

26 de Fevereiro de 2025
Reunião CMMCE - SECLIMA

Cientistas Cidadãos: Monitorando Clima e Qualidade do Ar em Parques de São Paulo



Prof. Thiago Nogueira
Departamento de Saúde Ambiental
Faculdade de Saúde Pública
Universidade de São Paulo

A FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA APOIA OS
OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

thiagonogueira@usp.br



POLUIÇÃO DO AR – O ASSASSINO SILENCIOSO

Todo ano, cerca de **7 milhões de mortes** ocorrem devido exposição do ar externo e interno

Poluição do ar é o maior risco ambiental para a saúde. Reduzindo os níveis de poluição do ar, países podem reduzir



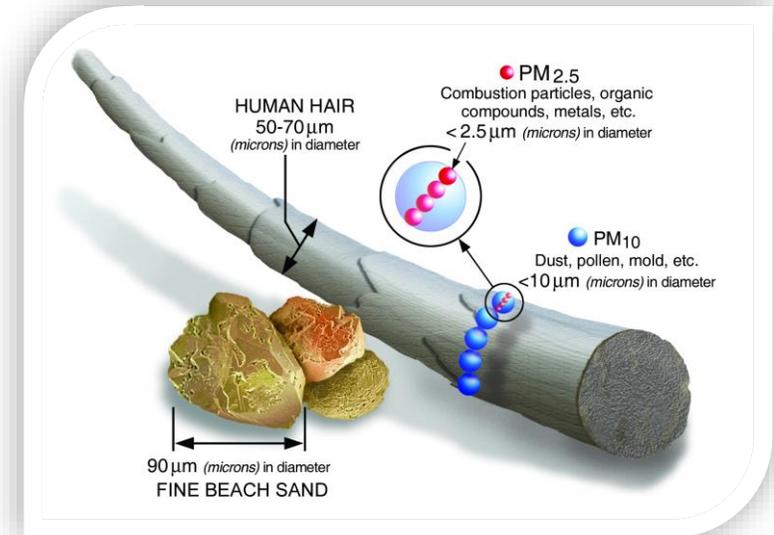
Acidente vascular cerebral



Doenças do coração



Câncer de pulmão e doenças respiratórias crônicas e agudas, incluindo asma



<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>

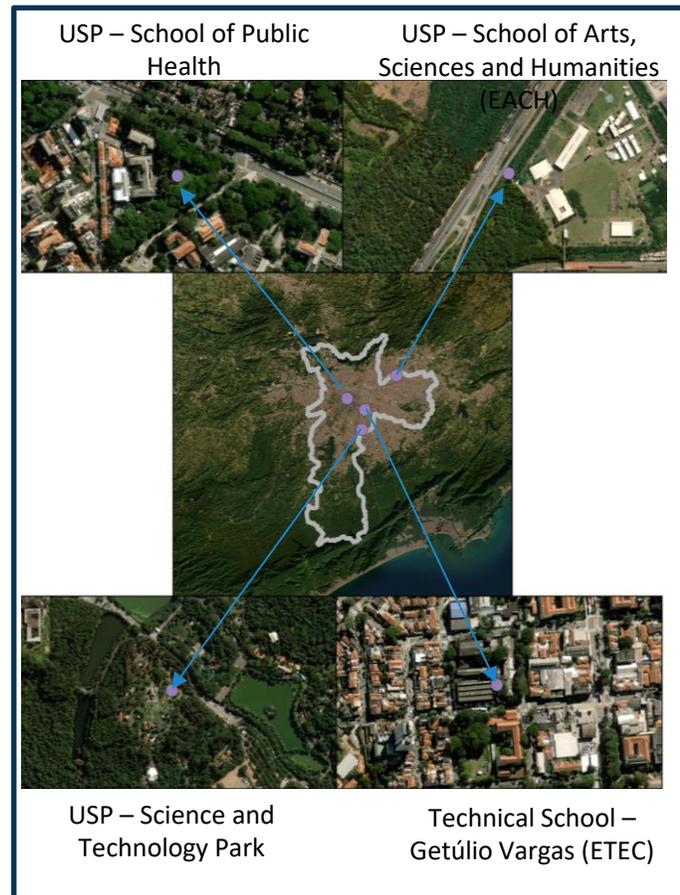
- Principais poluentes Material Particulado (MP) e Ozônio (O_3)
 - Impacto na saúde, materiais e vegetação
- Impacto no clima
- O_3 é um GEE
- MP: possui componentes que absorvem radiação (ex. Carbono Negro)

GreenCities-Infraestrutura verde das cidades para resfriamento urbano



- ▶ Pergunta científica do projeto “Os benefícios de resfriamento fornecidos pelos parques urbanos são reduzidos pela alta umidade nos trópicos úmidos, e isso varia com a hora do dia e a estação?”

Processo Fapesp: 22/02365-5



<https://map.purpleair.com/air-quality-standards-brazilian-pm25/countries?opt=%2F1%2F1p%2Fa60%2Fp604800%2Fc5#9.67/-23.5323/-46.5754>

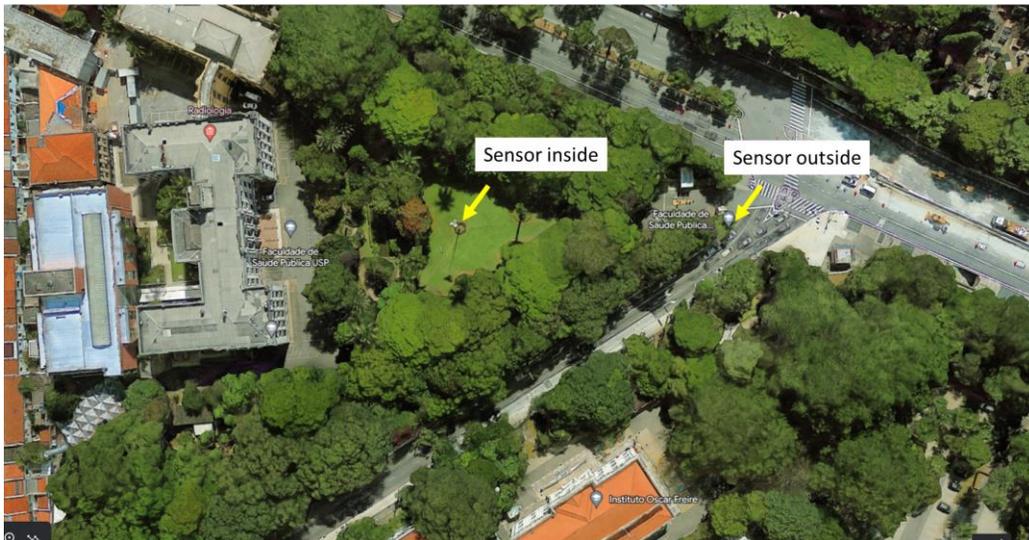


Article

Exploring Climate and Air Pollution Mitigating Benefits of Urban Parks in Sao Paulo Through a Pollution Sensor Network

