

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MARCELA FERNANDES DA COSTA

Educação climática e a função social do engenheiro ambiental: integração entre
ciência, território e plataformas digitais

São Carlos

2025

MARCELA FERNANDES DA COSTA

Educação climática e a função social do engenheiro ambiental: integração entre
ciência, território e plataformas digitais

Monografia apresentada ao curso de
graduação em Engenharia Ambiental da
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Fantin

Co-orientadora: Profa. Ma. Catia Cristina
Teodoro

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

Costa, Marcela
C837e Educação climática e função social do
engenheiro ambiental: integração entre ciência,
território e plataformas digitais / Marcela Costa;
orientador Marcel Fantin; coorientador Catia Cristina
Teodoro. São Carlos, 2025.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2025.

1. Educação climática. 2. Plataformas digitais.
3. Ciência cidadã. 4. Extensão universitária. I.
Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Marcela Fernandes da Costa**

Data da Defesa: 06/11/2025

Comissão Julgadora:

Marcel Fantin (Orientador(a))

Marcelo Zaiat

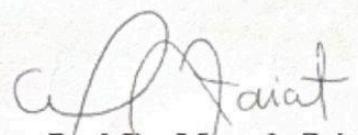
Patricia Maissa Ferragoni da Cruz

Resultado:

Aprovada

Aprovado

Aprovada



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, Vera e Flávio, pelo apoio incondicional em todas as minhas decisões, sempre me incentivando a seguir em frente.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcel Fantin, pela dedicação, pela confiança depositada neste trabalho e pelas reuniões de equipe que terminavam, invariavelmente, com uma boa pizza e ótimas conversas.

Ao meu parceiro, Vitor, que me apresentou ao projeto UrbVerde e me acompanha nessa jornada, oferecendo ajuda, paciência e escuta em todos os momentos.

À minha amiga Marcelle, que mesmo à distância, esteve sempre presente com palavras de incentivo e suporte.

À equipe da UrbVerde, composta por pessoas incríveis e dedicadas, que se tornaram também amigas ao longo dessa trajetória.

Um agradecimento especial à Profa. Cátia e aos alunos do PIBIC-EM — Adrieli, Diana e Kleyton — que foram fundamentais na realização da oficina pedagógica.

Estendo ainda meu agradecimento à Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibbo, sua equipe e seus estudantes, pela disponibilidade de tempo, espaço, materiais e energia, que tornaram possível colocar em prática a ideia deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio concedido por meio do processo nº 2024/03339-3, vinculado ao projeto “Desenvolvimento de um manual para o auxílio na aplicação de políticas públicas: utilizando a plataforma UrbVerde voltada aos municípios do ABC paulista”. O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP), sob orientação do Prof. Dr. Marcel Fantin, com apoio do programa Bolsas Concedidas como Itens Orçamentários em Auxílios (BCO) – Treinamento Técnico, Fluxo Contínuo. Agradece-se à FAPESP pelo incentivo à pesquisa e pela oportunidade de aprimoramento técnico e científico que tornou possível a realização deste estudo.

“Eu sou, pelo contrário, um ser da esperança que por ‘n’ razões se tornou desesperançado. Daí que uma de nossas brigas com seres humanos deva ser dada no sentido de diminuir as razões objetivas para a desesperança que nos imobiliza.”

(Paulo Freire, Pedagogia da autonomia, 1996)

RESUMO

COSTA, M. F. **Educação climática e função social do engenheiro ambiental:** integração entre ciência, território e plataformas digitais. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

Este Trabalho de Graduação apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um método educativo voltado à educação climática territorializada, tendo como suporte a Plataforma UrbVerde, um sistema digital de dados socioambientais georreferenciados. O estudo teve como objetivo principal construir e testar abordagens pedagógicas que articulam ciência, território e cidadania, alinhadas às diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (2012) e aos princípios da pedagogia crítica de Paulo Freire. Adotou-se uma metodologia qualitativa e participativa, fundamentada na práxis transformadora e no diálogo entre universidade e escola pública. As ações se concentraram em duas frentes principais: a elaboração de uma oficina pedagógica e a produção da cartilha UrbVerde na Escola, ambas desenvolvidas em parceria com a Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibbo, em São Carlos (SP). A oficina, aplicada a estudantes do ensino fundamental e médio, promoveu a leitura crítica do território urbano a partir de indicadores de temperatura, vegetação e áreas verdes, revelando a capacidade dos alunos de compreender e relacionar fenômenos ambientais às desigualdades socioespaciais. Já a cartilha, publicada no Portal de Livros Abertos da USP, consolidou-se como produto educacional voltado à formação de educadores e estudantes, atingindo ampla circulação digital. Os resultados indicam que o uso de plataformas digitais e dados abertos pode potencializar a educação ambiental e climática, estimulando o protagonismo juvenil e a corresponsabilidade social. Conclui-se que o engenheiro ambiental, ao atuar como mediador entre conhecimento técnico, território e comunidade, desempenha papel central na promoção de uma educação emancipadora, crítica e voltada à sustentabilidade.

Palavras-chave: Educação Climática. Plataformas Digitais. Ciência Cidadã. Extensão Universitária.

ABSTRACT

COSTA, M. F. **Climate education and the social role of environmental engineers:** integration between science, territory and digital platforms. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

This undergraduate thesis presents the development and application of an educational method focused on territorialized climate education, supported by the UrbVerde Platform — a digital system of georeferenced socio-environmental data. The main objective was to design and test pedagogical approaches that integrate science, territory, and citizenship, in alignment with the guidelines of the National Environmental Education Policy (Law No. 9.795/1999), the National Curriculum Guidelines for Environmental Education (2012), and Paulo Freire's critical pedagogy. A qualitative and participatory methodology was adopted, grounded in transformative praxis and in dialogue between the university and public schools. The actions were structured around two main components: a pedagogical workshop and the educational booklet UrbVerde na Escola, both developed in partnership with the Professor Aduar Kemell Dibbo State School in São Carlos, Brazil. The workshop, conducted with elementary and high school students, encouraged a critical reading of the urban territory through indicators of surface temperature, vegetation, and green areas, revealing the students' ability to understand and relate environmental phenomena to socio-spatial inequalities. The booklet, published in the Open Books Portal of the University of São Paulo, was established as an educational resource aimed at teachers and students, achieving significant digital dissemination. The results indicate that the use of digital platforms and open data can enhance environmental and climate education by fostering youth engagement and social responsibility. It is concluded that environmental engineers, as mediators between technical knowledge, territory, and community, play a central role in promoting an emancipatory, critical, and sustainability-oriented education.

Keywords: Climate education. Digital platforms. Citizen science. University extension.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Página inicial da Plataforma UrbVerde.	37
Figura 2 – Kleyton (bolsista PIBIC-EM) auxiliando demais alunos durante a oficina.	57
Figura 3 – Adrieli, Diana e Kleyton (em sequência) apresentando os conteúdos previstos durante a oficina.	57
Figura 4 – Apresentação do conteúdo previsto na oficina para os pedagogos da EEPAKD.	58
Figura 5 - Distribuição da cobertura vegetal e desigualdade socioambiental em São Carlos - SP.	59
Figura 6 - Ambientes térmicos críticos em São Carlos - SP.....	60
Figura 7 - Desigualdade de acesso a áreas verdes e Racismo Ambiental.....	60
Figura 8 - Bairros mais quentes da Cidade de São Carlos - SP.....	64
Figura 9 - Nuvem de palavras elaborada por estudantes da EE Prof. Aduar Kemell Dibo, a partir da Plataforma UrbVerde, sobre as causas do maior aquecimento em bairros de São Carlos.	65
Figura 10 - Resultados da questão “Quais bairros apresentam maior índice de vegetação?”	67
Figura 11 - Bairros com menor oferta de parques e praças em São Carlos.	68
Figura 12 - Gráfico de número de downloads mensais do livro “UrbVerde na Escola” no Portal de Livros Abertos da USP.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de downloads mensais do livro “UrbVerde na Escola” no Portal de Livros Abertos da USP.....	70
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	Conferência das Partes
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
EA	Educação Ambiental
EDS	Educação para o Desenvolvimento Sustentável
EEPAKD	Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibbo
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
ELAPIS	Encontro Latinoamericano sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
GEISA	Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais
IAU	Instituto de Arquitetura e Urbanismo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OC	Observatório do Clima
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PAEMC	Plano de Adaptação e Enfrentamento às Mudanças Climáticas
PIBIC-EM	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio
PIPAE	Programa de Incentivo à Pesquisa Acadêmica e Extensionista
PLAC	Plano de Ação Climática

PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPPP	Programa de Pesquisa em Políticas Públicas
ProNEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SAPIS	Seminário Brasileiro sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	17
1. Memorial de desenvolvimento do TCC.....	29
2. Introdução.....	31
3. Objetivos.....	35
3.1 Objetivo geral.....	35
3.2 Objetivos específicos.....	35
4. Revisão Bibliográfica.....	37
4.1 Plataforma UrbVerde.....	37
4.2 Diretrizes internacionais para a Educação Ambiental.....	39
4.2.1 Contexto histórico.....	39
4.2.2 Conferência de Tbilisi.....	40
4.2.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	43
4.3 Diretrizes nacionais para EA no Brasil.....	44
4.3.1 Contexto e fundamentos constitucionais.....	44
4.3.2 Políticas e programas nacionais.....	45
4.3.3 Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA).....	46
4.4 Paulo Freire e a pedagogia crítica.....	47
4.5 Co-criação e ciência cidadã como ferramentas pedagógicas.....	49
4.6 Função social do engenheiro ambiental.....	51
5. Materiais e métodos.....	55
5.1 Abordagem metodológica.....	55
5.2 Desenvolvimento da oficina pedagógica.....	55
5.3 Sistematização dos dados e procedimentos analíticos.....	58
5.4 Desenvolvimento da cartilha.....	61
6. Resultados e discussões.....	63
6.1 Oficina pedagógica “UrbVerde na Escola”.....	63
6.1.1 Eixo temperatura.....	63
6.1.2 Eixo vegetação.....	66
6.1.3 Eixo parques e praças.....	68
6.1.4 Análise integrada.....	69
6.2 Cartilha “UrbVerde na Escola”.....	70
6.3 Propostas de adaptação e melhorias.....	72
6.3.1 Nova oficina.....	72
6.3.2 Reformulação da cartilha.....	73
7. Considerações Finais.....	75
7.1 Síntese dos resultados alcançados.....	75

7.2 Caminhos futuros.....	76
7.3 Síntese final.....	76
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE - CAPA DO LIVRO URBVERDE NA ESCOLA.....	83
ANEXO 1 - SLIDES UTILIZADOS DURANTE A OFICINA.....	84
ANEXO 2 - FORMULÁRIO APLICADO NA OFICINA UrbVerde NA ESCOLA.....	99

1. Memorial de desenvolvimento do TCC

Antes de iniciar esta monografia, gostaria de contextualizar a minha trajetória, prévia e atual, na equipe da Plataforma UrbVerde. Quando ingressei no curso de Engenharia Ambiental, não sabia ao certo quais caminhos seguiria; tinha apenas a certeza de que desejava aproveitar ao máximo os recursos que a universidade oferece para além da sala de aula.

Minha primeira experiência nesse sentido foi no Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais (GEISA), em 2021, onde participei da elaboração de uma cartilha sobre recursos hídricos voltada à educação básica. Foi nesse momento que tive meu primeiro contato com a educação ambiental como prática extensionista, unindo pesquisa, ensino e compromisso social.

Em seguida, atuei na organização da XVIII Semana de Engenharia Ambiental, inicialmente como membro e, na edição seguinte, como coordenadora da equipe de Infraestrutura. Essa vivência foi fundamental para compreender a amplitude da atuação do engenheiro ambiental e para fortalecer minhas habilidades de gestão em um evento voltado tanto à comunidade acadêmica quanto a interessados externos.

O ano de 2023 marcou o início da minha jornada na Plataforma UrbVerde, a partir do convite para integrar a equipe no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). Essa oportunidade consolidou meu interesse pela disseminação de conhecimento ambiental e me levou a desenvolver um projeto de iniciação científica extensionista vinculado à UrbVerde.

Nesse projeto, coordenei a equipe de Produtos, responsável pela criação de materiais didáticos e cursos que auxiliassem professores, estudantes e gestores no uso da plataforma. Entre os principais resultados alcançados, destaco:

- A realização de um minicurso no evento XI SAPIs & VI ELAPIS, promovido na FFLCH/USP;
- A publicação do livro “Explorando o potencial da plataforma UrbVerde para o planejamento ambiental urbano: ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis” na Biblioteca de Livros Abertos da USP;
- A participação no XXI SBSR, com trabalhos sobre o potencial da plataforma na educação climática;
- A realização da oficina pedagógica apresentada neste trabalho;
- E a elaboração da cartilha de educação climática, também discutida ao longo desta monografia.

Atualmente, continuo atuando nessa frente no âmbito do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (PPPP/FAPESP) e a Chamada Universal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com foco na atualização e aprimoramento dos materiais educativos. Meu objetivo é contribuir cada vez mais para a promoção de uma educação climática crítica e acessível, voltada à população em geral, reforçando a função social do engenheiro ambiental como agente de transformação.

2. Introdução

Um dos principais desafios enfrentados no século XXI é a questão das mudanças climáticas. A discussão sobre o tema começa a ganhar força ainda na transição da primeira para a segunda Revolução Industrial, após 1800, quando se intensifica o uso de combustíveis fósseis, como carvão, gás e petróleo, e, consequentemente, as emissões de gases de efeito estufa (ONU, 2021). Embora o crescimento populacional e tecnológico desse período tenha trazido avanços significativos, sobretudo na redução das taxas de mortalidade e no desenvolvimento da saúde pública, ele também evidenciou a pressão crescente sobre os recursos naturais, apontando para os riscos de um aproveitamento insustentável e descontrolado do meio ambiente (INBS, 2012).

Com a ampliação dessa preocupação global, diferentes iniciativas passaram a ser articuladas em busca de soluções conjuntas e de consenso científico. Entre os principais marcos estão a Conferência de Estocolmo (1972), que inaugurou o debate internacional sobre meio ambiente e desenvolvimento, e a Conferência de Tbilisi (1977), que consolidou as bases da Educação Ambiental, definindo objetivos e diretrizes que se tornariam referência mundial (Pontes; Figueiredo, 2023; EDUCAÇÃO, 1997).

Outro passo fundamental foi a criação, em 1945, da Organização das Nações Unidas (ONU), cujo propósito original era promover a paz e a cooperação entre os países, mas que gradualmente passou a incluir entre suas atribuições a busca pelo desenvolvimento sustentável em escala planetária (ONU, 2021). A ONU foi responsável pela elaboração do relatório “Nosso Futuro Comum”, que definiu oficialmente o conceito de desenvolvimento sustentável, e pela realização das Conferências das Partes (COPs) — reuniões periódicas que orientam as políticas internacionais sobre clima. Desses espaços de negociação surgiram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e, mais recentemente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos em 2015 (Pontes; Figueiredo, 2023).

Antes mesmo das COPs, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) foi um marco histórico. Ela resultou na publicação da Agenda 21, um documento que propôs ações efetivas para a sustentabilidade no século XXI. Essa conferência foi sucedida pela Rio+10 (2002) e pela Rio+20 (2012), que revisaram metas e reforçaram compromissos assumidos globalmente (Pontes; Figueiredo, 2023). Nesse mesmo contexto, destaca-se também o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (IPCC, 2025). O IPCC tem como missão

fornecer bases científicas sólidas para subsidiar políticas climáticas e orientar a tomada de decisão de governos em todos os níveis. Seus relatórios periódicos constituem uma das principais referências para as negociações internacionais sobre mudanças climáticas (IPCC, 2025).

Com esse panorama histórico e institucional, emergem também novas abordagens conceituais, entre elas a de justiça ambiental. No Brasil, Acselrad, Mello e Bezerra (2008) definem “justiça ambiental” como o conjunto de princípios e práticas que buscam assegurar que nenhum grupo social, seja ele étnico, racial ou de classe, suporte de forma desproporcional os impactos ambientais negativos de atividades econômicas, decisões políticas ou da omissão do poder público. Trata-se também de garantir acesso justo e equitativo aos recursos ambientais, bem como à informação e à participação democrática nos processos decisórios que afetam o território e a vida das pessoas.

Como desdobramento dessa noção, surge a “justiça climática”, conceito que explicita os impactos desiguais das mudanças climáticas sobre determinados grupos sociais. De acordo com o Observatório do Clima (2022), a justiça climática parte dos mesmos princípios da justiça ambiental, mas direciona o foco para as consequências específicas da crise climática, revelando que os efeitos do aquecimento global recaem, de forma mais intensa, sobre as populações mais vulneráveis. O termo começou a ser usado na década de 1990, em um documento que denunciava a responsabilidade da indústria do petróleo pelas emissões de gases de efeito estufa (Observatório do Clima, 2022).

No contexto brasileiro, as desigualdades socioambientais e climáticas manifestam-se de maneira evidente nas cidades. Eventos extremos, como as enchentes e deslizamentos de terra de 1967 em Caraguatatuba e na Serra de Araras, e de 2021 na região serrana do Rio de Janeiro, exemplificam situações em que os desastres naturais atingem principalmente as populações de menor renda e majoritariamente negras (Observatório do Clima, 2022). Essas ocorrências expõem o que se convencionou chamar de racismo ambiental, conceito que descreve a concentração dos riscos e impactos ambientais sobre grupos historicamente marginalizados¹.

Entretanto, a injustiça climática não se restringe a eventos extremos. Ela se expressa também no acesso desigual a serviços e infraestrutura essenciais, como saneamento básico, moradia segura, alimentação adequada e áreas verdes, fatores que determinam a capacidade

¹ O termo “racismo ambiental” refere-se à distribuição desigual dos riscos e danos ambientais entre diferentes grupos étnicos e socioeconômicos, resultante de políticas, práticas ou negligências que perpetuam desigualdades estruturais. ([texto do Observatório do Clima](#))

de adaptação das comunidades aos efeitos das mudanças climáticas. No Brasil, cerca de 35 milhões de pessoas ainda vivem sem acesso à água potável, e mais de 100 milhões não contam com coleta de esgoto adequada. Aproximadamente 11 milhões de brasileiros residem em áreas suscetíveis a desastres ambientais, e a população negra corresponde a 70% daqueles sem saneamento básico. Esses dados revelam como a crise climática se sobrepõe às desigualdades sociais, reforçando um ciclo de vulnerabilidade que exige ações urgentes em múltiplas frentes, incluindo políticas, tecnológicas e, sobretudo, educacionais. (Observatório do Clima, 2022)

Como destaca o relatório do Observatório do Clima, a educação climática é um dos instrumentos mais potentes para enfrentar essas injustiças, pois promove a conscientização e a formação crítica de cidadãos capazes de compreender o papel do território, da ciência e da ação coletiva na construção de um futuro sustentável.

Diante desse cenário de crise climática e desigualdade socioambiental, torna-se evidente o papel estratégico da educação como instrumento de transformação social. Desde a Conferência de Tbilisi (1977), reconhece-se que a educação ambiental deve ser entendida como parte integrante do processo educativo e orientada para a solução de problemas concretos, com caráter interdisciplinar, permanente e participativo (EDUCAÇÃO, 1997). Essa conferência reforçou que a formação crítica dos cidadãos é essencial para o desenvolvimento sustentável e que a educação ambiental deve estar voltada tanto à compreensão das relações entre sociedade e natureza quanto ao fortalecimento de valores éticos, solidários e democráticos.

