz_CoberturasVerdes.pdf. Acesso em: 23 abr. 2020.

FERRAZ, Iara Lima; STASCHOWER, Enrique Grunspan; SOARES, Lucas Natan de Souza. **Arquitetura e Urbanismo II**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

FERREIRA, M. J.; OLIVEIRA, A. P.; SOARES, J. Anthropogenic heat in the city of São Paulo, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 101, p. 9-19, 2010 *apud* BARROS, Hugo Rogério; LOMBARDO, Magda Adelaide. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo no município de São Paulo-SP. **Geosp: Espaço e Tempo** (Online), [S.L.], v. 20, n. 1, p. 160, 10 maio 2016. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>.

FAUSTINO, Rafael. **Blumenau (SC) Tem Nova Lei Que Incentiva Telhados Verdes**. 2018. Disponível em: <https://goinggreen.com.br/blumenau-sc-tem-nova-lei-que-incentiva-telhados-verdes/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

FRITH, M., GEDGE, D. London: *The wild roof renaissance*. In: EarthPledge. Green roofs: Ecological design and construction. Schiffer Books, Atglen, Pa., 117-120, 2005 *apud* ALMEIDA, Samuel Pablo Costa de; BRITO, Gabriela Pedroza de; SANTOS, Sylvana Melo. Revisão Histórica dos Telhados Verdes: da mesopotâmia aos dias atuais. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.I.], v. 2, n. 1, p. 42-51, 2018.

GARTLAND, Lisa. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas / Lisa Gartland ; tradução Silvia Helena Gonçalves. -- São Paulo: **Oficina de Textos**, 2010.

GEORGESCU, Matei *et al.* *Urban adaptation can roll back warming of emerging megapolitan regions*. **Proceedings of The National Academy of Sciences**, [S.I.], v. 111, n. 8, p. 2909-2914, 10 fev. 2014. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1322280111>.

GIRIDHARAN, R. *et al.* *Lowering the outdoor temperature in high-rise high-density residential developments of Hong Kong: The vegetation influence*. **Building and Environment**, 43 p. 2008, p.1583.1595. *apud* DUARTE, Denise Helena Silva. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano**: contribuições a uma abordagem interdisciplinar. 2015. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/16/tde-11052016-104104/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

GOIÂNIA (Município). Lei Complementar nº 235, de 28 de dezembro de 2012. Institui O Programa IPTU VERDE no Município de Goiânia. Goiânia, GO.

GONÇALVES, Edkeyse Dias. **Hidrologia E Custos De Telhados Verdes Extensivos**. 2018. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

GOODE, Patrick; entry for "Mexico" in *The Oxford Companion to Gardens*; Oxford University Press, 1986, p. 371 *apud* PECK, Steven; CALLAGHAN, Chris; KUHN, Monica; BASS, Brad. **Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada: Status report on Benefits, Barriers and Opportunities for Green Roof and**

Vertical Garden Technology Diffusion. Canada Mortgage and Housing Corporation, Canada. 1999, 5-78 p. Disponível em: <https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/Greenbacks.pdf>. Acesso em 05 abr. 2020.

GRANT, Gary; GEDGE, Dusty. **Living Roofs and Walls from policy to practice: 10 years of urban greening in london and beyond**. Londres: The Bartlet, 2019. Disponível em: <https://livingroofs.org/new-report-reveals-londons-green-roof-success-2019/>. Acesso em: 10 out. 2022

GREEN BUILDING COUNCIL. **As ilhas de calor urbana e o efeito estufa**. 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/>. Acesso em: 08 set. 2023.

GUARULHOS (Município). Lei nº 6.793, de 28 de dezembro de 2010. DISPÕE SOBRE O LANÇAMENTO, ARRECADAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DO IMPOSTO SOBRE A PROPRIEDADE PREDIAL E TERRITORIAL URBANA - IPTU E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Guarulhos, SP,

GUARULHOS (Município). Lei nº 7.031, de 17 de abril de 2012. Dispõe sobre a instalação do "telhado verde" nos locais que especifica, e dá outras providências. Guarulhos, SP.

