

Imagens de etapas do processo de exploração do calcário

Relatório Técnico para Acompanhamento

Inventário de material particulado em municípios com atividades minerais estabelecidas



Coordenador do projeto:

Prof. Dr. Ricardo Henrique Moreton Godoi
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental

2º Relatório – 11 de janeiro de 2024



RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO

Inventário de material particulado em municípios com atividades minerais estabelecidas

3º QUADRIMESTRE – ANO 1

Neste documento, é apresentada uma síntese das atividades conduzidas pelo projeto “Inventário de material particulado em municípios com atividades minerais estabelecidas” durante o período de janeiro/23 a dezembro/23 para supervisão e acompanhamento pela 4ª Promotoria de Justiça do Foro Regional de Campo Largo da Comarca da Região Metropolitana de Curitiba/PR.



Foto de área de extração de calcário na Região Metropolitana de Curitiba.

EQUIPE

Prof. Ricardo Henrique Moreton Godoi, Dr.

Coordenador do Projeto.

Departamento de Engenharia Ambiental (UFPR)

Jéssica Caroline dos Santos Silva, Dra.

Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Ambiental da UFPR.

Vanessa Abelaira dos Anjos.

Servidora da UFPR.



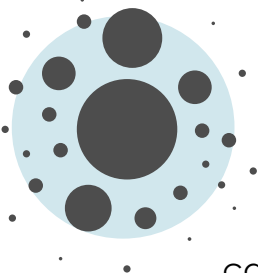
CONTEXTO DO ESTUDO

O avanço industrial e tecnológico vem favorecendo o crescimento exponencial da população mundial, fato que associado ao estilo de vida urbano e consumista fomentam a demanda por recursos naturais limitados e não renováveis.

O consumo intensivo desses recursos é comprovadamente a principal fonte da emissão de substâncias na atmosfera, as quais vêm alterando direta e indiretamente os limites planetários e expondo ecossistemas e população humana a inúmeros riscos, entre os quais estão a vulnerabilidade climática e aumento da morbidade hospitalar por doenças do sistema respiratório e cardiovascular.



Neste contexto, as indústrias extrativas e de transformação mineral, apesar de essenciais às demandas de infraestrutura e produtividade agrícola da sociedade, são responsáveis diretas pela realocação de recursos minerais entre as esferas ambientais, não só alterando a paisagem, mas provocando inúmeros prejuízos ambientais.



A assinatura geoquímica do material particulado (MP) na atmosfera é similar àquela da litosfera, diferenciando-se conforme características de uso e ocupação do solo e alterações provocadas por processos naturais e antrópicos aos quais está sujeito. Sendo assim, a qualidade do ar será modulada por gases e partículas suspensas com perfil físico e químico característico do mineral explorado e das atividades que o processam.

O Brasil deve à sua riqueza mineral a sua posição como uma das maiores potências agrícolas do mundo, e o Estado do Paraná tem papel fundamental na exploração de minerais estratégicos, contribuindo destacadamente à autossuficiência brasileira na produção de calcário (elemento não só essencial para correção do solo agrícola e desenvolvimento de raízes, mas também para a construção civil, tanto no uso direto quanto para produção de produtos nesse setor).

Tipicamente em lavra a céu aberto, a mineração do calcário envolve atividades de extração, manuseio, moagem e transporte de material que promovem emissões pontuais (e.g., queima de combustíveis por veículos ou em fornos) e difusas (ao longo de toda cadeia produtiva) de gases e partículas.

Neste contexto, portanto, este projeto visa investigar a geração e dispersão de poluentes atmosféricos pela mineração de calcário consolidada na Região Metropolitana de Curitiba, e estimar o impacto da qualidade do ar resultante sobre a saúde da população residente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Implementação e consolidação de uma rede de monitoramento online de partículas e gases poluentes em municípios da região metropolitana de Curitiba que tenham atividade de extração mineral consolidada – em especial, de calcário – a fim de estimar a concentração do material particulado e seu impacto na saúde da população residente.



