

Mapeamento Populacional de Alta Resolução para Avaliação de Risco de Desastres

Hussainzada et. al. 2026

Discente: Evandro Rodrigues, Karina Vitale,
Maria Eduarda da Angela

Disciplina SER-458: População, Espaço e Ambiente



INTRODUÇÃO

Por Que Mapear População em Alta Resolução?

Censo a cada 10
anos
Dados escassos em
países em
desenvolvimento

Resolução
insuficiente
WorldPop,
LandScan: 100 m –
1 km

Objetivo

Mapas de 40 m para gestão de risco de
desastres



ÁREA DE ESTUDO

Área de Estudo: Kalu Oya e Mudun Ela

Região Metropolitana de Colombo

- 5 cidades: Ja-Ela, Wattala, Biyagama, Mahara, Kelaniya
- >2.500 mm/ano de precipitação
- Alta suscetibilidade a inundações

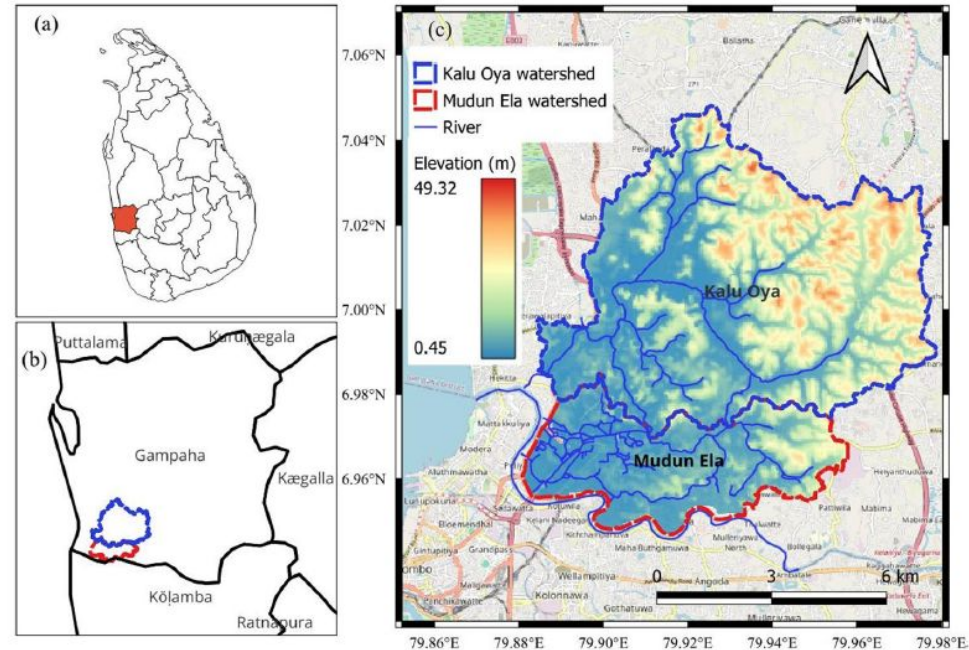


Fig. 1 Study area map showing the geographical locations of two watersheds, Kalu Oya and Mudun Ela, in the western province of Sri Lanka. (a) Sri Lankan district boundary divisions, (b) Gampaha district and location of the study area, and (c) Kalu Oya and Mudun Ela watersheds, major rivers, and elevation map

