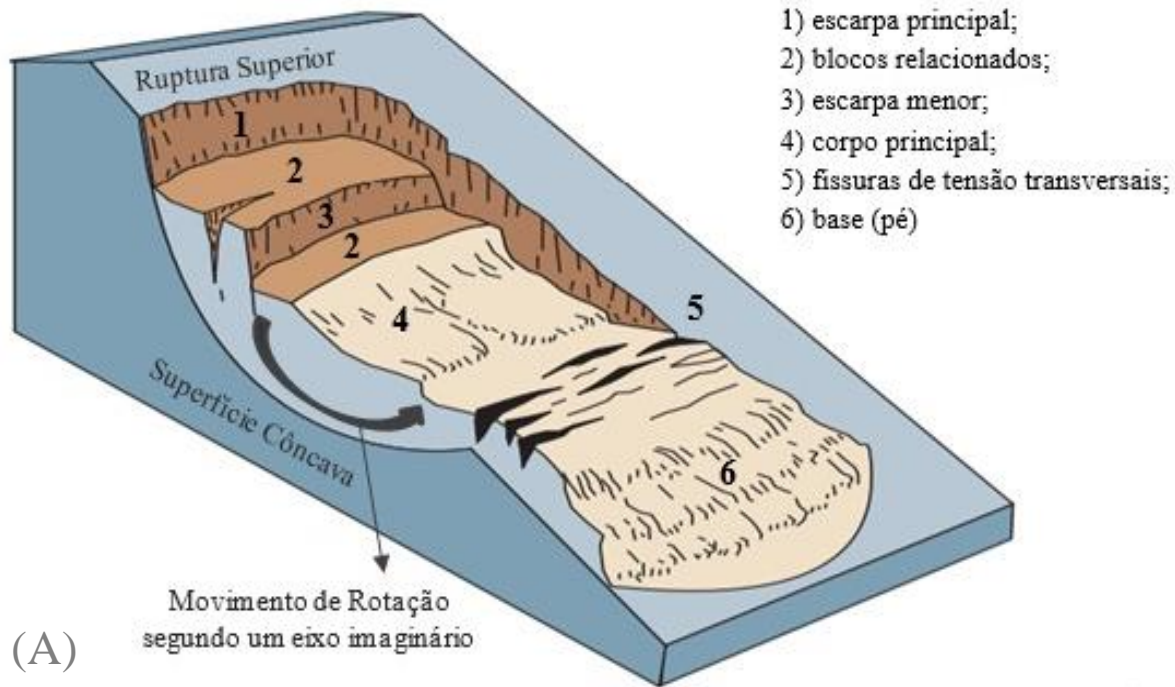




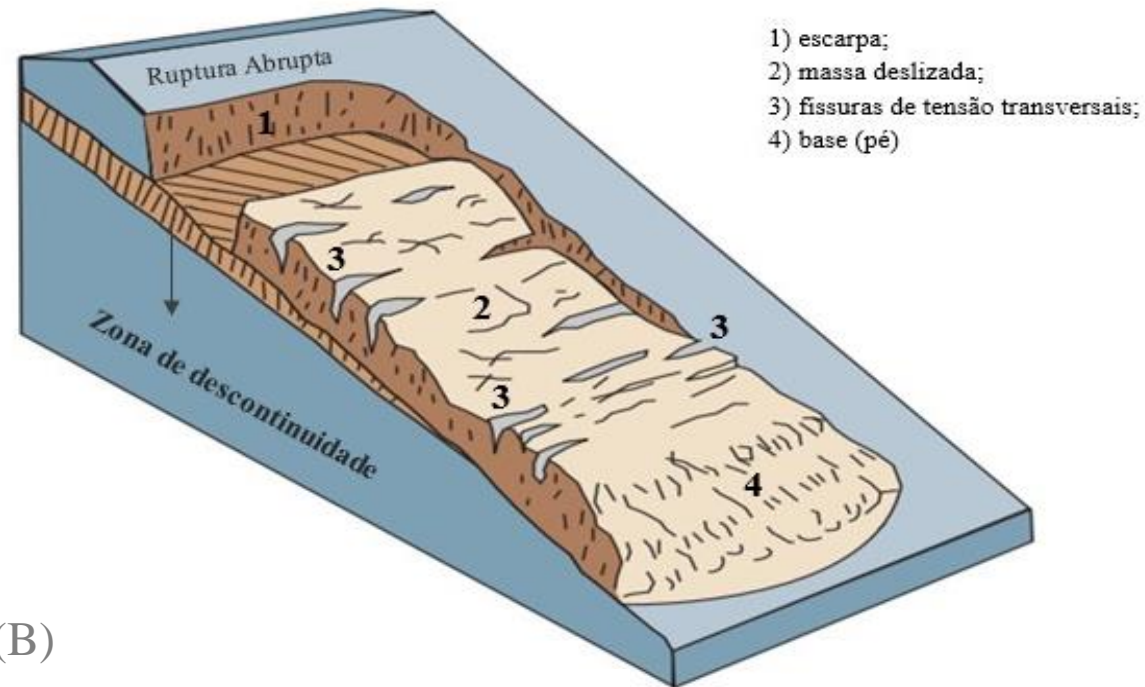
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Mapeamento de suscetibilidade
a movimentos de massa
na Bacia Hidrográfica do Rio Rolante - RS,
a partir de métodos de inferência espacial

Renata Pacheco Quevedo



(A)



(B)

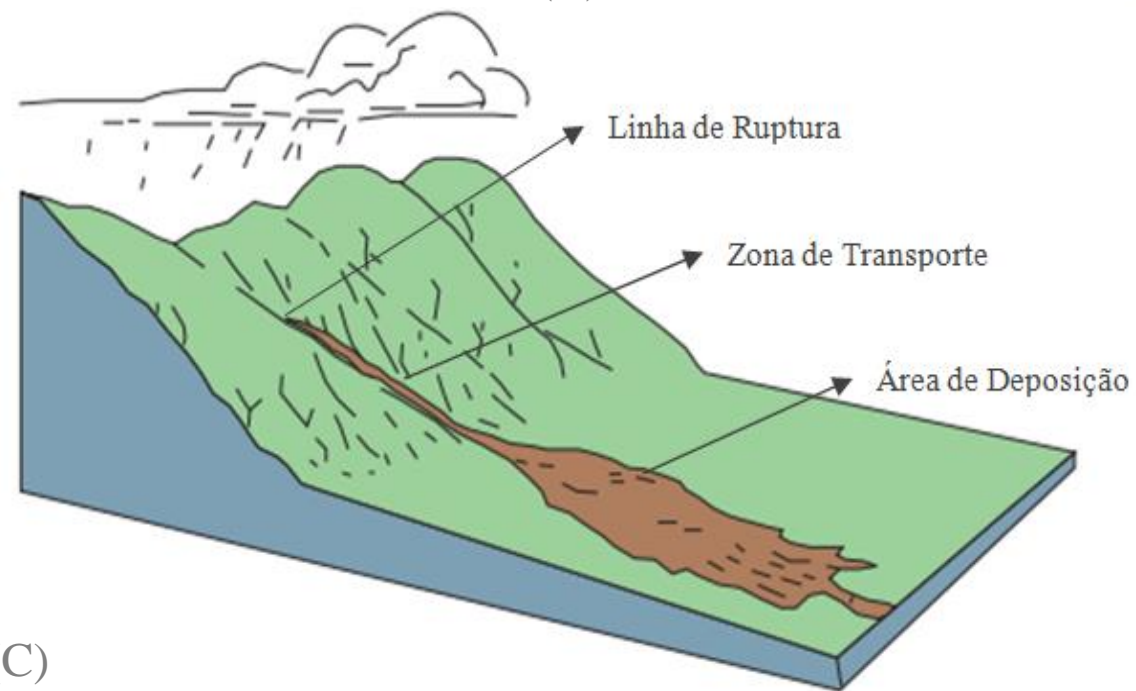
Esquema demonstrativo de:

A) Deslizamento rotacional;

B) Deslizamento translacional;

C) Fluxo (corrida) de detritos.

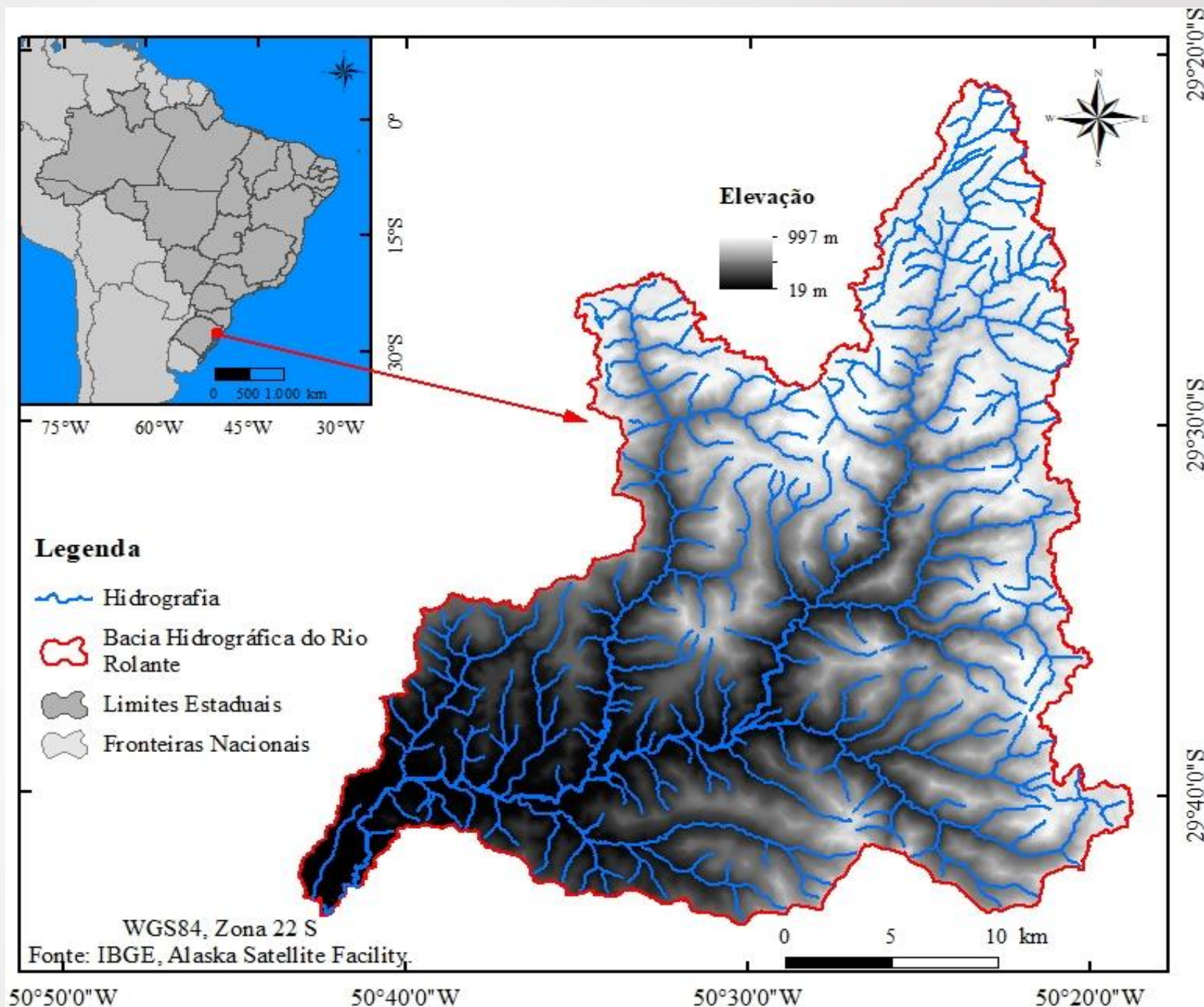
Fonte: Adaptado de Highland e Bobrowsky (2008).