QUADRO GERAL DAS ETAPAS DO PROJETO

01 Aquisição dos materiais e equipamentos

02 Implementação da rede de monitoramento da qualidade do ar

03 Análise de dados e estudo epidemiológico

04 Diagnóstico da Qualidade do Ar para subsidiar políticas públicas



Atividades Concluídas

Etapa 01

▪ Aquisição dos sensores de monitoramento

O monitoramento da qualidade do ar será realizado por uma rede de monitoramento composta por dois (2) monitores de gases e partículas em tempo real (Thermo Scientific GM-5000) em conjunto com 16 monitores de $MP_{2,5}$ de baixo custo (PurpleAir PA-II-SD), que permitem disponibilização online de dados em tempo real e de forma gratuita.

Data da aquisição: fevereiro/2023

Data do recebimento:

março/2023(PurpleAir); maio/2023(GM-5000)



Thermo Scientific™
GM-5000 Air Quality Monitor

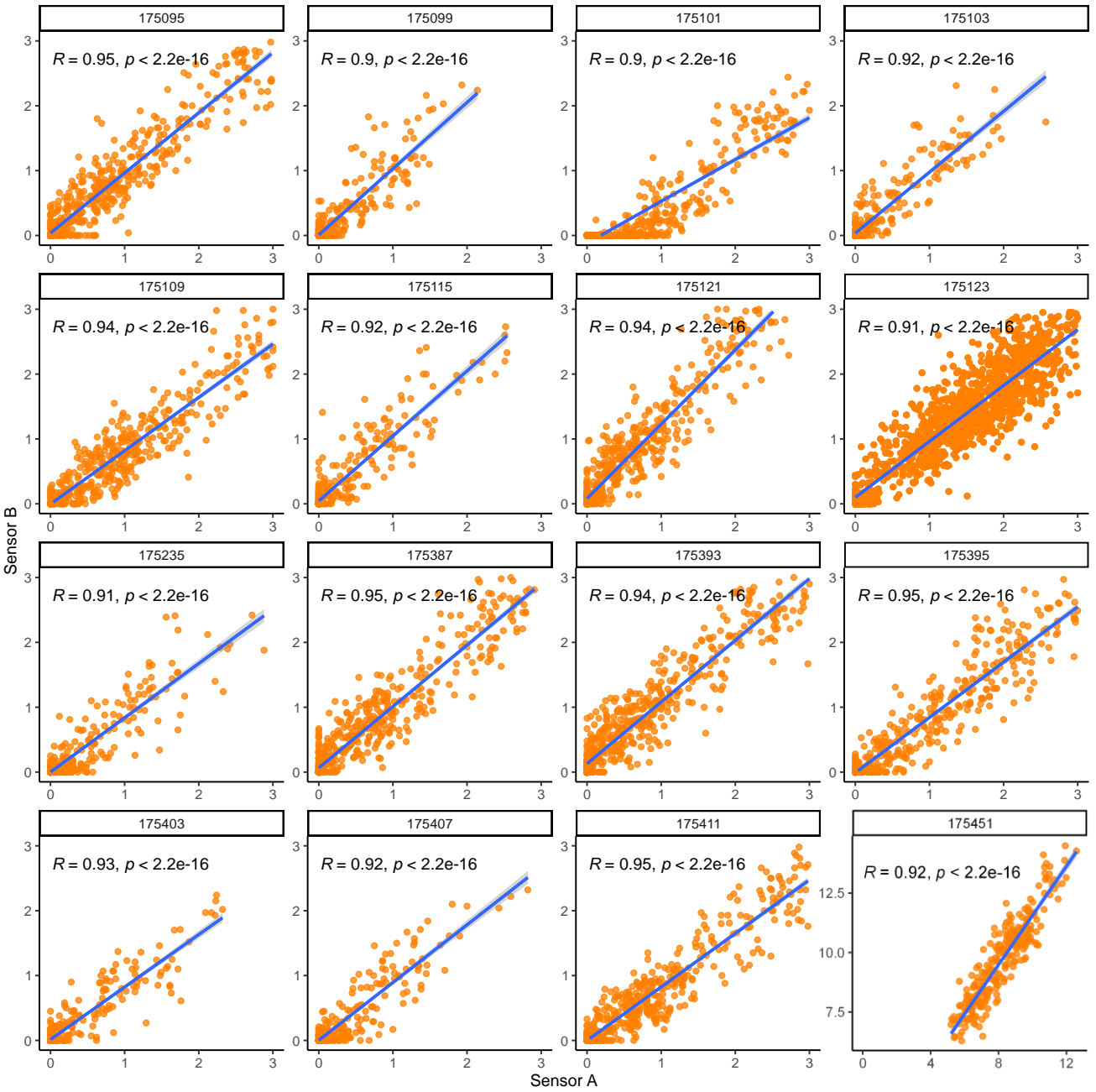


PurpleAir Flex
Air Quality Monitor

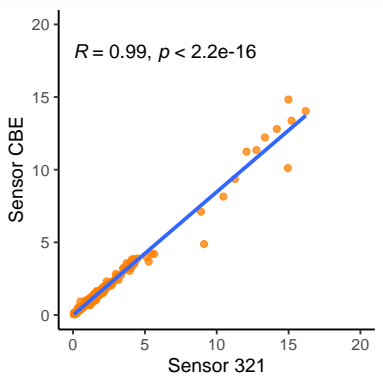
RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO – 3º QUADRIMESTRE – ANO 1

Todos os equipamentos foram testados em laboratório quanto à precisão e acurácia das medidas.

Uma boa compatibilidade ($R > 0,9$) entre os valores de $MP_{2.5}$ registrados pelos sensores internos de cada PurpleAir foi observada:



Assim como entre os equipamentos da Thermo Scientific GM-5000:



MATERIAIS E MÉTODOS

Atividades em andamento

Etapa 02

▪ Implementação da rede de monitoramento da qualidade do ar.