Patrick Connerton ^{1,*}, Thiago Nogueira ², Prashant Kumar ^{3,4}, Maria de Fatima Andrade ⁵ and Helena Ribeiro ²

<https://www.mdpi.com/1660-4601/22/2/306#>



Benefícios ecossistêmicos do Jardim da FSP-USP

- Reduz em até 26% a concentração do MP;
- Reduz até 10% da temperatura.

Avaliação da qualidade do ar por meio da ciência cidadã

EDITAL DE APOIO A PROJETOS DE PESQUISA COM INICIATIVAS DE CIÊNCIA CIDADÃ – EDIÇÃO 2022

Projeto financiado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação da USP

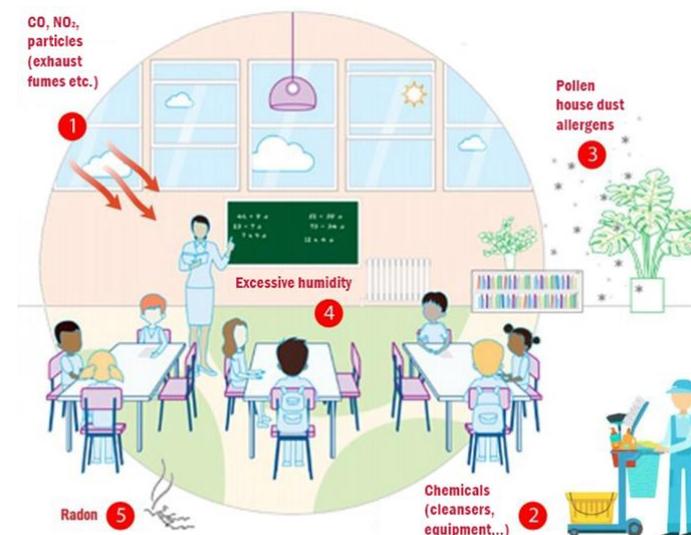


Ampliar a rede de sensores de baixo custo,

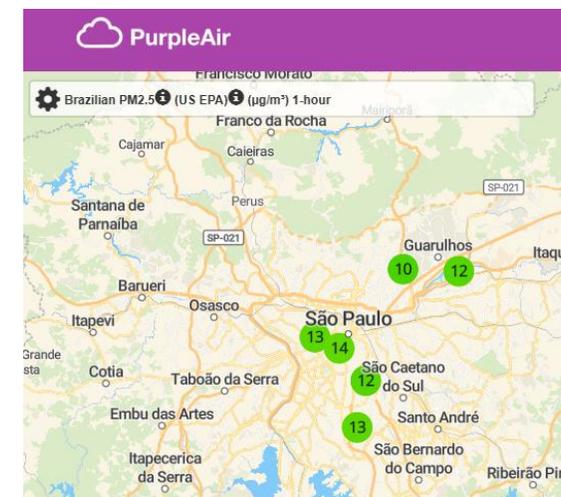
Envolver a comunidade no monitoramento da qualidade do ar

Promover engajamento e sensibilização sobre o tema

Ambiente escolar: espaço onde jovens permanecem longos períodos do ano



Fonte: ANDIVI, 2020.



“Coparticipação de estudantes no monitoramento da qualidade do ar em uma escola pública e em um parque na cidade de São Paulo”