Esses princípios dialogam diretamente com o pensamento de Paulo Freire, para quem a educação é um ato político, dialógico e libertador. Em Educação na Cidade (Freire, 1991), o autor propõe que o processo educativo se fundamente na realidade vivida pelas pessoas e na leitura crítica do mundo, superando a educação “bancária” e tornando-se um processo de construção coletiva do conhecimento. Nessa perspectiva, aprender não é apenas adquirir informações, mas compreender o território e suas contradições, transformando o ato de conhecer em ato de agir. Assim, tanto a pedagogia freireana quanto as diretrizes de Tbilisi convergem na defesa de uma educação transformadora, comprometida com a emancipação humana e a sustentabilidade da vida.

Nesse contexto, a educação ambiental precisa ser compreendida, no século XXI, como educação para a cidadania climática: crítica, territorial e participativa. Mais do que transmitir informações sobre o meio ambiente, ela deve estimular a reflexão sobre as causas estruturais da crise climática, o papel dos sujeitos sociais e a corresponsabilidade na busca por soluções

coletivas. Segundo Jacobi (2003), a educação ambiental é um ato político voltado à transformação social, que deve articular o conhecimento científico à ética, à sustentabilidade e à participação, promovendo a conscientização e o engajamento comunitário na defesa da vida.

Com isso, destaca-se o engenheiro ambiental como tradutor entre ciência, território e sociedade, profissional cuja atuação ultrapassa a dimensão técnica e assume um caráter social e educativo. Conforme o Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental da EESC/USP, sua formação deve capacitá-lo a “atuar de forma ética e socialmente responsável na resolução de problemas ambientais, com visão sistêmica e compromisso com o desenvolvimento sustentável”. Assim, a mediação entre conhecimento técnico e realidade local torna-se parte essencial de sua função social, aproximando a ciência das demandas das comunidades e fortalecendo práticas de educação ambiental crítica e emancipadora.

É sob essa perspectiva que a Plataforma UrbVerde se insere como uma ferramenta inovadora para a educação climática baseada em dados e território. Ao reunir indicadores socioambientais georreferenciados e traduzir a informação científica em linguagem acessível, a UrbVerde possibilita que estudantes e educadores construam uma leitura crítica do espaço urbano e compreendam os desafios climáticos de forma situada, colaborativa e transformadora.

Este TCC investiga como um método educativo crítico, territorializado e mediado por dados (UrbVerde) pode promover aprendizagem climática e engajamento cívico entre estudantes do ensino médio no ABC Paulista. Perguntamos: (1) em que medida o uso da UrbVerde melhora o entendimento de ilhas de calor, áreas verdes e desigualdades socioambientais? (2) que efeitos a cartilha e a oficina têm sobre atitudes pró-ambientais e senso de agência? (3) quais barreiras e potenciais de escalabilidade emergem para redes municipais? Para responder, adotamos um desenho de pesquisa-ação / design-based research com instrumentos mistos (pré/pós-teste, rubrica de participação, análise de artefatos) e análise quali-quantitativa. O estudo contribui com um método replicável para políticas educacionais climáticas e com indicadores para monitorar sua efetividade.

3. Objetivos

3.1 Objetivo geral

Desenvolver, aplicar e avaliar um método educativo crítico e territorializado de educação climática mediado pela UrbVerde, articulando as diretrizes do Projeto PPPP/FAPESP e do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC Paulista.

3.2 Objetivos específicos

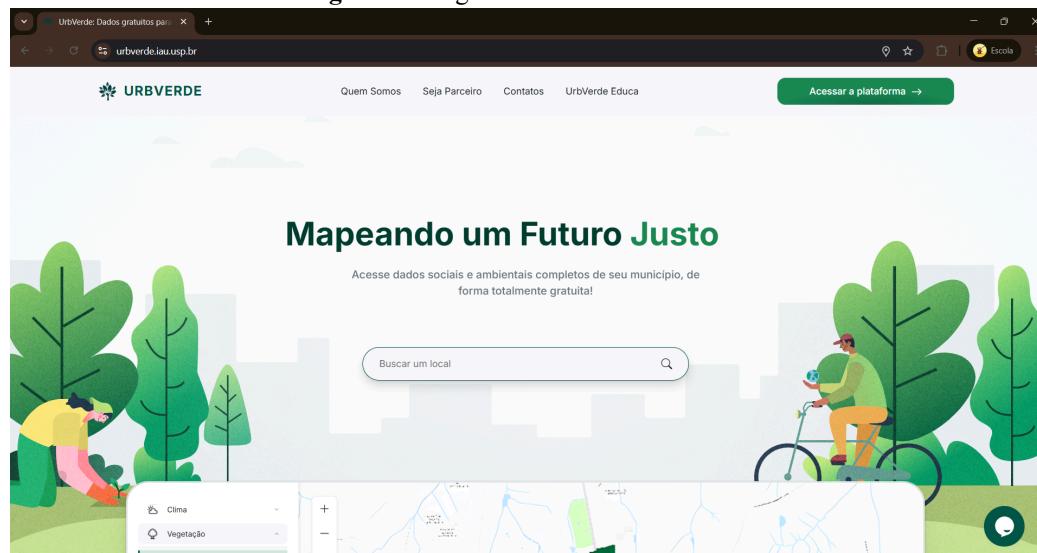
- **Co-criar** cartilha com estudantes e pedagogas(os), validando conteúdo por painel de especialistas.
- **Planejar e executar** oficina piloto (8–12h), integrando investigação local com dados da Plataforma UrbVerde.
- Mensurar efeitos (conhecimento, atitude, autoeficácia, intenção de ação) com pré/pós e rubricas, analisando potenciais/limites e recomendações de escalabilidade.

4. Revisão Bibliográfica

4.1 Plataforma UrbVerde

A Plataforma UrbVerde, cuja página inicial é apresentada na Figura 1, constitui um sistema digital de acesso público que disponibiliza dados socioambientais intraurbanos mapeados, a partir de fontes e metodologias confiáveis, com o propósito de promover a democratização do acesso à informação ambiental. O projeto tem como sede o Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP) e envolve uma ampla rede interdisciplinar de pesquisadores de diferentes instituições, incluindo a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), o Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP), a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH-USP), o Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGGeo) e de Sustentabilidade e Gestão Ambiental (PPGSGA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), o Programa de Pós-Graduação em Administração (NPGA) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), a Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) da Universidade Lusófona e o Instituto Pólis, entre outras.

Figura 1 – Página inicial da Plataforma UrbVerde



Fonte: Autoral (2025).

A plataforma é resultado de uma trajetória de fomento à pesquisa e inovação, iniciada com o apoio do Programa de Incentivo à Pesquisa Acadêmica e Extensionista (PIPAE) e atualmente financiada por duas iniciativas complementares: o PPPP/FAPESP e a Chamada Universal do CNPq. Sob a coordenação do Prof. Dr. Marcel Fantin, a UrbVerde vem ampliando suas frentes de atuação, tanto no desenvolvimento técnico da plataforma quanto na produção de conteúdos educativos e na construção de parcerias interinstitucionais.

O sistema organiza um conjunto diversificado de camadas temáticas, incluindo temperatura de superfície, ilhas de calor, cobertura vegetal, áreas verdes e parques urbanos, agricultura urbana e segurança alimentar, rios e drenagem urbana, além de uso e ocupação do solo. Com isso, é possível realizar análises integradas sobre infraestrutura verde e qualidade ambiental. Esses dados são espacializados nos setores censitários urbanos dos municípios do Estado de São Paulo, permitindo a sobreposição de informações ambientais e sociais derivadas do Censo Demográfico do IBGE, além de outras fontes abertas como o OpenStreetMap e imagens de satélite de alta resolução. O uso de bases públicas e plataformas colaborativas reforça o compromisso do projeto com a transparência metodológica, a reproduzibilidade científica e o acesso aberto aos dados.

A partir de 2024, a UrbVerde iniciou uma nova fase de desenvolvimento em parceria com o Consórcio Intermunicipal Grande ABC e a Prefeitura de Diadema, voltada à criação de um Painel de Políticas Públicas. Esse painel serve de instrumento de apoio à gestão local e regional para o acompanhamento do Plano de Adaptação e Enfrentamento às Mudanças Climáticas (PAEMC) e para o desenvolvimento do Plano de Ação Climática (PLAC) do município de Diadema, integrando dados ambientais e indicadores urbanos em tempo quase real.

Além do papel técnico, a UrbVerde possui uma dimensão educativa que se concretiza por meio do UrbVerde Educa, um espaço dentro da plataforma voltado à disseminação de conteúdos pedagógicos, científicos e extensionistas. Esse repositório reúne livros, artigos, reportagens, oficinas e palestras desenvolvidas pela equipe, utilizando linguagem acessível e voltada à educação ambiental e climática. Em 2023, em parceria com a Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibbo e com o apoio de bolsas PIBIC-EM, foi criado o projeto “UrbVerde na Escola”, que resultou no desenvolvimento de uma oficina pedagógica de Educação Ambiental baseada no uso da plataforma e na publicação de uma cartilha didática voltada à Educação Básica.

Por meio dessas ações, a UrbVerde transcende sua função como repositório de dados, assumindo o papel de plataforma de educação climática e cidadania territorial, ao articular ciência, tecnologia e comunidade. A plataforma exemplifica, assim, como tecnologias digitais abertas podem servir como instrumentos de aprendizado crítico e participativo, fortalecendo a leitura do território e o engajamento social frente aos desafios climáticos contemporâneos.

4.2 Diretrizes internacionais para a Educação Ambiental

4.2.1 Contexto histórico

Apesar de os movimentos ambientalistas terem se iniciado em resposta aos impactos negativos provocados pela Revolução Industrial, é na década de 1960 que o debate ambiental ganha dimensão global (Silva; Carneiro, 2025). O período é marcado pelo fortalecimento dos movimentos sociais, pela contestação dos padrões de consumo e pelo surgimento de preocupações éticas e políticas relacionadas à degradação ambiental (Silva; Carneiro, 2025).

Um dos marcos desse processo foi a publicação da obra “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson (1962), considerada o ponto de partida da moderna consciência ecológica (Silva; Carneiro, 2025). Nela, Carson denuncia os riscos do uso indiscriminado de pesticidas e inseticidas na agricultura e seus efeitos sobre a fauna, a saúde humana e os ecossistemas, além de questionar a desinformação promovida pela indústria química (Silva; Carneiro, 2025). A repercussão do livro impulsionou uma onda de pesquisas científicas e discussões políticas sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente, internacionalizando o debate e inserindo-o de forma definitiva na agenda pública global (Silva; Carneiro, 2025).

Nesse contexto, a Assembleia Geral das Nações Unidas, em 1968, aprovou, posteriormente, a proposta da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (1972) (Silva; Carneiro, 2025). Esse evento foi o primeiro grande fórum internacional voltado à questão ambiental e marcou o início do debate ecológico em escala planetária (Silva; Carneiro, 2025). A conferência consolidou o tema como foco de atenção da comunidade internacional, estabelecendo a conexão entre meio ambiente e desenvolvimento, e introduzindo de forma estruturada o conceito de educação ambiental (Silva; Carneiro, 2025).

Entre seus resultados, destacam-se a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Declaração de Estocolmo, composta por sete proclamações introdutórias e 26 princípios voltados à proteção ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável (Silva; Carneiro, 2025). As proclamações reconhecem a importância do progresso humano, mas alertam para seus impactos negativos quando conduzido de forma descontrolada, propondo um pacto ético global de cooperação entre governos, sociedade civil e setor produtivo (Silva; Carneiro, 2025). Essa declaração também introduz o princípio de responsabilidade intergeracional, reconhecendo o dever das gerações presentes de proteger o planeta para as futuras (Silva; Carneiro, 2025).

Os princípios da Declaração abordam temas diversos, do crescimento populacional ao desarmamento nuclear, mas o Princípio 19 é particularmente relevante para a educação ambiental. Ele afirma que é indispensável promover a educação em questões ambientais, voltada tanto aos jovens quanto aos adultos, de modo a formar uma opinião pública informada e responsável, enfatizando o papel da mídia e da comunicação na construção de uma cultura de proteção ambiental (ONU, 1972).

Além da Declaração, a Conferência aprovou um Plano de Ação, dividido em três categorias e 109 recomendações. A Recomendação 96 foi decisiva para o avanço do tema da educação ambiental ao propor o envolvimento da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) na criação de um Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA). Essa recomendação estabeleceu as bases para a formulação de um programa interdisciplinar e permanente, voltado tanto ao ensino formal quanto à educação popular, e destinado a ampliar a compreensão pública sobre os problemas ambientais e suas soluções (Silva; Carneiro, 2025).

O PIEA, elaborado pela UNESCO e pelo PNUMA, foi formalizado em 1975, durante o Encontro Internacional de Educação Ambiental em Belgrado, que resultou na Carta de Belgrado (Silva; Carneiro, 2025). Essa carta apresentou a primeira formulação conceitual global da educação ambiental, centrada no desenvolvimento de uma “nova ética planetária”, voltada à erradicação da pobreza, da exploração humana e da degradação ambiental (Silva; Carneiro, 2025). Dois anos depois, a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi, consolidou e ampliou essas diretrizes, tornando-se o principal marco político e pedagógico da Educação Ambiental contemporânea (Silva; Carneiro, 2025).

4.2.2 Conferência de Tbilisi

A Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental, realizada em Tbilisi, na então República Socialista da Geórgia, entre 14 e 26 de outubro de 1977, constituiu-se no primeiro encontro mundial dedicado exclusivamente à temática da Educação Ambiental (EDUCAÇÃO, 1997). Promovida pela UNESCO e pelo PNUMA, a conferência marcou o ponto culminante da primeira fase do Programa Internacional de Educação Ambiental, cuja formulação havia se iniciado em Belgrado (1975) (EDUCAÇÃO, 1997).

De acordo com uma interpretação apresentada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (EDUCAÇÃO), em 1997, a Conferência consolidou politicamente e institucionalmente o campo da Educação Ambiental no âmbito do

sistema das Nações Unidas. Enquanto a Carta de Belgrado havia lançado as bases conceituais e éticas da educação voltada à sustentabilidade, Tbilisi representou a transição para uma agenda de implementação prática, voltada à incorporação da Educação Ambiental nos sistemas educativos formais e informais (EDUCAÇÃO, 1997).

O documento final da conferência, nomeado de “Declaração de Tbilisi”, reafirmou o papel da educação como instrumento central para enfrentar a crise ambiental global, definindo suas finalidades, objetivos e princípios orientadores (EDUCAÇÃO, 1997). Entre as finalidades gerais, o Instituto Brasileiro destaca a necessidade de promover uma nova relação entre ser humano e natureza, fundamentada na solidariedade, na equidade e na corresponsabilidade entre indivíduos e coletividades.

Tratando-se dos objetivos, foram definidos cinco principais para orientar programas e políticas de Educação Ambiental em todo o mundo. De acordo com a Declaração, a Educação Ambiental deve, primeiramente, despertar a conscientização e a sensibilidade de indivíduos e grupos sociais em relação aos problemas ambientais e às suas causas, estimulando a compreensão crítica das interações entre sociedade e natureza. Além disso, busca ampliar o conhecimento sobre o meio ambiente em suas dimensões físicas, biológicas, sociais, econômicas e culturais, fortalecendo a capacidade analítica e interpretativa diante dos desafios ambientais contemporâneos.

Outro objetivo essencial é o desenvolvimento de atitudes, valores e motivações que promovam o compromisso ético e a participação ativa na defesa do meio ambiente. Complementarmente, a Educação Ambiental deve favorecer o desenvolvimento de habilidades que permitam aos indivíduos e coletividades identificar, avaliar e propor soluções para problemas ambientais. Por fim, a Declaração destaca a importância da participação efetiva da sociedade em ações individuais e coletivas voltadas à proteção, recuperação e melhoria do ambiente, reconhecendo o papel da educação como instrumento de mobilização e corresponsabilidade social.

Além desses objetivos, a Declaração de Tbilisi estabeleceu um conjunto de princípios norteadores que, segundo o EDUCAÇÃO (1997), permanecem como diretrizes fundamentais da Educação Ambiental. Entre eles, destaca-se o caráter permanente e contínuo da educação, que deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, garantindo a formação ambiental ao longo da vida. Outro princípio essencial é a abordagem interdisciplinar e sistêmica, que comprehende os problemas ambientais em sua totalidade, considerando não apenas os aspectos físicos e biológicos, mas também os sociais, econômicos e culturais. A Declaração enfatiza ainda a valorização da participação e da corresponsabilidade social,

reconhecendo que a transformação das condições ambientais depende do engajamento coletivo. Por fim, propõe a adequação da Educação Ambiental às realidades locais e culturais de cada país, de modo que as ações educativas dialoguem com os contextos específicos e fortaleçam o sentimento de pertencimento das comunidades em relação ao território.

Com base nesses princípios, a Conferência de Tbilisi também apresentou estratégias para a incorporação da Educação Ambiental nos sistemas educativos, voltadas à consolidação de práticas pedagógicas integradas e permanentes (EDUCAÇÃO, 1997). O documento enfatizou a importância de inserir a temática ambiental nos currículos escolares e universitários, de forma transversal e interdisciplinar, garantindo que o ensino sobre o meio ambiente fosse parte integrante da formação cidadã. Reconheceu igualmente o papel da educação não formal e comunitária como espaço legítimo de aprendizagem, capaz de promover o envolvimento direto das comunidades na identificação e solução de problemas ambientais. Outro ponto destacado foi a necessidade de formação continuada de professores e técnicos, para que a prática educativa acompanhasse a evolução dos conhecimentos científicos e as demandas locais. Por fim, a conferência recomendou o estímulo à produção de materiais pedagógicos acessíveis e contextualizados, que possibilitasse o diálogo entre a ciência e a realidade cotidiana, tornando a Educação Ambiental mais próxima das experiências concretas dos aprendizes.

Outro ponto de destaque foi o incentivo à cooperação internacional, buscando promover o intercâmbio de experiências e a criação de redes de colaboração entre países. O Anexo da Declaração de Tbilisi, composto por 40 recomendações, detalhou medidas práticas para a implementação dessas diretrizes e consolidou um movimento global em torno da Educação Ambiental. Essas recomendações inspiraram, nas décadas seguintes, a formulação de políticas públicas nacionais — como a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999) — e de programas governamentais e universitários em todo o mundo.

Como ressalta o IBAMA (1997), “Os princípios estabelecidos em Tbilisi constituem, até hoje, as diretrizes fundamentais para o desenvolvimento de programas de Educação Ambiental em todo o mundo.”. Mais de quatro décadas depois, a Declaração de Tbilisi permanece como referência central para a formulação de práticas educativas voltadas à sustentabilidade, à justiça socioambiental e à formação de uma cidadania ativa. Seus fundamentos, especialmente a interdisciplinaridade, a participação e o vínculo com as realidades locais, sustentam as abordagens contemporâneas da Educação Climática (UNESCO, 2024), que atualizam os ideais de 1977 ao integrar o uso de tecnologias digitais e dados geoespaciais. Nesse sentido, o desenvolvimento de plataformas digitais como a

UrbVerde representa uma atualização das diretrizes lançadas em Tbilisi, ao permitir que o território se torne espaço de aprendizado, reflexão e ação cidadã, articulando ciência, tecnologia e participação social.