Com o objetivo de investigar a geração e dispersão de poluentes atmosféricos pela mineração de calcário consolidada na Região Metropolitana de Curitiba, e estimar o impacto da qualidade do ar resultante sobre a saúde da população residente será implementada uma rede de monitoramento de partículas e gases ($MP_{2,5}$, MP_{10} , CO , SO_2 , NO_2 e O_3), cujos dados serão disponibilizados online e em tempo real. A distribuição da rede de sensores de monitoramento instalada é apresentada na próxima página.

A instalação, operação e manutenção dos equipamentos têm contado com o apoio das secretarias do meio ambiente e educação, moradores e outras instituições com os quais entramos em contato considerando interesse no estudo, posição geográfica (em relação a fontes de emissão de poluentes, conforme dispostos na figura a seguir), espaço e estrutura adequados à instalação dos sensores nas cidades de Almirante Tamandaré, Campo Largo, Colombo, Itaperuçu e Rio Branco do Sul.

Os sensores registram tanto dados de concentração dos poluentes quanto dados de umidade e temperatura e estão instalados em ambiente externo (outdoor) ou em pares para monitoramento da qualidade do ar interno/externo à prédios residenciais ou de prestadores de serviço a fim de estimar a potencial exposição diária tendo em consideração o tempo médio que o indivíduo permanece exposto em cada um dos ambientes.