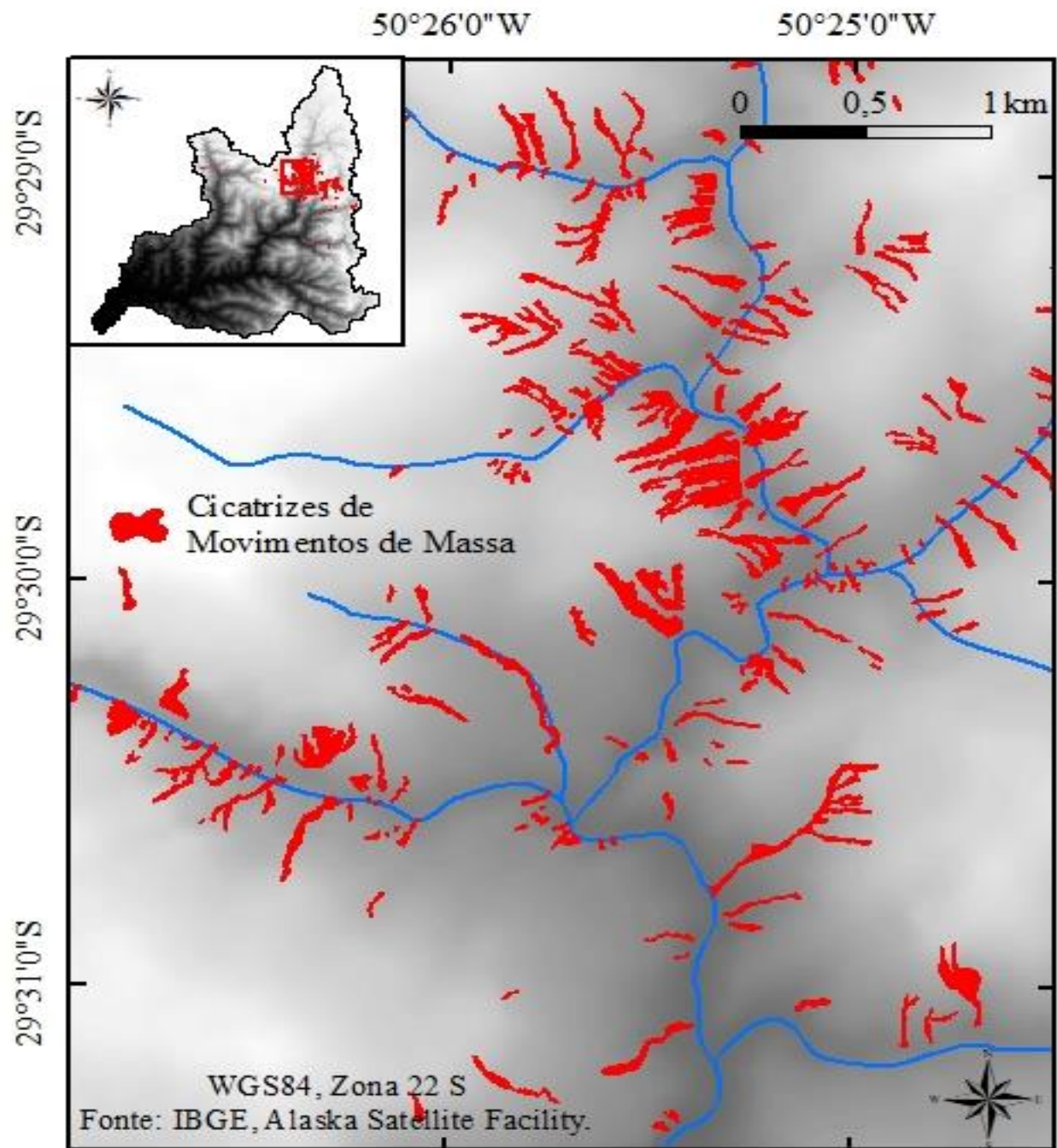


(C)

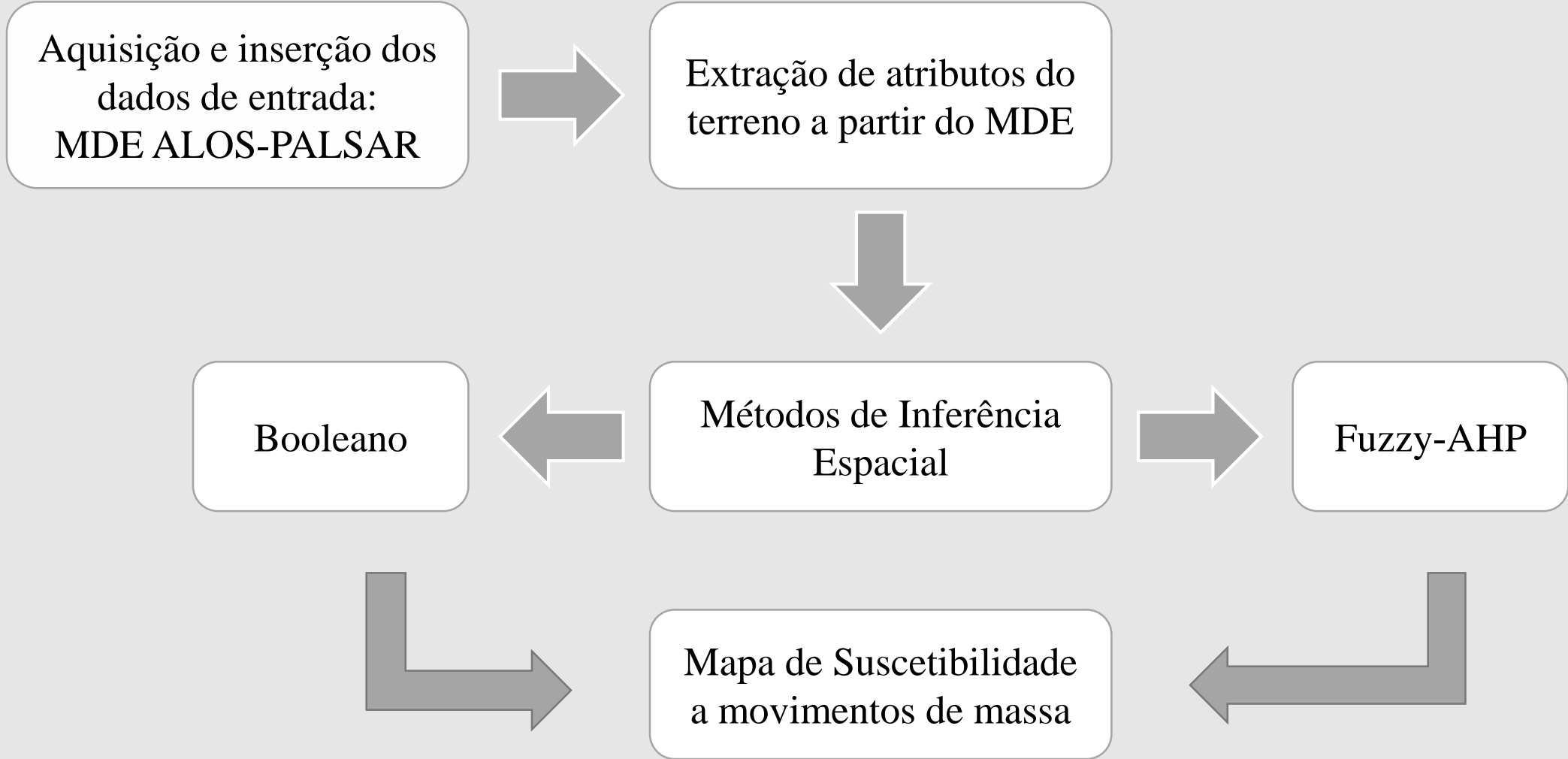
Área de Estudo

- Área: 828 km²
- Clima subtropical muito úmido (ROSSATO, 2011), com precipitações médias anuais entre 1700 e 2000 mm.