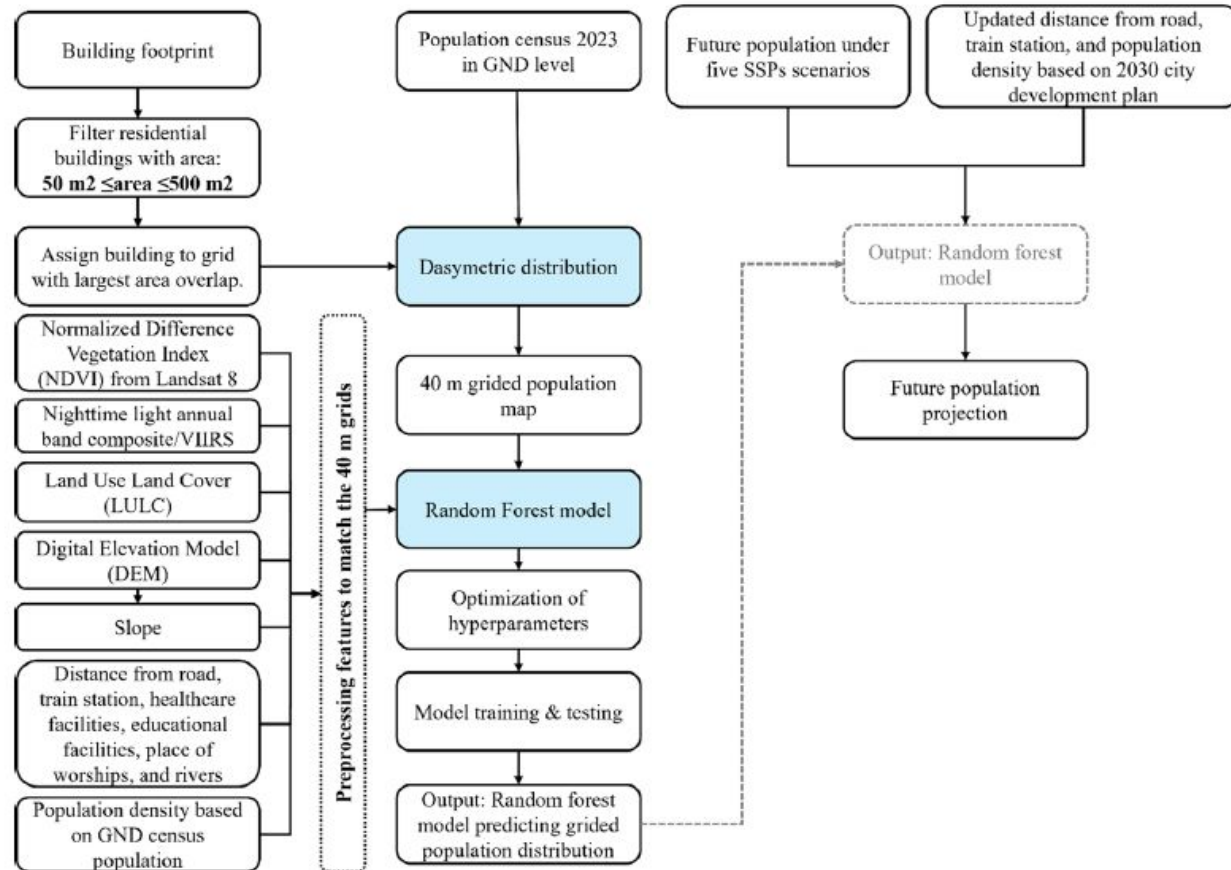
CONJUNTO DE DADOS



No	Description	Resolution (m)	Sources
1	Population data	GNDs level	<i>Sampath Pathikada</i> (resource profile) dataset (2023) provided by related Division Secretariats
2	Building footprint	-	Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co., Ltd. (2023) (Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co. 2023)
3	Digital Elevation Model (DEM)	40	Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co., Ltd. (2023) (Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co. 2023)
4	Slope	40	Slope map generated based on DEM
5	Land Use Land Cover (LULC)	-	Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co., Ltd. (2023) (Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co. 2023)
6	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	30	Data generated from Landsat 8 scene on 2024.01.25
7	Road map shapefile	-	Humanitarian Data Exchange (HDX) https://data.humdata.org/dataset
8	River shapefile	-	Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co., Ltd. (2023) (Japan International Cooperation Agency; CTI Engineering International Co., Ltd; Nippon Koei Co. 2023)

No	Description	Resolution (m)	Sources
9	Health care facility locations	-	HDX
10	Railway station locations	-	HDX
11	Educational facility locations	-	HDX
12	Place of worship locations	-	HDX
13	Nighttime light/Night annual band composites V2.1	480	Earth observation group (Elvidge et al., 2021)
14	Population distribution density	-	Extracted from population data
15	Future population projection dataset	-	International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (Riahi et al., 2017)

METODOLOGIA



Modelo Dasimétrico

$$G_P = (P_D / A_T) \times A_G$$

*GP = população na grade · PD =
população no GND · AT = área
total de edificações no GND · AG =
área de edificações na grade-alvo*

40 m resolução final da
grade

Modelo Random Forest (RF)

Treinado no mapa dasimétrico para reconstruir e generalizar o padrão popula

Configuração do Modelo

Variáveis preditoras

25 features (NDVI, LULC, distâncias, DEM, declividade, NTL, densidade)

Divisão dos dados

80% treino / 20% teste (mapa dasimétrico completo)

Otimização

GridSearchCV (scikit-learn)

Hiperparâmetros selecionados

300

n_estimators

None

max_depth

2

min_samples_split

1

min_samples_leaf

sqrt

max_features

Projeção populacional futura sob cenários SSP

O modelo RF treinado é reaplicado com variáveis atualizadas: dois novos ramais viários e uma nova estação ferroviária (Plano de Desenvolvimento Urbano 2021–2030 da UDA) e o Fator de Zona (ZF), que define a densidade permitida por zona.