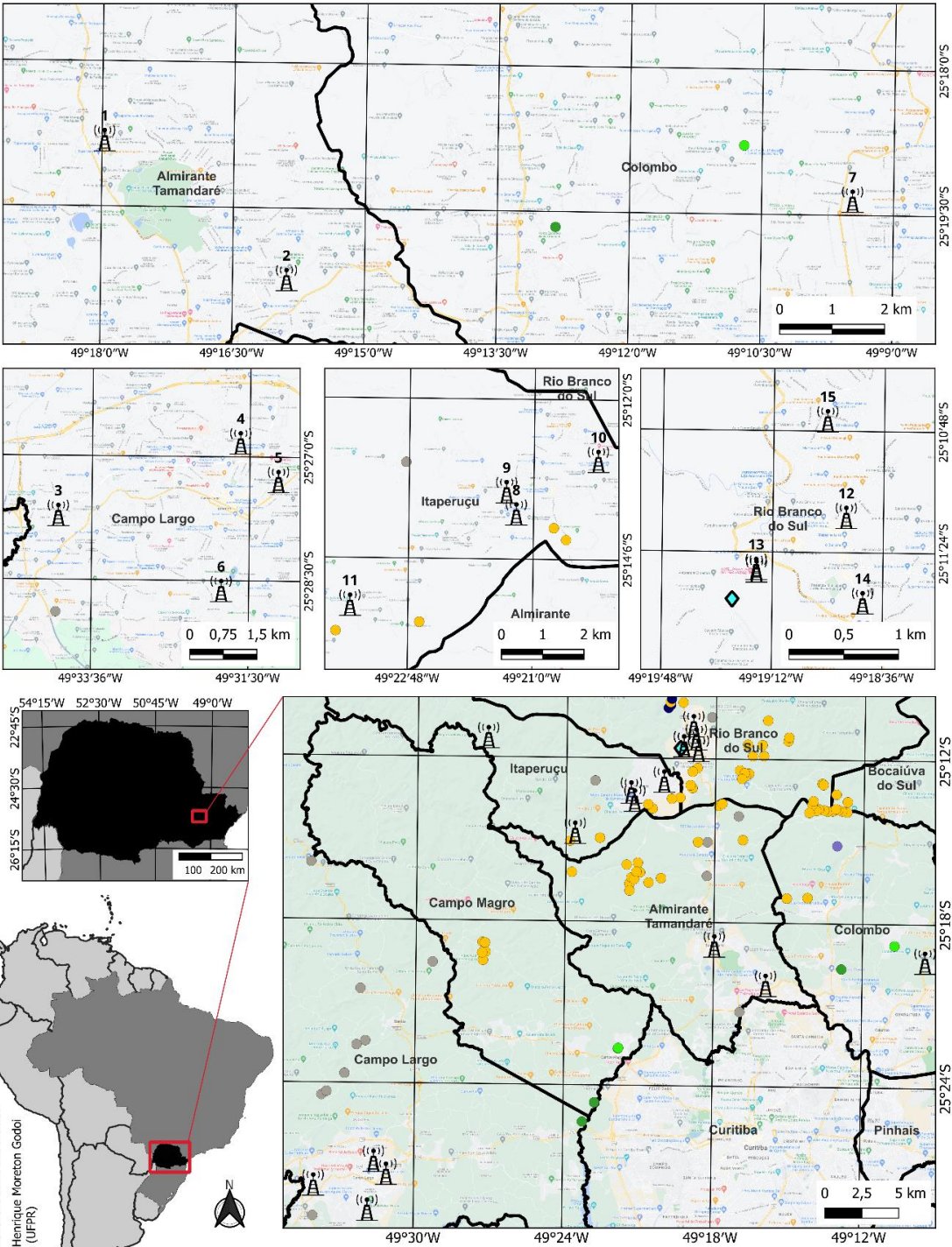
PurpleAir e GM-5000 instalados em um dos locais de monitoramento em Rio Branco do Sul



PurpleAir instalado em um dos locais de monitoramento em Campo Largo

ÁREA DE ESTUDO E REDE DE MONITORAMENTO

Localização das principais minas ativas, classificadas pelas substâncias lavradas, na Região Metropolitana de Curitiba. E distribuição da rede de monitoramento de partículas (I – indoor e O – outdoor usando PurpleAir) e gases (T – Thermo GM-5000)



Fonte:
Banco de dados
disponibilizado no Plano
Diretor de Mineração
(2004) disponibilizado pelo
Instituto Água e Terra
(Disponível em
<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-Diretor-de-Mineracao-para-Regiao-Metropolitana-de-Curitiba-2004>).

LEGENDA

América do Sul
Brasil
Paraná
Limites municipais

Pontos de monitoramento

1. Prefeitura AT (O/T)
2. EM João Cândido (O)
3. EM Hans (O)
4. EM Madalena (O)
5. Sec. Educação (O)
6. Sec. Meio Ambiente (O)
7. Embrapa (O)
8. Prefeitura It (O)
9. EM Cândidos (O)
10. EM João Apolinário (O)
11. EM Pombas (O)
12. Dona Suzana (I/O)
13. Casa Eliete (I/O)
14. Defesa Civil (I/O/T)
15. EE Hilda (O)

Atividades de mineração cadastradas

- Argila vermelha
- Calcário calcítico
- Calcário dolomítico
- Granito
- Migmatito / Gnaiss

