



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Mapeamento de áreas suscetíveis à inundação no município de Mauá (SP) a partir de inferência fuzzy

MARIA EDUARDA SOLER DA ANGELA | DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À GEOINFORMÁTICA

Introdução

INUNDAÇÃO

Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais.

IPT (2007)

SUSCETIBILIDADE

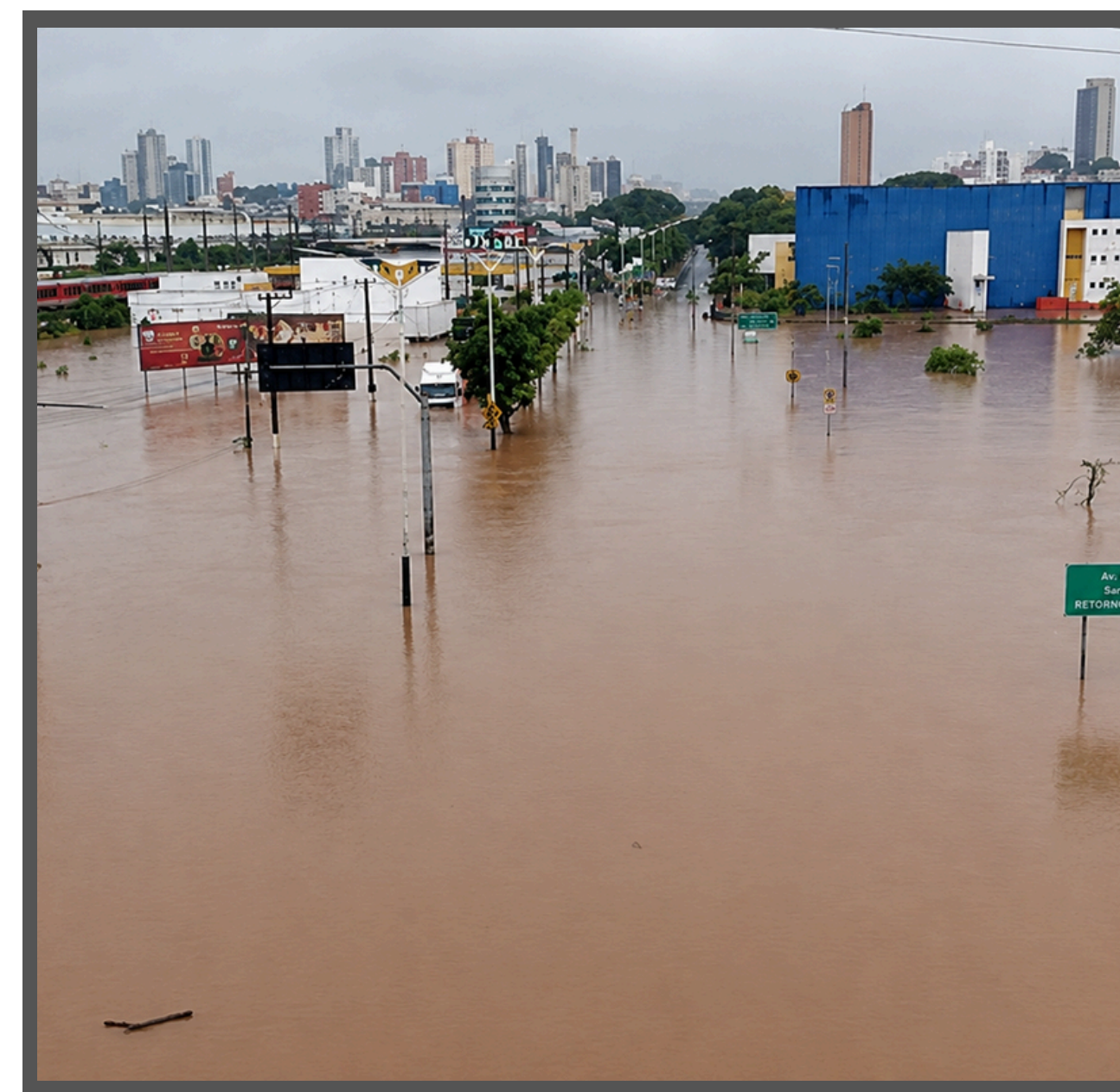
Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.

IPT (2007)

INUNDAÇÃO EM ÁREAS URBANAS

Agravado pelo processo de urbanização acelerada e sem planejamento, que resultou na ocupação de áreas inadequadas, como as várzeas e as margens de cursos d'água.