SSP1

Sustentabilidade — baixos desafios de adaptação e mitigação

SSP2

Caminho intermediário — desafios moderados em ambas as frentes

SSP3

Rivalidade regional — altos desafios em ambas as frentes

SSP4

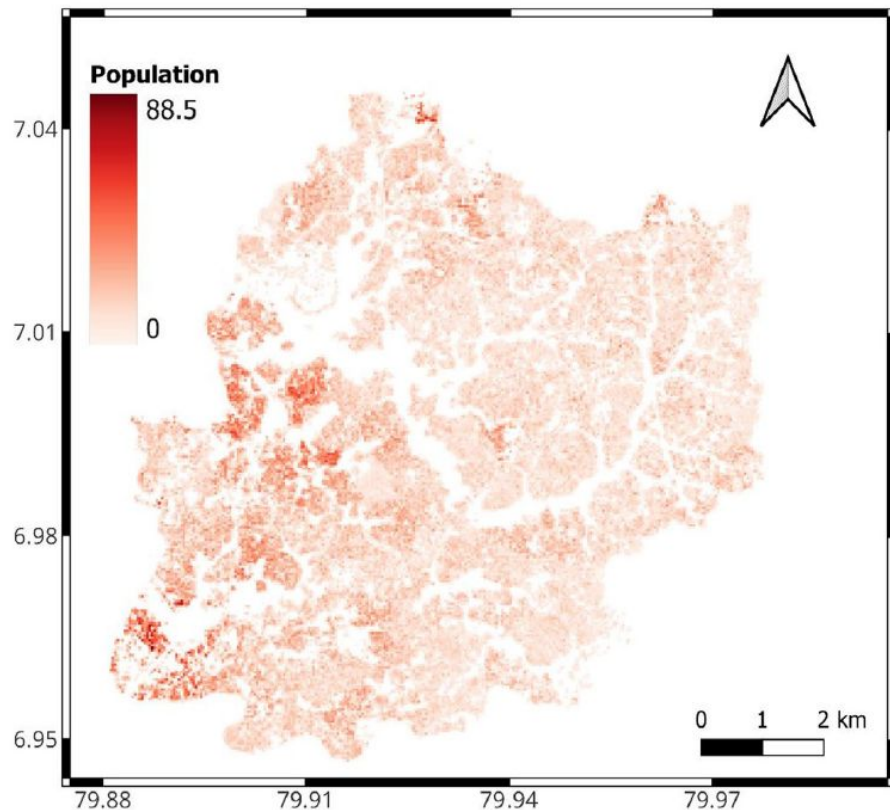
Desigualdade — baixa mitigação, alta adaptação

SSP5

Desenvolvimento fóssil — alta mitigação, baixa adaptação

Limitação assumida: como os planos da UDA só cobrem até 2030, os mesmos padrões espaciais de uso do solo foram usados como proxy para 2050 e 2070, apenas escalonando o total populacional conforme os SSPs nacionais.