Indústria de Transformação

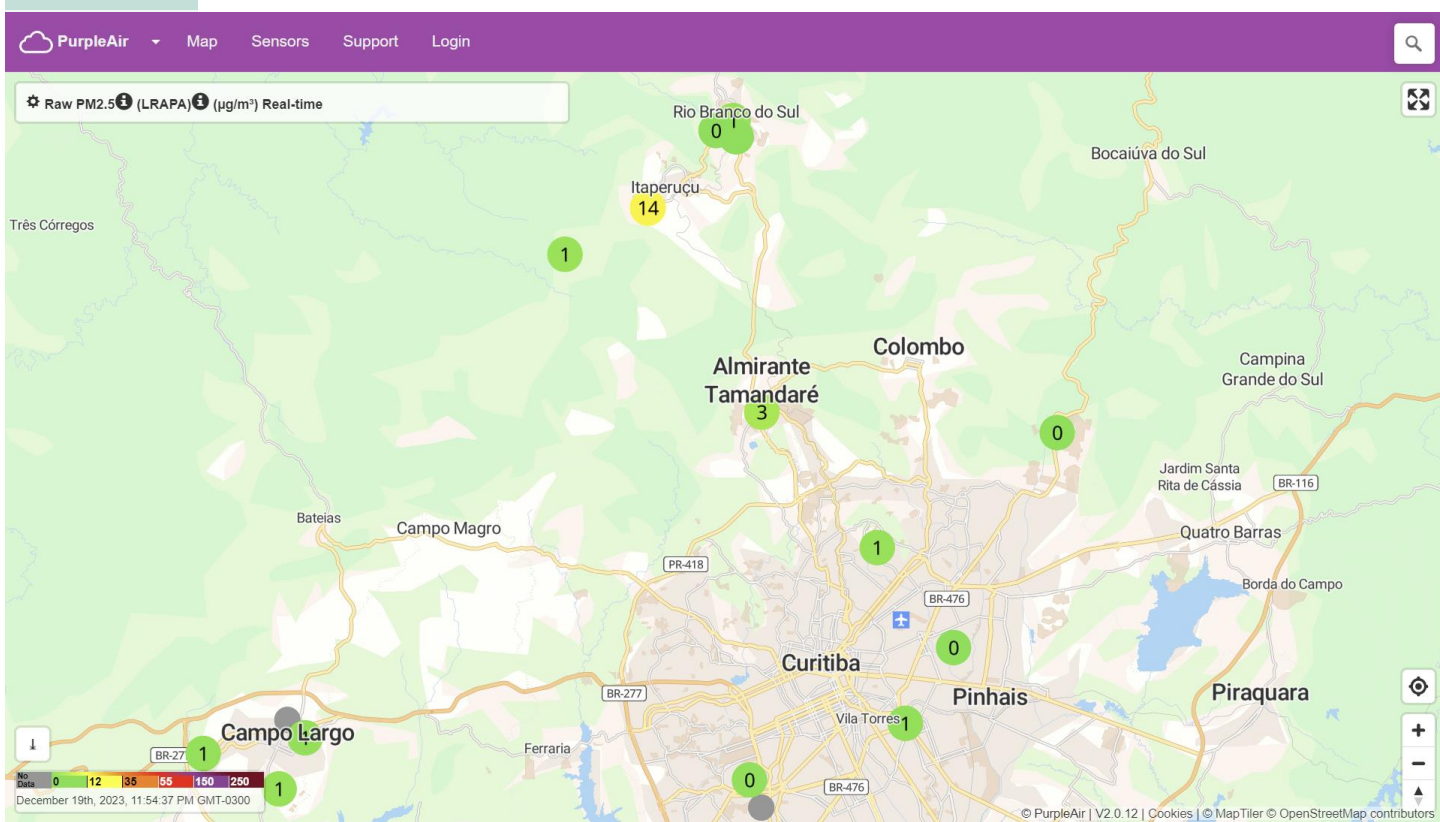
- Fábrica de cimentos

DADOS ABERTOS

Neste projeto, tem-se por objetivo disponibilizar os dados de maneira aberta, online e em tempo real.

Até o momento, dados da rede de sensores PurpleAir já podem ser acessados na página da própria empresa, conforme indicado abaixo.

Disponível em: <<https://map.purpleair.com/>>



Acesso aos dados dos sensores da Thermo serão disponibilizados abertamente em breve.