4.2.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A trajetória internacional das políticas ambientais e educativas ganha novo impulso em 2015, com a adoção da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, aprovada por unanimidade pelos Estados-Membros das Nações Unidas durante a 70^a Assembleia Geral da ONU (Silva; Carneiro, 2025). O documento apresenta um plano de ação global estruturado em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, que buscam erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir prosperidade e paz para todas as pessoas até 2030 (ONU, 2015).

Os ODS são a representação de continuidade e atualização de discussões iniciadas nas conferências anteriores de Estocolmo e Tbilisi, trazendo uma síntese de décadas de avanços nas agendas de meio ambiente e educação. Conforme analisam Silva e Carneiro (2025), a Agenda 2030 consolida o princípio de que o desenvolvimento sustentável requer integração entre as dimensões social, ambiental, econômica e institucional, ampliando o compromisso internacional firmado nas conferências anteriores.

Entre os objetivos, destacam-se os ODS 4 e 13, respectivamente “Educação de qualidade” — apresentando a meta 4.7 sobre a garantia de todos os alunos adquirirem conhecimentos e habilidades necessárias para a promoção do desenvolvimento sustentável — e “Ação contra a Mudança Global do Clima” — propondo o fortalecimento da educação, conscientização e capacidade humana e institucional para mitigar, adaptar e reduzir os riscos climáticos (ONU, 2015). Esses objetivos retomam os princípios da Educação Ambiental definidos em Tbilisi, agora expandidos sob a perspectiva da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e da Educação Climática.

A Agenda 2030, ao reafirmar a educação como eixo estruturante para o desenvolvimento sustentável, amplia os compromissos estabelecidos nas conferências internacionais ao reconhecer o papel do conhecimento, da inovação e da cooperação global na transformação das sociedades. Seus objetivos traduzem a necessidade de articular a dimensão ambiental às questões sociais, econômicas e culturais, promovendo uma educação orientada à ação e à co-responsabilidade planetária. Nesse contexto, a Educação Climática emerge como um caminho para concretizar os ODS, ao integrar ciência, tecnologia e território na formação de cidadãos críticos e engajados com a sustentabilidade.

Em convergência com essa perspectiva, o presente trabalho se insere como uma iniciativa alinhada aos princípios da Agenda 2030, ao investigar o papel das plataformas digitais na promoção de uma educação climática crítica, participativa e territorializada. A plataforma UrbVerde exemplifica esse potencial ao possibilitar o acesso democrático a dados ambientais e a leitura integrada do território, aproximando os conteúdos da ciência climática da realidade local e estimulando a ação cidadã em prol de cidades mais justas, resilientes e sustentáveis, em consonância não apenas com os ODS 4 e 13, mas também com o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

4.3 Diretrizes nacionais para EA no Brasil

4.3.1 Contexto e fundamentos constitucionais

No âmbito nacional, o desenvolvimento da Educação Ambiental tem como precedente histórico a ampliação do debate ambiental no país, especialmente após a Conferência de Estocolmo (1972), que impulsionou a inserção do tema na agenda política nacional (Rufino; Crispim, 2015). O Brasil foi fortemente criticado durante o evento por não considerar as consequências ambientais do modelo de industrialização acelerada que buscava implantar, o qual posteriormente resultaria em um desenvolvimento econômico concentrador e excludente (Rufino; Crispim, 2015). Em meio às críticas, em 1973 foi criado o primeiro órgão federal de gestão ambiental, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao então Ministério do Interior, o que abriu espaço para o início das discussões sobre meio ambiente no país, embora a Educação Ambiental ainda não tivesse um campo próprio de atuação por razões políticas (Rufino; Crispim, 2015).

Com uma evolução gradual, foram criadas novas instituições e instrumentos de gestão ambiental, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Rufino; Crispim, 2015). Em 1988, a Constituição Federal representou um marco fundamental ao reconhecer explicitamente, no artigo 225, o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e dever do Estado e da coletividade, e, no artigo 205, o direito à educação como meio para o pleno desenvolvimento da pessoa e para o exercício da cidadania (Rufino; Crispim, 2015). Nesse mesmo período, também foi criado o IBAMA, por meio da Lei nº 7.735/1989, consolidando a estrutura institucional voltada à proteção ambiental no país (Rufino; Crispim, 2015).

A partir desse marco constitucional, a Educação Ambiental no Brasil passou a ganhar contornos institucionais mais definidos, consolidando-se gradualmente como política pública. O fortalecimento da pauta ambiental e a articulação entre ministérios federais resultaram, em

1994, na criação do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), formulado pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com a colaboração de outras pastas, como o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério da Cultura (Rufino; Crispim, 2015). Esse processo culminou, em 1999, na promulgação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), por meio da Lei nº 9.795, que estabeleceu os princípios, objetivos e diretrizes da Educação Ambiental no país. A aprovação dessa lei representou um avanço inédito na América Latina, ao instituir uma política nacional específica para a área, transformando a Educação Ambiental em instrumento estruturante para o desenvolvimento sustentável (Rufino; Crispim, 2015).

4.3.2 Políticas e programas nacionais

Com a consolidação da PNEA em 1999, o Brasil estruturou um marco normativo consistente para orientar ações educativas voltadas à sustentabilidade e à cidadania ambiental. Na Política Nacional tem-se a definição de Educação Ambiental como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades de ensino, tanto na educação formal quanto na não formal (BRASIL, 1999).

Entre seus princípios, definidos pelo artigo 4º da lei, destacam-se a interdisciplinaridade, a participação social, a ética, o pluralismo de ideias e a vinculação entre teoria e prática, que orientam a Educação Ambiental como um processo formativo voltado à transformação social e à construção de sociedades sustentáveis (BRASIL, 1999). Esses fundamentos retomam, em âmbito nacional, as diretrizes estabelecidas pela Declaração de Tbilisi (1977), que defendia uma educação ambiental permanente, interdisciplinar e voltada à participação cidadã. A lei também estabelece que sua implementação deve ocorrer por meio de ações integradas entre os entes federativos, com a participação da sociedade civil e das instituições educacionais.

Nesse contexto, o Programa Nacional de Educação Ambiental consolidou-se como o principal instrumento de execução da PNEA, de caráter permanente, para atuar na articulação de políticas públicas, na formação de educadores ambientais e no fortalecimento de redes e coletivos de Educação Ambiental (BRASIL, 2023). Ao longo de quase três décadas, o ProNEA passou por sucessivas revisões, refletindo as transformações políticas, sociais e tecnológicas do país. Sua versão mais recente, a 6ª edição, lançada em 2023, marca uma atualização conceitual e metodológica voltada à inserção da Educação Ambiental no contexto da cultura digital e das mudanças climáticas. Essa edição reafirma os princípios históricos do

programa, de interdisciplinaridade, equidade, justiça socioambiental e participação social, e amplia seu alcance ao propor novas estratégias pedagógicas baseadas em tecnologias digitais (BRASIL, 2023).

Esta edição do Programa reconhece que os desafios ambientais contemporâneos exigem novas linguagens, metodologias e espaços de aprendizagem capazes de dialogar com uma sociedade cada vez mais conectada. O documento propõe a apropriação de ambientes digitais e o fortalecimento das estratégias comunicacionais da Educação Ambiental, possibilitando a integração de práticas territoriais ao uso de plataformas digitais, mídias interativas e tecnologias colaborativas. Essa abordagem visa potencializar a educação, a comunicação e a participação cidadã, aproximando a Educação Ambiental da Educação Climática, voltada à compreensão crítica das desigualdades socioambientais e dos impactos territoriais das mudanças do clima (BRASIL, 2023).

De acordo com a UNESCO (2024), a Educação Climática representa uma evolução da Educação Ambiental, ao incorporar dimensões sociais, emocionais, participativas e territoriais e ao promover a ação coletiva frente à crise climática. Essa concepção propõe que os processos educativos articulem conhecimento científico, saberes locais e uso de tecnologias digitais, de modo a desenvolver competências críticas e colaborativas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças do clima (UNESCO, 2024). Ao integrar essas diretrizes, o ProNEA amplia as possibilidades de ação da Educação Ambiental no século XXI, aproximando-a das práticas de ciência cidadã, co-criação e leitura crítica do território. Suas diretrizes convergem diretamente com a proposta deste trabalho, que analisa o papel das plataformas digitais, como a UrbVerde, na promoção de uma educação climática crítica, participativa e territorializada.

4.3.3 Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA)

A consolidação das políticas e programas nacionais voltados à Educação Ambiental culminou na publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, instituídas pela Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação (CNE). As DCNEA têm como objetivo orientar as instituições de ensino na inserção da Educação Ambiental em todos os níveis e modalidades da educação brasileira, reforçando os princípios da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2012).

Segundo o documento, a Educação Ambiental deve ser entendida como um componente permanente, contínuo e transversal do processo educativo, não se restringindo a uma disciplina isolada, mas permeando todas as áreas do conhecimento e todas as práticas

pedagógicas (BRASIL, 2012). As DCNEA reafirmam a indissociabilidade entre educação e cidadania ambiental, reconhecendo o ambiente como um campo de interações éticas, políticas, naturais, sociais e culturais.

Entre seus princípios orientadores, destacam-se a abordagem crítica e emancipatória, a interdisciplinaridade, o diálogo entre saberes, o reconhecimento da diversidade cultural e biológica, a participação social e a promoção da justiça socioambiental. Tais princípios buscam formar sujeitos capazes de compreender as relações entre sociedade e natureza e de atuar coletivamente na transformação de suas realidades (BRASIL, 2012).

As DCNEA também enfatizam a importância da formação inicial e continuada de professores como condição essencial para a consolidação da Educação Ambiental nas instituições de ensino, além da necessidade de articular os espaços formais e não formais de aprendizagem — o que reforça a dimensão comunitária e participativa do processo educativo. Essa perspectiva amplia o escopo da Educação Ambiental, aproximando-a das práticas de extensão universitária, ciência cidadã e co-criação, fundamentais para a formação de uma cidadania ambiental crítica e ativa.

No contexto contemporâneo, os princípios das DCNEA dialogam diretamente com os desafios da Educação Climática e com a incorporação de novas tecnologias e ambientes digitais como ferramentas de aprendizagem. O uso de plataformas digitais e dados geoespaciais, como proposto pela plataforma UrbVerde, atualiza as diretrizes das DCNEA ao promover uma educação ambiental e climática ancorada no território, integrando ciência, tecnologia e participação social. Essa abordagem amplia a noção de transversalidade ao estender a prática pedagógica para o espaço urbano e comunitário, transformando o território em lugar de aprendizado, reflexão e ação coletiva.

4.4 Paulo Freire e a pedagogia crítica

A obra de Paulo Freire constitui uma das bases mais consistentes para pensar a educação como prática de liberdade e transformação social. Sua pedagogia nasce do reconhecimento de que o ato educativo é sempre político e deve promover a consciência crítica dos sujeitos sobre o mundo que habitam. A partir dessa visão, Freire propõe que o processo de ensino-aprendizagem se fundamente no diálogo, na escuta e na construção coletiva do conhecimento, contrapondo-se a modelos hierárquicos e autoritários que tratam o educando como receptor passivo.

Em *Pedagogia do Oprimido*, Freire (1970) estabelece o fundamento central de sua teoria: a libertação se dá pela conscientização. A educação, para ele, deve permitir que os

indivíduos compreendam criticamente as condições históricas de sua opressão, reconheçam-se como sujeitos de transformação e ajam coletivamente na busca por justiça social. A chamada “educação bancária”, que deposita saberes prontos nos alunos, é substituída pela educação problematizadora, na qual aprender é um ato de desvelar o mundo e intervir nele. Nesse sentido, “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (Freire, 1970). Essa noção de mediação pelo mundo se torna fundamental para pensar a Educação Ambiental e Climática, pois o território e suas contradições passam a ser parte constitutiva do processo educativo.

Em Extensão ou Comunicação?, Freire (1985) aprofunda o debate sobre a relação entre o saber científico e o saber popular. Ele questiona a ideia de “extensão” como transferência unidirecional de conhecimento e defende a comunicação como prática horizontal e dialógica. O educador não é aquele que leva conhecimento ao outro, mas aquele que cria as condições para que o conhecimento seja construído em conjunto. Essa perspectiva torna-se essencial para as práticas de extensão universitária e para a concepção de co-criação de saberes, princípios que mais tarde influenciariam tanto a Educação Ambiental crítica quanto metodologias participativas de ensino, ao valorizar o diálogo entre ciência, comunidade e território.

A dimensão ética e humana da prática educativa é aprofundada em Pedagogia da Autonomia, no qual Freire (1996) reúne os saberes necessários à prática docente: o respeito à dignidade do educando, o estímulo à curiosidade e à criticidade, e o compromisso com a autonomia intelectual e moral do estudante. A educação é vista como um ato de amor e responsabilidade — um exercício permanente de reflexão e ação. Para Freire, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção” (Freire, 1996). Essa ética da educação como prática transformadora converge com o princípio da formação permanente proposto em Tbilisi (1977) e reafirmado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (2012), que defendem uma pedagogia pautada na emancipação, na participação e na autonomia dos sujeitos.

Em Educação na Cidade, resultado de sua experiência na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Freire (1991) traduz seus princípios pedagógicos para o contexto urbano e propõe a construção da escola cidadã. A cidade é concebida como um espaço educativo, e o território, como campo de leitura e ação política. Aprender, portanto, é também compreender as dinâmicas urbanas e reconhecer nelas as marcas da desigualdade e da resistência. A ideia de que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (Freire, 1991) torna-se central: a educação deve partir da experiência vivida e das realidades locais,

transformando o ato de conhecer em um ato de intervenção. Essa noção antecipa debates contemporâneos sobre a educação territorializada, conceito que fundamenta tanto as práticas de Educação Ambiental crítica quanto a emergente Educação Climática, voltada à compreensão das relações entre território, vulnerabilidade e ação coletiva.

Os ideais freireanos, incluindo diálogo, autonomia, ética, participação e leitura crítica do mundo, encontram forte convergência com as diretrizes internacionais e nacionais da Educação Ambiental. A Declaração de Tbilisi (1977) já propunha que a educação deveria promover a consciência crítica, a participação social e a integração entre o conhecimento científico e as realidades locais. Do mesmo modo, as Diretrizes Curriculares Nacionais (2012) e o ProNEA (2023) reafirmam que a formação ambiental deve ser contínua, interdisciplinar e voltada à justiça socioambiental, incorporando novas linguagens e tecnologias. Nesse sentido, a pedagogia freireana pode ser compreendida como o eixo ético e metodológico que sustenta essas políticas, uma vez que orienta a educação para a transformação e para a corresponsabilidade.

Esses princípios ganham expressão concreta em iniciativas que unem educação, ciência e território, como a Plataforma UrbVerde, que atualiza o pensamento freireano ao integrar tecnologia e diálogo social. A UrbVerde não apenas disponibiliza dados socioambientais, mas cria condições para que estudantes e comunidades leiam e interpretem o território, desenvolvendo consciência crítica sobre os desafios climáticos e urbanos. Como propõe Freire, trata-se de um processo de educação pela experiência vivida, em que o saber técnico é mediado pela realidade cotidiana. Nesse contexto, as oficinas e cartilhas produzidas no âmbito do projeto “UrbVerde na Escola” materializam a ideia de comunicação transformadora (Freire, 1971), em que o conhecimento científico é traduzido em linguagem acessível e co-construído com os educandos.

Assim, o diálogo entre a pedagogia freireana e a Educação Climática não se dá apenas no plano teórico, mas se concretiza em práticas que articulam ciência, tecnologia e participação social. Ao valorizar o território como espaço de aprendizagem e o educando como sujeito ativo, a abordagem freireana fortalece o ideal de uma educação comprometida com a sustentabilidade e a justiça climática — uma educação que, mais do que informar, forma cidadãos capazes de transformar o mundo que habitam.

4.5 Co-criação e ciência cidadã como ferramentas pedagógicas

A ciência cidadã é um termo que se tornou popular na década de 1990, sem apresentar uma definição única, uma vez que pode ser aplicada em diferentes campos do conhecimento

(Luís, 2022). Os autores Alan Irwin e Rick Bonney foram responsáveis pela sua popularização, ao proporem concepções complementares sobre o papel do público na produção científica. Para Irwin (1995), a ciência cidadã representa uma forma de apoiar uma ciência mais participativa e democrática, orientada à deliberação pública e à integração dos saberes locais (Luís, 2022). Já para Bonney (1996), o termo refere-se a uma ferramenta metodológica utilizada por cientistas profissionais que buscam a contribuição voluntária de cidadãos na coleta de dados ambientais e de biodiversidade (Luís, 2022).

Na prática, a ciência cidadã contemporânea incorpora ambas as perspectivas, constituindo-se como uma abordagem que busca responder a questões científicas relevantes por meio do envolvimento ativo da sociedade nas etapas do processo de investigação, o que a torna um instrumento de democratização e socialização do conhecimento (Luís, 2022; Tweddle *et al.*, 2012). De acordo com Luís (2022), os projetos podem ser classificados em contributivos, colaborativos ou co-criativos. Nos projetos contributivos, o público participa por meio da coleta e envio de informações, seguindo protocolos estabelecidos pelos pesquisadores. Nos colaborativos, os cidadãos, além de fornecer dados, também participam da análise, interpretação ou divulgação dos resultados. Por fim, os projetos co-criativos são desenvolvidos conjuntamente entre cientistas e cidadãos, que colaboraram desde a formulação das perguntas de pesquisa até a aplicação dos resultados, refletindo uma prática verdadeiramente participativa.

Essa evolução reflete a ampliação do conceito de ciência cidadã para além da coleta de dados, incorporando dimensões sociais, políticas e educativas. Kasperowski e Kullenberg (2019) argumentam que a ciência cidadã contemporânea pode ser compreendida como um conjunto diverso de epistemologias e práticas que combinam engajamento público, produção de conhecimento e justiça epistêmica. A emergência das tecnologias digitais e das redes colaborativas tem permitido novas formas de participação, tornando possível que cidadãos, pesquisadores e comunidades co-produzam conhecimento sobre o território, a partir da observação e análise compartilhada de dados ambientais.

No campo da Educação Ambiental, essa mudança de paradigma é especialmente significativa. Conforme discutem Santos, Cabicieri, Schiaveti e Enrique (2024), a ciência cidadã e a co-criação de saberes favorecem o diálogo entre ciência e sociedade, possibilitando que o conhecimento científico seja compreendido, reinterpretado e aplicado em contextos locais. Essa prática se aproxima dos princípios da educação problematizadora de Paulo Freire, para quem ensinar é criar condições para a construção conjunta do saber e a transformação do mundo. Assim, a co-criação de conhecimento assume um caráter pedagógico e político, pois

reconhece os sujeitos como protagonistas do processo educativo e fomenta a autonomia e a corresponsabilidade social.

A convergência entre ciência cidadã e Educação Ambiental está presente também nas políticas públicas recentes. A edição mais recente do ProNEA (2023) reconhece que os desafios ambientais contemporâneos exigem novas linguagens, metodologias e espaços de aprendizagem, propondo a apropriação de ambientes digitais para a comunicação e o engajamento em Educação Ambiental. Nesse contexto, a ciência cidadã digital emerge como estratégia para promover o envolvimento social na análise e no enfrentamento dos problemas climáticos, ampliando a capacidade das comunidades de interpretar e agir sobre o território.