(JACOBI et al., 2013)



Fonte: <https://www.dgabc.com.br/Noticia/4279616/fortes-chuvas-provocam-alagamentos-em-vias-de-maua>

Objetivo

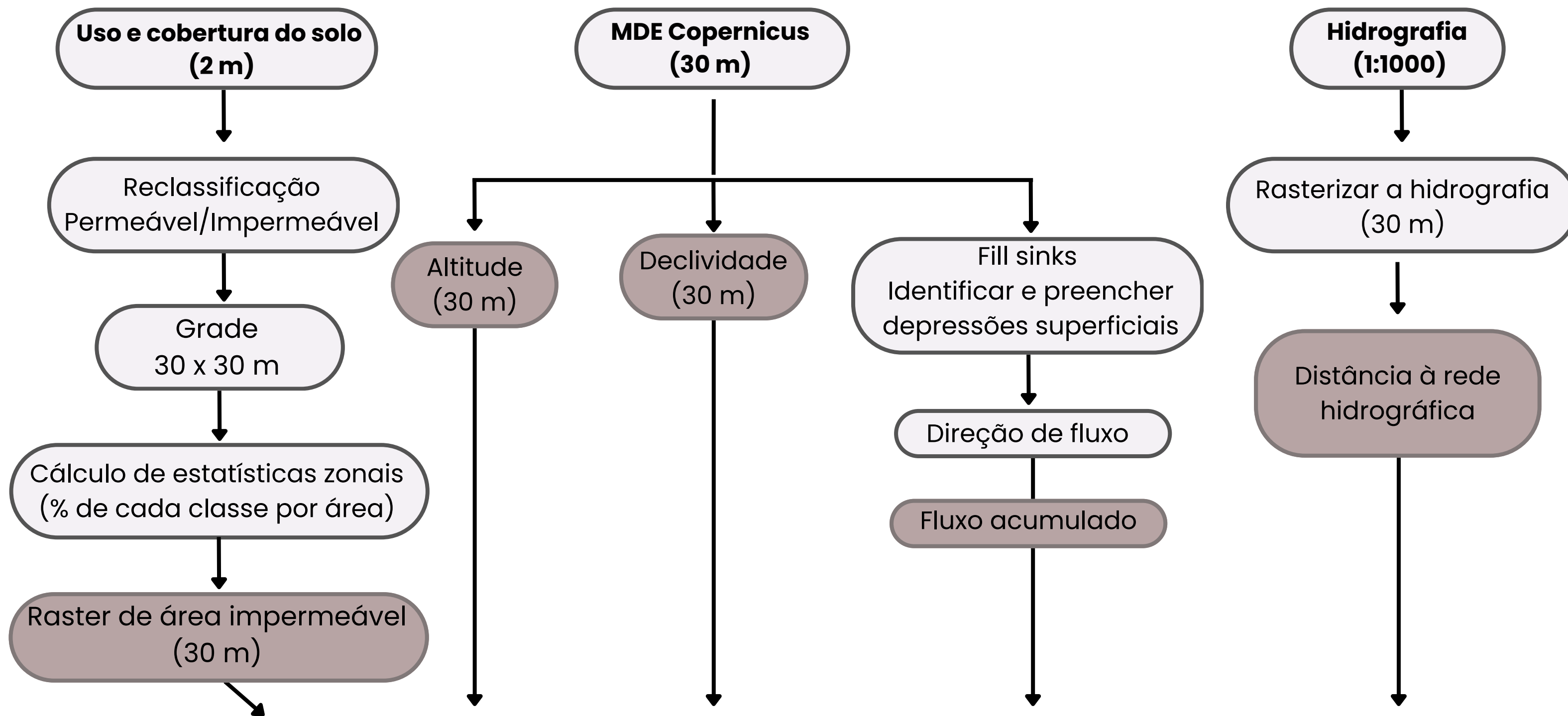
Mapeamento da suscetibilidade a inundações no município de Mauá (SP)

METODOLOGIA

Metodologia

Aquisição e processamento dos dados

DADOS DE ENTRADA



Padronização

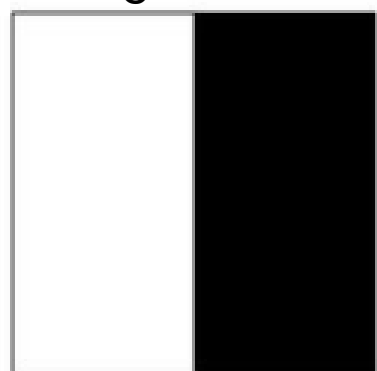
Sistema de referência SIRGAS 2000 / UTM zona 23S | Recorte para o limite do município