RESULTADOS - MODELO DASIMÉTRICO

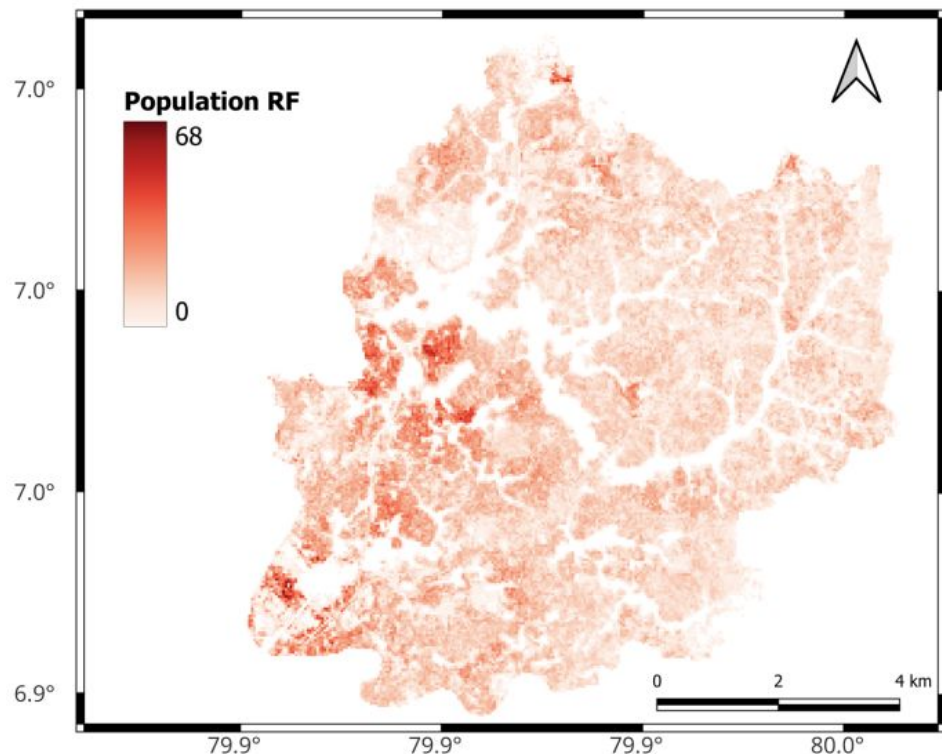


0–88,9 pessoas por grade (faixa)

≤ 5 edificações na maioria das grades —
densidade baixa a moderada
predominante

2.432 grades totalmente
desocupadas

RESULTADOS RANDOM FOREST



Teste com 20% dos dados (comparado à referência dasimétrica)

0,64

R^2

0,80

MAE

1,06

RMSE

-0,008%

PBIAS

Reconstrução do mapa 2023 pelo próprio RF vs. mapa dasimétrico de treino

0,87

R^2

1,77

MAE

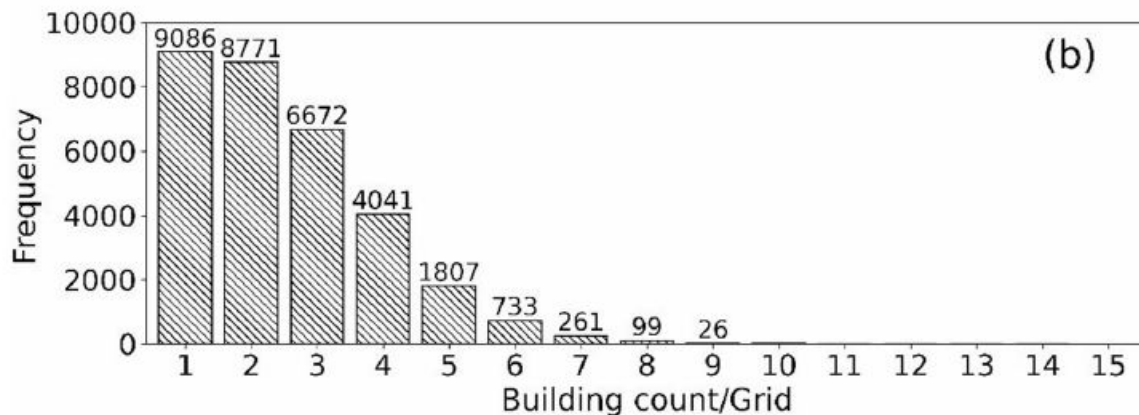
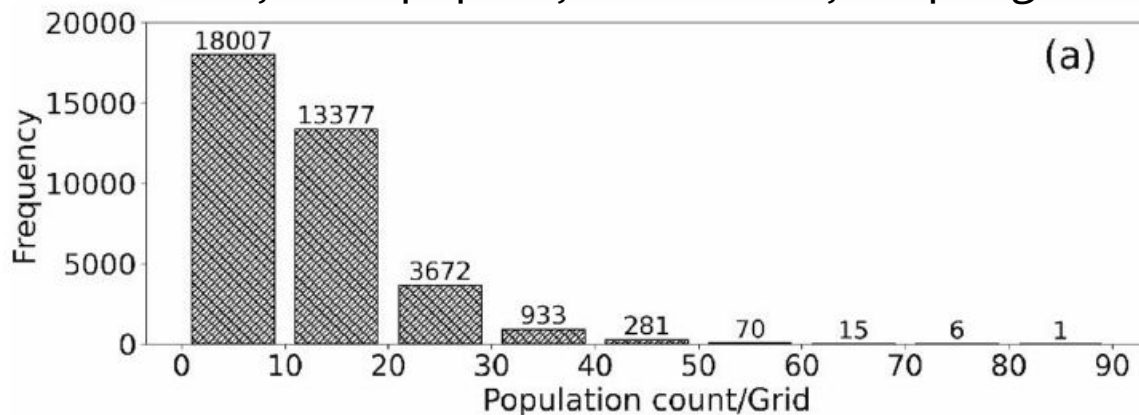
3,13