Dissertação de mestrado: **Thiago Luiz Salvadeo Santos. FSP-USP**

Objetivos

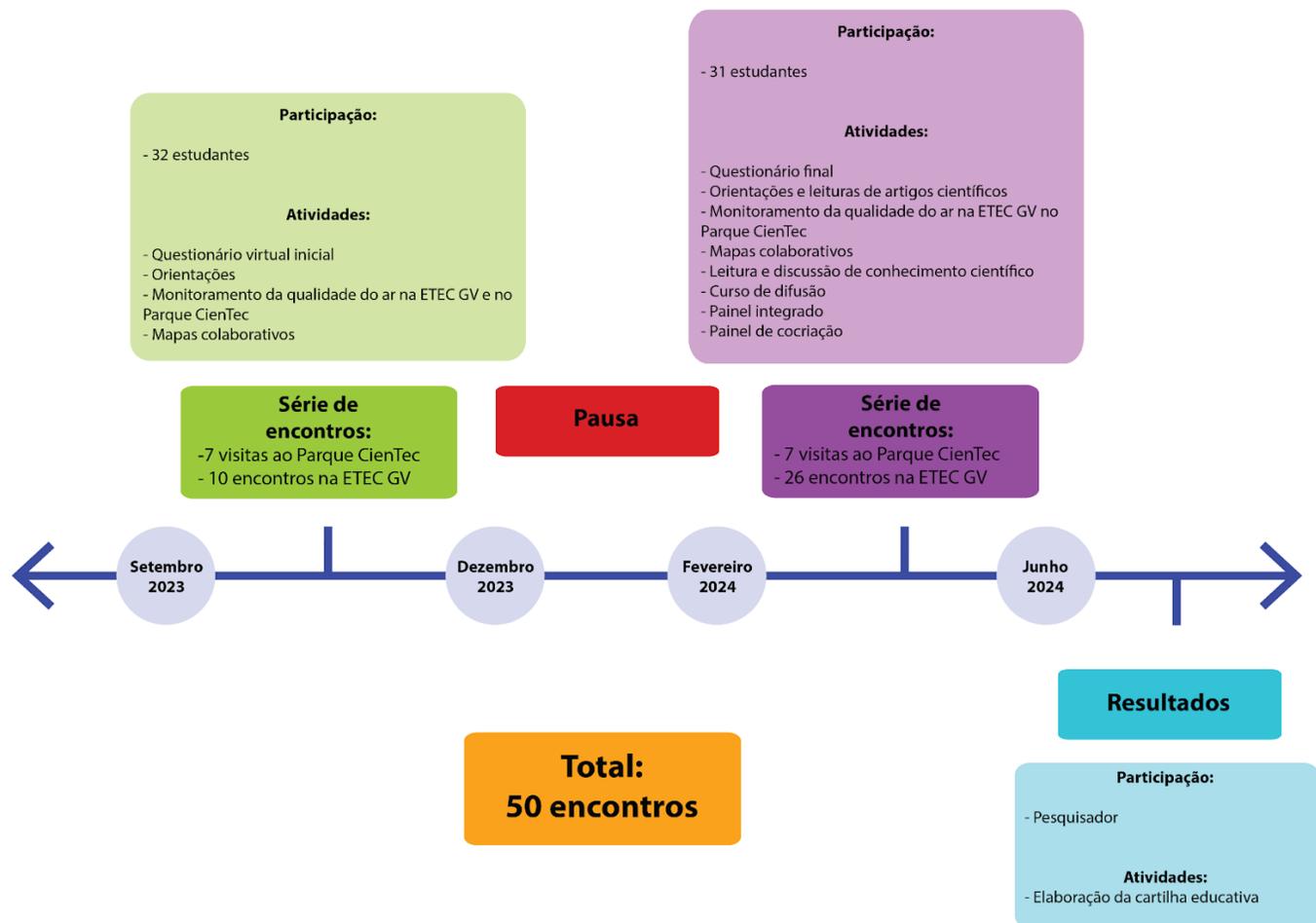
▷ Desenvolver uma abordagem coparticipativa com estudantes do Ensino Médio em pesquisa colaborativa no Parque CienTec e na ETEC Getúlio Vargas,

- Coletar dados sobre as concentrações de MP, temperatura e umidade relativa do ar nos locais de estudo;
- Promover o engajamento dos estudantes por meio de dinâmicas colaborativas: *uso dos sensores de baixo custo, questionários, mapeamento participativo, painel integrado e painel de cocriação*;
- Elaborar uma cartilha educativa socioambiental como instrumento multiplicador de ciência cidadã.



Fonte: OUTDOOR PORTOFINO, 2023.

Etapas dos encontros com os estudantes



Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos
Orientado: Prof. Dr. Thiago Nogueira

Dissertação de mestrado: **“Coparticipação de estudantes no monitoramento da qualidade do ar em uma escola pública e em um parque na cidade de São Paulo”**

Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública, da Universidade de São Paulo

Estudantes realizaram medidas de MP10 e MP2,5, temperatura e umidade dentro da escola e no entorno



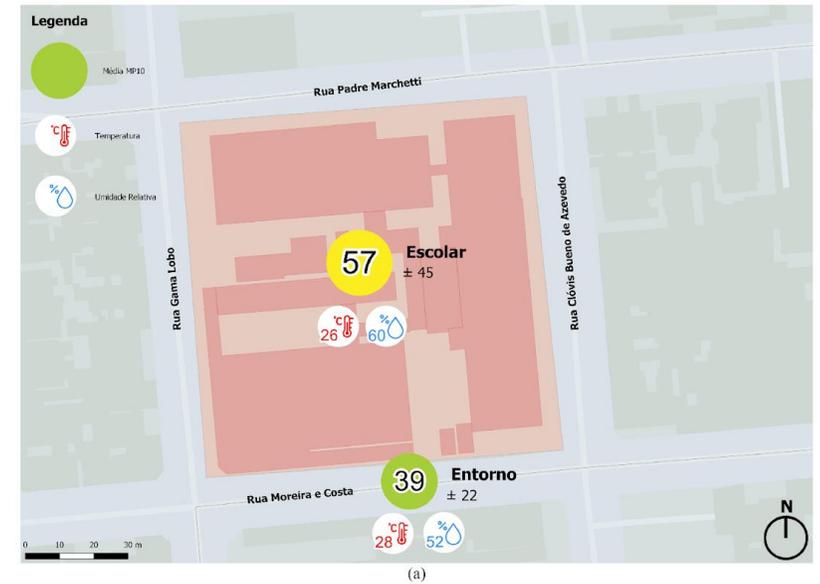
(a)



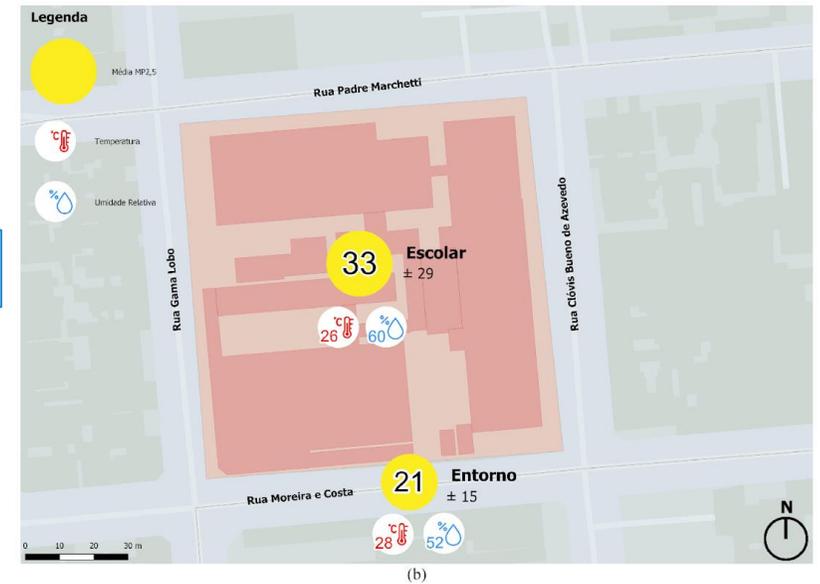
(b)



MP10



MP2,5



Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos

Concentração de poluentes atmosféricos nos ambientes internos da escola.