IGRA. *International Green Roof Association* **Green Roof Types**. Disponível em: http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em 12 abr. 2023

ISBRASIL. **Polos tecnológicos do Brasil: Conheça as Principais Cidades**. 2018. Disponível em: <https://www.isbrasil.info/blog/polos-tecnologicos-do-brasil-conheca-as-principais-cidades.html/>. Acesso em: 23 jan. 2020.

IGRA. *International Green Roof Association*. **Global Networking for Green Roof**. Disponível em: <http://www.igra-world.com/>>. Acesso em: 09 Jun. 2017 *apud* SALLES, Dayane Martins; MILOGRANA, Jussanã; SILVA, Debora Pereira da. **Telhado Verde Como Ferramenta Socioambiental: Uma Revisão da Bibliografia**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis. **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. Santa Catarina, p. 1-8, 2017. Disponível em: <http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/download-2017-UEFQMDIzMTk3LnBkZg>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estatisticas-e-indicadoresambientais/15838-indicadores-de-desenvolvimento-sustentavel.html> Acesso em: 11 set. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **11. Cidades e Comunidades Sustentáveis**. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html#:~:text=Tornar%20as%20cidades%20e%20os,inclusivos%2C%20seguros%2C%20resilientes%20e%20sustent%C3%A1veis&text=At%C3%A9%202030%2C%20garantir%20o%20acesso,b%C3%A1sicos%20e%20urbanizar%20as%20favelas>. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **13. Ação Contra a Mudança Global do Clima**. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html#:~:text=Tornar%20as%20cidades%20e%20os,inclusivos%2C%20seguros%2C%20resilientes%20e%20sustent%C3%A1veis&text=At%C3%A9%202030%2C%20garantir%20o%20acesso,b%C3%A1sicos%20e%20urbanizar%20as%20favelas>. Acesso em: 20 set. 2023.

IWAI, Olga Kazuko. **Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernardo do Campo, através de imagens de satélites**. 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. URBANIZAÇÃO, MEIO AMBIENTE E VULNERABILIDADE SOCIAL. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, [s. l], v. 5, p. 141-148, 2011. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf. Acesso em: 17 set. 2023.

JESUS, Bruna Luíza Pereira de. **A relação entre a temperatura radiométrica de superfície (Land Surface Temperature-LST), índice de vegetação (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) e os diferentes padrões de uso da terra do município de São Paulo-SP**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia Física, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-11012016-143102/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

JONSTON, J.; NEWTON, J. *Build Green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements*. London: Mayor of London, 2004. p. 1-121. Disponível em : http://legacy.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/Building_Green_main_text.p. Acesso em: 16/06/2013 *apud* CATUZZO, Humberto. **Telhado verde: Impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo**. 2013. 206 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

KIST, Tania. **Direito Urbanístico E Políticas Públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto a implantação de telhados verdes**. 2015. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.

KÖHLER, M. *et al.* **Roof Gardens in Brazil**. RIO 3 – World Climate & Energy Event, Rio de Janeiro, 2003 *apud* SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

LAAR, Michael. *et al.* Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical. In. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENCAC, 6. Anais...São Pedro, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://livrozilla.com/doc/402141/estudo-de-aplica%C3%A7%C3%A3o-de-telhados-vivos-em-cidades-de-clima...> Acesso em: 10 jul. 2020.

LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY. Heat Island Group. Disponível em: <https://heatland.lbl.gov>. Acessado em: 18 de julho de 2017. *apud* WERNECK, Daniela Rocha. **Estratégias De Mitigação Das Ilhas De Calor Urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília - DF**. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/157753442.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

LIMA, Bruno. ARQUITETURA SINGULAR E INOVADORA. **Corporate News**, Pernambuco, v. 57, n. 12, p. 4-6, maio 2018. Bimestral. Disponível em:

https://www.rioavecorporate.com.br/arquivos/revista/revista_edicao57_20180601111256.pdf. Acesso em: 21 mar. 2024.