Fonte: 2º Pelotão de Polícia Ambiental de Canela (PATRAM)



Aquisição e inserção dos dados de entrada:
MDE ALOS-PALSAR

Extração de atributos do terreno a partir do MDE

Booleano

Métodos de Inferência Espacial

Fuzzy-AHP

Mapa de Suscetibilidade a movimentos de massa

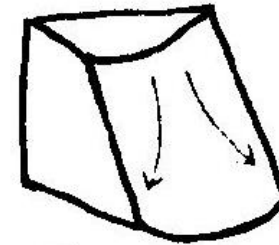
Atributos do terreno

- Elevação (MDE);
- Declividade;
- Orientação da Vertente;
- Plano da Curvatura;
- Perfil da Curvatura.

Curvatura no plano e no perfil



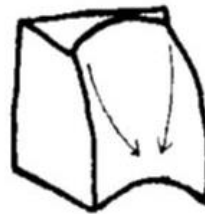
Convexo
Divergente



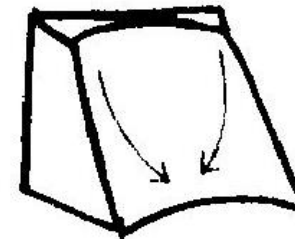
Plano
Divergente



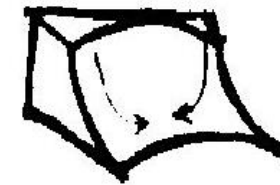
Côncavo
Divergente



Convexo
Convergente

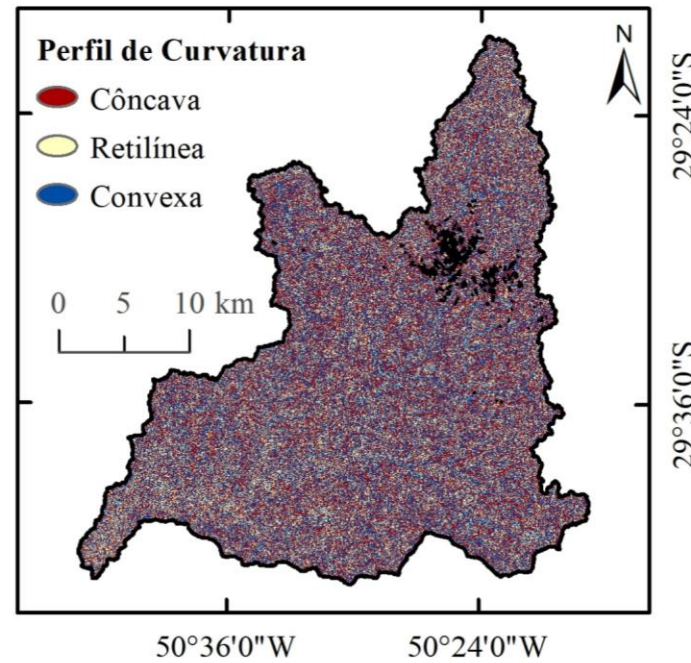
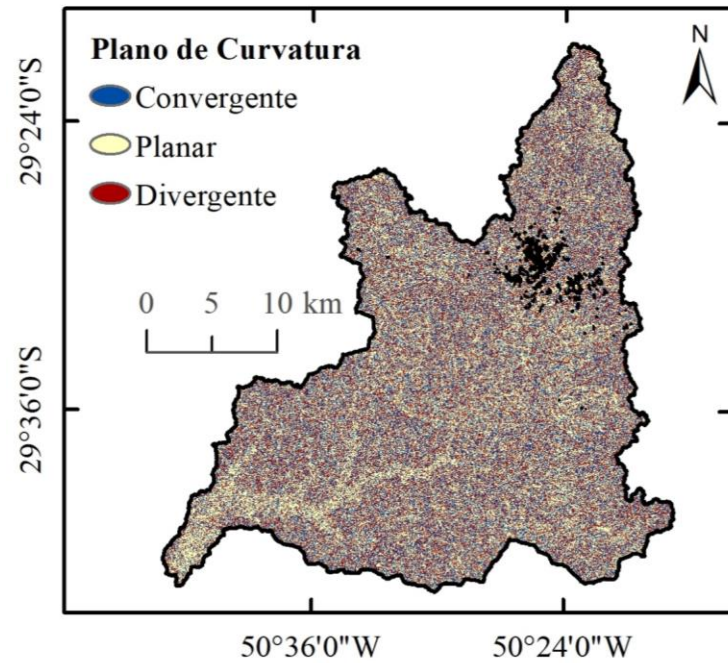
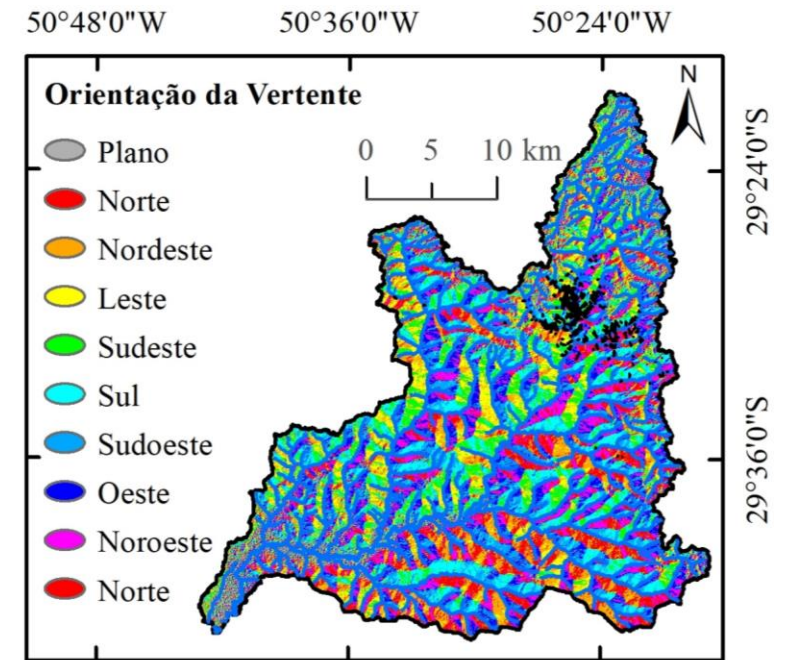
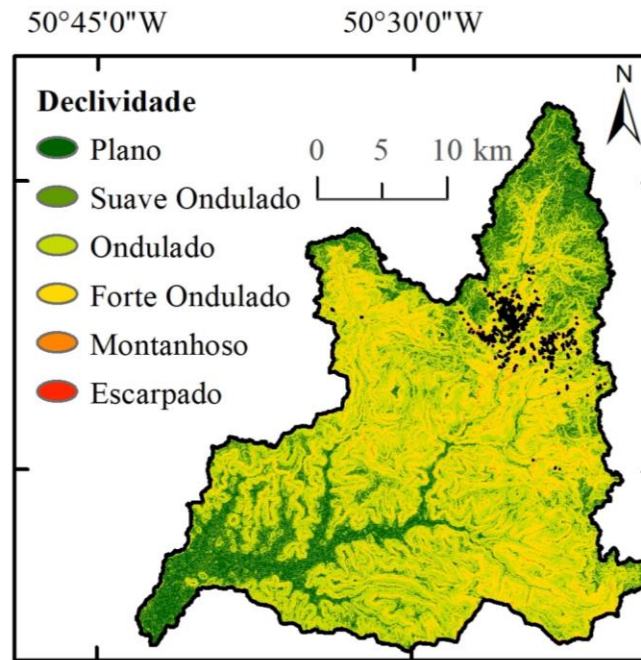
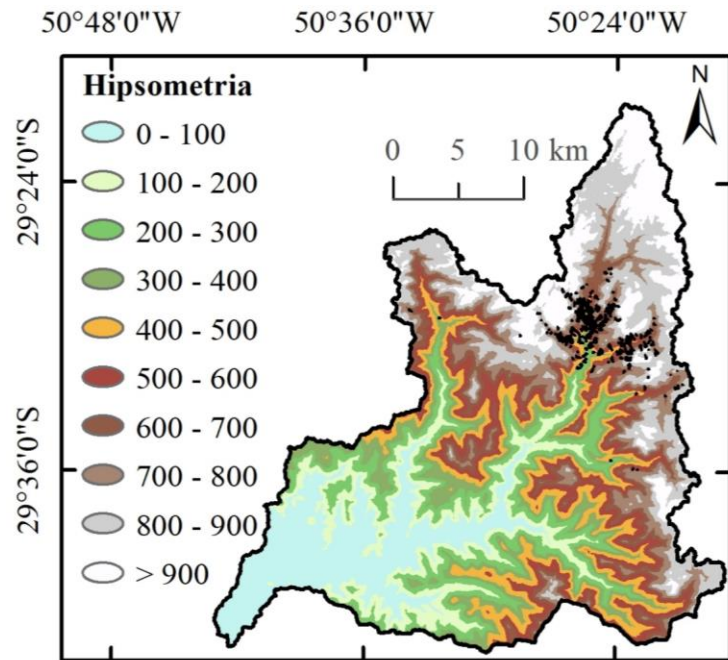