Metodologia Lógica Fuzzy

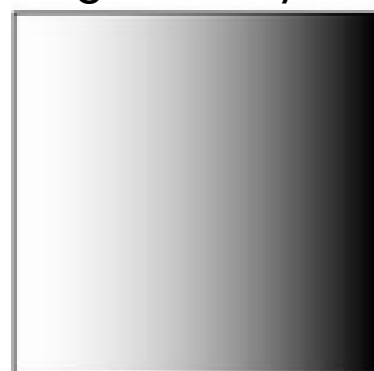
O que é lógica fuzzy

Graus de pertinência variando entre 0 e 1

Figura 1 – Representação conceitual da Lógica Clássica e da Lógica Fuzzy



Lógica Clássica



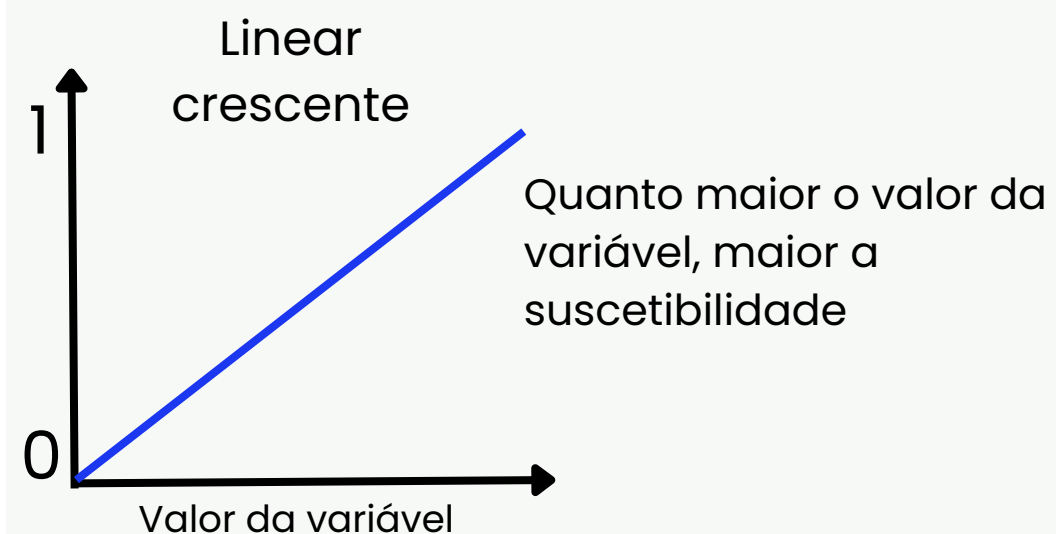
Lógica Fuzzy

Fonte: Silva Junior (2015)

Funções de pertinência fuzzy

As funções de pertinência fuzzy expressam o grau de pertencimento em relação a algum atributo de interesse.

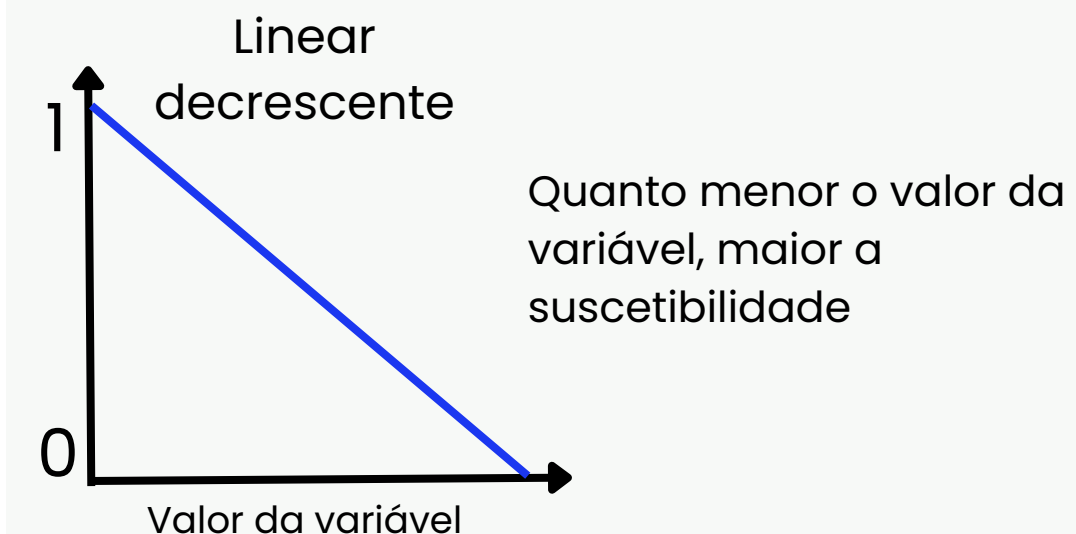
Funções de pertinência fuzzy



Funções de pertinência adotadas para cada variável

Fluxo acumulado:

Maior fluxo acumulado → maior suscetibilidade



Altitude:

Menor altitude → maior suscetibilidade

Declividade:

Menor declividade → maior suscetibilidade

Distância à rede hidrográfica:

Menor distância → maior suscetibilidade

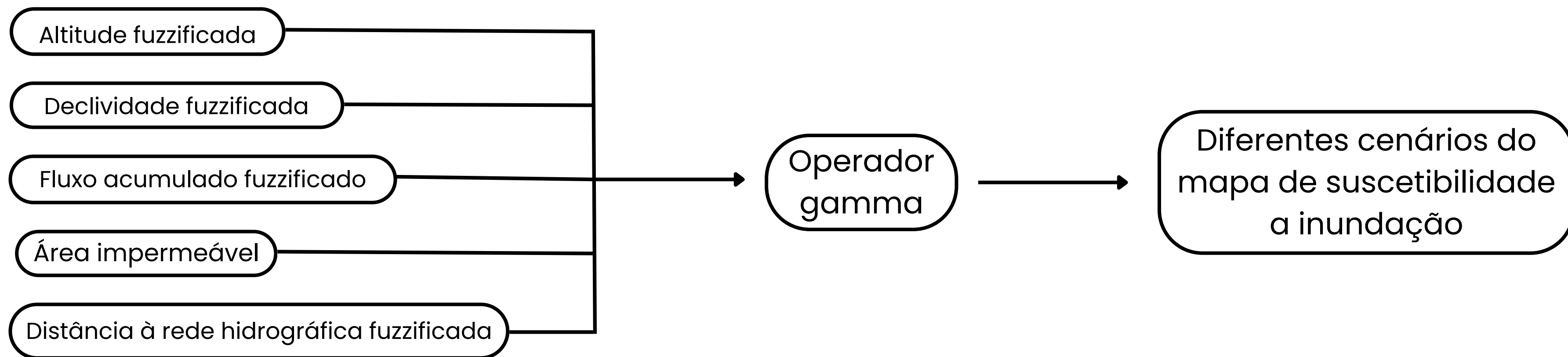
Metodologia Lógica Fuzzy

Operador Gamma

Combina variáveis fuzzificadas. Uma escolha criteriosa de λ produz resultados que equilibram os efeitos restritivos do produto fuzzy e os efeitos expansivos da soma fuzzy