RMSE

0,97

R^2 (nível
GND,
regressão
linear)V

Distribuição de população e edificações por grade



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Projeções populacionais para
2030, 2050 e 2070 sob cinco SSPs

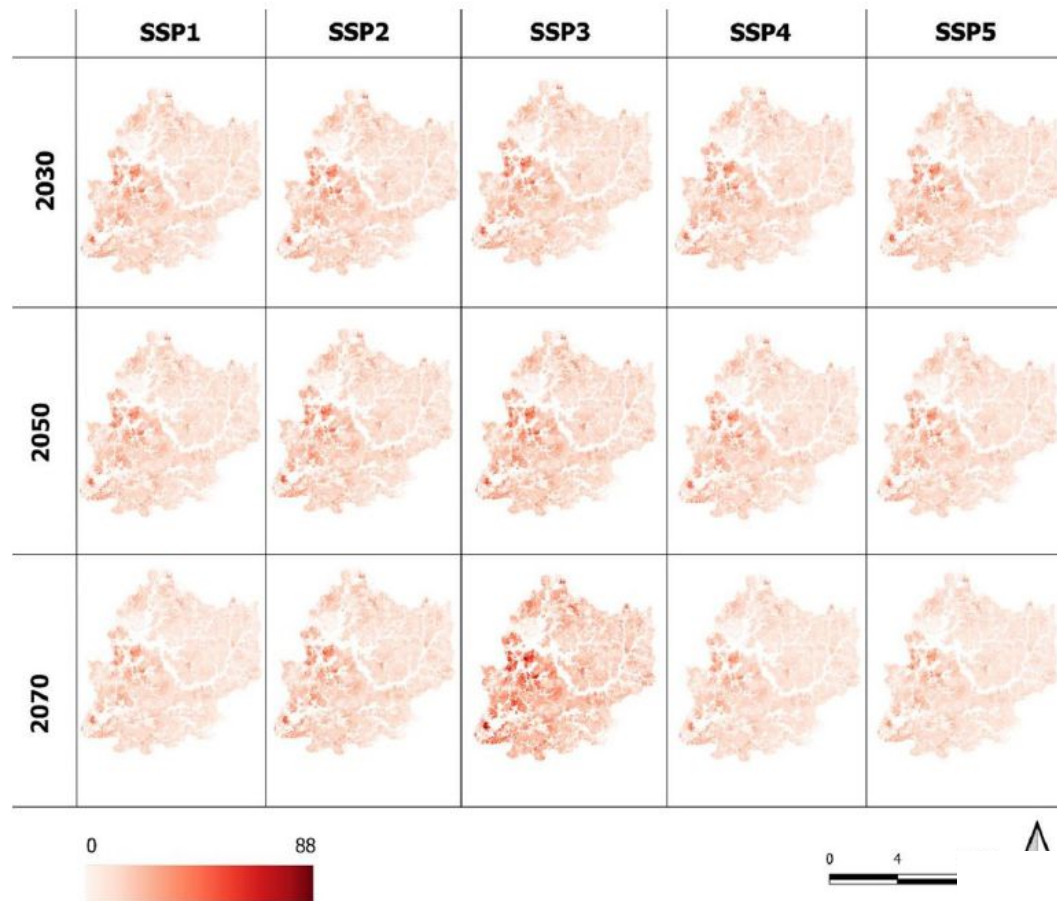


▲ SSP3:

maior crescimento
populacional em todos os
horizontes

▼ SSP5:

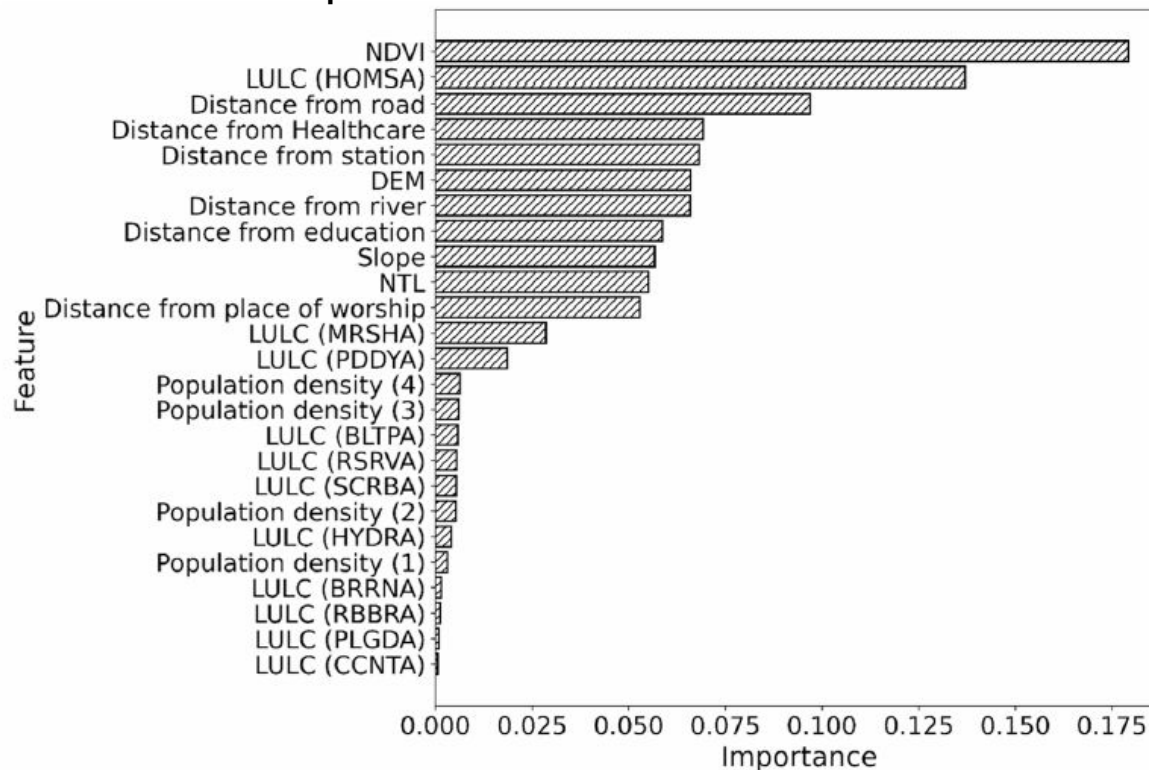
menor crescimento
populacional em todos os
horizontes