Plano
Convergente



Côncavo
Convergente

Fonte: Collischonn *et al.* (s.d.)

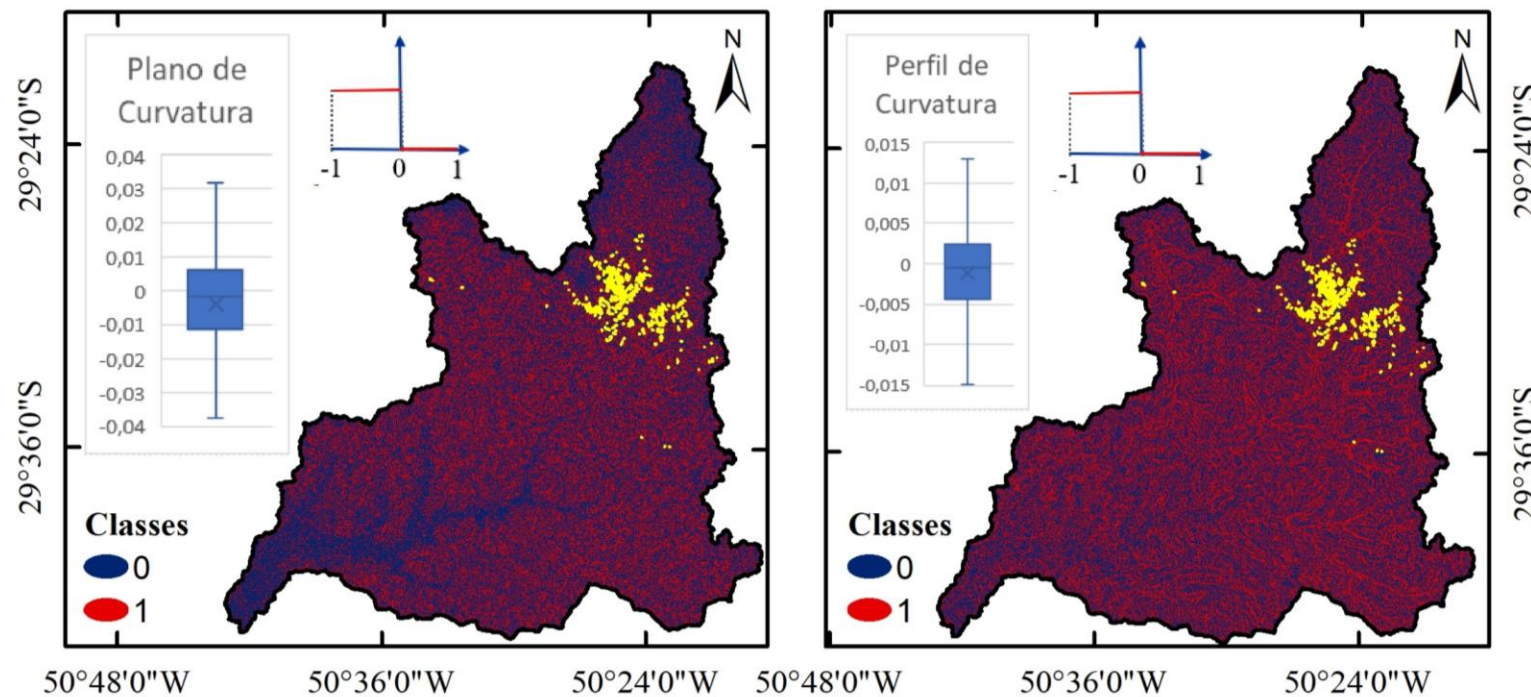
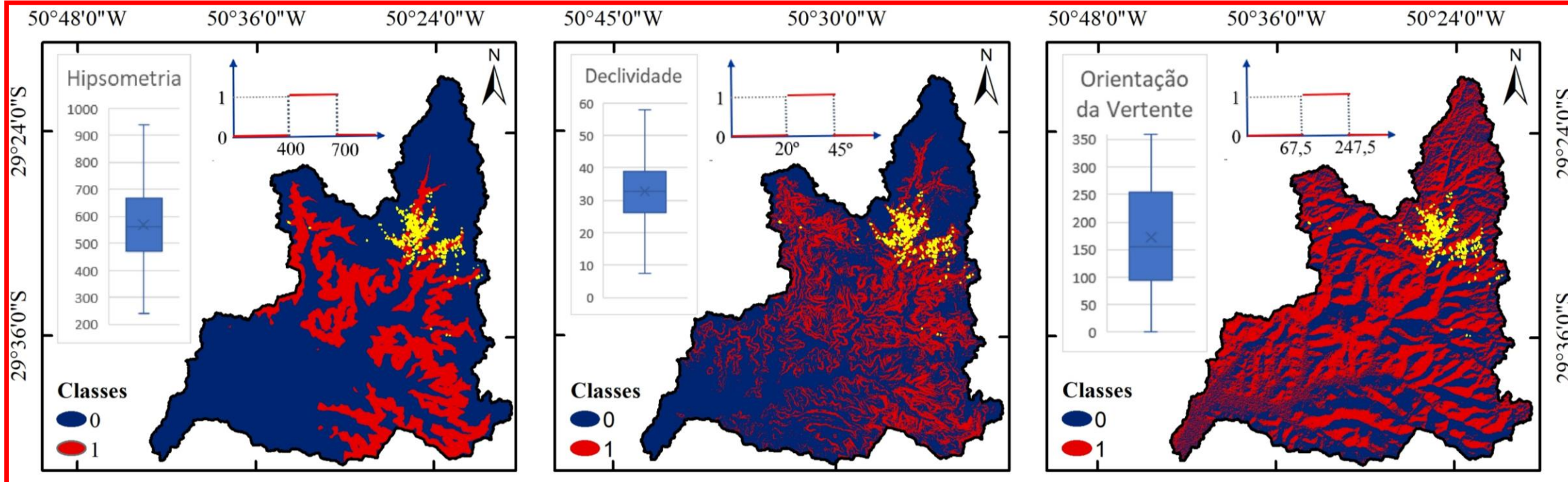