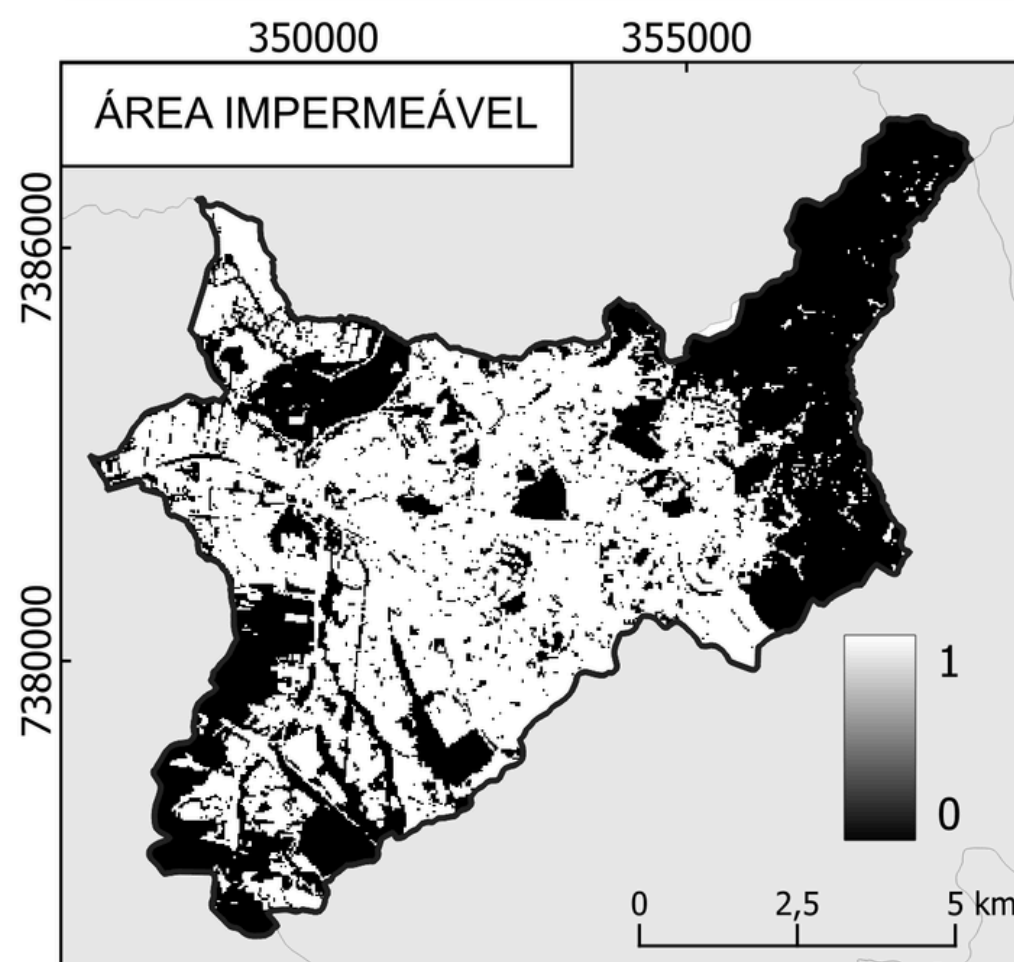
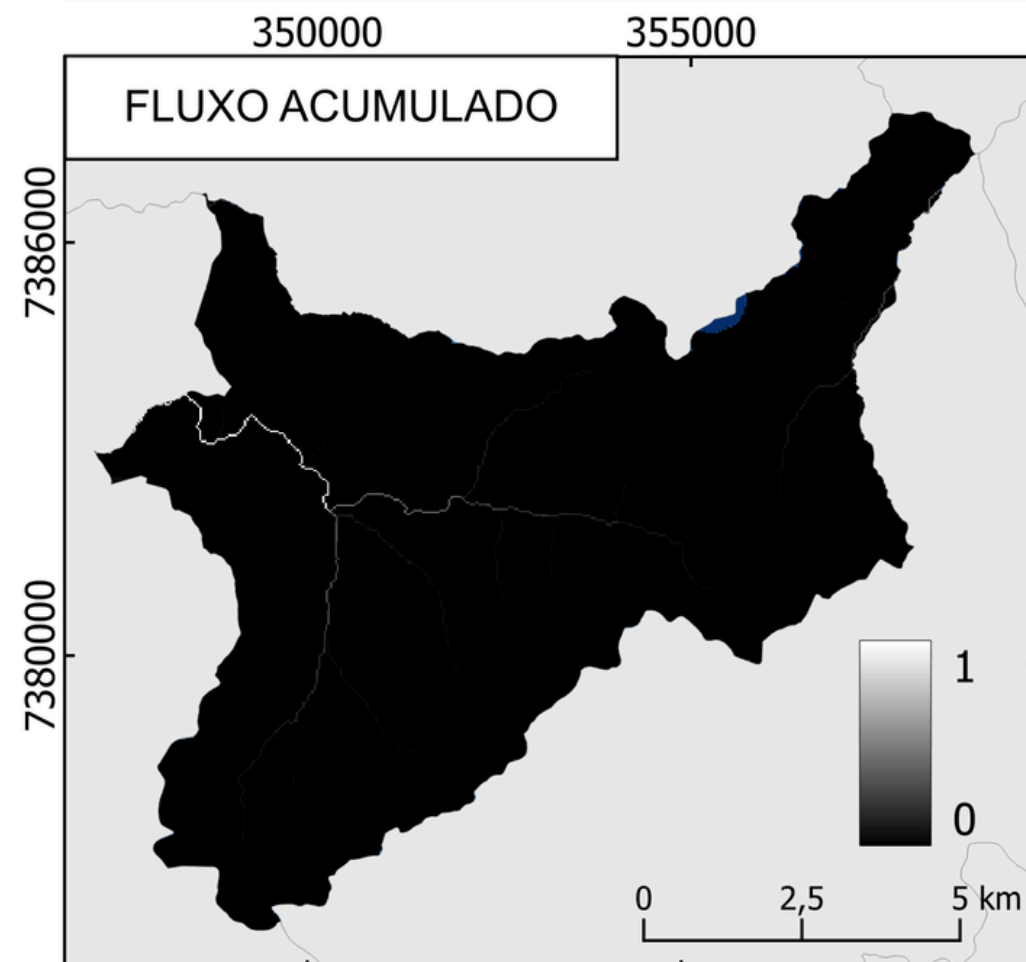
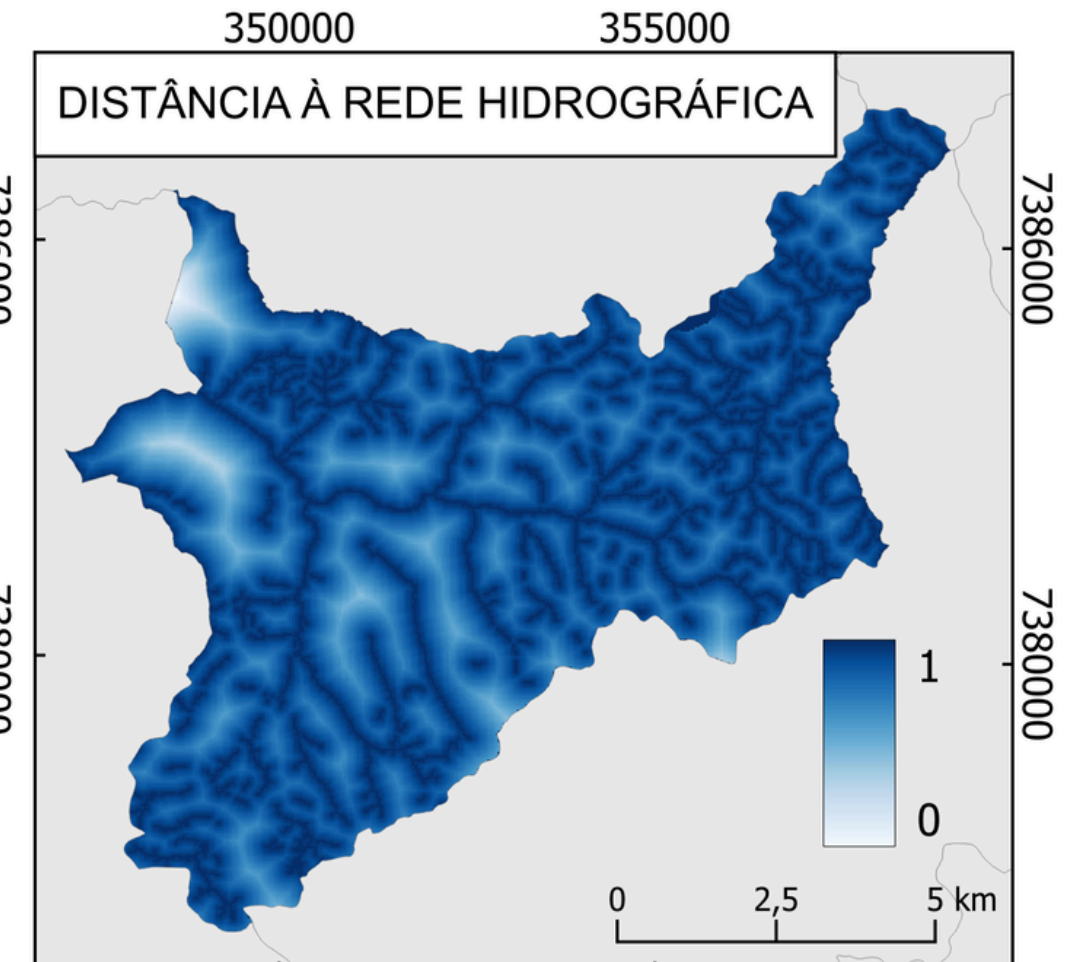
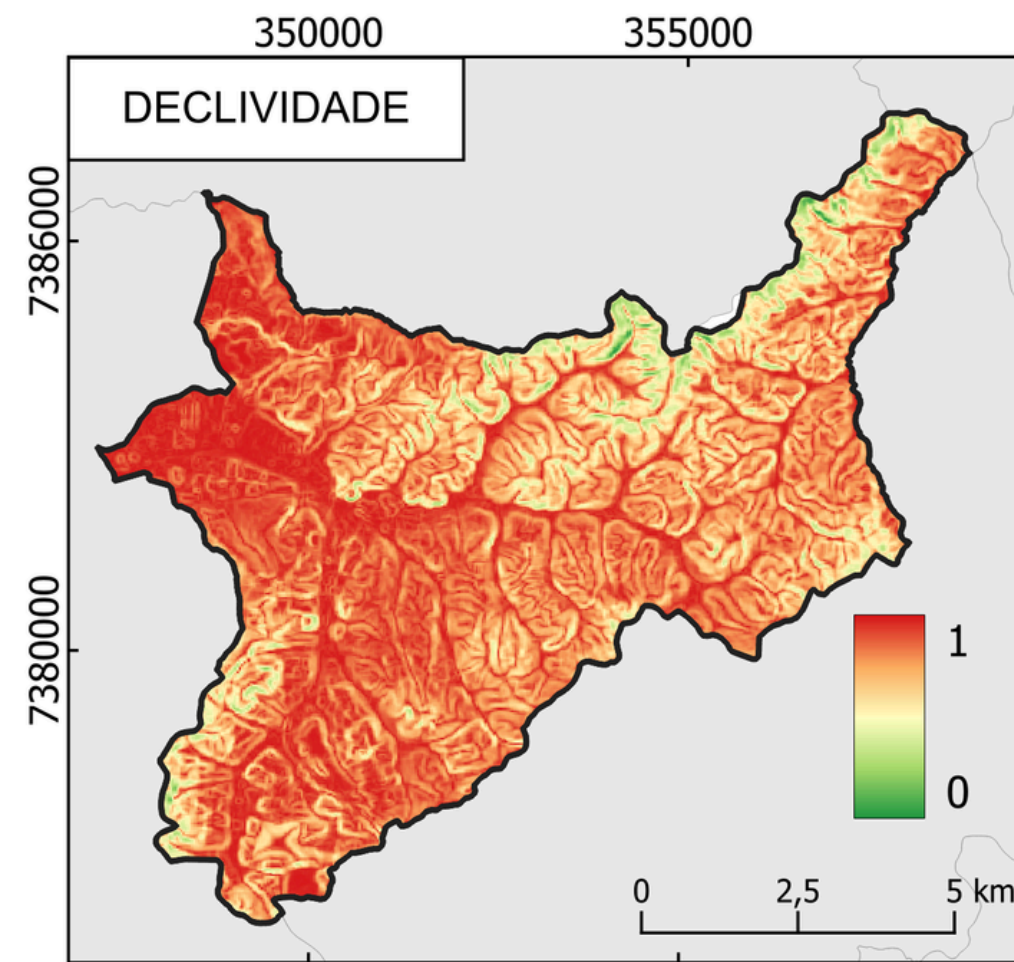