LIMA, Thiago Luiz, GALVANI, Emerson (2020). Avaliação Da Ilha De Calor Urbana Na Zona Norte De São Paulo: Estudo De Caso Do Bairro Jardim Peri. **Revista Brasileira De Climatologia**, 26. <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.69933>

LIMA, Valéria, Amorim, Margarete Cristiane da Costa Trindade. (2011). A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL DAS CIDADES. **Formação** (Online), 1(13). <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i13.835>

LOBODA, C. R. DE ANGELS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, Guarapuava, V1, n1. P125- 139. 2005 *apud* CARBONE, Amanda Silveira. **Gestão de áreas verdes no Município de São Paulo, SP - Brasil: ganhos e limites**. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo

LOCATELLI, Marcela Minate; ARANTES, Bruna Lara; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da; POLIZEL, Jefferson Lordello; FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. PANORAMA ATUAL DA COBERTURA ARBÓREA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Revista LABVERDE**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 29-48, 2018. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v9i1p29-48. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/134400>. Acesso em: 14 out. 2023.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Análise Das Mudanças Climáticas Nas Metrôpoles: O Exemplo De São Paulo E Lisboa**. In: Ortigoza, Sílvia Aparecida Guarnieri; CORTEZ, Ana Tereza C. (org.). **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano**. impactos socioambientais no espaço urbano. São Paulo: Unesp, 2009. Cap. 5. p. 111-146. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/n9brm>. Acesso em: 05 abr. 2020.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Huci-tec/Lalekla, 1985.

MACEDO, Jorge; FRANCO, Flávia. Telhados Verdes refrescam a cidade e combatem o aquecimento global: segundo estudos, a adoção de telhados revestidos de vegetação ou de materiais que refletem a luz do sol também pode diminuir o calor dos centros urbanos. **Estado de Minas**. Minas Gerais, 17 mar. 2014. Tecnologia, p. 1-1. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2014/03/17/interna_tecnologia,508314/telhados-verdes-refrescam-a-cidade-e-combatem-o-aquecimento-global.shtml. Acesso em: 27 abr. 2020.

MACHADO, María V. BRITTO, Celina, NEILA Javier. *El cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica*. **Revista on-line de ANTAC**, v.3, n.3, jul./set. 2003. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3495/1896>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. A cidade do pensamento único: desmanchando consensos. Petrópolis: **Vozes**, 2002.

MARICATO, E. Globalização e a política urbana na periferia do capitalismo. In: Para entender a crise urbana. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015 *apud* BAPTISTA, Ana Claudia Sanches Baptista.; SANTOS, Izabela Penha de Oliveira. O

Racismo Ambiental Na Metrópole Paulistana: Entre Os Becos E Vieiras De São Paulo. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, [S. l.], v. 14, n. Ed. Especi, p. 141–159, 2022. Disponível em: <https://abpnrevista.org.br/site/article/view/1352>. Acesso em: 24 out. 2023.

MAULEN, Isabela; MARINHO, Caíque; ETEROVIC, Roko. **ODS 11: cidades e comunidades sustentáveis**. Cidades E Comunidades Sustentáveis. 2019. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/5-cidades-sustentaveis.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

MOURA, N. C. B.; PELLEGRINO, P. R. M.; MARTINS, J. R. S. Best management practices as an alternative for flood and urban storm water control in a changing climate. *Journal of Flood Risk Management*, v.9, n.3, p.243-54, 2016 *apud* SOTTO, Debora; RIBEIRO, Djonathan Gomes; ABIKO, Alex Kenya; SAMPAIO, Carlos Alberto Cioce; NAVAS, Carlos Arturo; MARINS, Karin Regina de Castro; SOBRAL, Maria do Carmo Martins; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; BUCKERIDGE, Marcos Silveira. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 33, n. 97, p. 61-80, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.004>.

MUNHOZ, Juliana Colli, Cobertura Vegetal do Município de São Paulo, 2020. In: XIMENES, Deize Sbarai Sanches *et al.* A importância dos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia na cidade de São Paulo (SP). **Revista Labverde**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 03-21, 24 dez. 2020. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2020.172291>.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ONU esclarece vínculos entre poluição do ar e mudanças climáticas**. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-esclarece-vinculos-entre-poluicao-do-ar-e-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 23 jan. 2020.

