

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:** Turismo, aumento populacional e riscos geológicos.
- **Problema:** A configuração da malha viária impõe gargalos que, quando bloqueados, isolam regiões inteiras.

Problema de Pesquisa

- Vulnerabilidade a deslizamentos (ex: Morro da Forca, Rua Padre Rolim).
- Risco de interrupção do acesso a serviços essenciais (saúde, educação).
- **Lacuna:** Abordagens tradicionais (zoneamento ou topologia simples) 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.

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 Robusta

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 severas.

Trabalhos Correlatos

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

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, altimetria e mapas de risco.
- 3 Modelagem de Rede:** Criação de grafo direcionado com pesos (tempo/custo).
- 4 Simulação de Cenários:** Remoção dinâmica de células (nós).
- 5 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 Força).
- **Avaliação:** Medir impacto no transporte público e acesso a serviços.

Resultados Preliminares

- Definição da arquitetura da simulação baseada em H3.
- Levantamento e pré-processamento dos dados geoespaciais de Ouro Preto.
- Identificação dos pontos críticos de risco geológico na malha viária.
- Estruturação do modelo de dados para integração das camadas.

Conclusão

- A abordagem H3 oferece granularidade adequada para o problema.
- A ferramenta permitirá aos gestores públicos antecipar cenários de crise.
- Contribuição para a segurança e eficiência da mobilidade em Ouro Preto.

Limitações e Trabalhos Futuros

Limitações

- Disponibilidade de dados em tempo real.
- Complexidade computacional da simulação em alta resolução.

Trabalhos Futuros

- Implementação de interface visual para gestores.
- Expansão para outros tipos de riscos (enchentes, eventos).