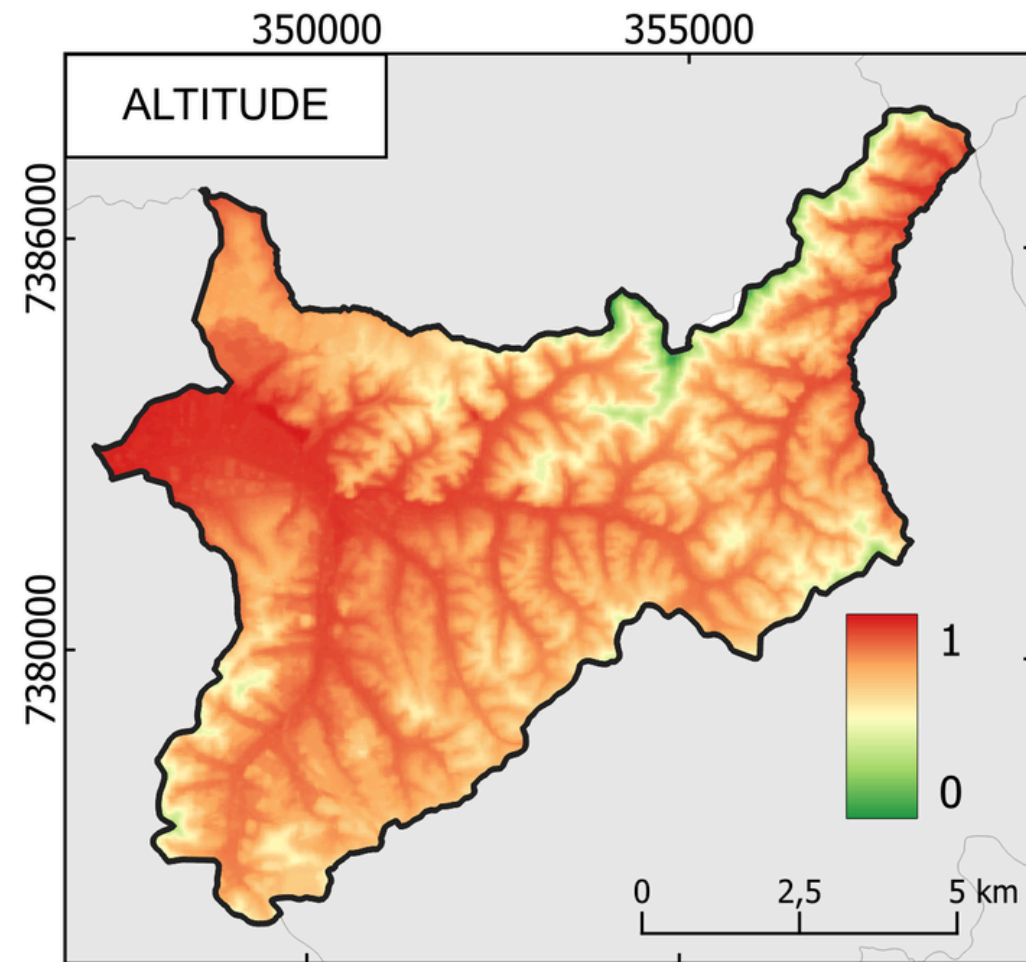
$$U_i = \left(1 - \prod_{i=1}^n W_i (1 - W_i) \right)^\gamma \cdot \left(\prod_{i=1}^n W_i \right)^{1-\gamma}$$