NASCIMENTO, Wânia C. do. **Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba**: Barreiras e potencialidades. Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR, PPGCC, 2008

NATIONAL GEOGRAPHIC (Estados Unidos). **Green Roofs Get Lift as France Makes Them Chic: roofs bedecked in plants gain popularity as a way to reduce a building's energy use and stormwater runoff**. *Roofs bedecked in plants gain popularity as a way to reduce a building's energy use and stormwater runoff*. 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/150328-green-roofs-france-buildings-energy>. Acesso em: 24 mar. 2024.

NOBRE, Carlos Afonso. *et al.* Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 32 p, 2010.

NOBRE, Carlos Afonso, *in*: ORSI, Carlos. A era dos extremos. **Jornal da Unicamp**. Campinas, p. 12-12. Abr de 2015. Disponível em: https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju_623_paginacor_12_web.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas — conceito e método. **GEOUSP**, n. 6, São Paulo: Depto. de Geografia • USP, pp. 29-36, 1999. *apud* CARBONE, Amanda Silveira. **Gestão de áreas verdes no Município de São**

Paulo, SP - Brasil: ganhos e limites. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

O ESTADO DE S. PAULO. **Vila Andrade, o ‘novo Morumbi’, é o bairro que mais cresce, 2014.** Acesso em: 17 jun. 17. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,vila-andrade-o-novo-morumbi-e-o-bairro-que-mais-cresce,1607979> *apud* LOCATELLI, Marcela Minate; ARANTES, Bruna Lara; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da; POLIZEL, Jefferson Lordello; FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. PANORAMA ATUAL DA COBERTURA ARBÓREA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Revista LABVERDE**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 29-48, 2018. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v9i1p29-48. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/134400>. Acesso em: 14 out. 2023.

OKE, Tim Richard, SPRONKEN-Smith, Rachel, JÁUREGUI, Edward; GRIMMOND Sue. The energy balance of central Mexico City during the dry season: Matching scales of observations and fluxes. 1999. **Atmos. Environ.**, 3919–3930.

OLIVEIRA, Douglas Santos; OLIVEIRA JUNIOR, Clovis José Fernandes; RODRIGUES, Domingos Sávio. TELHADOS VERDES: uma proposta para o uso de espécies nativas do Brasil. **Mix Sustentável**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 111-126, 1 ago. 2021. *Mix Sustentavel*. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.mix2021.v7.n3.111-126>.

OLSEN, Natasha. Teto verde em Porto Alegre é um dos maiores da América Latina: nova sede da fecomércio tem 10 mil metros quadrados de telhado verde. **Ciclo Vivo**. Rio Grande do Sul, p. 1-1. ago. 2022. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/teto-verde-em-porto-alegre-e-um-dos-maiores-da-america-latina/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ORSI, Carlos. A era dos extremos. **Jornal da Unicamp**. Campinas, p. 12-12. Abr de 2015. Disponível em: https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju_623_paginacor_12_web.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nova Agenda Urbana**. S.l, 2017. 66 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (Brasília). Organização das Nações Unidas no Brasil. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11:** Cidade e comunidades sustentáveis. In: BRASIL, Organização das Nações Unidas no. **DOCUMENTOS TEMÁTICOS:** objetivos de desenvolvimento sustentável. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: [S.l.], 2018. p. 47-72. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS>. Acesso em: 17 abr. 2020.

OSMUNDSON, T. **Roof Gardens: History, Design and Construction**. New York: W. W. Norton & Company Inc., 1999 *apud* ALMEIDA, Samuel Pablo Costa de; BRITO, Gabriela Pedroza de; SANTOS, Sylvana Melo. Revisão Histórica dos Telhados Verdes: da mesopotâmia aos dias atuais. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 42-51, 2018.