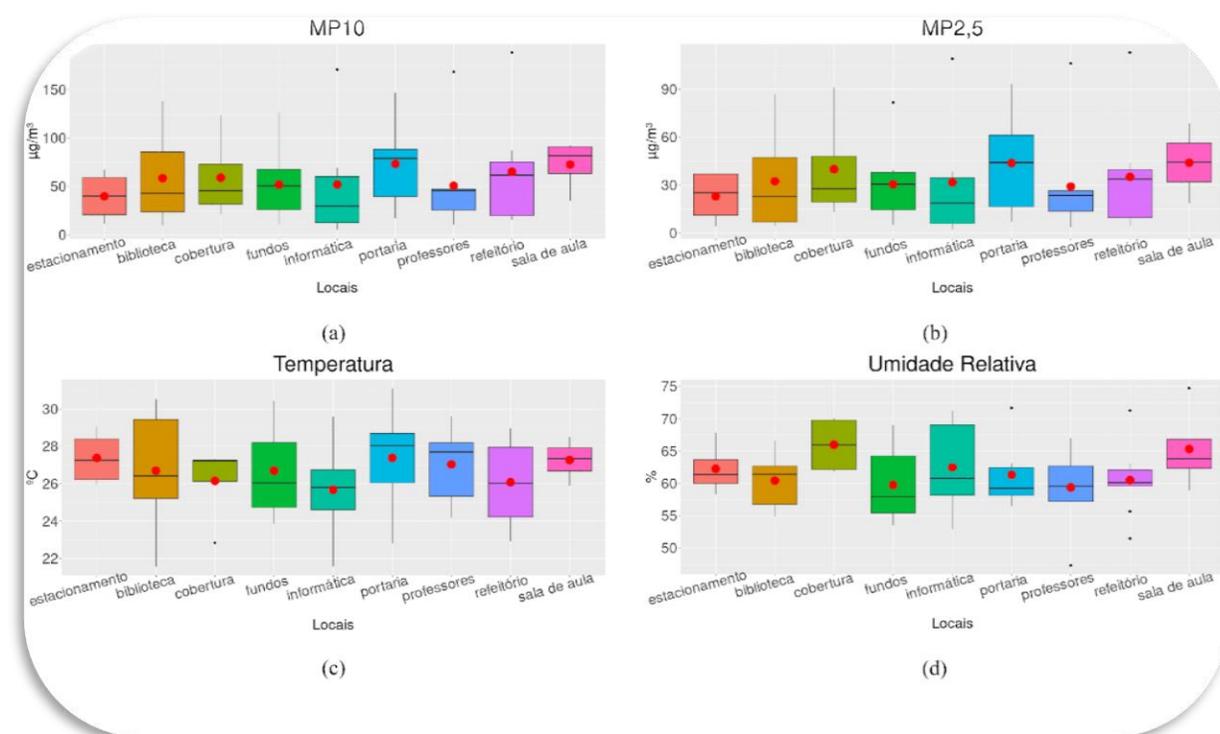
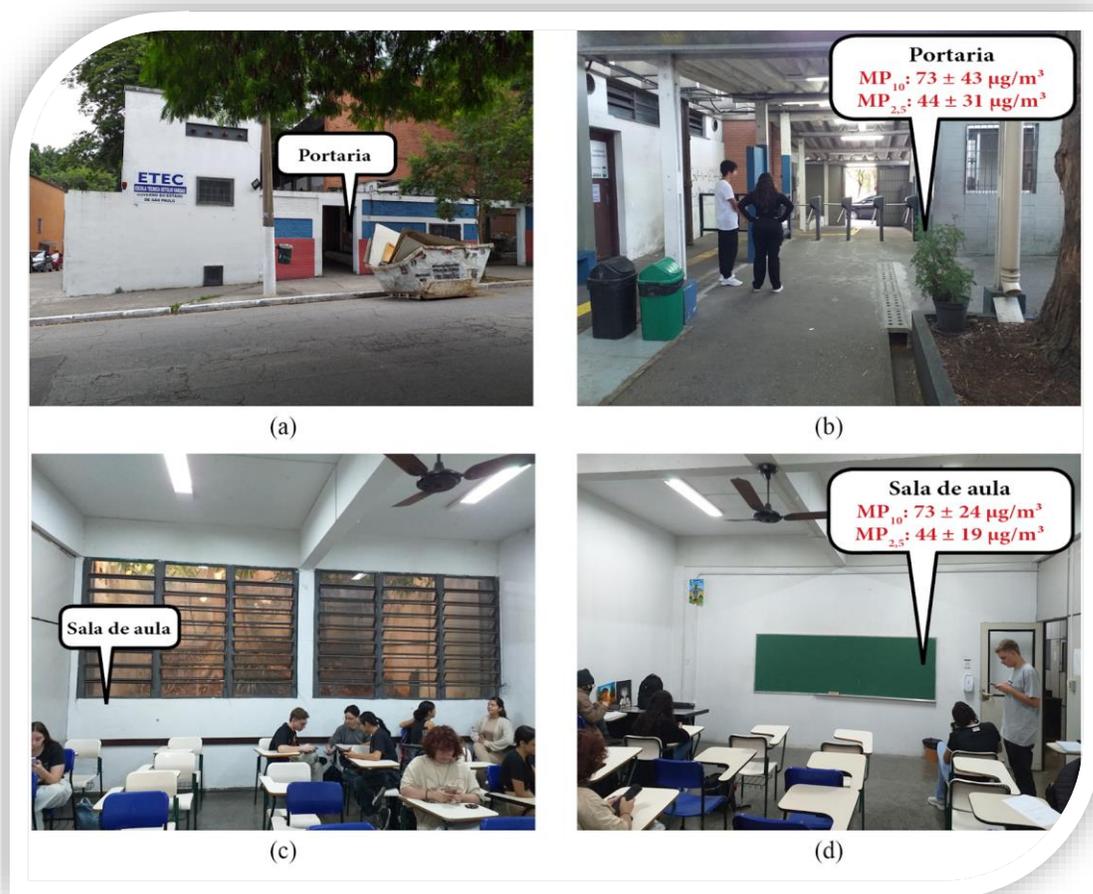


Diagrama de caixa apresentando a distribuição dos valores de MP10, MP2,5, temperatura e umidade

Concentração de poluentes atmosféricos nos ambientes do entorno da escola.