Wi: valor de pertinência fuzzy para cada mapa que deverão ser combinados
Ui: valor do pixel resultante



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Variáveis fuzzificadas



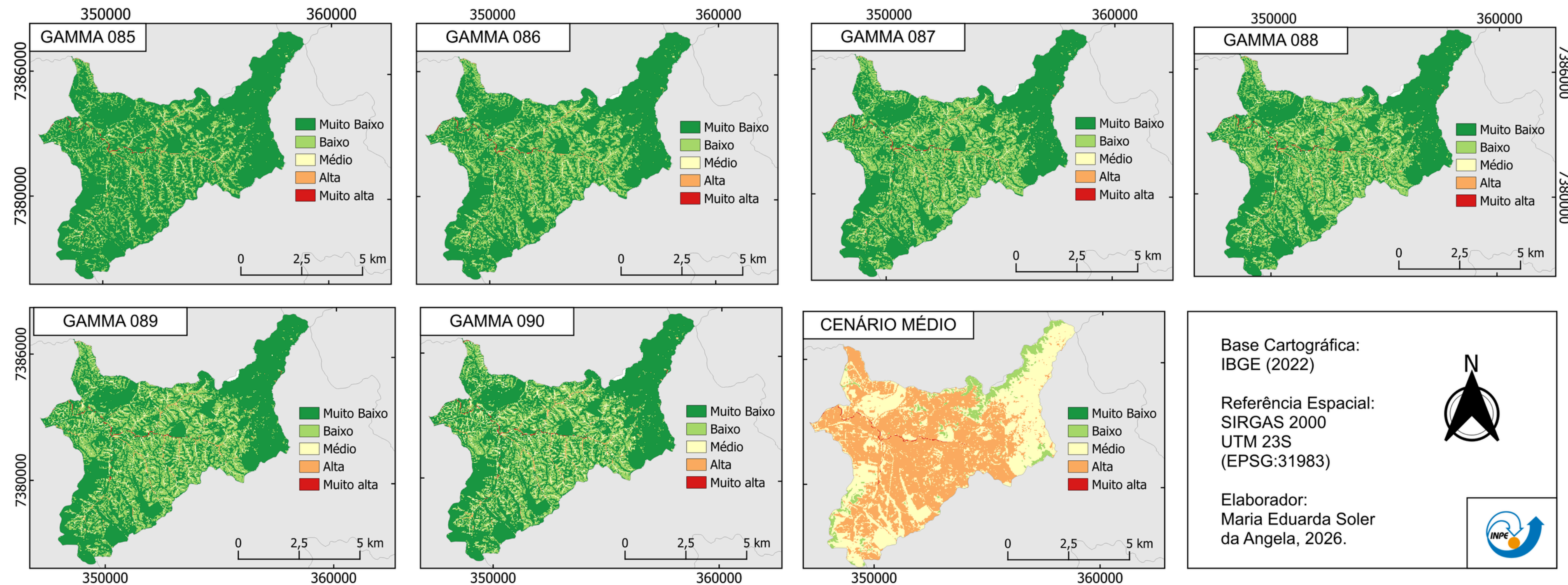
Base Cartográfica:
IBGE (2022)