OSMUNDSON, T. **Roof Gardens: History, Design and Construction**. New York: W. W. Norton & Company Inc., 1999 *apud* SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

PAIVA, Yhasmim Gabriel. **Estimativa do índice de área foliar por métodos óticos e sensoriamento remoto para calibrar modelo ecofisiológico em plantios de eucalipto em áreas de relevo ondulado**. 24 jul. 2009. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/5282>. Acesso em: 13 out. 2023.

PARAÍBA (Município). Lei nº 12.467, de 25 de janeiro de 2013. Dispõe sobre contratação por tempo determinado para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público, nos termos do inciso IX, do art. 37 da Constituição Federal. JOÃO PESSOA, PB.

PECK, Steven; CALLAGHAN, Chris; KUHN, Monica; BASS, Brad. **Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada: Status report on Benefits, Barriers and Opportunities for Green Roof and Vertical Garden Technology Diffusion**. Canada Mortgage and Housing Corporation, Canada. 1999, 5-78 p. Disponível em: <https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/Greenbacks.pdf>. Acesso em 05 abr. 2020.

PERNAMBUCO (Município). Lei nº 18.112, de 12 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Recife, PE.

PHILIPPI JR, A; RODRIGUES, J. E. R. Gestão de parques urbanos na cidade de São Paulo. In: GLEZER, R.; MANTOVANI, M. S. M. (orgs.). **Parques urbanos e meio ambiente: desafios de uso**. São Paulo: Parque Cientec/USP, 2006, 392 p. *apud* CARBONE, Amanda Silveira. **Gestão de áreas verdes no Município de São Paulo, SP - Brasil: ganhos e limites**. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo

PIAUI (Estado). Lei nº 6.888, de 06 de outubro de 2016. Dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de práticas e métodos sustentáveis na construção civil e dá outras providências. Piauí. PI.

PLEDGE, E.; SCHOLZ-BARTH, K. From Grey to Green. Environmental Benefits of Green Roofs. In: EART PLEDGE. **GREEN ROOFS** Ecological Design and Construction, Library of Congress. Atglen, 2005. p. 16-21. *apud* CATUZZO, Humberto. **Telhado verde: Impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo**. 2013. 206 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PMSP- PREFEITURA DO MUNICIPIO DE SÃO PAULO. Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo. Abril, 1999 *apud* NOBRE, Carlos Afonso. *et al.* Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 32 p, 2010.

PORTO ALEGRE (Município). Lei nº 434, de 01 de dezembro de 1999. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no município de Porto Alegre, institui o plano diretor de desenvolvimento urbano ambiental de porto alegre e dá outras providências. Porto Alegre, RS.

PORTO ALEGRE (Município). Lei nº 734, de 24 de janeiro de 2014. Inclui art. 222-a na Lei Complementar nº 284, de 27 de outubro de 1992 - que institui o código de edificações de Porto Alegre e dá outras providências -, e alterações posteriores,

permitindo o uso de telhado verde sobre lajes e demais coberturas do último pavimento de edificações. Porto Alegre, RS.

RANGEL, Ana Celecina Lucena da Costa; ARANHA, Kaline Cunha; SILVA, Maria Cristina Basílio Crispim da. Os Telhados Verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 35, n. 1, p.397-409, 24 dez. 2015. Universidade Federal do Paraná. <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/39177>. Disponível em: www.ser.ufpr.br. Acesso em: 04 abr. 2020.

RIBEIRO, Wagner Costa. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, n. 27, p. 297-321, 2008 Tradução. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php>. Acesso em: 01 out. 2023.

RIBEIRO, H. P. Ilha de calor na Cidade de São Paulo: Sua Dinâmica e Efeitos na Saúde da População. Tese (Livre-docência em Gerenciamento Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996 *apud* LIMA, Thiago Luiz, GALVANI, Emerson (2020). Avaliação Da Ilha De Calor Urbana Na Zona Norte De São Paulo: Estudo De Caso Do Bairro Jardim Peri. **Revista Brasileira De Climatologia**, 26. <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.69933>

ROLNIK, Raquel. **São Paulo, Territórios em Disputa e os limites do planejamento**: Planejamento e seus Limites. 2017. Disponível em: <https://raquelrolnik.wordpress.com/2017/10/27/sao-paulo-territorios-em-disputa-e-os-limites-do-planejamento/>. Acesso em: 03 out. 2019.

