



# CONSTRUÇÃO DE UM INDICADOR DO POTENCIAL GEOFÍSICO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CARBONO (PGmREC) PARA A PLATAFORMA URBVERDE

**Gustavo Paixão Menezes**

**Prof. Dr. Marcel Fantin**

IAU/USP

gustavopmenezes@usp.br; mfantin@sc.usp.br

## Objetivos

Este projeto busca elaborar um indicador do Potencial Geofísico Municipal de Redução de Emissões de Carbono (PGmREC), que considere como o contexto geomorfológico e o planejamento urbano podem influenciar no potencial de mitigação de emissões vinculadas à mobilidade urbana em cada município. Assim, o PGmREC visa acelerar a transição ecológica ao relacionar o potencial cicloviário local ao relevo, implementando metodologias cartográficas para a criação de produtos de declividade viária que possam auxiliar a subsidiar projetos de mobilidade sustentável, disponibilizadas gratuitamente na Plataforma UrbVerde para todos os 645 municípios do Estado de São Paulo.

## Métodos e Procedimentos

Inserido na plataforma UrbVerde, o projeto utiliza tecnologias de sensoriamento remoto e processamento de dados em nuvem. Para desenvolver o PGmREC, foram reutilizados dados e metodologias de diversas fontes. A inclinação das vias foi calculada a partir do Google Maps Elevation API e da biblioteca OSMnx, enquanto a malha viária foi obtida do OpenStreetMap e acessada através da biblioteca OSMnx. Dados de ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas, mapeados pelo CicloMapa com base no OpenStreetMap, também foram utilizados, assim como as

emissões municipais de transporte estabelecidas pelo Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG). A linguagem Python e bibliotecas especializadas em análise geoespacial, como OSMnx e GeoPandas, foram empregadas para coleta e processamento dos dados. A malha viária completa do estado de São Paulo foi obtida, e as inclinações das vias foram calculadas para identificar trechos com potencial para implantação de infraestrutura cicloviária, seguindo critérios de declividade e normas técnicas como a NBR 9050 e o Manual de Projeto Cicloviário do Ministério das Cidades.

## Resultados

Foram calculadas as inclinações de todas as ruas e obtida a malha viária completa de todos os municípios do estado de São Paulo. Vias com potencial para implantação de infraestrutura cicloviária foram identificadas. Mapas de declividade por via foram gerados, destacando áreas urbanas cicláveis. As análises preliminares indicam que a sobreposição de camadas de dados, como vegetação e temperatura, pode auxiliar no planejamento urbano, promovendo a mobilidade sustentável.

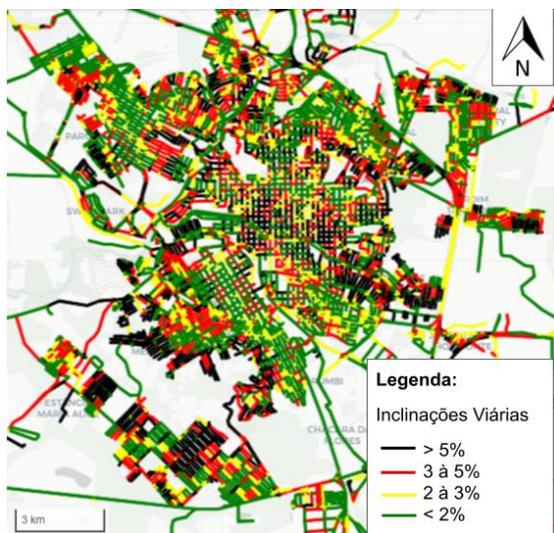


Figura 1: Exemplo de declividade viária calculada em São Carlos. Autoria Própria. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1enGTaspCFkLxWtwuBPiHp9ZoBKTx5eC/view?usp=sharing>

## Conclusões

O desenvolvimento inicial da pesquisa permitiu a criação de uma metodologia para calcular o potencial geofísico municipal de redução de emissões de carbono. A integração dos resultados na plataforma UrbVerde possibilitará o monitoramento das mudanças nas emissões municipais. Espera-se que essa abordagem inovadora impulse a transição ecológica nas cidades.

Os dados serão disponibilizados em um repositório no GitHub e em formatos acessíveis para outras plataformas, como WMS, e integrados ao banco de dados PostgreSQL da plataforma UrbVerde.

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

- ANDRADE, José Waldson Costa de. Desenvolvimento de um índice para a avaliação da ciclabilidade na cidade de Aracaju. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2018.
- ANDRADE, V.; BASTOS, P.; MARINO, F. A economia da bicicleta no Brasil: métodos e resultados. *Transportes*, 2021.
- NOBRE, Carlos A. Mudanças climáticas globais e o Brasil: por que devemos nos preocupar. *Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados*, [s. l.], 2008.
- MARICATO, E. A cidade e o automóvel. *Ciência & Ambiente*, 2008.
- PBMC. Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S. K., Santos, A. S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, 2016. 116 p. ISBN: 978-85-285-0344-9.
- GUERREIRO, T. C. M. G. Mineração de dados, SIG e análise multicritério combinados para o planejamento de redes cicloviárias urbanas. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- MENEZES, Gustavo Paixão et al. Crise climática e adaptação viária: reflexões para a cidade de São Carlos - SP com auxílio da plataforma UrbVerde. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2023.
- MONARI, M. Método para definição de rede de rotas cicláveis em áreas urbanas de cidades de pequeno porte: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- SILVEIRA, Mariana Oliveira da. Mobilidade Sustentável: A bicicleta como um meio de transporte integrado. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- VELÁZQUEZ, Fernando Luis. Avaliação dos sistemas cicloviários de três cidades do interior do estado de São Paulo. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.