Legenda

- Bacia Hidrográfica do Rio Rolante
- Cicatriz de Movimentos de Massa

Sistema de Coordenadas Geográficas
WGS 1984 UTM Zona 22 S

Fonte de dados: Alaska Satellite Facility

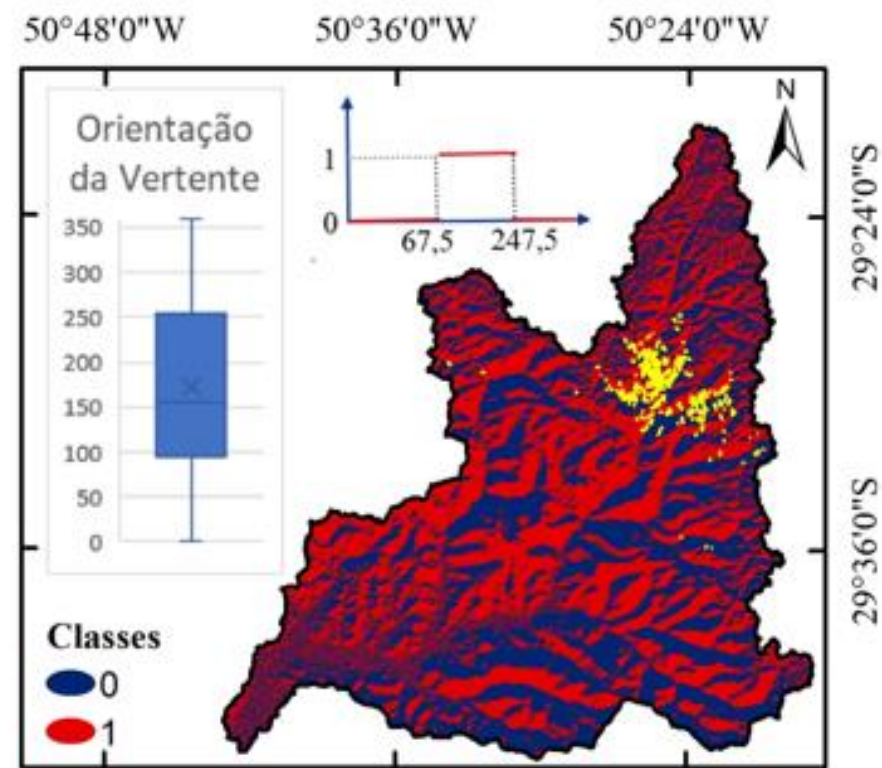
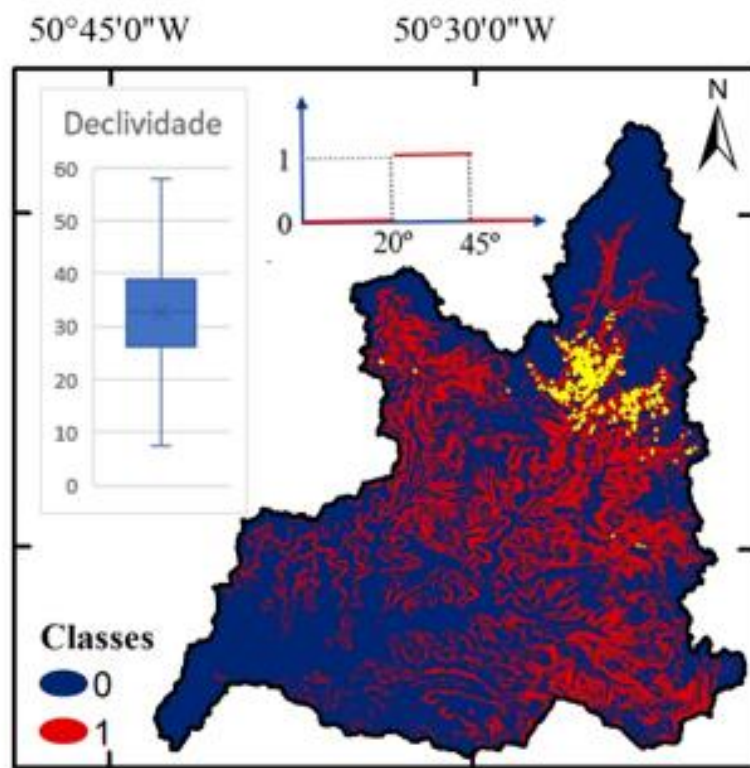
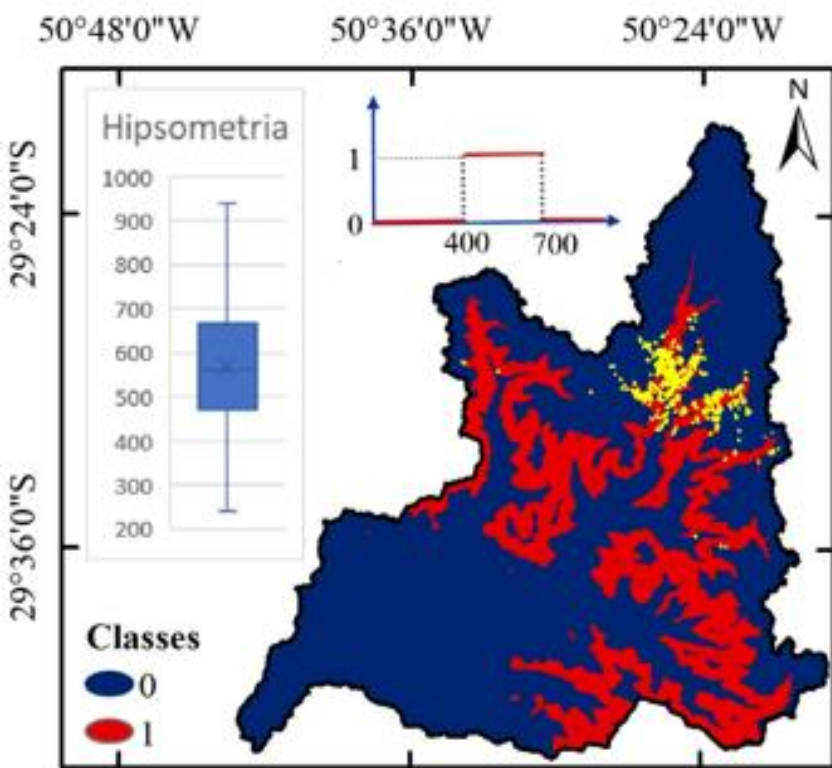