ROMERO, M. A; Caracterização do clima. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Ed. Projeto; 1997 *apud* JESUS, Bruna Luíza Pereira de. **A relação entre a temperatura radiométrica de superfície (Land Surface Temperature-LST), índice de vegetação (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) e os diferentes padrões de uso da terra do município de São Paulo-SP**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia Física, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-11012016-143102/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

ROSSI, Mariane. **'Telhado verde' começa a ganhar espaço em Santos e abate o IPTU**: em santos, desconto varia de 1,5% a 10% no iptu, dependendo da área. preço total do telhado verde pode custar entre r\$ 3.500 e r\$ 550 mil. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

ROSSETI, K. A. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; FRANCO, F. M.; NOGUEIRA, J. S. Análise da interferência da cobertura verde na temperatura e umidade relativa do ar do entorno da edificação - estudo de caso em protótipo no município de Cuiabá, MT. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 9, p. 1959-1970, 2013 *apud* ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho *et al*. Interferência Microclimática Na Utilização Do Telhado Verde Para Regiões Tropicais: estudo de caso em Cuiabá, MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cuiabá, v. 9, n. 9, p. 1959-1970, 18 fev. 2013. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/223611707702>.

ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho *et al*. Interferência Microclimática Na Utilização Do Telhado Verde Para Regiões Tropicais: estudo de caso em Cuiabá, MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cuiabá, v.

9, n. 9, p. 1959-1970, 18 fev. 2013. Universidade Federal de Santa Maria.
<http://dx.doi.org/10.5902/223611707702>.

SALEIRO FILHO, M. O., REIS-ALVES, L. A., SCHUELER, A. S., ROLA, S. M. Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. RCT - Revista de Ciência e Tecnologia, 1 (1), 12 p., 2015 *apud* ALMEIDA, Samuel Pablo Costa de; BRITO, Gabriela Pedroza de; SANTOS, Sylvana Melo. Revisão Histórica dos Telhados Verdes: da mesopotâmia aos dias atuais. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 42-51, 2018.

SALLES, Dayane Martins; MILOGRANA, Jussanã; SILVA, Debora Pereira da. Telhado Verde Como Ferramenta Socioambiental: Uma Revisão da Bibliografia. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis. **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. Santa Catarina, p. 1-8, 2017. Disponível em:
<http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/download-2017-UEFQMDIzMTk3LnBkZg>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SALVADOR (Município). Decreto nº 36.288, de 17 de novembro de 2022. Salvador, BA.

SALVADOR (Município). Decreto municipal – Decreto 55.994 de 10 de março de 2015. Regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental – TCA. Salvador, BA.

SANTOS (Município). Lei Complementar nº 913, de 21 de dezembro de 2015. Concede incentivo fiscal à implantação de "coberturas verdes" nos edifícios do município, e dá outras providências. Santos, SP.

SANTOS, Ana Maria dos; RODRIGUES, Gilberto Aparecido. ilhas de calor: Conceito, Problemas e Alternativas. In: **III SIMTEC –Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. Disponível em: <www.fatectq.edu.br> 10p. outubro de 2015.

SANTOS, Milton, São Paulo: metrópole fragmentada corporativa. São Paulo: Nóbel, 1990 RIBEIRO, Wagner Costa. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. Parcerias Estratégicas, n. 27, p. 297-321, 2008 Tradução. Disponível em:
<http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php>. Acesso em: 01 out. 2023.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 57.565, de 27 de dezembro de 2016. Regulamenta procedimentos para a aplicação da Quota Ambiental, nos termos da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. São Paulo, SP,

SÃO PAULO (Município). Lei no 16.050, de 31 de julho de 2014. Plano diretor estratégico do município de São Paulo *apud* SIQUEIRA-GAY, Juliana; DIBO, Ana Paula Alves; GIANNOTTI, Mariana Abrantes. Vulnerabilidade às ilhas de calor no Município de São Paulo: Uma Abordagem para a Implantação de Medidas Mitigadoras na Gestão Urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 105–123, 2017. DOI: 10.5585/geas.v6i2.902. Disponível em:
<https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/10052>. Acesso em: 20 out. 2023.