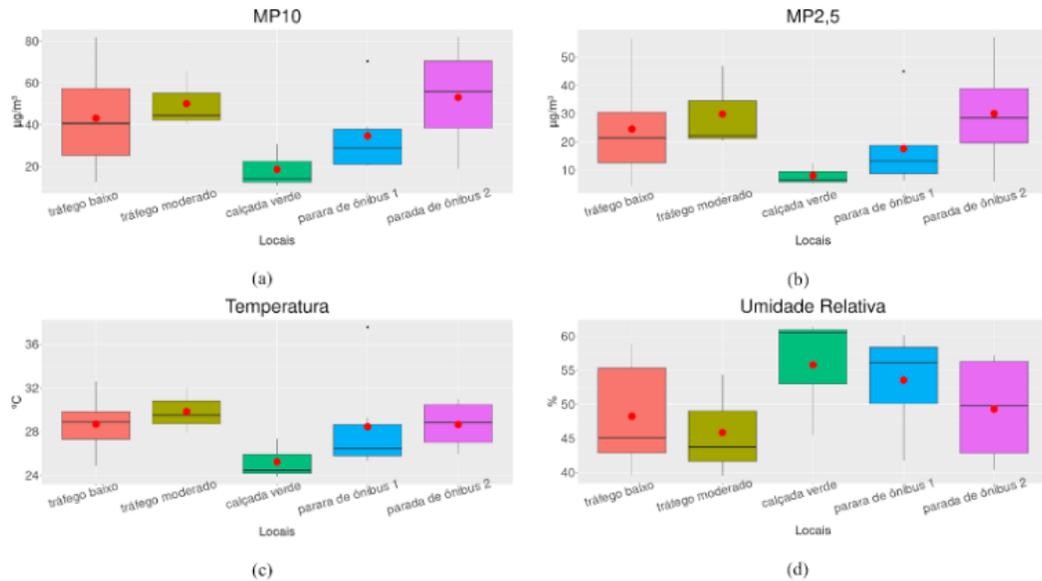


Diagrama de caixa apresentando a distribuição dos valores de MP10, MP2,5, temperatura e umidade

Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos



Monitoramento co-participativo no Parque Cientec

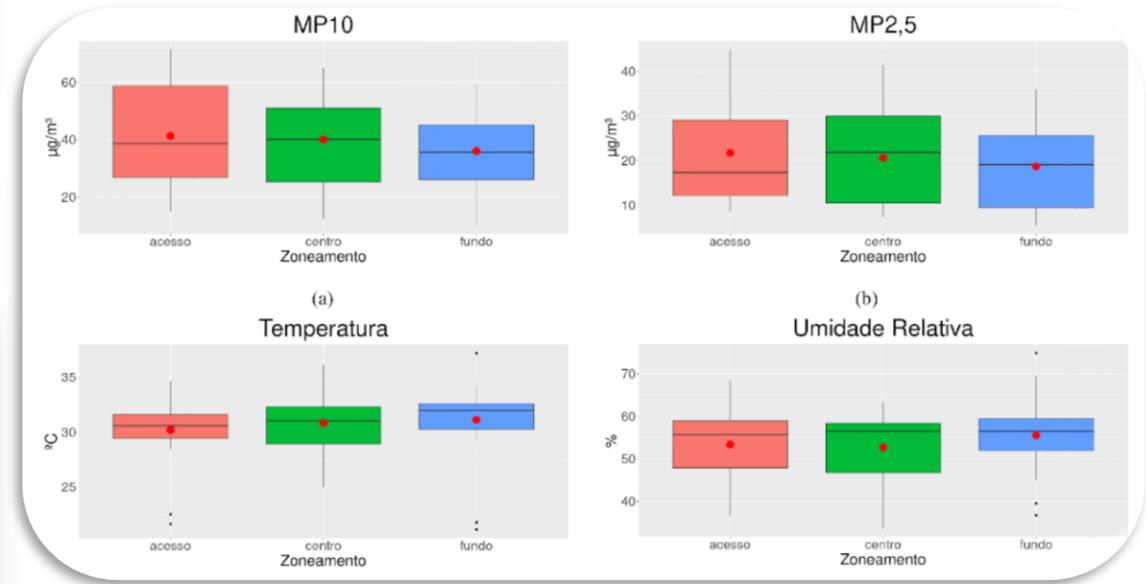
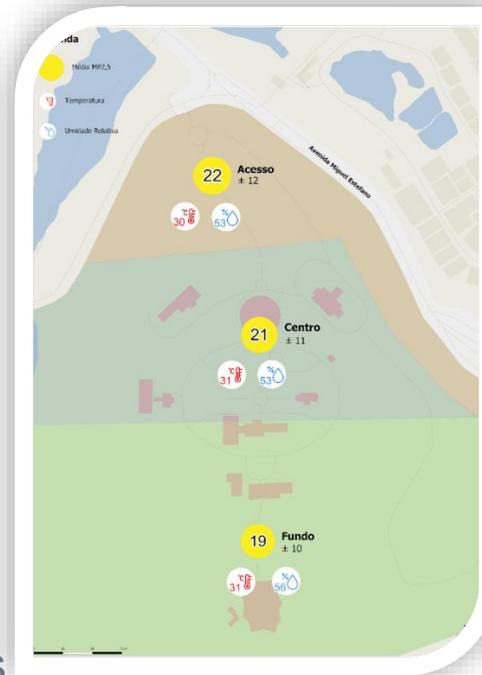
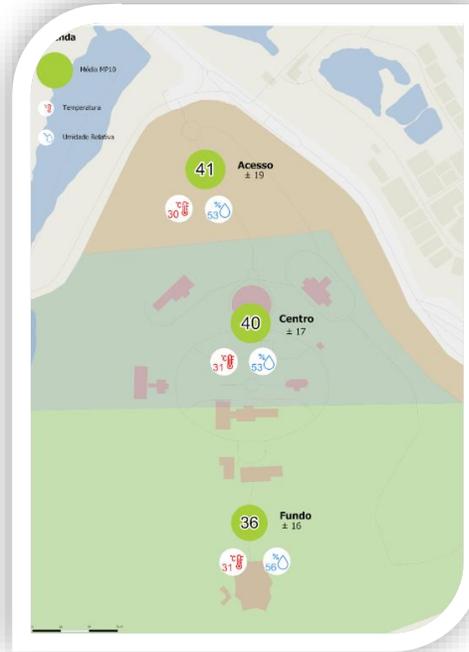