A Plataforma UrbVerde insere-se diretamente nessa perspectiva, ao unir ciência aberta, tecnologia e participação social. Como ferramenta digital e educativa, ela permite que estudantes e educadores acessem dados socioambientais, desenvolvam uma leitura crítica do espaço urbano e compreendam os impactos das mudanças climáticas em sua realidade. O projeto UrbVerde na Escola, desenvolvido em parceria com a Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibbo, é um exemplo concreto de aplicação da ciência cidadã co-criativa: educadores, pesquisadores e estudantes atuam conjuntamente na construção de conhecimento, transformando o território em um espaço de aprendizado e ação cidadã.

Dessa forma, a ciência cidadã e a co-criação configuram-se como fundamentos pedagógicos essenciais para a Educação Climática contemporânea, ao integrarem o diálogo entre saberes, a tecnologia e a leitura crítica do território. No presente trabalho, esses princípios orientam o método desenvolvido, participativo e territorializado, que busca formar sujeitos capazes de compreender a complexidade socioambiental e agir coletivamente na construção de cidades mais justas e sustentáveis.

4.6 Função social do engenheiro ambiental

A formação do engenheiro ambiental é indissociável do compromisso ético com a sociedade e com o meio ambiente. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (MEC, 2002), o engenheiro deve possuir uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, sendo capaz de compreender e traduzir as necessidades da sociedade, levando em conta os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. Essa concepção amplia a dimensão técnica da profissão, ao reconhecer que a atuação do engenheiro não se limita à execução de soluções tecnológicas, mas envolve a responsabilidade social de promover a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida.

No caso do engenheiro ambiental, essa função social ganha ainda maior relevância diante da urgência climática e dos desafios socioambientais contemporâneos. Conforme destacam Andrade e Zaiat (2013), esse profissional deve atuar como mediador entre ciência e sociedade, articulando conhecimento técnico, gestão ambiental e políticas públicas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais. Essa mediação exige não apenas domínio científico, mas também sensibilidade social e capacidade de diálogo com múltiplos saberes. Estas habilidades se alinham à pedagogia crítica e à concepção de educação como práxis transformadora proposta por Freire (1970, 1996).

Em *Pedagogia do Oprimido*, Freire (1970) defende que a verdadeira prática educativa deve integrar reflexão e ação, transformando o conhecimento em instrumento de libertação. O mesmo princípio pode ser estendido à formação em engenharia, na medida em que o engenheiro é chamado a compreender sua atuação como um ato ético e político, que interfere nas condições concretas de existência das pessoas e das comunidades. Assim como o educador freireano, o engenheiro ambiental deve exercer seu papel como agente de transformação social, comprometido com a construção coletiva de soluções e com a democratização do conhecimento técnico-científico.

Essa dimensão ética e transformadora da profissão é reafirmada no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental da EESC - USP (2024), que define como perfil do egresso o profissional “capaz de atuar de forma ética e socialmente responsável na resolução de problemas ambientais, com visão sistêmica e compromisso com o desenvolvimento sustentável”. Tal perspectiva reconhece o engenheiro como tradutor entre ciência, território e sociedade, cuja atuação exige não apenas competência técnica, mas também empatia, sensibilidade e compromisso com a justiça socioambiental.

De acordo com Ferrari (2023), a extensão universitária tem papel central na consolidação dessa formação cidadã e ética. Projetos de extensão, incluindo grupos de estudos, semanas acadêmicas e programas voltados à comunidade, constituem espaços privilegiados de vivência da função social do engenheiro pois promovem a integração entre universidade e sociedade e estimulam a reflexão crítica sobre o impacto das práticas profissionais. Nesse sentido, a extensão é compreendida como práxis transformadora, em consonância com Freire (1971), ao possibilitar que estudantes e comunidades aprendam conjuntamente e transformem suas realidades por meio da ação coletiva.

Como observa Carbonari e Pereira (2007), a extensão universitária deixou de ter caráter assistencialista para se consolidar como processo educativo, cultural e científico que articula ensino e pesquisa com as demandas sociais. Essa visão está em sintonia com as

diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental (1999) e das DCNEA (2012), que reforçam o papel do conhecimento técnico como instrumento de emancipação e de promoção da cidadania ambiental.

Projetos interdisciplinares, como a Plataforma UrbVerde, exemplificam de forma concreta essa função social ampliada. Ao combinar tecnologia, ciência aberta e participação social, a UrbVerde traduz a prática da engenharia ambiental em um processo educativo e colaborativo, em que dados e indicadores se transformam em ferramentas de leitura crítica do território. Nessa perspectiva, o engenheiro ambiental não é apenas um profissional voltado à mitigação de impactos, mas um educador e articulador de saberes, que atua na fronteira entre técnica e sensibilidade, contribuindo para a construção de cidades mais justas, sustentáveis e resilientes.

5. Materiais e métodos

5.1 Abordagem metodológica

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa e participativa, orientada pelos princípios da educação ambiental crítica e da pedagogia freireana. Parte-se da compreensão de que o processo educativo é, ao mesmo tempo, um ato de conhecimento e de transformação social, ou seja, é uma “práxis” transformadora que integra ação e reflexão em torno da realidade vivida, baseando-se nos conceitos apresentados por Paulo Freire. Em Extensão ou Comunicação? (Freire, 1985) e Pedagogia da Autonomia (Freire, 1996), o autor destaca que ensinar é criar condições para a construção coletiva do saber, fundamentada no diálogo, na escuta e na valorização da experiência dos sujeitos. Nesse sentido, a metodologia deste trabalho se ancora em práticas que promovem a participação ativa dos estudantes e a articulação entre teoria e prática, favorecendo a leitura crítica do território e a reflexão sobre os desafios climáticos e socioambientais contemporâneos.

O estudo se insere no campo da educação ambiental e climática, tomando como referência as diretrizes da PNEA (1999), das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (2012) e do ProNEA (2023). Esses documentos convergem ao reconhecer a necessidade de metodologias integradoras e participativas, que conectem a educação formal e não formal, valorizem os saberes locais e estimulem o engajamento comunitário. A investigação, portanto, assume caráter colaborativo, aproximando educadores, pesquisadores e estudantes na produção e interpretação de conhecimentos sobre o ambiente urbano.

Essa escolha metodológica também se fundamenta nas abordagens de ciência cidadã e co-criação, que propõem o envolvimento direto da sociedade nos processos de geração e aplicação do conhecimento científico. Ao utilizar a Plataforma UrbVerde como recurso pedagógico, o trabalho possibilita que os participantes desenvolvam uma leitura crítica do espaço urbano, articulando dados ambientais e realidades sociais para compreender os impactos das mudanças climáticas. Desse modo, a pesquisa busca não apenas investigar, mas também formar sujeitos capazes de refletir e agir sobre o território em que vivem, promovendo uma educação climática crítica, territorializada e transformadora.

5.2 Desenvolvimento da oficina pedagógica

A oficina foi desenvolvida no âmbito do projeto PIBIC-EM “UrbVerde na Escola”, sob orientação da Profa. Ma. Cátia Cristina Teodoro, e contou com a participação dos

estudantes Adrieli Caroline Pereira, Diana Xavier dos Santos e Kleyton da Silva, em parceria com a Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibo (EEPAKD), localizada em São Carlos (SP).

A atividade teve como objetivo principal apresentar a Plataforma UrbVerde como ferramenta de apoio à educação ambiental e climática, promovendo a leitura crítica do território e o uso de dados socioambientais em práticas educativas. Sua estrutura foi composta por três etapas principais: uma aula introdutória expositiva, a exploração guiada da plataforma e a resolução de um formulário com atividades práticas.

A aula introdutória, cujos slides encontram-se no Anexo 1, apresentou o conceito, os objetivos e as principais funcionalidades da Plataforma, destacando o público-alvo, as camadas de mapa disponíveis e a relevância social e científica dos dados. Em seguida, os estudantes participaram de um momento de experimentação prática, explorando as camadas temáticas da UrbVerde, de Vegetação, Temperatura e Praças e Parques, e discutindo coletivamente como esses indicadores se relacionam com as questões ambientais urbanas.

Na sequência, os alunos responderam a um formulário digital, apresentado no Anexo 2, contendo 35 questões organizadas em quatro blocos temáticos:

- Bloco 1: identificação, com 3 questões sobre nome dos participantes e da equipe e ano escolar;
- Bloco 2: Temperatura, com 15 questões;
- Bloco 3: Vegetação, com 6 questões;
- Bloco 4: Praças e Parques, com 10 questões;
- Bloco 5: Síntese geral, com 1 questão integradora sobre as três categorias.

As questões foram elaboradas de forma que os alunos precisassem consultar a Plataforma para obter as respostas, incentivando o uso investigativo dos dados e a interpretação dos mapas. O conteúdo do formulário foi construído de maneira flexível, possibilitando sua aplicação em diferentes municípios, embora a atividade tenha sido realizada tomando São Carlos como referência territorial.

A oficina foi aplicada em dois dias distintos, com alunos selecionados aleatoriamente de diferentes turmas e organizados em equipes de três a seis integrantes (Figuras 2 e 3). Antes da aplicação com os estudantes, foi realizada uma apresentação introdutória para o corpo docente da escola, a fim de contextualizar os objetivos da atividade (Figura 4). Os bolsistas PIBIC-EM foram responsáveis pela condução das dinâmicas e pelo apoio aos alunos durante as atividades, sob supervisão da professora orientadora.

Figura 2 – Kleyton (bolsista PIBIC-EM) auxiliando demais alunos durante a oficina



Fonte: Autoral (2024).

Figura 3 – Adrieli, Diana e Kleyton (em sequência) apresentando os conteúdos previstos durante a oficina



Fonte: Autoral (2024).

Figura 4 – Apresentação do conteúdo previsto na oficina para os pedagogos da EEPAKD



Fonte: Autoral (2024).

No primeiro dia, ocorreram duas oficinas: uma no período da manhã, com 13 estudantes do 1º e 3º ano do Ensino Médio (distribuídos em três equipes), e outra no período da tarde, com 16 alunos do 8º e 9º ano do Ensino Fundamental II (também em três equipes). No segundo dia, participaram 20 estudantes do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental II, organizados em cinco equipes.

As oficinas foram realizadas em uma das salas da escola, equipada com computador, projetor multimídia e acesso à internet. Além disso, foram utilizados laptops da instituição para o acesso simultâneo à plataforma e ao formulário digital. Durante as atividades, foram realizados registros fotográficos com aparelhos móveis da equipe UrbVerde e da professora responsável, com o consentimento da escola e dos responsáveis pelos alunos, para documentação e posterior análise.

5.3 Sistematização dos dados e procedimentos analíticos

A sistematização dos resultados da oficina pedagógica teve como foco compreender o potencial da Plataforma UrbVerde como recurso educativo e instrumento de leitura crítica do território. Mais do que avaliar o desempenho dos participantes nas atividades propostas, buscou-se identificar como o processo de ensino-aprendizagem se constituiu como prática dialógica, estimulando o pensamento crítico e o engajamento dos estudantes frente às questões socioambientais locais.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa e interpretativa, considerando os registros do formulário aplicado durante a oficina, as observações de campo feitas pela equipe e os registros fotográficos obtidos.

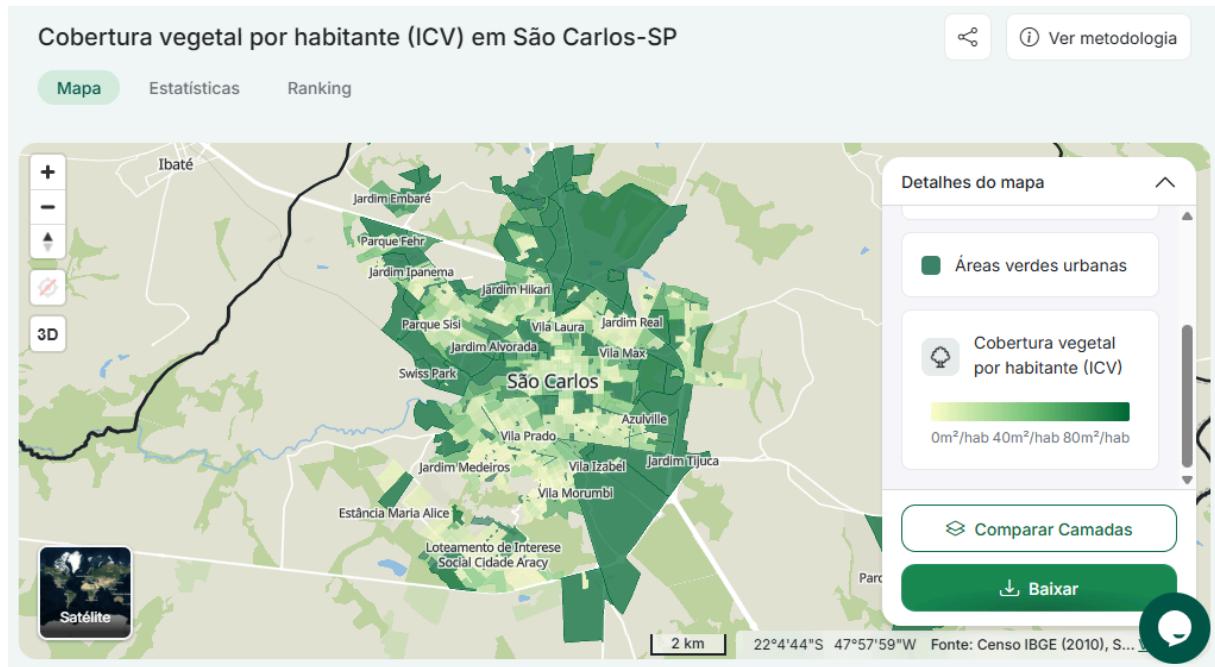
O formulário foi estruturado nas camadas Temperatura, Parques e Praças e Vegetação, operacionalizando indicadores como coeficiente de ilha de calor, área de praças, percentual de cobertura vegetal e índice de desigualdade socioambiental. As atividades envolvem coleta e análise de dados para identificar populações expostas à baixa cobertura vegetal (Figura 5) e a ambientes térmicos críticos (Figura 6), bem como explorar intersecções entre desigualdades de renda e racismo ambiental (Figura 7).

A interpretação dos resultados partiu de uma abordagem inspirada na educação ambiental crítica, entendendo a oficina como um espaço de práxis transformadora ou um processo de ação-reflexão-ação em que os sujeitos constroem conhecimento a partir da problematização de sua realidade (Freire, 1996).

Nesse sentido, o processo analítico envolveu três dimensões complementares:

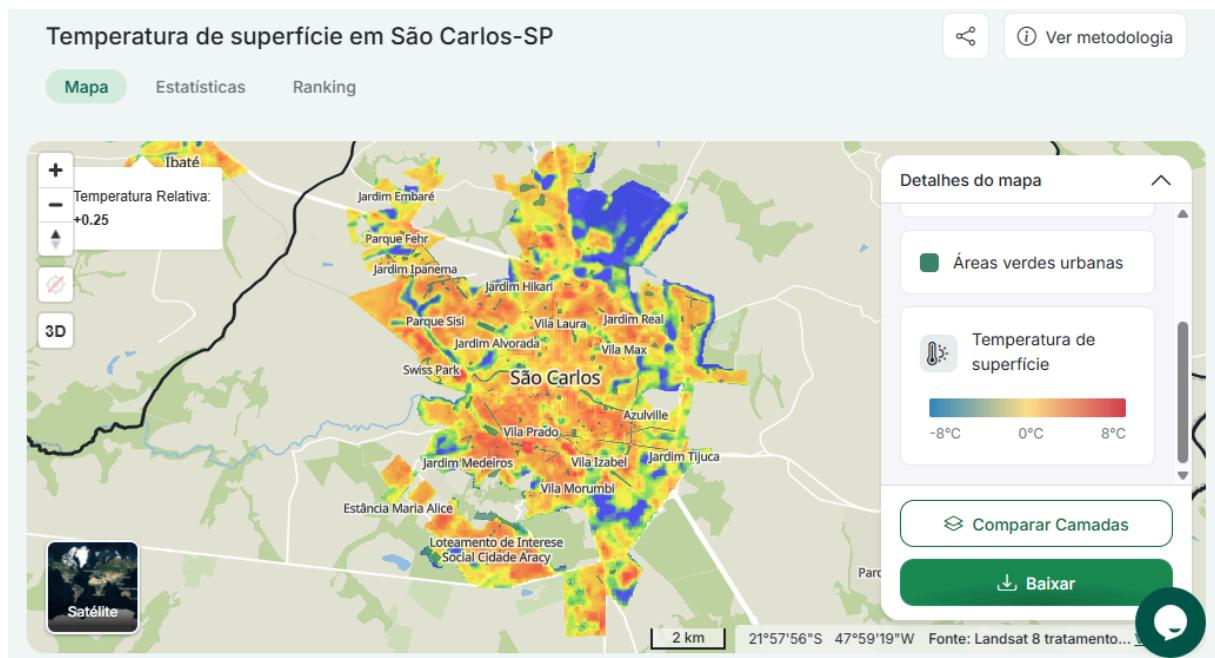
- A leitura do território pelos estudantes, mediada pelos dados da plataforma;
- As percepções e interpretações expressas nas discussões e respostas;
- A apropriação dos conceitos ambientais e climáticos na realidade escolar.

Figura 5 - Distribuição da cobertura vegetal e desigualdade socioambiental em São Carlos - SP



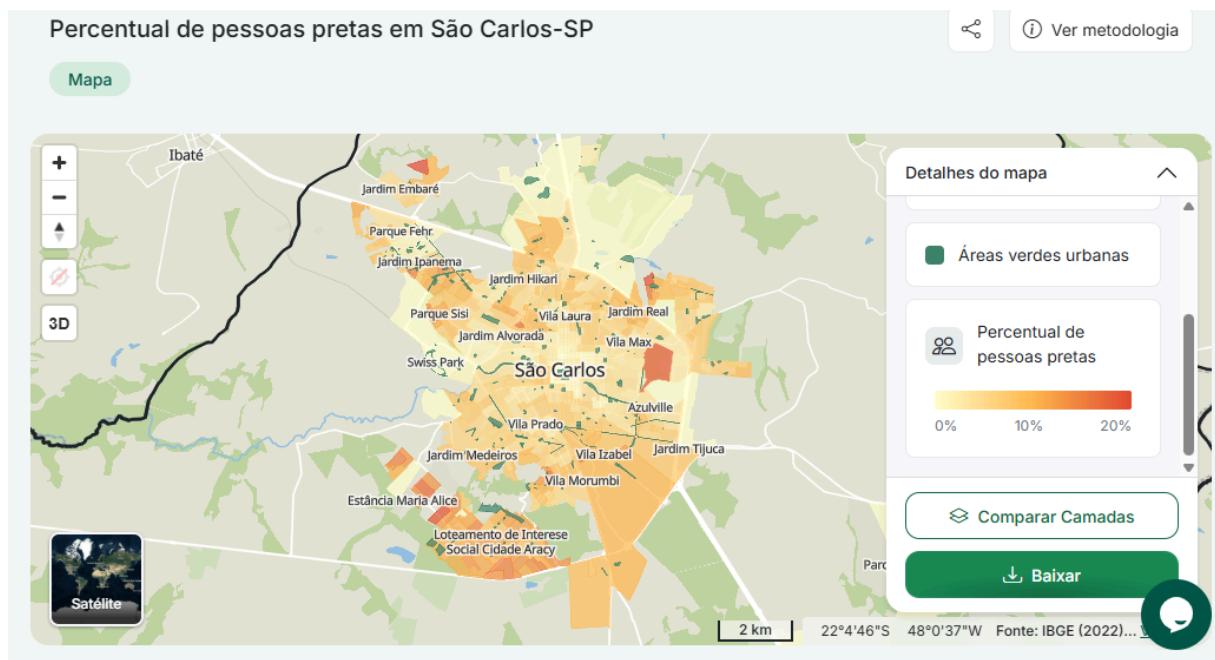
Fonte: Autoral (2025).

