

Modelagem Geoespacial da Mobilidade de Ouro Preto Usando o Sistema Hexagonal H3

Bernardo Sant' Anna Costa

Universidade Federal de Ouro Preto

27 de novembro de 2025

Roteiro

1 Introdução

2 Justificativa

3 Objetivo

4 Revisão Bibliográfica

5 Materiais e Métodos

6 Resultados Alcançados

7 Considerações Finais

Contextualização

- **Cenário:** Ouro Preto - Topografia acidentada e preservação histórica.
- **Desafio:** Gestão da mobilidade urbana em cidades históricas.
- **Fatores Críticos:** Além do planejamento de tráfego, relevo acidentado e preservação histórica.
- **Problema:** A configuração da malha viária impõe gargalos que, quando bloqueados, isolam regiões inteiras.

Problema de Pesquisa

- Vulnerabilidade a deslizamentos como no Morro da Forca, Rua Padre Rolim (Gomes 2024).
- Risco de interrupção do acesso a serviços essenciais (saúde, educação).
- **Lacuna:** Abordagens tradicionais (zoneamento ou topologia simples (Gomes 2024)) falham em capturar a granularidade e a heterogeneidade dos dados (risco + uso do solo).

Justificativa da Escolha da Ferramenta (H3)

- **Definição:** Sistema global de indexação espacial em grade hexagonal.
- **Vantagens sobre outras geometrias:**
 - **Equidistância:** Vizinhos têm a mesma distância do centro (superior a quadrados/triângulos para análise de vizinhança).
 - **Modelagem de Fluxo:** Ideal para simular movimento e propagação em redes.
- **Granularidade:** Resoluções finas (9, 10, 11) permitem representar trechos de rua e pontos de risco com precisão
**buscar embasamento na literatura para a escolha da resolução.

Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver e executar uma simulação baseada no sistema hexagonal H3 para modelar a resiliência da malha viária de Ouro Preto frente a riscos geológicos.

Objetivos Específicos

- Estruturar base territorial de Ouro Preto em células H3.
- Simular bloqueios dinâmicos em áreas de risco.
- Avaliar impacto na acessibilidade de serviços essenciais.
- Propor rotas alternativas para mitigar efeitos.

Conceitos Básicos: Resiliência

Definição

A resiliência de redes de transporte é a capacidade do sistema de **manter sua funcionalidade** e níveis de serviço, ou recuperar-se eficientemente, mesmo diante de falhas estruturais, desastres naturais ou perturbações e bloqueios (Azolin 2019).

Trabalhos Correlatos

- Estudos sobre resiliência em redes de transporte urbano.
- Aplicações de grades hexagonais (H3) em análise espacial.
- Modelagem de riscos geológicos.

Metodologia Proposta

A abordagem metodológica estrutura-se nas seguintes etapas:

- 1 Estruturação Territorial:** Discretização do espaço usando células H3.
- 2 Integração de Dados Heterogêneos:** Fusão de dados de malha viária, transporte público (rotas e pontos de ônibus), altimetria e mapas de risco.
- 3 Modelagem de Rede:** Criação de grafo direcionado com pesos (tempo/custo).
- 4 Definição da regras de Simulação: Definição das Regras de Simulação:** Estabelecimento de critérios para o reencaminhamento automático de fluxos (auto-reparo da rede) após a interrupção de arestas.
- 5 Simulação de Cenários:** Remoção dinâmica de células (nós).
- 6 Análise de Acessibilidade:** Recálculo de rotas e métricas.



Aplicação: Ouro Preto

- **Dados:** Integração da malha de Ouro Preto com pontos de risco geológico.
- **Simulação:** Bloqueio virtual de hexágonos em áreas críticas (ex: deslizamento no Morro da Forca).
- **Avaliação:** Medir impacto no transporte público e acesso a serviços. Medir a resiliência da malha viária.

Resultados Esperados

- A ferramenta permitirá empoderar a gestão pública para planejar o transporte público com mais eficiência, segurança e resiliência.

Conclusão

Limitações e Trabalhos Futuros

Limitações

Trabalhos Futuros

- [1] Hellen Carolina Teixeira Gomes. “Entre o caos e o labirinto: um estudo sobre a mobilidade urbana na cidade histórica de Ouro Preto/Minas Gerais.”. Em: (2024).
- [2] Luiza Gagno Azolin. “O transporte público em uma estratégia de avaliação da resiliência na mobilidade urbana”. Tese de dout. Universidade de São Paulo, 2019.