Diagrama de caixa apresentando a distribuição dos valores de MP10, MP2,5, temperatura e umidade

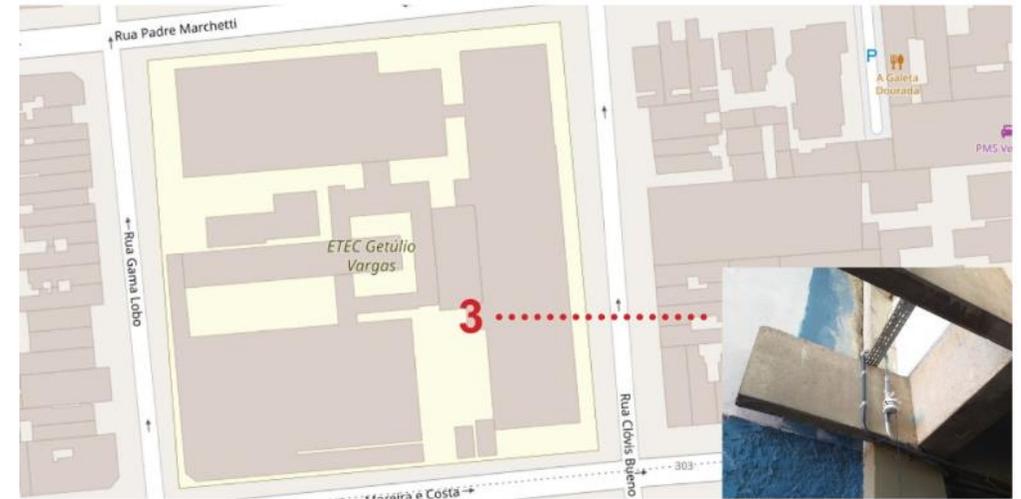
Comparação da qualidade do ar na ETEC GV e no Parque Cientec



Legenda:
Parque Cientec
Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
ETEC Getúlio Vargas
Subprefeituras

Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos

Figura 09 – Localização do sensor instalado na escola



Fonte: OPEN STREET MAP. Adaptado pelo autor, 2024.

Figura 08 – Localização dos sensores instalados no parque



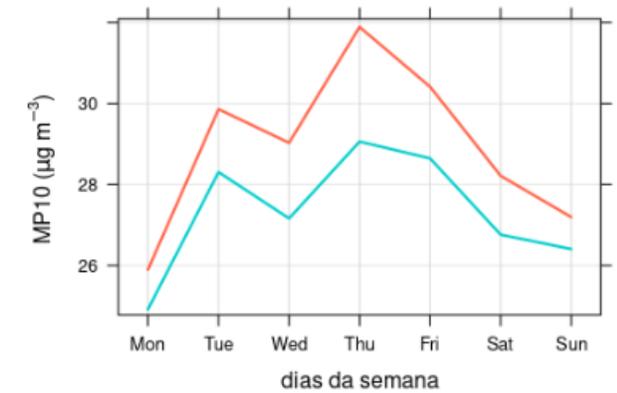
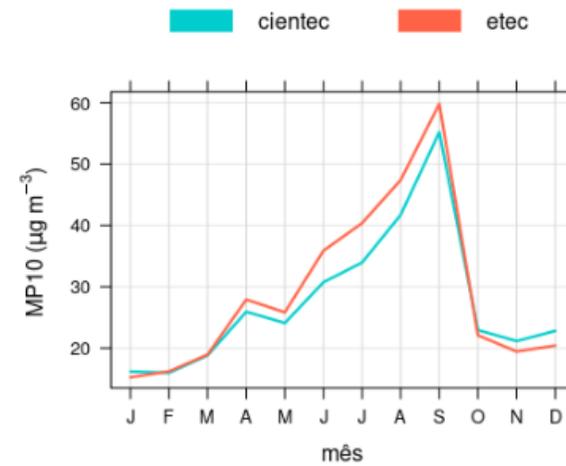
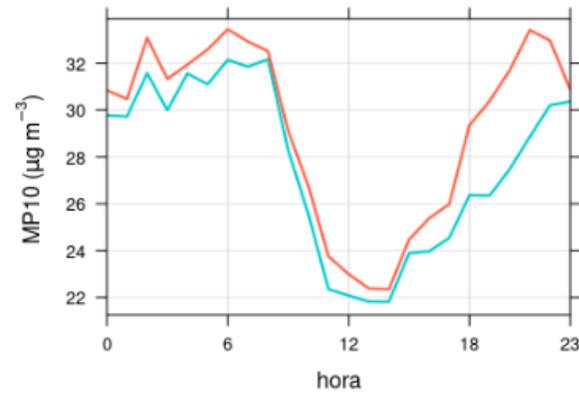
Fonte: OPEN STREET MAP. Adaptado pelo autor, 2024.