Figura 6 - Ambientes térmicos críticos em São Carlos - SP



Fonte: Autoral (2025).

Figura 7 - Desigualdade de acesso a áreas verdes e Racismo Ambiental



Fonte: Autoral (2025).

Após a sistematização e interpretação dos dados obtidos, os estudantes realizaram uma análise crítica dos principais desafios socioambientais identificados, com ênfase nos efeitos das mudanças climáticas em escala local, em especial nos bairros onde eles vivem.

A partir das informações empíricas disponibilizadas pela Plataforma UrbVerde, foram formuladas, como produto final, propostas de intervenção e delineadas estratégias de mitigação e adaptação climática.

5.4 Desenvolvimento da cartilha

A cartilha “UrbVerde na Escola” foi elaborada como produto educativo complementar à oficina pedagógica desenvolvida no âmbito do projeto PIBIC-EM. Sua concepção teve início a partir das experiências e reflexões obtidas durante a realização da oficina com estudantes e professores da Escola Estadual Professor Aduar Kemell Dibo, em São Carlos (SP), consolidando-se como instrumento de síntese metodológica e de replicação das atividades em outros contextos escolares.

O material foi desenvolvido de forma colaborativa e interdisciplinar, com a participação de pesquisadores da equipe UrbVerde, sob orientação da Profa. Ma. Cádia Cristina Teodoro. A cartilha adota uma linguagem acessível, visual e dialógica, inspirada na pedagogia freireana, com o objetivo de aproximar os conceitos técnicos da realidade dos estudantes e de fortalecer o papel dos educadores como mediadores do conhecimento. Assim, a publicação atua tanto como ferramenta de formação e apoio para professores e pedagogos, favorecendo o uso de tecnologias e dados socioambientais em sala de aula, quanto como material didático voltado aos estudantes, estimulando o protagonismo juvenil, a autonomia e o pensamento crítico.

Estruturada em quatro partes principais, a cartilha apresenta:

- Uma introdução ao tema das mudanças climáticas e da justiça socioambiental, contextualizando a importância da leitura do território urbano;
- A apresentação da Plataforma UrbVerde e de suas camadas temáticas, de temperatura de superfície, vegetação e praças e parques, como ferramentas pedagógicas;
- Atividades práticas voltadas à exploração da plataforma, incentivando a investigação e o pensamento crítico; e
- Orientações metodológicas para professores, que auxiliam na mediação das discussões e no desenvolvimento de novas oficinas de educação ambiental e climática.

Essas seções foram construídas com base na análise dos resultados da oficina aplicada e nas sugestões de professores e estudantes, de modo que a cartilha expressa um processo de construção coletiva de saberes. Ao extrapolar as atividades originalmente desenvolvidas na oficina, o material amplia seu alcance e utilidade, oferecendo novas propostas de ensino que

articulam a plataforma a temáticas globais, reforçando a interdisciplinaridade e a transversalidade da Educação Ambiental.

Publicada em 2025 na Biblioteca de Livros Abertos da USP, sob o título “UrbVerde na Escola” (Costa *et al.*, 2025), a cartilha é disponibilizada em formato digital e de acesso aberto, ampliando seu potencial de difusão e impacto social. A cartilha representa, portanto, uma etapa de síntese e devolutiva social do processo educativo, em que a universidade retribui à comunidade escolar o conhecimento construído de forma colaborativa. Ao reunir conteúdos conceituais, práticos e reflexivos, o material consolida-se como uma ferramenta de educação climática crítica e territorializada, fortalecendo o vínculo entre ciência, escola e sociedade e reafirmando o compromisso da Plataforma UrbVerde com a democratização do conhecimento, a cidadania e a transformação social.

6. Resultados e discussões

Para Teodoro *et al.* (2024) o uso da plataforma UrbVerde possui caráter inter e multidisciplinar, possibilitando a integração de diferentes áreas do conhecimento. No campo de Linguagens e suas Tecnologias, permite o desenvolvimento de habilidades de leitura, escrita e argumentação em língua portuguesa por meio da produção de textos e relatórios. Em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, favorece o trabalho com Matemática e Estatística, utilizando gráficos, indicadores e porcentagens para análise de fenômenos ambientais. Já nas Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, articula saberes de Geografia, Sociologia, Filosofia e História, abordando conceitos contemporâneos como racismo ambiental, justiça socioambiental e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo uma leitura crítica e integrada do território e de suas desigualdades.

Assim, em termos pedagógicos, portanto, tantos as oficinas como a cartilha operaram simultaneamente como instrumento formativo — ao desenvolver competências críticas de leitura de dados socioambientais — e como instrumento propositivo — ao legitimar os(as) estudantes como atores capazes de incidir no debate público e formular recomendações ao poder público municipal.

Os resultados específicos das oficinas, das propostas elaboradas pelos(as) estudantes e do processo de construção da cartilha serão apresentados a seguir.

6.1 Oficina pedagógica “UrbVerde na Escola”

Os resultados apresentados nesta seção baseiam-se na oficina pedagógica “UrbVerde na Escola”, cuja metodologia e os dados foram previamente publicados em Costa *et al.* (2025) e Teodoro *et al.* (2024), respectivamente. Nesta monografia, tais resultados são retomados com ênfase em sua dimensão formativa e na reflexão sobre o potencial da metodologia como instrumento de educação climática e ambiental crítica.

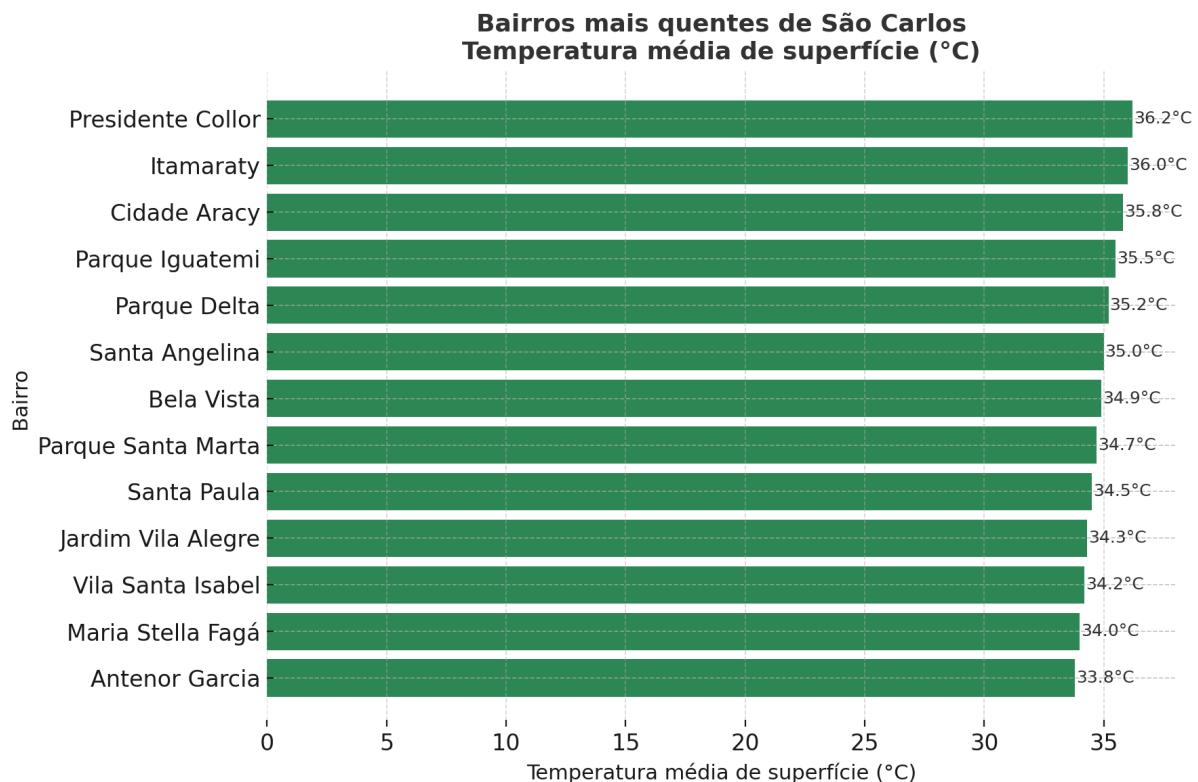
A análise das respostas do formulário e das observações de campo sistematizadas nos documentos citados evidencia o potencial da oficina UrbVerde na Escola como instrumento de mediação entre ciência, território e educação crítica. Os estudantes demonstraram capacidade de articular dados ambientais e dimensões sociais, compreendendo como variáveis como temperatura, vegetação e áreas verdes se inter-relacionam na qualidade de vida urbana.

6.1.1 Eixo temperatura

No eixo da temperatura, os grupos identificaram corretamente as regiões mais quentes e ilhas de calor de São Carlos e relacionaram o calor extremo à escassez de vegetação e à

concentração urbana. As respostas indicaram que os alunos perceberam a desigualdade ambiental como expressão de injustiça climática, reconhecendo que os impactos recaem de forma desproporcional sobre as populações de baixa renda, apresentando uma leitura coerente com o conceito de justiça climática. Além disso, realizaram a comparação entre os padrões de temperatura superficial observados nos anos de 2016 e 2021, com o objetivo de analisar possíveis variações espaciais e temporais no aquecimento da cidade.

Figura 8 - Bairros mais quentes da Cidade de São Carlos - SP



Fonte: Adaptado de Teodoro *et al.* (2025).

Ao comparar as temperaturas dos bairros entre 2016 e 2021 na plataforma UrbVerde, os estudantes identificaram um aumento significativo em 2021 e mapearam as principais áreas de ocorrência de ilhas de calor, discutindo suas possíveis causas. Além da identificação dos bairros mais quentes, analisaram a composição social dessas áreas, constatando que 41% dos residentes são mulheres chefes de família, 26% são pessoas negras ou indígenas, 16% são crianças e 12% são idosos, evidenciando a sobreposição entre vulnerabilidade social e exposição ambiental. A nuvem de palavras produzida pelos alunos sintetiza suas percepções sobre os fatores responsáveis pelo aumento das temperaturas urbanas (Figura 9).

Figura 9 – Nuvem de palavras elaborada por estudantes da EE Prof. Aduar Kemell Dibo, a partir da Plataforma UrbVerde, sobre as causas do maior aquecimento em bairros de São Carlos



Fonte: Teodoro *et al.* (2025).

Observou-se que os estudantes associaram o aumento das temperaturas e a formação de ilhas de calor urbanos à baixa cobertura vegetal em diversas áreas da cidade, consequência de processos de urbanização desigual e acelerada e, também, a supressão de áreas verdes. Relacionaram ainda essas condições locais ao aquecimento global de origem antrópica, reconhecendo que as mudanças climáticas intensificam o desconforto térmico em escala urbana. Um ponto central identificado pelos alunos foi a sobreposição entre áreas mais quentes e territórios socialmente vulneráveis, indicando que grupos em maior vulnerabilidade socioeconômica tendem a residir nas zonas de maior estresse térmico.

A partir desse diagnóstico, foram propostas ações de mitigação da temperatura e redução das ilhas de calor. As propostas incluem tanto medidas de intervenção direta no território — como plantio comunitário de árvores, criação de projetos locais de arborização e uso de “bombas de sementes” para acelerar a recomposição vegetal — quanto sugestões de políticas públicas estruturantes. Entre estas, os alunos mencionaram, por exemplo, incentivos fiscais para moradores e moradoras que mantêm ou ampliam cobertura vegetal em seus lotes, visando estimular a proteção e a expansão de áreas verdes como estratégia de enfrentamento do aquecimento urbano.

Esse processo pedagógico evidenciou que os estudantes não apenas reconhecem os problemas climáticos e socioambientais, mas também se percebem como agentes legítimos na formulação de diagnósticos e reivindicações públicas. A interação com os dados territoriais da Plataforma UrbVerde funcionou como um exercício de ciência cidadã, no qual sujeitos não especialistas produzem e interpretam informação ambiental relevante para a tomada de decisão coletiva.

Esse envolvimento direto favorece a formação de uma consciência crítica sobre justiça ambiental e direito à cidade e aproxima a escola da esfera do planejamento urbano e da política climática local. Do ponto de vista educativo, tal dinâmica se aproxima da pedagogia freireana, ao promover processos de leitura do mundo que articulam conflito, responsabilidade pública e proposição transformadora (Freire, 1996).

Em termos institucionais, esse tipo de prática aponta para a necessidade de incorporar a participação estudantil, especialmente de adolescentes e jovens de territórios periféricos, como insumo de políticas ambientais e climáticas municipais, reconhecendo-os não apenas como público afetado, mas como coprodutores de conhecimento e de agenda.

Esses padrões reforçam o que a literatura denomina injustiça térmica urbana: regiões com menor renda tendem a apresentar maiores temperaturas e menor capacidade de mitigação. Os estudantes notaram espontaneamente essa relação durante a oficina, associando ‘bairros quentes’ à falta de investimentos públicos e à concentração histórica de populações negras e periféricas nessas áreas.

6.1.2 Eixo vegetação

No âmbito da avaliação da dimensão de vegetação, os discentes investigaram o grau de cobertura arbórea nos bairros do município de São Carlos, identificando a proporção de áreas verdes disponíveis nos setores ocupados pela população e estabelecendo nexos entre a distribuição dessa cobertura e os padrões de desigualdade socioeconômica. A partir desse diagnóstico territorial, foram delineadas propostas de iniciativas e diretrizes de políticas públicas voltadas à atenuação dos efeitos antrópicos sobre o ambiente urbano (Figura 10).

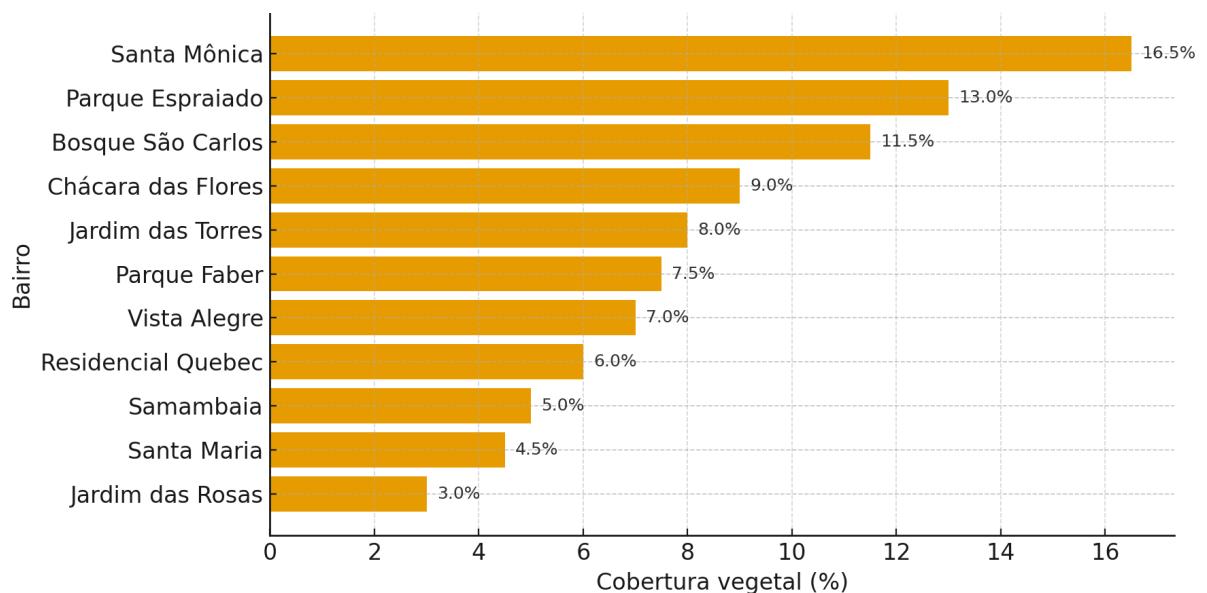
A comparação entre 2016 e 2021, considerando o índice de desigualdade socioambiental e a proporção da população residente em setores com percentual de cobertura vegetal (PCV) abaixo da média municipal, indicou consenso entre os grupos quanto ao agravamento recente das desigualdades. Os dados apontam que 92% da população vive em áreas urbanas com baixa cobertura vegetal, enquanto apenas 8%, concentrados em setores de maior renda, residem em áreas com elevado índice de cobertura vegetal. Esse resultado

evidencia a sobreposição entre vulnerabilidade socioeconômica e déficit de infraestrutura ambiental.

Ao discutir vegetação, a maioria destacou a importância do reflorestamento urbano e das políticas públicas de arborização, demonstrando compreensão do papel do poder público e da comunidade na gestão ambiental. Essa percepção revela o desenvolvimento do pensamento crítico e propositivo, em sintonia com os princípios da PNEA (Lei nº 9.795/1999) e com o caráter emancipatório defendido por Freire (1996).

Os estudantes propuseram um conjunto de medidas voltadas à mitigação do aquecimento urbano e à promoção da justiça ambiental. Entre essas medidas, destacam-se: ampliação sistemática do plantio de árvores em áreas críticas; estabelecimento de normas mais rígidas de controle de supressão de vegetação e de preservação de áreas verdes remanescentes; e adoção de instrumentos econômicos de incentivo, como mecanismos de pagamento por serviços ambientais. Neste último caso, os alunos sugeriram, por exemplo, a concessão de benefícios fiscais ou redução de tributos para moradores ou comunidades que realizam ações de reflorestamento urbano, como o plantio de 100 árvores.

Figura 10 - Resultados da questão “Quais bairros apresentam maior índice de vegetação?”



Fonte: Adaptado de Teodoro *et al.* (2025).

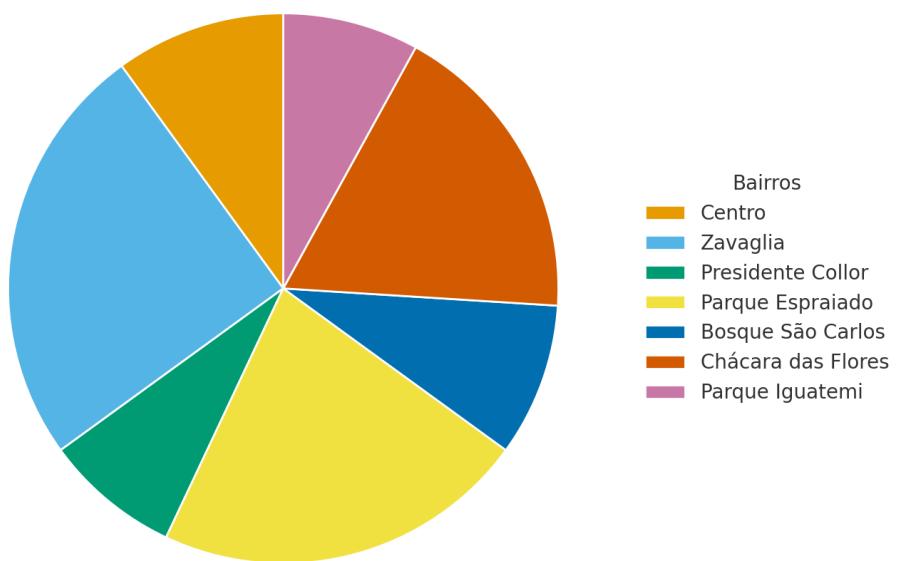
A distribuição desigual da cobertura vegetal evidencia uma lógica estruturada de privilégio e carência ambiental. A ausência de vegetação nos bairros mais populares, identificada pelos alunos nos mapas, é uma expressão direta do que Acselrad (2008) define como apropriação desigual dos benefícios ambientais.