COMPARTILHAMENTO DO ESTUDO



[SOBRE](#) [REDE](#) [PESQUISA](#) [EQUIPE](#)

Qualidade do Ar na RMC

INVENTÁRIO DE MATERIAL PARTICULADO EM MUNICÍPIOS COM ATIVIDADES MINERAIS ESTABELECIDAS



Este projeto tem como objetivo i) o diagnóstico da qualidade do ar em áreas de exploração mineral consolidada da Região Metropolitana de Curitiba (RMC); ii) o mapeamento das fontes de poluição por $MP_{2,5}$ e identificação do potencial poluidor das atividades de mineração; e iii) estimar os possíveis impactos da exposição a poluentes do ar sobre a qualidade de vida da população residente e ecossistemas.

[LEIA MAIS →](#)



Image by Rochak Shukla on Freepik

Disponível em: <<https://rmcqualidadedoar.netlify.app>>

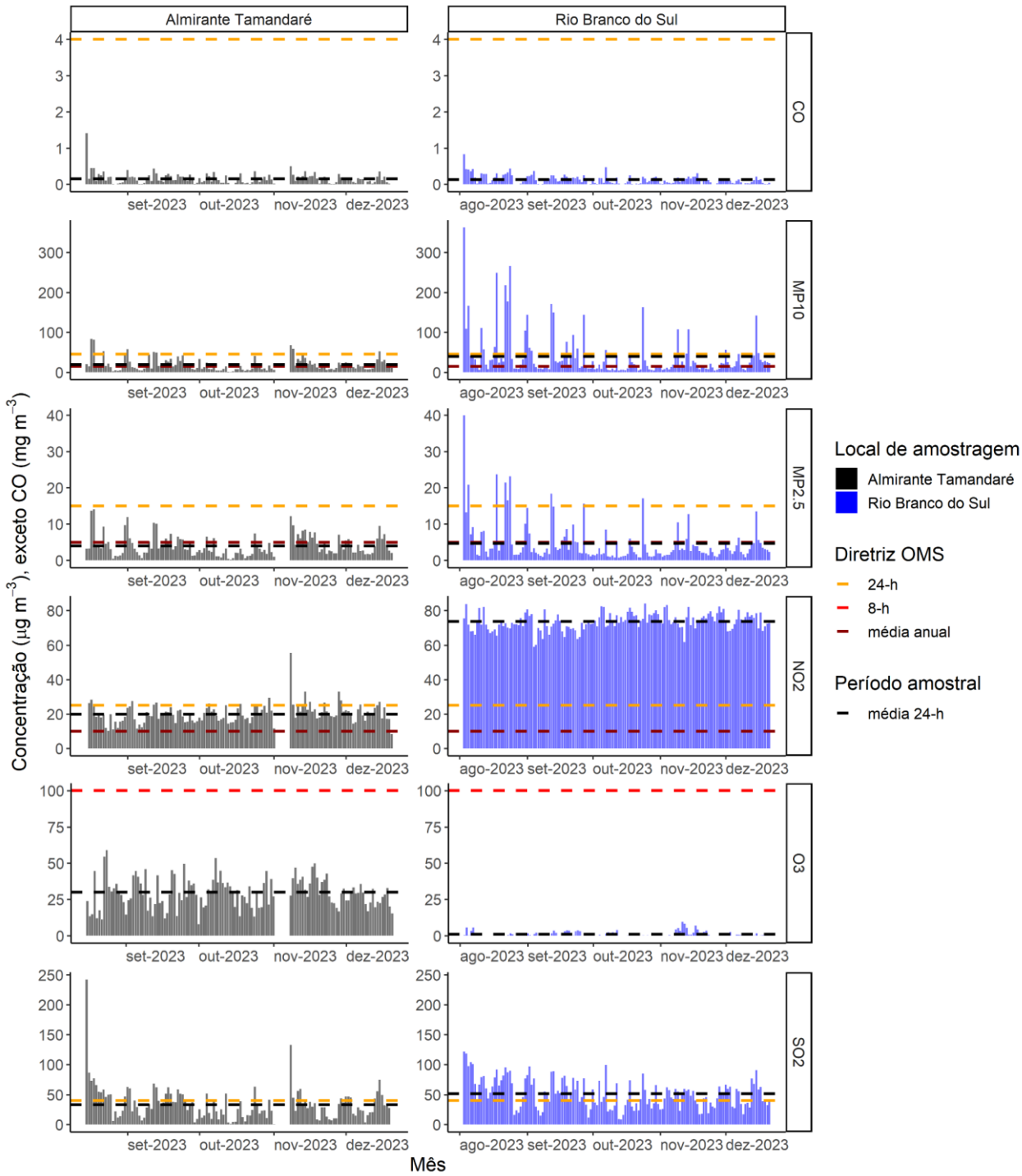
Esta página Web do projeto está sendo desenvolvida para tornar mais acessível os dados de todos os sensores, assim como mais informações do projeto, análise e resultados de estudos conduzidos pela equipe.