Comparação da qualidade do ar na ETEC GV e no Parque Cientec

MP10



- Legenda:
- Parque Cientec
 - Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
 - ETEC Getúlio Vargas
 - Subprefeituras



Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos

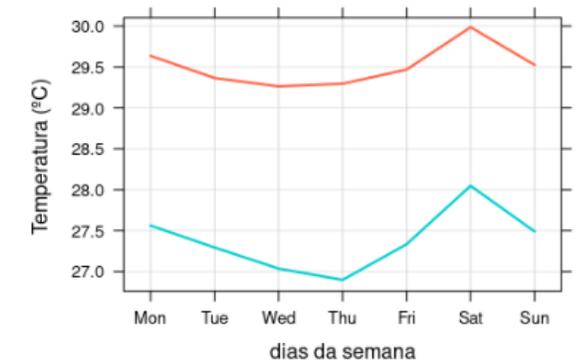
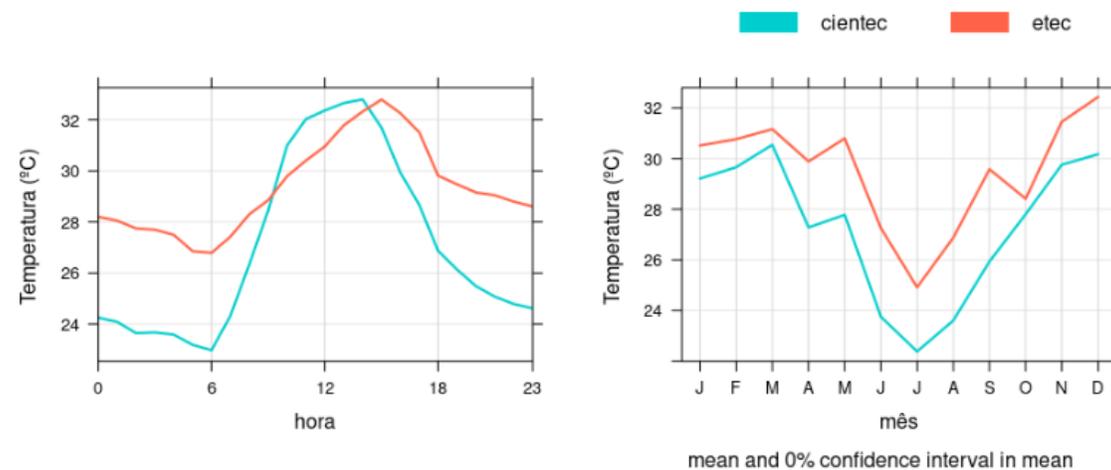
Comparação da qualidade do ar na ETEC GV e no Parque Cientec



Temperatura



- Legenda:
- Parque Cientec
 - Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
 - ETEC Getúlio Vargas
 - Subprefeituras



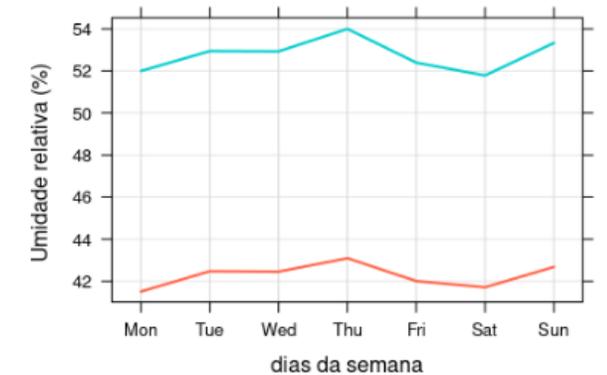
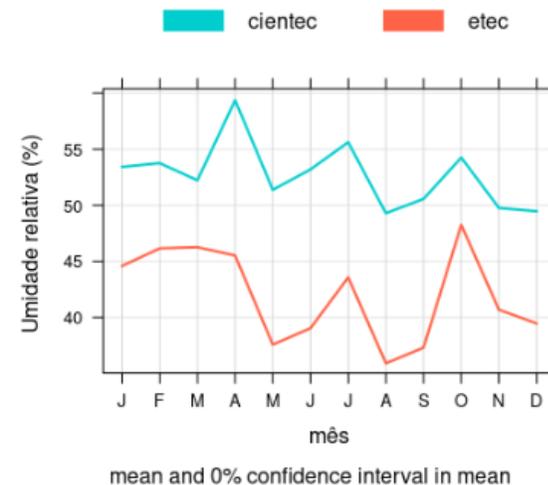
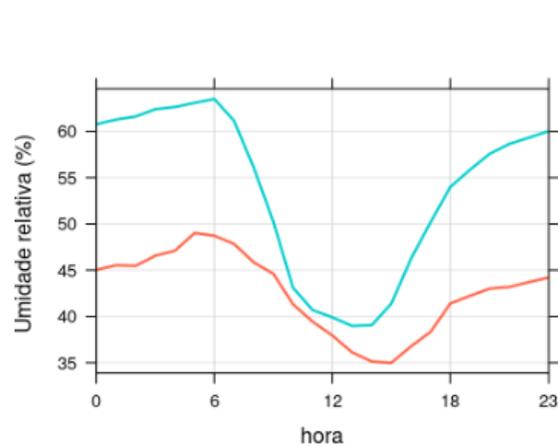
Crédito: Thiago Luiz Salvadeo Santos

Comparação da qualidade do ar na ETEC GV e no Parque Cientec

Umidade Relativa



- Legenda:
- Parque Cientec
 - Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
 - ETEC Getúlio Vargas
 - Subprefeituras



Composição de mapas participativos



Particulados Inaláveis Finos (MP_{2,5}) – ETEC Getúlio Vargas

Média 15 min.

Zoneamento	Média 15 min.					
	Boa 0 - 12 µg/m ³	Moderada 12,1 - 35,4 µg/m ³	Prejudicial à saúde para grupos sensíveis 35,5 - 55,4 µg/m ³	Prejudicial à saúde humana 55,5 - 150,4 µg/m ³	Muito prejudicial à saúde humana 150,5 - 250,4 µg/m ³	Perigosa à saúde humana 250,5 - 500,4 µg/m ³
Escolar	25%	34%	23%	18%	-	-
Entorno	31%	53%	10%	6%	-	-



Encontros para discussão sobre estudos científicos



Estudos científicos	Temas
KIM, Ki-Hyun; KABIR, E.; KABIR, S. (2015)	Material particulado e os riscos à saúde humana
ABBAS, R. A.; KUMAR, P.; EL-GENDY, A. (2021)	Relação entre os modais de transporte e a poluição atmosférica
CHANG, D. Y. et. al. (2024)	A qualidade do ar e os efeitos das mudanças climáticas
WRÓBLEWSKA, K.; JEONG, B.R (2021)	Infraestrutura verde e azul e os efeitos das plantas para o abatimento de particulados atmosféricos
ABHIJITH, K.V. et al. (2017)	Uso da infraestrutura verde em situações de cânions urbanos e ruas abertas para mitigação de poluentes
VARADEN, D.; LEIDLAND, E.; LIM, S.; BARRATT, B. (2021)	A ciência cidadã e o monitoramento da qualidade do ar em escolas