6.1.3 Eixo parques e praças

Já nas atividades sobre praças e parques, observou-se uma reflexão sobre o acesso desigual a áreas verdes. Muitos grupos reconheceram e compreenderam o conceito de racismo ambiental e propuseram soluções baseadas na equidade territorial e na participação comunitária. Esse movimento de análise, diálogo e proposição reflete a práxis transformadora freireana, o aprender pela leitura crítica da realidade e pela construção coletiva de soluções.

Os estudantes examinaram a distribuição, a extensão e as características das áreas verdes públicas urbanas, com ênfase em acessibilidade espacial (distância/deslocamento até o equipamento) e cobertura populacional. O levantamento, sintetizado na Figura 11, indicou que determinados bairros demandam maiores deslocamentos para alcançar uma praça ou parque, enquanto a maior concentração de população atendida se encontra nos setores centrais e de maior renda.

Figura 11 - Bairros com menor oferta de parques e praças em São Carlos



Fonte: Adaptado de Teodoro *et al.* (2025).

Como desdobramento, os estudantes formularam diretrizes de política pública e ações comunitárias orientadas pela equidade: (i) universalizar o acesso a praças e parques em todos os bairros, estabelecendo padrões mínimos de cobertura e acessibilidade; (ii) priorizar investimentos nas áreas de menor renda e maior vulnerabilidade; (iii) assegurar financiamento público para implantação e qualificação dos espaços, aliado a arranjos de cogestão comunitária para manutenção e cuidado; e (iv) instituir mecanismos de proteção e fiscalização (incluindo sanções) para salvaguardar o uso público e a integridade ambiental desses equipamentos. Segundo os estudantes, tais medidas contribuem para reduzir o estresse

térmico e social, enfrentar o racismo ambiental e fortalecer o desenvolvimento socioambiental local.

A menor oferta de áreas verdes em regiões de maior vulnerabilidade reforça desigualdades de acesso ao lazer, à saúde e ao bem-estar. Essa interpretação foi construída coletivamente pelos estudantes, mostrando como a educação climática pode fomentar consciência crítica sobre injustiças ambientais vividas cotidianamente.

6.1.4 Análise integrada

A etapa final das oficinas consistiu na análise integrada das três camadas por meio da qual os estudantes identificaram relações diretas entre cobertura vegetal, disponibilidade de áreas verdes públicas e padrões de aquecimento urbano. Os grupos concluíram que bairros com maior presença de parques, praças e vegetação tendem a apresentar temperaturas mais amenas, menor formação de ilhas de calor e melhores condições microclimáticas, enquanto áreas com menor cobertura vegetal concentram níveis mais elevados de temperatura e maior exposição a ondas de calor. Essa relação foi discutida também em termos de justiça socioambiental, com os alunos reconhecendo que a carência de áreas verdes de qualidade afeta de forma desproporcional populações socialmente vulneráveis, configurando situações de racismo ambiental.

Apesar da coerência e do engajamento observados, a oficina também evidenciou limitações importantes que servem de base para o aperfeiçoamento metodológico. Em primeiro lugar, o tempo reduzido (cerca de 1h30) mostrou-se insuficiente para discussões mais aprofundadas, especialmente com as turmas mais jovens, que exigiam mediações mais lentas e linguagem mais acessível. Em segundo lugar, a interface da Plataforma UrbVerde, ainda em reformulação a época, apresentava barreiras de acessibilidade visual e instabilidade de servidor, o que impediu que os estudantes acessassem simultaneamente as camadas interativas. A navegação precisou, assim, ser conduzida pela equipe da UrbVerde, com projeção de uma tela única para que todos pudessem responder o questionário, o que restringiu o protagonismo dos alunos.

Além disso, observou-se que parte dos conteúdos exigia adaptação à faixa etária dos participantes, especialmente na compreensão de índices e indicadores ambientais. O vocabulário técnico e o formato digital da plataforma, embora estimulantes, exigem mediação docente constante e contextualização para a realidade escolar. Tais desafios revelam a necessidade de integrar o uso da ferramenta digital com práticas pedagógicas diversificadas,

como jogos, roteiros de campo ou atividades de mapeamento manual, para favorecer a aprendizagem significativa.

A análise integrada realizada pelos estudantes demonstra que justiça ambiental não é um conceito abstrato, mas algo visível no mapa da própria cidade. Ao relacionar calor, baixa arborização e ausência de praças com indicadores sociais, os participantes reconstruíram narrativas territoriais que revelam quem tem direito ao verde e quem é privado dele. Essa experiência confirma o potencial pedagógico da leitura crítica do território mediada por dados.

6.2 Cartilha “UrbVerde na Escola”

A cartilha UrbVerde na Escola, publicada em 2025 no Portal de Livros Abertos da USP, constitui o principal produto educacional derivado da oficina pedagógica. Embora até o momento não tenha havido retorno direto de sua aplicação em contextos escolares, o material apresentou ampla repercussão institucional e social. Sua divulgação em canais oficiais da universidade, como o Jornal da USP e o LinkedIn da instituição, gerou mais de 200 reações e 17 compartilhamentos, demonstrando interesse da comunidade acadêmica e de educadores em formação.

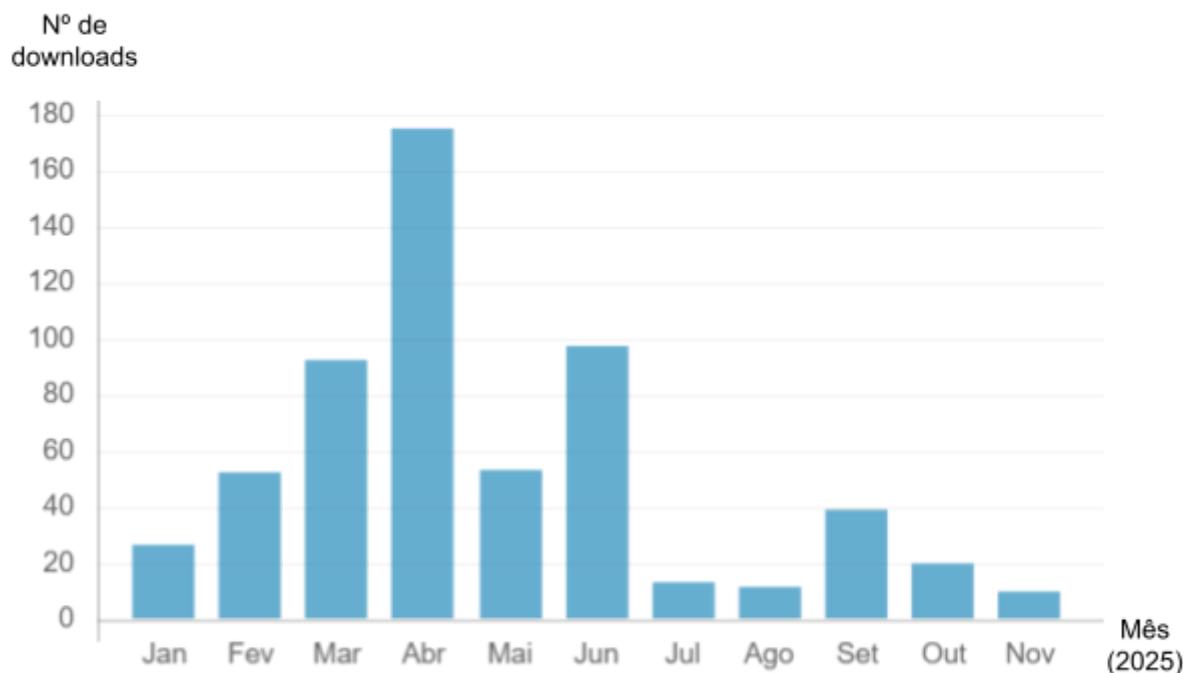
Os dados de acesso ao portal indicam um total de 568 downloads entre janeiro e outubro de 2025, com variações mensais que evidenciam o impacto das ações de divulgação, indicadas na tabela e figura que seguem. Em abril, observa-se um salto expressivo no número para 175 downloads, possivelmente em consequência da apresentação da equipe no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), ocasião em que o projeto foi divulgado em palestra e artigo temático. Essa distribuição demonstra não apenas o efeito direto da visibilidade alcançada em eventos científicos, mas também o interesse contínuo de professores e pesquisadores na aplicação da plataforma em contextos educativos.

Tabela 1 – Número de downloads mensais do livro “UrbVerde na Escola” no Portal de Livros Abertos da USP

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Nº	26	52	92	175	53	97	13	11	39	20	10

Fonte: Autoral (2025).

Figura 12 — Gráfico de número de downloads mensais do livro “UrbVerde na Escola” no Portal de Livros Abertos da USP



Fonte: Adaptada de Portal de Livros Abertos da USP (2025).

Para além dessa dimensão de alcance, é importante destacar que a cartilha não é apenas um material de apoio didático, mas uma síntese metodológica construída a partir de processos de co-criação com estudantes do ensino fundamental II e médio durante as oficinas. Os conteúdos, atividades e roteiros pedagógicos apresentados no material foram elaborados a partir das perguntas, interpretações e leituras territoriais dos próprios alunos, especialmente em temas como ilhas de calor, déficit de áreas verdes e desigualdades ambientais intraurbanas. Esse modo de elaboração aproxima a cartilha de uma lógica de co-produção de conhecimento: estudantes deixam de ser apenas “público-alvo” e passam a ocupar o lugar de formuladores de problemas, produtores de evidências e propositores de soluções para o território em que vivem. Tal orientação está alinhada às abordagens de ciência cidadã, que reconhecem o envolvimento ativo de grupos não especialistas na produção, interpretação e circulação de dados relevantes para a tomada de decisão pública e para a justiça socioambiental; e converge com perspectivas freireanas de educação ambiental crítica, nas quais o processo educativo se organiza em torno da leitura do mundo, da problematização das contradições locais e da construção coletiva de respostas. Nesse sentido, a cartilha opera simultaneamente como instrumento pedagógico, como devolutiva social do processo formativo realizado nas oficinas e como um artefato político-pedagógico que legitima a

participação estudantil na formulação de agendas de adaptação climática, mitigação de ilhas de calor e democratização do acesso a áreas verdes.

Assim, a cartilha consolida-se como um dispositivo de difusão da educação climática e ambiental, ampliando o alcance da Plataforma UrbVerde e fortalecendo o diálogo entre universidade, escola e sociedade. Sua publicação e repercussão evidenciam o papel da comunicação científica e da linguagem acessível na popularização de práticas pedagógicas baseadas em evidências e na promoção de uma aprendizagem crítica e territorializada. Ao mesmo tempo, evidencia-se um caminho metodológico replicável: oficinas de leitura socioambiental do território → sistematização colaborativa dos achados → devolução em formato público e aberto. Esse encadeamento reforça a ideia de que a educação climática escolar pode ser, ao mesmo tempo, prática formativa, produção de conhecimento e forma de incidência sobre o planejamento urbano.

6.3 Propostas de adaptação e melhorias

6.3.1 Nova oficina

Os resultados da oficina UrbVerde na Escola demonstraram que a atividade possui elevado potencial pedagógico, configurando-se como uma experiência piloto para o desenvolvimento de futuras ações educativas voltadas à leitura crítica do território e à educação climática. A análise revelou que os estudantes foram capazes de interpretar as relações entre meio ambiente e desigualdade urbana, propondo soluções locais a partir dos dados da plataforma. Essa resposta positiva, aliada ao engajamento observado, reforça a relevância da metodologia participativa e territorial, fundamentada nos princípios da práxis transformadora freireana. Isto é, na articulação entre ação, reflexão e ação sobre a realidade (Freire, 1996).

Contudo, as limitações técnicas e pedagógicas identificadas durante a aplicação da oficina indicam caminhos para seu aperfeiçoamento. Entre os aspectos técnicos, destaca-se que, ao longo de 2025, a Plataforma UrbVerde passou por uma reformulação completa de sua interface e infraestrutura de código, priorizando a acessibilidade e a usabilidade. Essa nova versão adota diretrizes de linguagem simples, novos mecanismos de visualização de dados e melhor desempenho de servidor, além de incorporar novas camadas temáticas, como indicadores hidrológicos e dados socioeconômicos atualizados do Censo IBGE. Assim, ampliaram-se as possibilidades de exploração interdisciplinar e de integração com políticas públicas locais.

Com base nessas melhorias, propõe-se uma nova versão da oficina, com enfoque ampliado e estrutura flexível. As mudanças sugeridas incluem:

- (a) redução do número de questões no formulário, priorizando perguntas integradoras que conectem múltiplas dimensões (ex.: temperatura × vegetação × vulnerabilidade social);
- (b) diversificação das dinâmicas pedagógicas, substituindo o formulário digital por atividades multimodais, descritas na cartilha UrbVerde na Escola (Costa *et al.*, 2024), como quizzes, nuvens de palavras e atividades impressas de associação e reflexão;
- (c) uso de materiais físicos complementares, como a impressão de mapas temáticos da plataforma sobre papel manteiga, permitindo a sobreposição e o desenho manual de áreas quentes, vegetadas ou desassentadas. Essa proposta favorece a interação tátil e coletiva, especialmente em turmas de Ensino Fundamental, e permite uma experiência sensorial mais inclusiva, sem dependência de infraestrutura digital.

Essas adaptações dialogam diretamente com os princípios das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012) e do ProNEA (2023), que orientam o uso de metodologias interativas e contextuais, valorizando o território como espaço de aprendizagem. Além disso, reforçam a concepção da UNESCO (2024) sobre a Educação Climática como processo interdisciplinar, colaborativo e emocionalmente engajador.

No contexto do projeto PPPP/FAPESP, o qual a equipe da Plataforma atua juntamente com o Consórcio Intermunicipal Grande ABC, propõe-se a expansão da oficina para gestores públicos, professores e lideranças comunitárias, transformando-a em uma formação em rede. Essa nova etapa visa articular a leitura territorial oferecida pela plataforma com o monitoramento participativo das políticas de adaptação climática e dos Planos Locais de Ação Climática. Assim, a oficina deixa de ser apenas um exercício escolar e torna-se um dispositivo de apoio à formulação, acompanhamento e avaliação de políticas públicas de resiliência climática, cumprindo o papel extensionista e social do UrbVerde como instrumento público de ciência cidadã e educação ambiental crítica.

6.3.2 Reformulação da cartilha

Diante das transformações recentes na plataforma, torna-se necessária a atualização da cartilha UrbVerde na Escola (Costa *et al.*, 2025), tanto no conteúdo quanto em sua função pedagógica. O material atual foi elaborado considerando a interface anterior e as três camadas temáticas originais (temperatura, vegetação e praças e parques); portanto, uma nova edição

deve refletir as modificações gráficas e funcionais, além de incorporar as novas categorias de dados.

A reformulação deve também incluir um guia atualizado de uso pedagógico da plataforma, com sugestões de roteiros adaptáveis a diferentes faixas etárias e níveis de ensino, e exemplos de atividades de co-criação entre professores, alunos e comunidade. Inspirada nas abordagens de ciência cidadã e educação participativa, a cartilha pode incluir seções dedicadas ao registro das percepções locais dos alunos e à proposição de soluções coletivas para problemas ambientais identificados nos mapas.

Para assegurar o caráter dinâmico e colaborativo do material, propõe-se a criação de um mecanismo de acompanhamento contínuo, possibilitando que escolas, professores e gestores que utilizem a cartilha comuniquem suas experiências à equipe da UrbVerde. Esse acompanhamento pode ocorrer por meio de um formulário de contato na própria plataforma, incentivando a retroalimentação entre prática e pesquisa e fortalecendo a rede de educadores ambientais e climáticos vinculada ao projeto.

Essa proposta vai ao encontro do princípio freireano de que o conhecimento se constrói no diálogo e na partilha, bem como das diretrizes do ProNEA (2023), que recomendam a criação de espaços colaborativos de aprendizagem e de inovação educativa. Ao incorporar o retorno dos usuários e manter a cartilha em constante atualização, o UrbVerde se consolida como uma plataforma viva de extensão crítica, comprometida com a formação cidadã e a transformação social.

7. Considerações Finais

7.1 Síntese dos resultados alcançados

A presente pesquisa demonstrou que a Plataforma UrbVerde é mais do que um repositório de dados socioambientais: trata-se de uma ferramenta educativa e transformadora, capaz de articular ciência, tecnologia e participação social em torno da educação ambiental e climática crítica. Ao integrar indicadores urbanos e ambientais com metodologias pedagógicas participativas, a plataforma se consolida como um instrumento de leitura do território, de reflexão coletiva e de promoção da cidadania ambiental.

A oficina “UrbVerde na Escola” evidenciou o potencial da ferramenta como mediadora entre o conhecimento científico e o cotidiano escolar. Os resultados apontaram a capacidade dos estudantes de interpretar relações complexas entre clima, vegetação e desigualdade urbana, reconhecendo nelas expressões de injustiça climática e propondo soluções locais. Essa prática se aproximou da concepção freireana de educação como “práxis” transformadora, em que o ato de conhecer se articula ao de agir sobre a realidade. Ainda que limitações técnicas e de tempo tenham restringido parte das dinâmicas, a experiência constituiu uma importante oficina piloto e uma base sólida para a construção de novas metodologias voltadas à educação climática territorializada.

Já a cartilha “UrbVerde na Escola” consolidou-se como produto educacional de devolutiva social do projeto, atuando simultaneamente como guia de formação para professores e ferramenta de aprendizado para estudantes. Sua ampla circulação, com mais de 500 downloads e repercussão positiva nas mídias institucionais da USP, demonstra o interesse crescente por abordagens educativas baseadas em dados, acessíveis e críticas. O material traduz, em linguagem simples, conceitos de sustentabilidade, justiça climática e leitura territorial, fortalecendo o diálogo entre universidade, escola e sociedade.

Os resultados mostram que a educação climática territorializada, quando articulada ao debate sobre justiça ambiental, contribui para que estudantes reconheçam desigualdades estruturais e desenvolvam senso de corresponsabilidade. Ao assumir o papel de mediador entre conhecimento técnico e realidade social, o engenheiro ambiental fortalece práticas educativas que não apenas explicam fenômenos ambientais, mas também denunciam desigualdades e inspiram ações transformadoras.

De modo geral, os resultados alcançados reafirmam a importância de novas linguagens pedagógicas — digitais, participativas e territorializadas — para o fortalecimento da Educação Ambiental e Climática no século XXI. A experiência relatada neste trabalho

concretiza o papel social do engenheiro ambiental como mediador entre ciência e comunidade, conforme previsto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia (BRASIL, 2002) e no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental da EESC-USP (2024). Ao unir domínio técnico, sensibilidade social e compromisso ético, o engenheiro ambiental se reafirma como agente de transformação, contribuindo para a construção de cidades mais justas e resilientes.

7.2 Caminhos futuros

Os resultados obtidos com a oficina e a cartilha abrem caminho para novas possibilidades de ampliação e aprimoramento das ações educativas vinculadas à Plataforma UrbVerde. Entre as perspectivas imediatas, destaca-se a reformulação da cartilha e o desenvolvimento de uma nova edição atualizada à interface e aos novos dados da plataforma, incorporando sugestões de professores e atividades mais inclusivas, sensoriais e colaborativas.