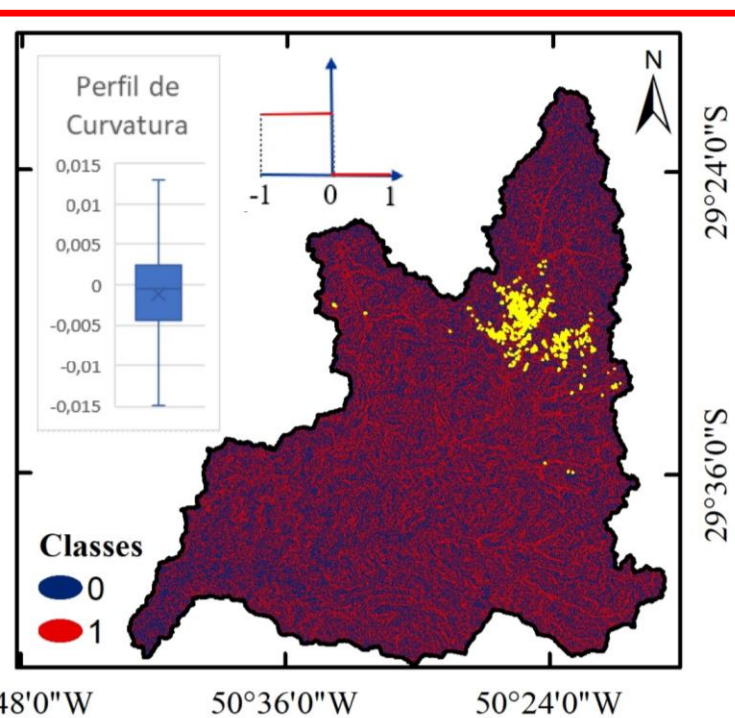
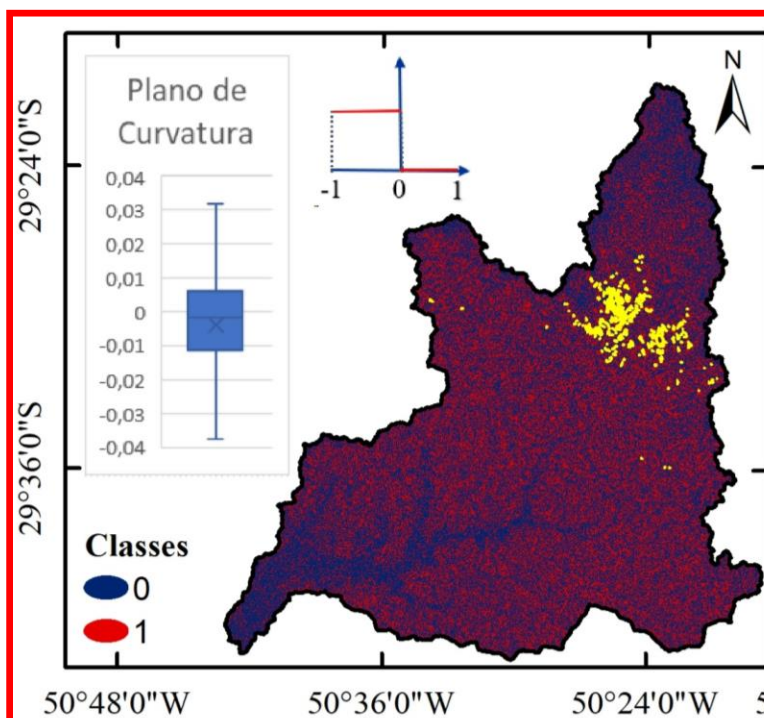
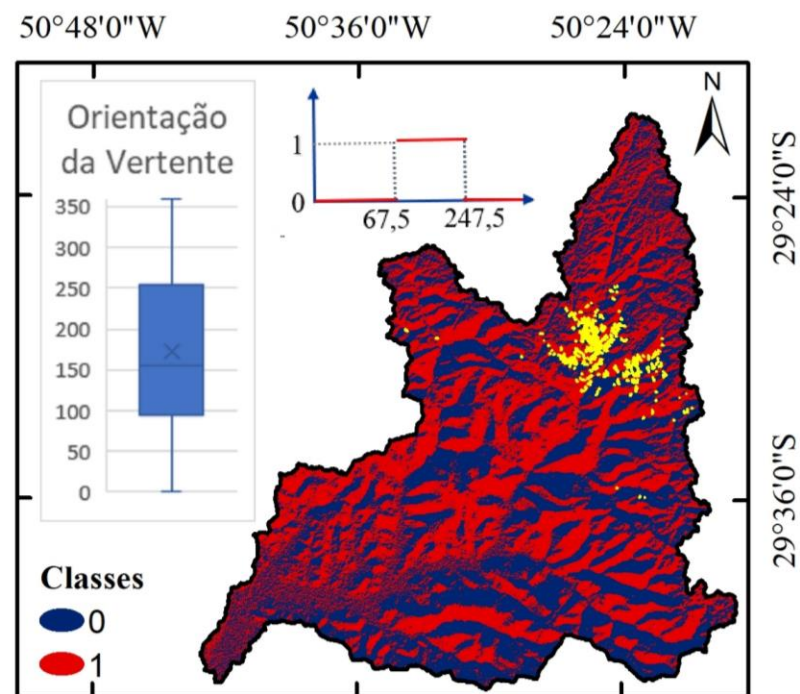
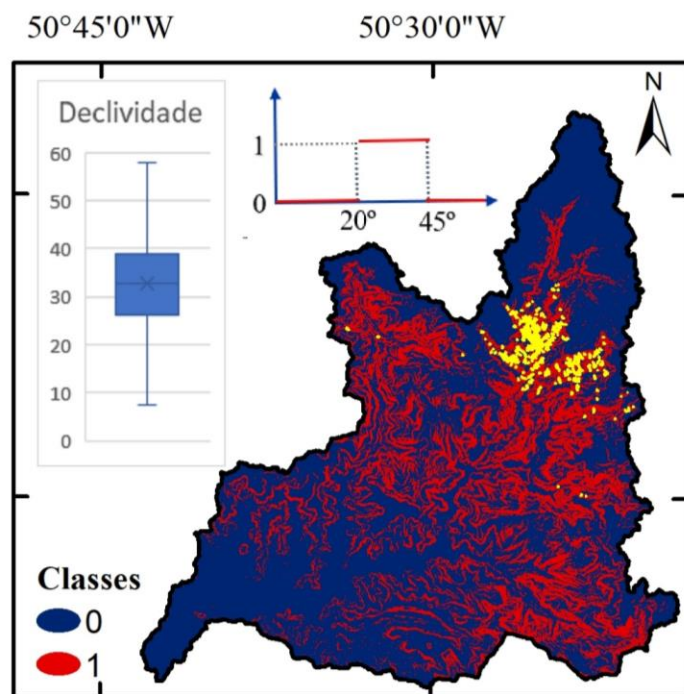
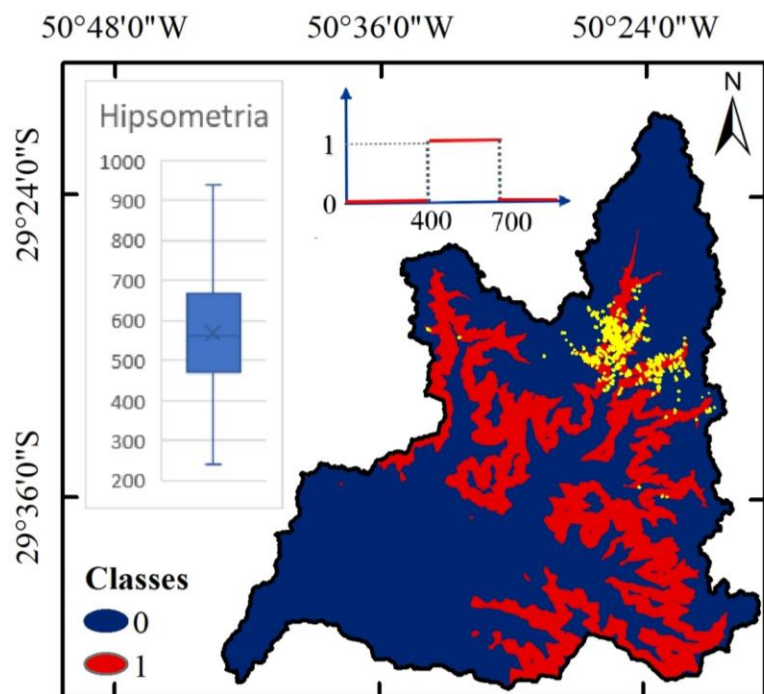
Legenda