Painel integrado



(a)



Respostas do painel integrado					
Questões	G1	G2	G3	G4	G5
Quais as contribuições das áreas verdes para redução do MP2,5 e MP10?	“Servem como filtro de material particulado, retendo a maior parte de MP e renovando o ar poluído dos veículos”	“Bloqueio da disseminação de MP2,5 e MP10”	“As áreas verdes fazem a limpeza do ar e da concentração de de material particulado, assim retirando-nos das ruas e das avenidas”	“As árvores de áreas verdes ajudam na diminuição do material particulado fazendo a filtração do ar em rodovias, avenidas, centros urbanos, etc. Ajudam também na prevenção de doenças respiratórias e crônicas, como asma e bronquite”	“Servem como um tipo de barreira vegetal, concentrando o MP nas folhas das plantas para que ele não chegue nas pessoas”

Painel integrado



(b)



Respostas do painel integrado					
Questões	G1	G2	G3	G4	G5
Quais estratégias podem ser adotadas para reduzir a exposição das pessoas ao MP nos espaços urbanos?	“Aumento de áreas verdes e áreas abertas, melhoria do transporte público”	“Incentivar o uso de transportes coletivos que emitem menos MP”	“A redução na utilização de carros e projetos de incentivo ao uso de bicicletas que não emitem gases tóxicos e utilização de transporte público”	“Criação de políticas públicas em empresas, indústrias - ações de mitigação, melhorar a estrutura de circulação de pessoas e veículos, optar por utilizar ônibus elétricos e metrô”	“Aumento das áreas verdes, criar mais ciclovias e substituir automóveis movidos a combustão por meios de transporte elétrico, como os trens”

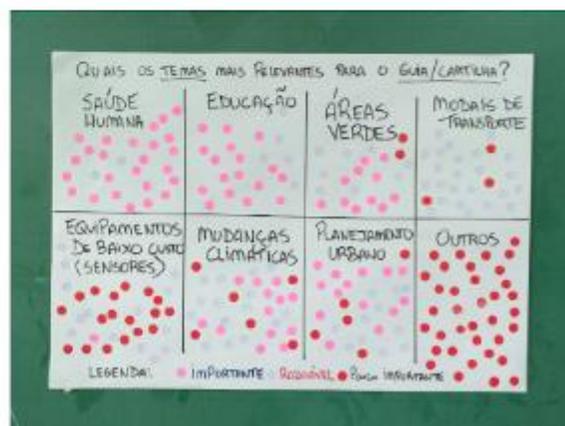
Painel de cocriação: Escolha dos temas para cartilha educativa e colagem das etiquetas no painel



(a)

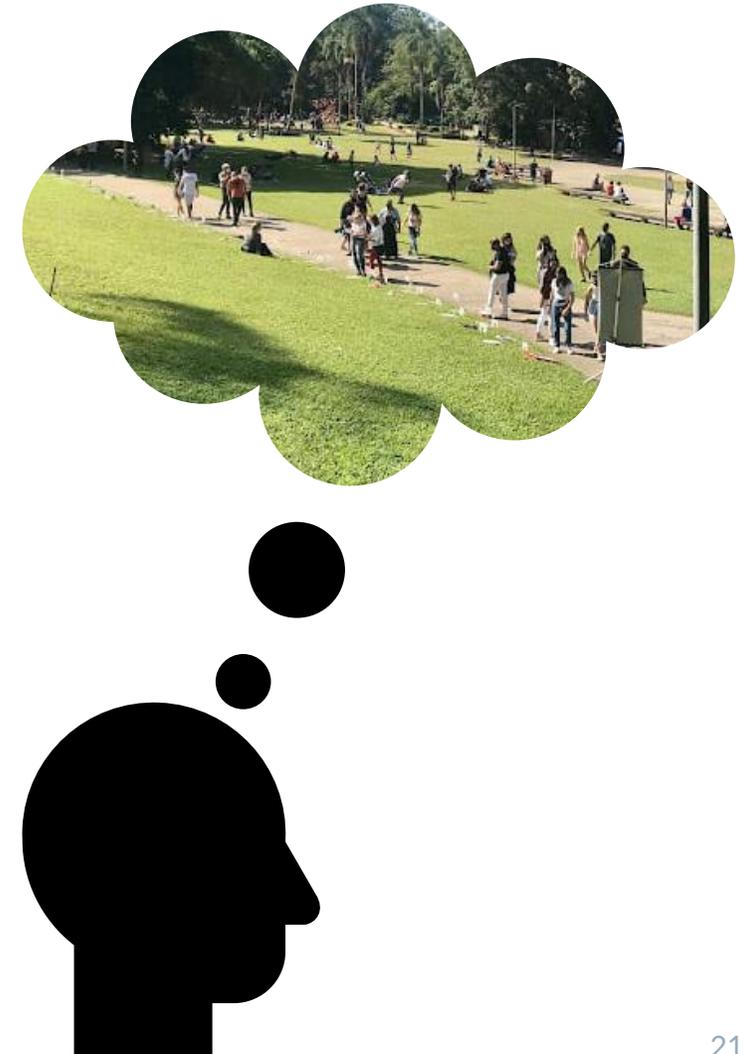


(b)



Considerações finais

- ▷ Os métodos empregados de pesquisa-ação auxiliaram na aprendizagem do grupo de estudantes e no engajamento das dinâmicas.
- ▷ Abre a perspectiva para novas pesquisas desenvolverem a abordagem da participação cidadã com grupos e fortalecerem o engajamento e o empoderamento comunitário para gestão compartilhada da qualidade do ar.





Agradecimentos

thiagonogueira@usp.br

- ▷ SECLIMA
- ▷ Grupo de Pesquisa - Laboratório de Análises da Exposição Humana a Contaminantes Ambientais (LEHCA) da FSP/USP.
- ▷ Estudantes, professores da ETEC – GV
- ▷ Equipe do parque Cientec
- ▷ Fapesp e PRPI-USP pelo apoio financeiro
- ▷ Todos os pesquisadores envolvidos nas pesquisas