Outra proposta é a expansão das oficinas para outras escolas da rede pública e para diferentes públicos, incluindo gestores municipais e técnicos de secretarias de meio ambiente e educação. Essa expansão dialoga diretamente com o PPPP/FAPESP e com as ações em parceria com o Consórcio Intermunicipal Grande ABC, possibilitando a integração das metodologias educativas ao monitoramento participativo dos Planos Locais de Ação Climática. Dessa forma, a educação climática passa a ser também uma ferramenta de gestão e acompanhamento de políticas públicas locais.

Por fim, propõe-se a criação de mecanismos de acompanhamento contínuo das atividades educativas da UrbVerde — como formulários de feedback, relatórios colaborativos ou fóruns interativos na própria plataforma —, garantindo a retroalimentação entre prática e pesquisa. Tais estratégias estão em consonância com os princípios da ciência cidadã co-criativa e com as diretrizes do ProNEA (2023), que defendem a criação de redes colaborativas e de espaços permanentes de aprendizagem social.

7.3 Síntese final

O percurso deste trabalho demonstra que a integração entre tecnologia, território e pedagogia crítica é um caminho potente para a formação de cidadãos conscientes e atuantes diante da crise climática. A experiência do UrbVerde na Escola reafirma que a educação ambiental, quando guiada por valores de diálogo, participação e justiça social, é também um ato político e emancipador. Nesse horizonte, a continuidade das ações propostas — oficinas, cartilhas, parcerias institucionais e processos de co-criação — reforça o compromisso da

Plataforma UrbVerde com a democratização do conhecimento e com a construção coletiva de um futuro sustentável.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O Que é Justiça ambiental.** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- ANDRADE, Carlos Roberto Monteiro de; ZAIAT, Marcelo. **Engenharia, natureza e recursos naturais.** In: CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes (org.). Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. cap. 1, p. 1–24.
- BONNEY, Rick et al. **Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy.** BioScience, v. 59, n. 11, p. 977-984, 2009.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 out. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a política nacional de educação ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 10 out. 2025.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Institui as diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jun. 2012, n. 116, seção1, p.69-70.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Referenciais nacionais dos cursos de engenharia.** Brasília: MEC/SES, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Educação ambiental por um Brasil sustentável: prônea, marcos legais e normativos.** Brasília: MMA, 2023. Disponível em: <https://salasverdes.mma.gov.br/wp-content/uploads/2023/12/Pronea-Digital-final.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BRUNDTLAND, G. H. **Our common future** = Nosso futuro comum - relatório Brundtland. [S.l.:s.n.], 1987.
- CARBONARI, Maria Elisa Ehrhardt; PEREIRA, Adriana Camargo. **A extensão universitária no Brasil, do assistencialismo à sustentabilidade.** Revista de Educação, Itatiba, v. 10, n. 10, p. 23-28, dez. 2007.
- COSTA, M. F. et al. Oficina Pedagógica: a UrbVerde no ensino fundamental e médio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 21., 2025, Salvador. **Anais eletrônicos** [...]. Galoá, 2025. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2025/trabalhos/oficina-pedagogica-a-urbverde-no-ensino-fundamental-e-medio?lang=pt-br>. Acesso em: 10 out. 2025.
- COSTA, M. F. et al. **Urbverde na escola.** São Carlos: IAU/USP, 2024. DOI: <https://doi.org/10.11606/9788566624427>. Disponível em:

www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1507. Acesso em: 10 out. 2025.

EDUCAÇÃO ambiental: as grandes diretrizes da conferência de Tbilisi. Brasília: IBAMA, 1996. (Coleção Meio Ambiente. Série Educação Ambiental, 2). Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/educacaoambientalasgrandesdiretrizesdaconferenciadetblisidigital.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

FERRARI, I. B.; VITRIO NETO, V. **A Importância da extensão universitária na formação social de engenheiras e engenheiros ambientais**: um estudo de caso na Escola de Engenharia de São Carlos. 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/f8c2c9b1-652d-4c56-b119-62ee9f9ae81a/Bonetto%20Ferrari_Isadora.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

FREIRE, P. **A Educação na cidade**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 1991. Disponível em: https://static1.squarespace.com/static/64678e9a8c89c82dc2d6ee59/t/6553b455dda7286a5f3a077b/1699984517025/a-educacao-na-cidade-paulo-freire_11zon.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?**. 8.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE. Artigos home – blog ESG e sustentabilidade. **Os Perigos do crescimento da população mundial**. 2012. Disponível em: <https://inbs.com.br/perigos-crescimento-populacao-mundial/>. Acesso em: 10 out. 2025.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **About the IPCC**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>. Acesso em: 10 out. 2025.

IRWIN, Alan. **Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development**. London: Routledge, 1995.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189–206, mar. 2003.

JASANOFF, Sheila. **Technologies of humility: citizen participation in governing science**. Minerva, v. 41, n. 3, p. 223-244, 2003.

KASPEROWSKI, D.; KULLENBERG, C. The Many modes of citizen science. **Science & Technology Studies**, v. 32, n. 2, p. 2–7, 2019. DOI: 10.23987/sts.74404. Disponível em: <https://sciencetechnologystudies.journal.fi/article/view/74404>. Acesso em: 10 out. 2025.

LUÍS, C. Ciência cidadã ao longo do tempo. **Revista de Ciência Elementar**, v. 10, n. 3, p. 1-5, set. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.24927/rce2022.043>.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Quem precisa de justiça climática no Brasil?**. 2022. Disponível em: https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/08/Quem_precisa_de_justica_climatica-DIGITAL.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração da conferência de ONU no ambiente humano**. Estocolmo, 5-16 de junho de 1972. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2016/09/Declaracao-de-Estocolmo-5-16-de-junho-de-1972-Declaracao-da-Conferencia-da-ONU-no-Ambiente-Humano.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O Que são as mudanças climáticas?** Faça sua parte. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>. Acesso em: 10 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 10 out. 2025.

PONTES, O. M.; FIGUEIREDO, F. F. Conferências internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável: outro mundo é possível?. **Holos**, ano 39, v. 1, 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/12036>. Acesso em: 10 out. 2025.

PROJETO pedagógico do curso de graduação em engenharia ambiental. São Carlos: EESC/USP – Engenharia Ambiental, 2024. Disponível em: <https://eesc.usp.br/graduacao/curso.php?id=18030>. Acesso em: 10 out. 2025.

RUFINO, B.; CRISPIM, C. Breve resgate histórico da educação ambiental no brasil e no mundo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: IBEAS, 2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VII-069.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

SANTOS, L. N.; PROFICE, C. C.; SCHIAVETTI, A.; GRENN, F. E. Diálogos entre a ciência cidadã e a educação ambiental. **REMEA - Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental**, v. 41, n. 2, p. 209–228, 2024. DOI: 10.14295/remea.v41i2.15603. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/15603>. Acesso em: 10 out. 2025.

SILVA, Y. R. O. C.; CARNEIRO, W. Conferências internacionais de educação ambiental: contexto e panorama das principais posições adotadas. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 1, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.1-185. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/14590>. Acesso em: 10 out. 2025.

TEODORO, Cátia Cristina; PEREIRA, Adrieli Caroline; SANTOS, Diana Xavier dos; SILVA, Kleyton da. **UrbVerde: uma ferramenta para o empoderamento socioambiental e a construção de cidades mais verdes e sustentáveis.** São Carlos: Diretoria de Ensino – Região de São Carlos, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo, 2024. ANEXO I – Relatório, Feira de Ciências e Tecnologia 2024.

TWEDDLE, J. C. *et al.* **Guide to citizen science:** developing, implementing and evaluating citizen science to study biodiversity and the environment. 2012. Disponível em: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/citizenscienceguide.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

UNESCO. **Education and climate change:** learning to act for people and planet. 2024. DOI: <https://doi.org/10.54676/GVXA4765>. Acesso em: 10 out. 2025.

APÊNDICE - CAPA DO LIVRO URBVERDE NA ESCOLA

DOI: 10.11606/9788566624427

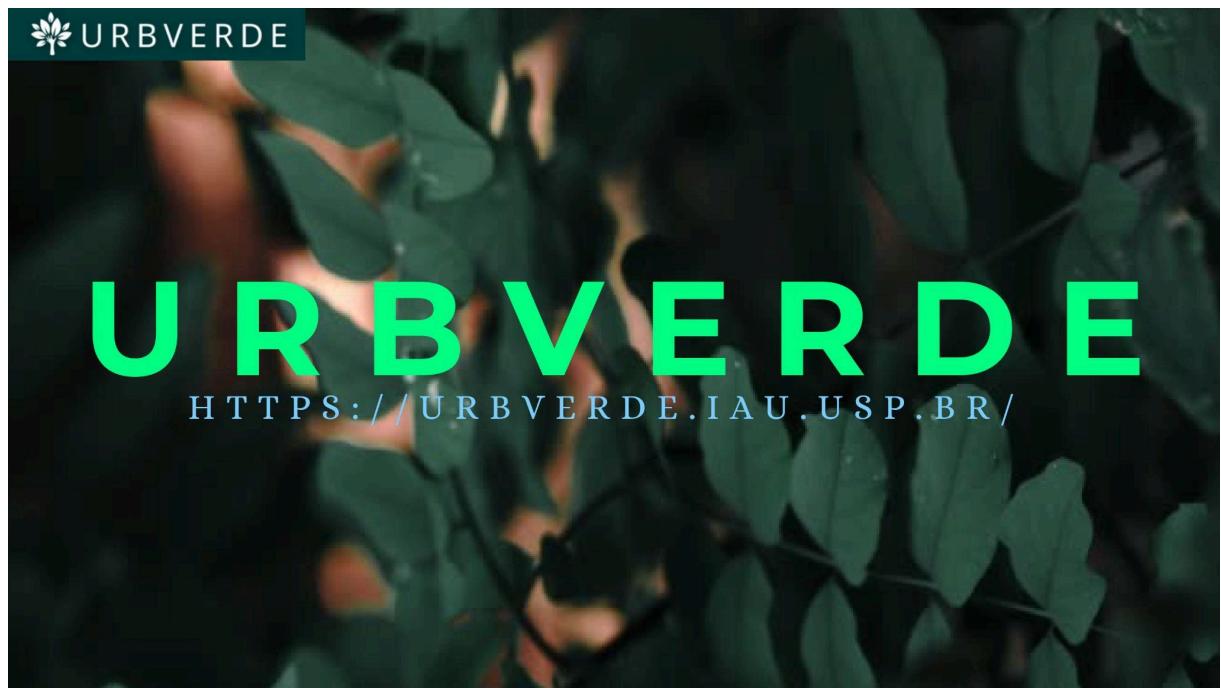
URBVERDE NA ESCOLA

Organização

Marcela Fernandes da Costa; Catia Cristina Teodoro; Marcel Fantin; Nagayamma Aragão; Manoel Antonio Lopes Rodrigues Alves; Luís Gustavo Bet; Rubia Gomes Morato; Ademir Fernando Morelli; Kleyton da Silva; Diana Xavier dos Santos; Adrieli Caroline Pereira; Gustavo Paixão Menezes; Vitor Antonio de Almeida Lacerda; Flávia Cristina Sossae.



Realização:
URBVERDE

ANEXO 1 - SLIDES UTILIZADOS DURANTE A OFICINAA slide with a dark background featuring a close-up photograph of dark green leaves with water droplets. On the right side, there is a white text area.

O QUE É A URBVERDE?

As informações disponíveis na plataforma Urbverde permitem compreender as características dos municípios paulistas por meio de métricas e indicadores socioambientais. Esses dados procuram auxiliar diversos segmentos da sociedade na elaboração de estudos, planos e análises espaço-temporais sobre eventos climáticos, cobertura vegetal, espaços públicos e áreas verdes urbanas.

A URBVERDE CONTRIBUI EM DIVERSOS SEGMENTOS

GESTORES PÚBLICOS

Aos gestores públicos e secretarias municipais de urbanismo e meio ambiente, as informações disponíveis podem orientar a elaboração de planos diretores e planos de arborização. Além disso, esses dados podem apoiar análises e estudos para o cumprimento das metas estabelecidas pelo Programa Município VerdeAzul.



A URBVERDE CONTRIBUI EM DIVERSOS SEGMENTOS

• ALUNOS E PROFESSORES

As informações disponíveis possibilitarão a observação da distribuição espacial de estatísticas e indicadores socioambientais em diferentes escalas e períodos de tempo.



A URBVERDE CONTRIBUI EM DIVERSOS SEGMENTOS

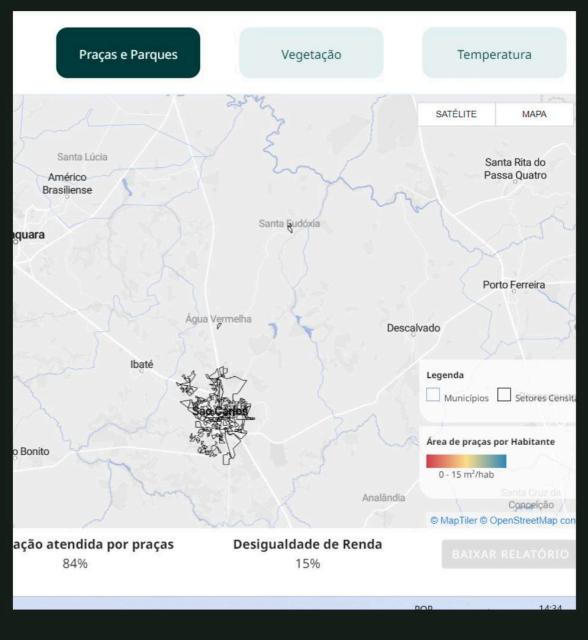
- **JORNALISTAS / PESQUISADORES**

A plataforma proporcionará a geração de publicações em mídias digitais e periódicos científicos com dados atualizados sobre os contextos ambientais das cidades paulistas.



AS CAMADAS DA PLATAFORMA URBVERDE

A primeira versão, oferece métricas relativas a 3 produtos principais ou categorias: Parques e Praças; Cobertura Vegetal Urbana e Índice de Vulnerabilidade Socioambiental; e Temperatura de Superfície Terrestre (TST).

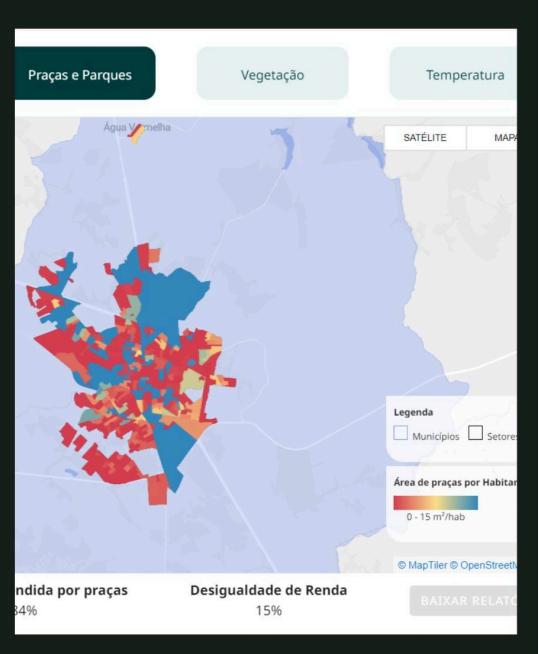




CAMADA PARQUES E PRAÇAS

CAMADA PARQUES E PRAÇAS

São infraestruturas que desempenham um papel fundamental na sociedade, proporcionando beleza cênica aos bairros e cidades. Frequentemente considerados territórios artificializados, onde ocorrem interações sociais e a conexão entre o homem e a natureza, sendo essenciais para a qualidade de vida.



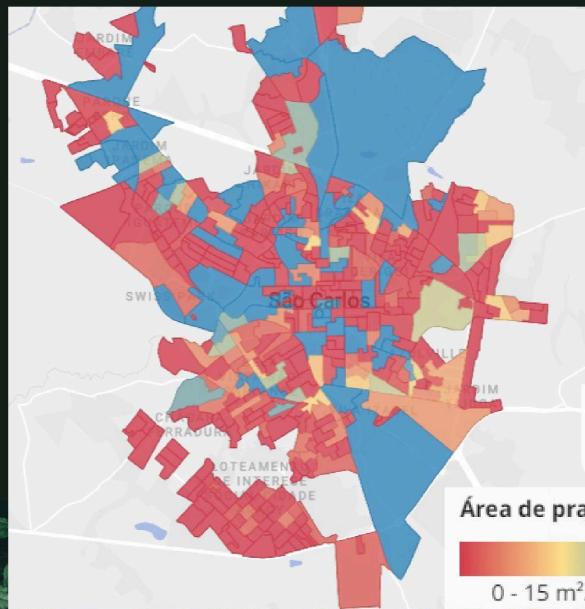
A contribuição dos parques e praças para a sociedade:

- **SOCIAL:** espaços onde as pessoas praticam diversas atividades como esportes, passeios com seus animais de estimação, refúgio para o stress diário, interação social e fortalecimento da comunidade;
- **AMBIENTAL:** aumento de fauna e flora, melhora da qualidade do ar, aumento significativo da vegetação, regulação da temperatura proporcionando ilhas de frescor;

ECONÔMICO: Locais próximos a parques e praças muitas vezes têm maior demanda de busca para compra, assim há uma crescente na valorização dos imóveis ao seu redor;

CULTURAL E ARTÍSTICO: Parques e praças são procurados para festivais de música, feiras, concertos e festas típicas.

É fundamental promover políticas públicas que incentivem a criação de parques e praças de maneira equitativa para todas as comunidades, independentemente de sua localização geográfica. Esses espaços devem ser planejados e projetados para atender a todas as pessoas, sem distinção de idade, classe social, etnia ou renda.



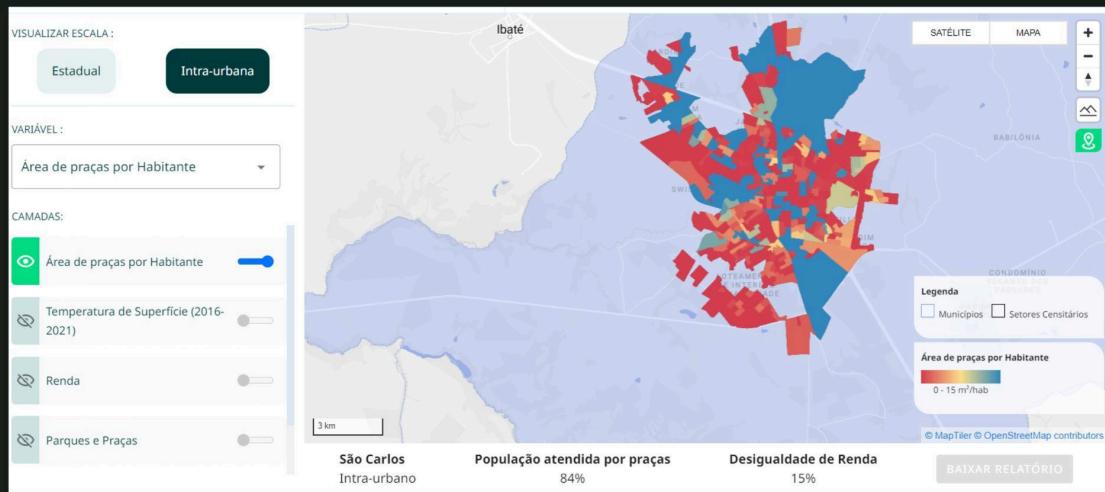
PARQUES E PRAÇAS:

NA CAMADA PARQUES E PRAÇAS ESTÁ DISPONÍVEL AS SEGUINTE VARIÁVEIS:

- POPULAÇÃO ATENDIDA PELAS PRAÇAS E PARQUES;
- TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE;
- RENDA;
- PARQUE E PRAÇAS;
- BUFFER DE 400M AO REDOR DAS PRAÇAS.