SÃO PAULO. BIBLIOTECA VIRTUAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **São Paulo**: aspectos territoriais. aspectos territoriais. 2020. Disponível em:
<http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-aspectos-territoriais.php>. Acesso em: 09 nov. 2020.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Ministério do Meio Ambiente. **Introdução à Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos**

Persistentes. Disponível em:

https://edutec.unesp.br/moodle/pluginfile.php/191544/mod_resource/content/1/. Acesso em: 01 out. 2019.

SÃO PAULO. FUNDAÇÃO SEADE - SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Distribuição dos Domicílios, por Faixas de Renda per Capita, segundo Distritos: município de São Paulo. Município de São Paulo. 2000. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/msp/ren/ren2_001.htm. Acesso em: 1 set. 2023.

SÃO PAULO. Prefeitura da Cidade de São Paulo. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo:** Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. 2015. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br> Acesso em: 25 out. 2023.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística da Cidade de São Paulo. **Lei do ICMS Ambiental Proposta Pelo Governo de SP é Aprovada na ALESP.** Disponível em: [https:// https://semil.sp.gov.br/2024/03/lei-do-icms-ambiental-proposta-pelo-governo-de-sp-e-aprovada-na-alesp/](https://semil.sp.gov.br/2024/03/lei-do-icms-ambiental-proposta-pelo-governo-de-sp-e-aprovada-na-alesp/). Acesso em: 24 mar. 2024.

SÃO PAULO (Município). Constituição (2008). Projeto de Lei nº 622, de 29 de outubro de 2008. Dispõe sobre a concessão de isenção parcial de impostos predial e territorial urbano - IPTU - incidentes sobre imóveis que sejam construídos ou adaptados com as medidas de proteção ambiental que especifica, institui o programa "edificação ecológica", e dá outras providências. São Paulo, Disponível em: <http://documentacao.saopaulo.sp.leg.br/>. Acesso em: 28 out. 2023.

SAVI, Adriane Cordoní. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

SCHEUELE, Adriana, *et al.* Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. **Revista de Ciência e Tecnologia.** Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 1-12, [S.I.]. 2015. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rct/article/view/2540>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SILVA, José Afonso da. Do Regime Jurídico do Planejamento Urbanístico. In: SILVA, José Afonso da. **DIREITO URBANÍSTICO BRASILEIRO.** 6. ed. Brasil: Malheiros Editores. Cap. 1. p. 19-35. 2010.

SINDIFLORES. **Conheça as Leis que Tratam de Telhados Verdes no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://www.sindiflores.com.br/noticia.php?id=650>. Acesso em: 06 set. 2020.

SIQUEIRA-GAY, Juliana; DIBO, Ana Paula Alves; GIANNOTTI, Mariana Abrantes. Vulnerabilidade às ilhas de calor no Município de São Paulo: Uma Abordagem para a Implantação de Medidas Mitigadoras na Gestão Urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 105–123, 2017. DOI: 10.5585/geas.v6i2.902. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/10052>. Acesso em: 20 out. 2023.

SKYGARDEN. **Opções De Plantas - Telhados Verdes.** 2020. Disponível em: <http://www.skygarden.com.br/index.php/telhados-verdes/opcoes-de-plantas>. Acesso em: 06 set. 2020.

SOTTO, Debora; RIBEIRO, Djonathan Gomes; ABIKO, Alex Kenya; SAMPAIO, Carlos Alberto Cioce; NAVAS, Carlos Arturo; MARINS, Karin Regina de Castro; SOBRAL, Maria do Carmo Martins; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; BUCKERIDGE, Marcos Silveira. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 33, n. 97, p. 61-80, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.004>.