A fim de tornar este estudo reproduzível e replicável, orientações metodológicas de uso dos dados monitorados usando os sensores PurpleAir, assim com resultados já obtidos estão sendo disponibilizados nesta página.

Visto que os dados produzidos por sensores PurpleAir requerem verificações e correções mais finas, estes dados estão sendo trabalhados com mais atenção antes de apresentarmos os resultados obtidos.

PANORAMA GERAL

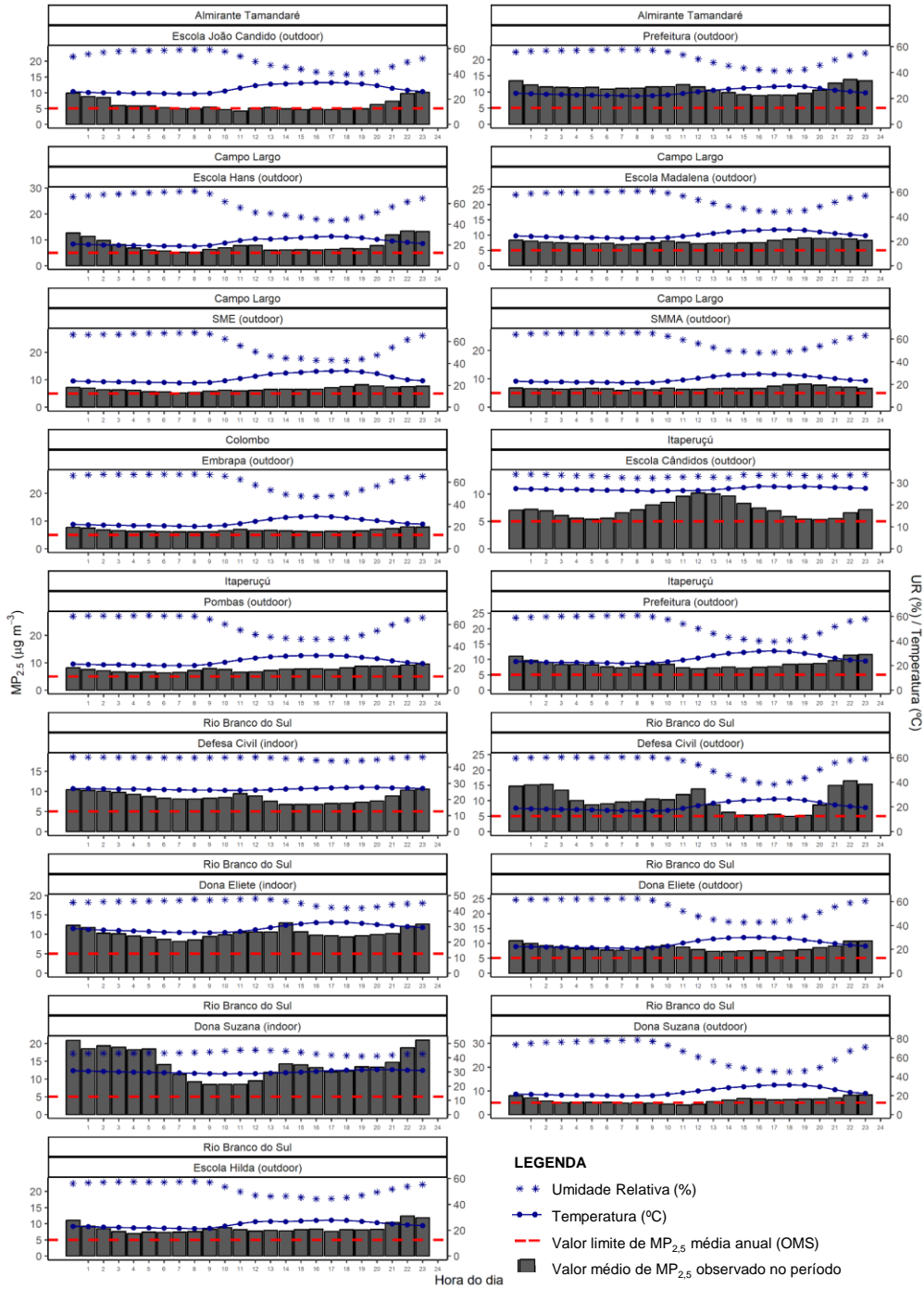
Concentrações de gases (CO , NO_2 , O_3 e SO_2) e partículas (MP_{10} e $\text{MP}_{2.5}$) observadas usando o sensor GM-5000 em Almirante Tamandaré (AMT) e Rio Branco do Sul (RBS) apontam para maiores concentrações de poluentes em RBS. De maneira geral, exceto por monóxido de carbono (CO) e ozônio troposférico (O_3), as médias de 24h e/ou a tendência de média anual observadas têm ultrapassado os limites seguros estabelecidos pelas diretrizes de qualidade do ar da Organização Mundial da Saúde (OMS).