RESULTADOS E DISCUSSÕES



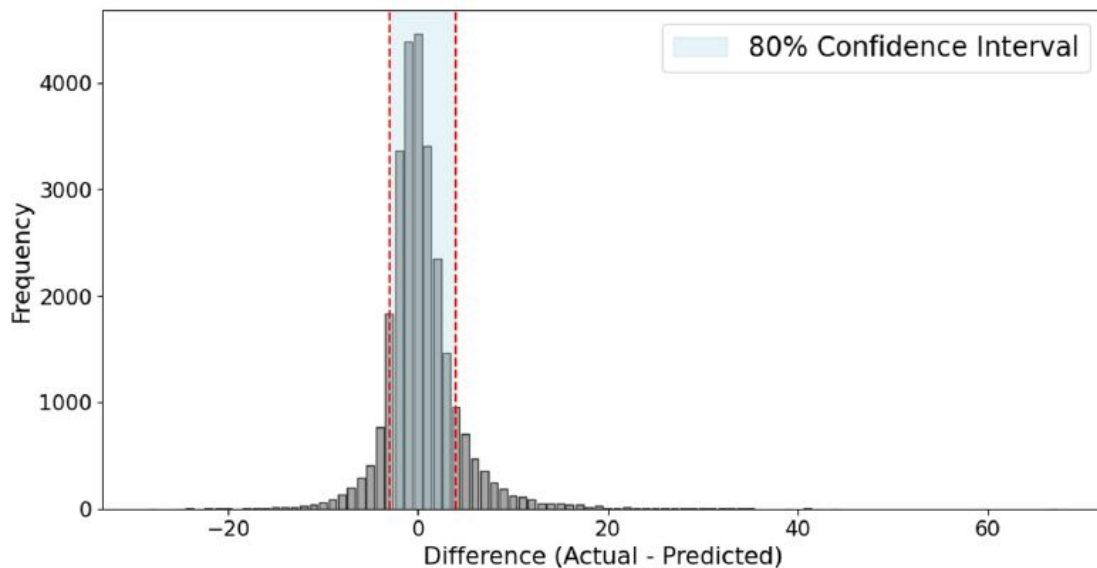
Importância das variáveis no RF



Legenda:

- BLTPA (Built-up area)
- BRRNA (Barren land)
- CCNTA (Coconut)
- HOMSA (Homestead/Garden)
- HYDRA (Water bodies)
- MRSHA (Marsh)
- PDDYA (Paddy)
- PLGDA (Playground)
- RBBRA (Rubber)
- RSRVA (Reservation)
- SCRBA (Scrub land)
- Population density
 - high densely populated (4)
 - densely populated (3)
 - moderately populated (2)
 - sparsely populated (1)

Diferenças entre mapa dasimétrico e mapa gerado pelo RF



Possíveis causas dos erros localizados

1. Mistura urbano-rural:

áreas com características muito diferentes de urbanização geram maior variância.

2. Qualidade dos dados abertos:

dados do OpenStreetMap (via HDX) variam em precisão por região.

3. Valores extremos como outliers:

grades muito densas (>40 pessoas) são raras e tratadas como outliers pelo RF.

CONCLUSÕES

Contribuições e Aplicações

- Framework replicável
Dados abertos + RF para regiões com escassez de dados
- Integração ciência-política
Sensoriamento remoto + planos UDA em modelo único
- Aplicações
Gestão de risco, planejamento urbano, estudos demográficos



LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS



- Planos urbanos estáticos após 2030
 - Projeções de 2050 e 2070 não incorporam reestruturação urbana nem adensamento de longo prazo.
- Dependência do OpenStreetMap
 - Incertezas locais
- Taxas SSP nacionais aplicadas uniformemente
 - Desconsidera variação espacial da dinâmica demográfica subnacional
- Maiores erros em grades de altíssima densidade
 - Valores extremos tratados como outliers pela informação limitada sobre a forma construída vertical.

APONTAMENTOS

Planos urbanos como base para o futuro

- Projeções de 2050 e 2070 usam os mesmos atributos do plano de 2030
- População é dinâmica

Plano vs execução

- Duas novas estradas e uma estação entram no modelo
- Não há cenário alternativo de "obra não executada"

Distribuição uniforme da população nas edificações

- Ignora altura, número de pavimento e tipologia habitacional

Evandro

O modelo dasimétrico pode ser uma alternativa interessante para apresentar um índice de vulnerabilidade que considera somente áreas onde há população. utilizar os dados por setor censitário não indicaria como a população está espacialmente distribuída pelo setor, podendo indicar alta vulnerabilidade em áreas de mangue ou onde não há residentes.

Karina

- Adaptação da lógica de distribuição populacional para a população flutuante.
- Metodologia para observar essa distribuição em cenários futuros (modelo RF)
- Subsídio para planejamento territorial e fortalecimento da capacidade adaptativa.

Maria Eduarda

- Equação dasimétrica adaptada

$$G_P = (P_D / A_T) \times A_G$$

- Filtro de área residencial (50–500 m²)
- População uniforme por área construída) → oportunidade: usar dados LiDAR para derivar altura das edificações.

REFERÊNCIAS



Hussainzada, W., Sato, I., Narita, D. *et al.* Machine Learning-Based Approach for Fine-Grid Population Mapping for Disaster Risk Assessment and Mitigation: Projecting Present and Future Population Distributions in the Colombo Metropolitan Region, Sri Lanka. *Appl. Spatial Analysis* **19**, 33 (2026). <https://doi.org/10.1007/s12061-025-09794-9>

OBRIGADA (O)!