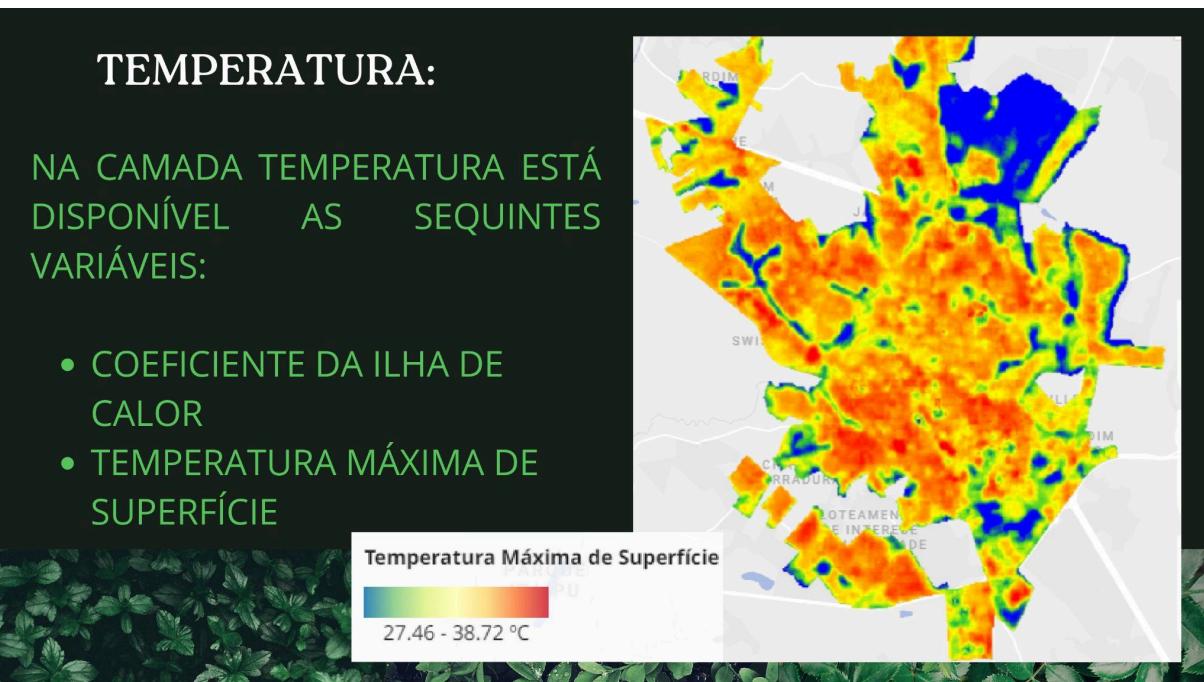
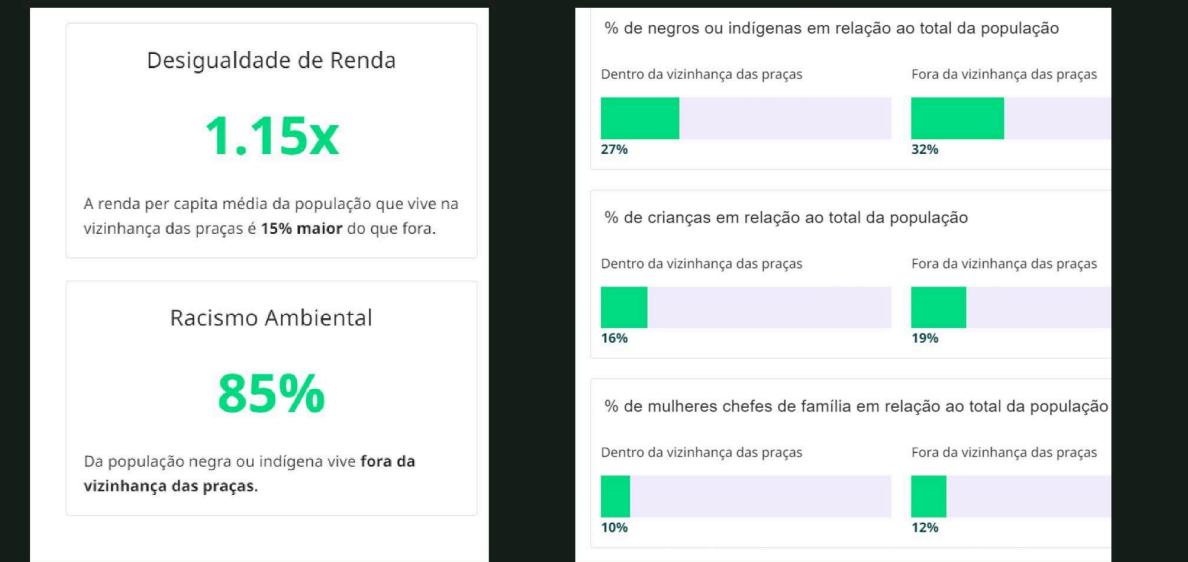
VARIÁVEIS



RANKING COMPARATIVO EM RELAÇÃO A OUTRAS CIDADES



INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS SOBRE GRUPOS ESPECÍFICOS DA POPULAÇÃO





CAMADA TEMPERATURA

TEMPERATURA

Nas últimas décadas constatou-se o aumento significativo da temperatura média do planeta, esse fenômeno é conhecido como aquecimento global. O aquecimento global está ligado à emissão de gases de efeito estufa em nossa atmosfera.

As consequências do aquecimento global são diversas e têm um impacto direto na humanidade. Alguns dos principais impactos incluem:

- Eventos Climáticos Extremos - com fortes secas, inundações e ondas de calor
- Aumento do nível dos oceanos: o derretimento das geleiras aumentam significativamente o nível do mar, comprometendo a segurança de milhões de pessoas
- Mudanças nos padrões climáticos: estações pouco definidas.
- Impactos à Biodiversidade: O calor excessivo pode levar a secas severas e causar extinção de várias espécies.

É necessário a criação e execução de medidas para reduzirmos as emissões dos gases de efeito estufa. Algumas medidas já existentes ajudam na diminuição do impacto negativo do aquecimento global, como uso de energias limpas e renováveis, eficiência energética, proteção das florestas e principalmente mudanças nos hábitos de consumo.

VARIÁVEIS

SATÉLITE MAPA

Legenda

Coefficiente de Ilha de Calor

0.00 - 100.00

BAIXAR RELATÓRIO

INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS SOBRE GRUPOS ESPECÍFICOS DA POPULAÇÃO

PERCENTUAL DE POPULAÇÕES QUE VIVEM NAS ÁREAS MAIS QUENTES	
Idosos	Crianças
Percenital que vive nas áreas mais quentes	Percenital que vive nas áreas mais quentes
% Idosos no município	% Crianças no município
12%	20%
% Idosos atingidos no município	% Crianças atingidas no município
12%	16%
Mulheres Chefes de Família	Negros e Indígenas
Percenital que vive nas áreas mais quentes	Percenital que vive nas áreas mais quentes
% Mulheres chefes de família no município	% Negros ou Indígenas no município
51%	32%
% Mulheres chefe de família atingidas no município	% Negros ou indígenas atingidas no município
41%	26%



CAMADA VEGETAÇÃO

VEGETAÇÃO

O crescimento urbano desordenado impacta diretamente nas áreas verdes das cidades, diminuindo o percentual de cobertura vegetal dos espaços geográficos. Ao aumentar o PCV de um local, melhora-se a qualidade de vida, pois impacta diretamente na qualidade do ar, redução da temperatura, prevenção de erosões e conservação da água.

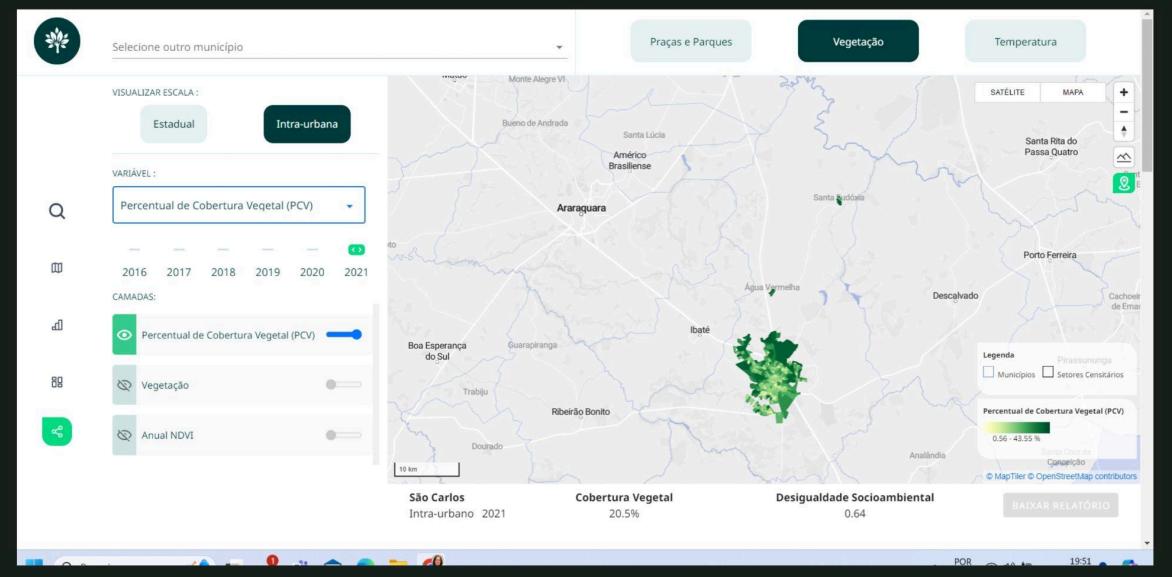
A aplicação do PCV é utilizada para diferentes fins como:

- **Planejamento urbano:** definir as metas de arborização de uma área e criar políticas públicas para a manutenção do espaço.
- **Licenciamento ambiental de empreendimentos:** indica a quantidade de área verde que deve ser preservada.
- **Monitoramento Ambiental:** Avalia e identifica áreas com necessidade de intervenção para o aumento do índice de cobertura vegetal.

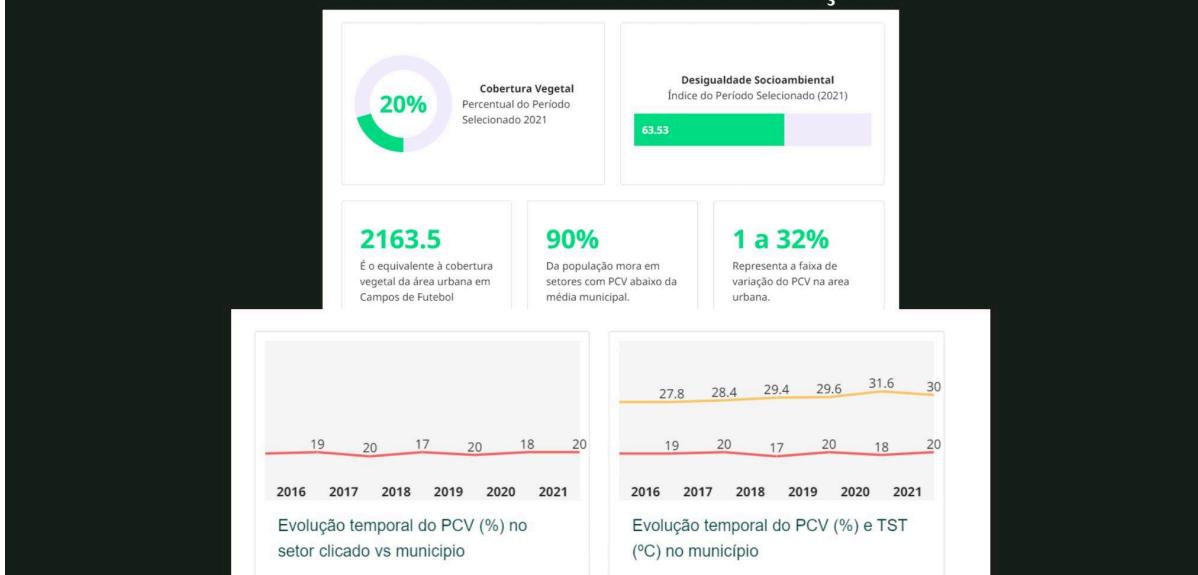
PCV é um indicador fundamental para a gestão ambiental e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Ao aumentar o PCV de uma área, é possível melhorar a qualidade ambiental, a qualidade de vida da população e garantir a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações.



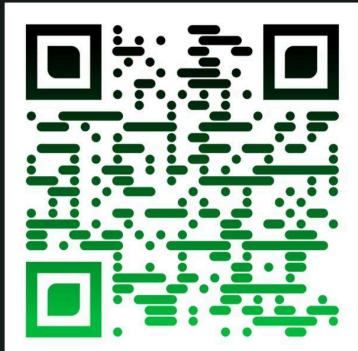
VARIÁVEIS



INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS SOBRE GRUPOS ESPECÍFICOS DA POPULAÇÃO



VAMOS CONHECER A PLATAFORMA



The screenshot shows the URBVERDE website with a dark teal background. At the top, there's a navigation bar with links for "Sobre", "Downloads", "Contato", and "Área de login". The main heading reads "Dados ambientais de cada cidade agora em suas mãos!". Below it, a subtext says "Encontre métricas para 645 municípios paulistas e gere relatórios para entender melhor do que sua cidade mais precisa". There's a search bar with the placeholder "Selecione um município. Ex: Campinas" and a "BUSCAR" button.



ANEXO 2 - FORMULÁRIO APLICADO NA OFICINA ‘UrbVerde na Escola’

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

Atividade - UrbVerde na Escola

Para iniciarmos a atividade entre na plataforma **UrbVerde** e escolha a cidade de São Carlos para o levantamento e avaliação dos dados ambientais. A plataforma contém 3 camadas de dados específicos dos 645 municípios do Estado de São Paulo. As camadas da **UrbVerde** são: **Temperatura, Parques e Praças e Vegetação**. Com os dados em mãos podemos pensar em iniciativas para melhorar e qualificar os espaços.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Nome da Equipe *

2. Nome dos integrantes *

3. Qual seu ano ou série *

Marcar apenas uma oval.

- 6º e 7º ano
- 8º e 9º ano
- 1ª Série
- 2ª Série
- 3ª Série

Temperatura

Na camada de temperatura, você poderá achar valores que mostrem a temperatura em cada bairro e também identificar onde temos ilhas de calor! Lá você vai encontrar dados de:

- Coeficiente de ilha de calor: as ilhas de calor são pontos dentro da cidade que tem temperaturas mais altas que os lugares ao redor deles;
- Temperatura máxima de superfície: vai indicar a temperatura mais alta atingida pelo solo nas áreas dentro da cidade.

4. Quantos bairros de São Carlos apresentam temperaturas máximas? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

5. Quais bairros de São Carlos apresentam a temperatura mais quente? *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

6. Na sua opinião, por que esses bairros possuem temperaturas mais elevadas? *

7. Compare a temperatura desses bairros entre os anos de 2016 e 2021. Há diferença na temperatura entre esses anos? Por que isso acontece? *

8. Além de temperaturas elevadas, esses bairros possuem ilhas de calor? *

9. Qual o percentual de idosos do município *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

10. Desse percentual de idosos, quantos vivem nas áreas mais quentes? *

11. Qual o percentual de mulheres chefes de família do município *

12. Desse percentual de mulheres chefes de família, quantas vivem nas áreas mais * quentes?

13. Qual o percentual de crianças do município *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

14. Desse percentual, quantas crianças vivem nas áreas mais quentes? *

15. Qual o percentual de negros e indígenas do município *

16. Desse percentual, quantos negros e indígenas vivem nas áreas mais quentes? *

17. Explique o que você entendeu da análise dos dados acima. *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

18. Elabore políticas públicas que ajudem na diminuição das altas temperaturas e * ilhas de calor

Vegetação

Na camada de vegetação, você pode achar valores que mostrem quanto um lugar é vegetado e sua relação com as pessoas que vivem ali! Você pode encontrar os dados de:

- PCV - Percentual de Cobertura Vegetal, que mostra quantas plantas vamos ter em uma área;
- ICV - Índice de Cobertura Vegetal, que mostra quantas plantas vamos ter em uma área de acordo com quantas pessoas tem ali;
- NDVI - Índice de Estado de Vegetação, que mostra quantas plantas estão vivas em uma área;
- e IDSA - Índice de Desigualdade SocioAmbiental, que mostra se a distribuição das plantas no lugar é para todas as pessoas de forma igual ou se é maior para pessoas que tem salários maiores.

19. Quais bairros apresentam maior índice de vegetação? *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

20. São Carlos possui um alto índice de cobertura vegetal? Caso sim, cite 3 bairros * com alta cobertura.

21. Compare a cobertura vegetal de São Carlos nos anos de 2016 a 2021. Houve alguma mudança? Se houve mudança, na sua opinião, o que contribuiu para isso?

22. Faça um comparativo dos anos de 2016 e 2017 do índice sobre a desigualdade * socioambiental.

23. Qual o percentual da população que mora em setores com PCV abaixo da média municipal?

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

24. Elabore políticas públicas que aumentem o índice de cobertura vegetal na cidade de São Carlos. *

Praças e Parques

Na camada de Praças e Parques, você pode identificar as praças da cidade e ver sua relação com as pessoas que moram perto dela! Você pode encontrar dados de:

- Distância média até as praças (para as pessoas caminharem até elas);
- Localização das praças dentro do município;
- Renda - para analisar quais pessoas com relação ao salário delas tem acesso às praças.

25. Quais bairros apresentam menor e maior área de praças por habitantes? *

26. Quais bairros as pessoas têm que andar mais para chegar até uma praça/parque? *

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

27. Quais regiões da cidade tem as maiores quantidades de pessoas atendidas por *
praças e parques?

28. Qual a porcentagem de negros ou indígenas em relação ao total da população *
dentro e fora da vizinhança das praças?

29. Qual a porcentagem de crianças em relação ao total da população dentro e *
fora da vizinhança das praças?

30. Qual a porcentagem de mulheres chefes de família em relação ao total da *
população dentro e fora da vizinhança das praças?

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

31. Qual a porcentagem de idosos em relação ao total da população dentro e fora *
da vizinhança das praças?

32. Faça uma análise do racismo ambiental apresentado na cidade de São Carlos.*

33. A renda da população que vive na vizinhança das praças é maior ou menor do *
que quem vive fora? Por que há essa diferença?

34. Crie políticas públicas que incentivem a criação de parques e praças de *
maneira equitativa para todas as comunidades. Esses espaços devem ser
planejados e projetados para atender todas as pessoas sem distinção de idade,
classe social, etnia, renda ou gênero.

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola

35. Explique a relação existente entre as 3 camadas: Vegetação, Parques e Praças e * Temperatura.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

19/10/2025, 13:41

Atividade - UrbVerde na Escola