Esta figura apresenta as médias diárias de concentração dos gases e partículas (exceto para CO, cujas concentrações representam a média móvel de 8h tornando tais valores comparáveis com os limites estabelecidos) observados entre os meses de agosto e dezembro de 2023 nos pontos de monitoramento de Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul.

PANORAMA GERAL

Variação média horária da concentração de $MP_{2,5}$ observada usando sensores PurpleAir em cidades da Região Metropolitana de Curitiba com qualidade do ar potencialmente comprometida por atividades de mineração. Os resultados preliminares já apontam para concentrações médias horárias acima do valor médio de exposição anual de referência, com ambientes interno concentradores de poluentes. Ambas as condições indicam exposição ao $MP_{2,5}$ de até 4 (quatro) vezes o valor de referência.



Esta figura apresenta as médias horárias de concentração de $MP_{2,5}$ e condições ambientais de umidade e temperatura observadas entre os meses de agosto e dezembro de 2023 nos pontos que compreendem a rede de monitoramento implementada por este projeto nas cidades de Almirante Tamandaré, Campo Largo, Colombo, Itaperuçu e Rio Branco do Sul, locais com qualidade do ar potencialmente impactada por atividades de mineração.

PRÓXIMAS ETAPAS

Aquisição dos demais materiais necessários à manutenção e operação do monitoramento

Implementação da rede de sensores. Disponibilização de dados, manutenção e controle operacional.

Revisão bibliográfica e levantamento de dados. Análise de dados e estudo epidemiológico.

Diagnóstico da Qualidade do Ar para subsidiar políticas públicas

Etapa 01

Etapa 02

Etapa 03

Etapa 04

Tendo sido concluídas as Etapas 01 e 02, está sendo trabalhado o processo de disponibilização aberta e online de todos os dados coletados. O controle operacional e manutenção dos equipamentos continuarão a ser atividades fundamentais à consolidação da rede de monitoramento e garantia da qualidade dos dados produzidos.

Neste próximo ano do projeto, dar-se-á continuidade às atividades de revisão bibliográfica e levantamento de dados para análise da variação espaço-temporal da concentração dos poluentes monitorados, e estudo epidemiológico que compreendem a Etapa 03 do projeto. Por fim, com a consolidação de um banco de dados robusto e de qualidade, será produzido o estudo final de Diagnóstico da Qualidade do Ar (Etapa 04) na região monitorada tendo como objetivo subsidiar políticas públicas de controle da exploração e uso dos recursos naturais, priorizando a saúde da população e o desenvolvimento sustentável dessas áreas.

RESULTADOS ESPERADOS

Dessa maneira, espera-se que o conhecimento e informações produzidas por esta pesquisa possam orientar empreendedores desse setor e subsidiar políticas públicas que promovam a exploração e uso adequados dos recursos naturais, priorizando a minimização da deterioração da qualidade ambiental e o desenvolvimento sustentável das cidades.



Imagem de Rio Branco do Sul (Jornal Gazeta do Povo, 2022)



2º Relatório – 11 de janeiro de 2024

Contato: rhmgodoi@ufpr.br