Referência Espacial:
SIRGAS 2000
UTM 23S
(EPSG:31983)

Elaborador:
Maria Eduarda Soler
da Angela, 2026.



Cenários Gamma



Fonte: Autoria própria

Tabela 1 – Percentual (%) das classes de suscetibilidade para diferentes operadores Gamma

	$\gamma = 0,85$	$\gamma = 0,86$	$\gamma = 0,87$	$\gamma = 0,88$	$\gamma = 0,89$	$\gamma = 0,90$
Muito Baixa	78,67	78,66	78,66	78,66	78,67	78,66
Baixa	18,99	27,69	32,14	31,64	30,26	27,56
Média	1,6	1,97	2,5	3,2	4,46	6,91
Alta	0,53	0,58	0,63	0,76	0,92	1,16
Muito Alta	0,21	0,23	0,26	0,27	0,31	0,34

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Vantagens e Limitações

- Flexibilidade para gerar múltiplos cenários;
- Ausência de verdade de campo dificulta definir o cenário mais adequado.

Trabalhos Futuros

- Modelo HAND para hidrografia;
- Espacialização populacional em áreas suscetíveis a inundação;
- Variáveis socioeconômicas e ambientais;
- Interseção dos cenários γ .

Referências

IMINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). Relatório 01: Plano Municipal de Redução de Riscos – Mauá (SP): Plano de trabalho. Brasília: Ministério das Cidades, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/convenios-etrasferencias/repasses-e-transferencias-de-recursos-financeiros/acordos/acordos-deadesao-municipios-pmrr/mauasp/RELATRIO_01_PMRR_MAU_PLANODETRABALHO1.pdf. Acesso em: 23 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAUÁ. inMap. S.I. Disponível em: <http://sp.maua.homo.millenio.com.br/web/>. Acesso em: 19 abr. 2026.

SILVA JUNIOR, C. H. L. Lógica Fuzzy e Processo Analítico Hierárquico (AHP) aplicados ao Zoneamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos: uma revisão. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, v. 14, n. 3, p. 42-58, 2015.

BASNET, K.; PAUDEL, R. C.; SHERCHAN, B. Analysis of Watersheds in Gandaki Province, Nepal Using QGIS. **Technical Journal**, v. 1, n. 1, p. 16-28, jul. 2019.

PARSIAN, S. et al. Flood hazard mapping using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and multi-source geospatial datasets. **Remote Sensing**, v. 13, n. 23, 4761, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs13234761>. Acesso em: 22 maio 2026.

MANSOUR, A.; MRAD, D.; DJEBBAR, Y. Advanced modeling for flash flood susceptibility mapping using remote sensing and GIS techniques: a case study in Northeast Algeria. **Environmental Earth Sciences**, v. 83, 60, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11324-0>. Acesso em: 22 maio 2026.

PRADHAN, B.; LEE, S.; BUCHROITHNER, M. F. Use of geospatial data and fuzzy algebraic operators to landslide-hazard mapping. **Applied Geomatics**, v. 1, p. 3-15, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12518-009-0001-5>. Acesso em: 22 maio 2026.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Massas d'água. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>. Acesso em: 22 maio 2026.

BRASIL. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176 p. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. ISBN 978-85-60133-81-9. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.gestao.gov.br/handle/123456789/185>>. 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14.

JACOBI, P. R. et al. Water governance and natural disasters in the Metropolitan Region of São Paulo, Brazil. *International Journal of Urban Sustainable Development*, v. 5, n. 1, p. 77-88, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/19463138.2013.782705>. Acesso em: 26 maio 2026.



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Obrigada!