SOUSA, Adriano Amaro de. O Processo De Industrialização Em São Paulo E O Seu Desdobramento No Oeste Paulista: o caso das indústrias de Marília/SP e de Presidente Prudente/SP. **Encontro de Iniciação Científica do Centro Universitário Antonio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente**, Presidente Prudente, v. 3, n. 3, p. 01-10, set. 2007. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/issue/view/33>. Acesso em: 11 nov. 2020.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de. Ilhas de calor. **Jornal Unesp**, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004

SOUZA, Marcia. **Ponto de ônibus ganha teto verde em Salvador**: a cobertura verde é composta por grama e plantas de paisagismo. A cobertura verde é composta por grama e plantas de paisagismo. 2019. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/urbanismo/ponto-de-onibus-ganha-teto-verde-salvador/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE. SVMA; SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO-SEMPI_A. **Atlas Ambiental do Município de São Paulo**. Fase I: Diagnósticos e Bases para a Proposição de Políticas Públicas para as áreas Verdes do Município de São Paulo. São Paulo: SVMA/SEMPA, jul. 2002, 203p. *apud* CARBONE, Amanda Silveira. **Gestão de áreas verdes no Município de São Paulo, SP - Brasil**: ganhos e limites. 2014. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo

TAVARES, S.; LAAR, M.; SOUZA, C.; ASSUNÇÃO PAIVA, V. L.; AUGUSTA DE AMIGO, N.; GUSMÃO, F. *et al.* **Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos em cidades de clima tropical**. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído -ENCAC, São Pedro, 6., 11-14 de novembro de 2001 *apud* SAVI, Adriane Cordoní. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

TOLEDO, Benedito Lima de. São Paulo: três cidades em um século. 4. ed. **São Paulo**: Cosac Naify, 2007.

ULTRAMARI, Clovis; REZENDE, Denis Alcides. Planejamento Estratégico e Planos Diretores Municipais: Referenciais e Bases de Aplicação. **Rac**, Curitiba, v. 12, n. 3, p.717-739, jul. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rac/v12n3/06.pdf>. Acesso em: 03 out. 2019.

VECCHIA, Francisco. **Cobertura Verde Leve (CVL): Ensaio Experimental**. Encac, Enlacac. Maceio, out. 2005. Disponível em: Acesso em: 31 ago. 2012. *apud* SAVI, Adriane Cordoní. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

VERTICAL GARDEN. **Conheça as leis sobre Telhado Verde em vigor no Brasil.** 2019. Disponível em: <https://www.verticalgarden.com.br/post/conheca-as-leis-sobre-telhado-verde-em-vigor-no-brasil>. Acesso em: 29 ago. 2020.

WERNECK, Daniela Rocha. **Estratégias De Mitigação Das Ilhas De Calor Urbanas:** estudo de caso em áreas comerciais em Brasília - DF. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/157753442.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

WONG, Nyuk Hen, CHEB, Yu. **The role of urban greenery in high-density citres.** In: NG, Edward (ED.) *Designind high-density cities.* London. Earthscan, 2010. Chapter 6. *apud* DUARTE, Denise Helena Silva. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano:** contribuições a uma abordagem interdisciplinar. 2015. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/16/tde-11052016-104104/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE, **6 maneiras de retirar gás carbônico da atmosfera.** 2018. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/6-maneiras-de-retirar-gas-carbonico-da-atmosfera>. Acesso em: 18 out. 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE, **Carbon Removal.** 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/initiatives/carbon-removal>. Acesso em: 18 out. 2023.

WWF BRASIL. **As Mudanças Climáticas.** 2020. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/#:~:text=As%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20podem%20ter,ser%20consequ%C3%Aancia%20das%20atividades%20humanas.&text=Assim%20as%20atividades%20humanas%20passaram,influ%C3%Aancia%20importante%20nas%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas. Acesso em: 04 jul. 2020

XIMENES, Deize Sbarai Sanches *et al.* A importância dos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia na cidade de São Paulo (SP). **Revista Labverde**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 03-21, 24 dez. 2020. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2020.172291>.

ZINCO. ZinCo **Systems for Extensive and Intensive Landscaped Roofs.** Disponível em: <https://zinco-greenroof.com/systems/roof-garden>. Acesso em: 14 jul. 2020.