

## **ANÁLISE DE FONTES DE EMISSÃO DE POLUENTES E DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PREDITIVOS**

Maria Luísa Goetten, Ana Lia De Lorenzi, Manoela Kuerten de Matos, Maria Júlia de Oliveira Mafioletti, Fernando dos Santos Calvetti

### **INTRODUÇÃO**

O presente resumo propõe abordar os principais tópicos desenvolvidos a partir do plano de trabalho intitulado “Análise de Fontes de Emissão de Poluentes e Desenvolvimento de Modelos Preditivos” referente à pesquisa “Monitoramento da Poluição Urbana em Áreas Metropolitanas do sul de Santa Catarina através de Imagens de Satélite e Aprendizado de Máquinas”. O plano prevê o uso de algoritmos de aprendizagem de máquina para identificar e quantificar fontes de poluição, visando apoiar estratégias de mitigação e políticas públicas mais precisas. Os objetivos incluem: revisão da literatura, estudo de técnicas de classificação por aprendizado de máquina e coleta de dados sobre emissões industriais, veiculares e residenciais nas áreas metropolitanas de Tubarão, Criciúma e Araranguá.

### **DESENVOLVIMENTO**

De acordo com as disposições do plano, realizamos uma revisão da literatura sobre o tema a partir da bibliografia descrita no documento, além de pesquisa avançada no Google Acadêmico. O critério de busca considerou artigos de 2020 a 2024 com “air”, “pollution” e “source” ou “emission” no título. Foram selecionados os que abordavam metodologias de análise, quantificação ou identificação de fontes de poluição e/ou modelos preditivos. Destes, registramos dados como objetivo, metodologia, tipo de poluente, base de dados e algoritmo, excluindo os não adequados. A filtragem resultou em um panorama dos métodos mais usados para identificar fontes de poluição. Concluída a revisão bibliográfica, iniciou-se a coleta de dados dos três municípios, considerando hierarquia viária, zoneamento, direção dos ventos predominantes e número de pessoas tratadas por doenças respiratórias, visando identificar possíveis fontes de poluição. As principais fontes consultadas foram os Planos Diretores de cada município, OpenStreetMap (OSM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as Prefeituras Municipais, a Vigilância Epidemiológica e as Unidades Básicas de Saúde (UBS). Nesse contexto, optamos por aprofundar as buscas na cidade de Tubarão, procurando pelos registros das estações de monitoramento Capivari, Vila Moema e São Bernardo catalogadas pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA, 2025). No dia 23 de abril de 2024, devido ao contexto do andamento da pesquisa, novos roteiros de trabalho foram propostos. Este plano de trabalho foi redirecionado para o processamento e análise espectral de imagens Landsat, logo ajustado para o processamento de imagens capturadas pelo satélite Sentinel-5P. Nesse sentido, realizamos a coleta das imagens capturadas nos dias 15 de todos os meses de 2024 (data coincidente com os dados tabelados dos registros das estações terrestres) por meio do Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE). Os

produtos selecionados foram: Índice de Aerossol (AER\_AI), Altura de Aerossóis (AER\_LH), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) e Ozônio (O<sub>3</sub>).

## RESULTADOS

A partir da revisão bibliográfica pudemos filtrar alguns fatores mais prevalentes dentro dos critérios definidos para a busca. De acordo com nossas análises, as informações mais frequentes em cada atributo definido foram:

- Tipo de poluente: Material Particulado <2.5µm (PM<sub>2.5</sub>), Material Particulado <10µm (PM<sub>10</sub>), óxidos de nitrogênio NO<sub>x</sub>;
- Coleta de amostras/base de dados (sensoriamento remoto): Sentinel-5P (TROPOMI), MODIS, Google Earth Engine, ETOPO1 e SRTM (NOAA), Imagens Landsat (NASA);
- Modelo de distribuição/identificação/previsão e algoritmo: Weather Research and Forecasting (WRF), Comprehensive Air Quality Model with Extensions (CAM<sub>x</sub>), Positive Matrix Factorization (PMF), Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT), Random Forest, Rede Neural Perceptron Multicamadas (MLP), Rede Long Short-Term Memory (LSTM), Regressão de Processo Gaussiano (GPR).

Analizando o zoneamento, hierarquia viária e direção dos ventos da cidade de Tubarão conseguimos identificar as áreas com maiores fontes de emissão de poluentes e, através da equação de advecção-difusão bem como a equação de Gauss, traçar um raio de ação dos agentes poluentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações desenvolvidas a partir deste plano de trabalho permitiram uma análise dos processos comuns no campo da identificação de fontes de emissão de poluentes, assim como do cenário geral da poluição aérea em Tubarão. Devido à falta de registros da quantidade de pessoas com problemas respiratórios atendidas em cada uma das UBSs no município, não foi possível relacionar esses dados. Além disso, obtivemos uma tabela com os registros de PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, Partículas Totais em Suspensão, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO feitos pelas 3 estações citadas nos cedidos pela empresa Diamante Energia. O processamento das imagens de satélite obtidas ainda está em andamento. Nesse sentido, podemos dizer que nossos principais objetivos foram contemplados, ainda que os estudos tenham se restringido mais à região de Tubarão pela dificuldade na etapa de coleta de dados.

**Palavras-chave:** poluição do ar, fontes de emissão, monitoramento, planejamento urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. **Rede de monitoramento.** Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/menu-qualidade-ar/rede-de-monitoramento>. Acesso em: 11 de agosto de 2025.

COPERNICUS DATA SPACE ECOSYSTEM. **Copernicus Data Space Ecosystem.** [S.l.], 2025. Disponível em: <https://dataspace.copernicus.eu/>. Acesso em: 13 ago. 2025.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Maria Luísa Goetten

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROIP/UDESC (IP)

**VIGÊNCIA:** setembro/2024 a agosto/2025 – Total: 12 meses

**ORIENTADOR(A):** Fernando dos Santos Calvetti

**CENTRO DE ENSINO:** CERES

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Arquitetura e Urbanismo

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências Sociais Aplicadas / Planejamento Urbano e Regional

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Monitoramento da Poluição Urbana em Áreas Metropolitanas do sul de Santa Catarina através de Imagens de Satélite e Aprendizado de Máquinas

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** PVES76-2024