- Bacia Hidrográfica do Rio Rolante
- Cicatrizes de Movimentos de Massa

Sistema de Coordenadas Geográficas
WGS 1984 UTM Zona 22 S

Fonte de dados: Alaska Satellite Facility



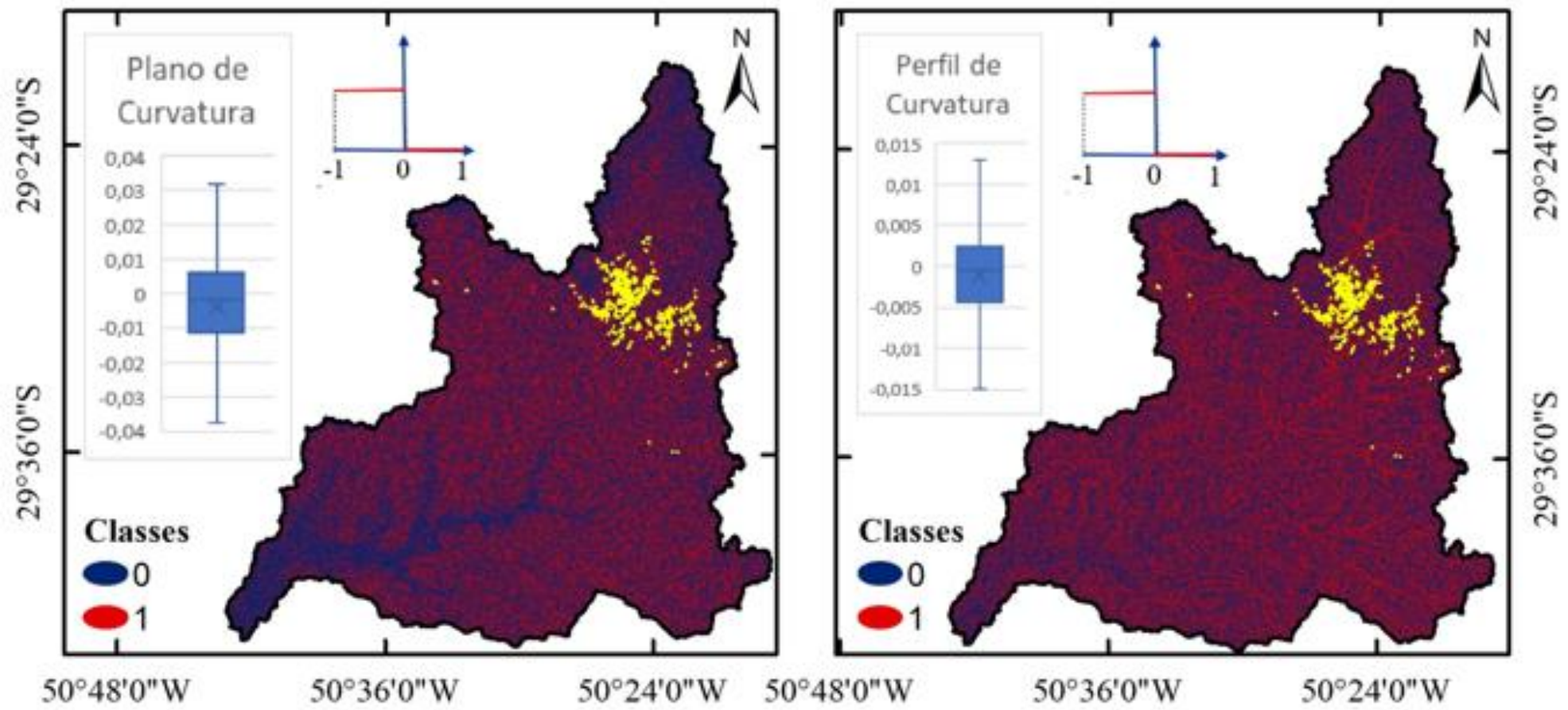


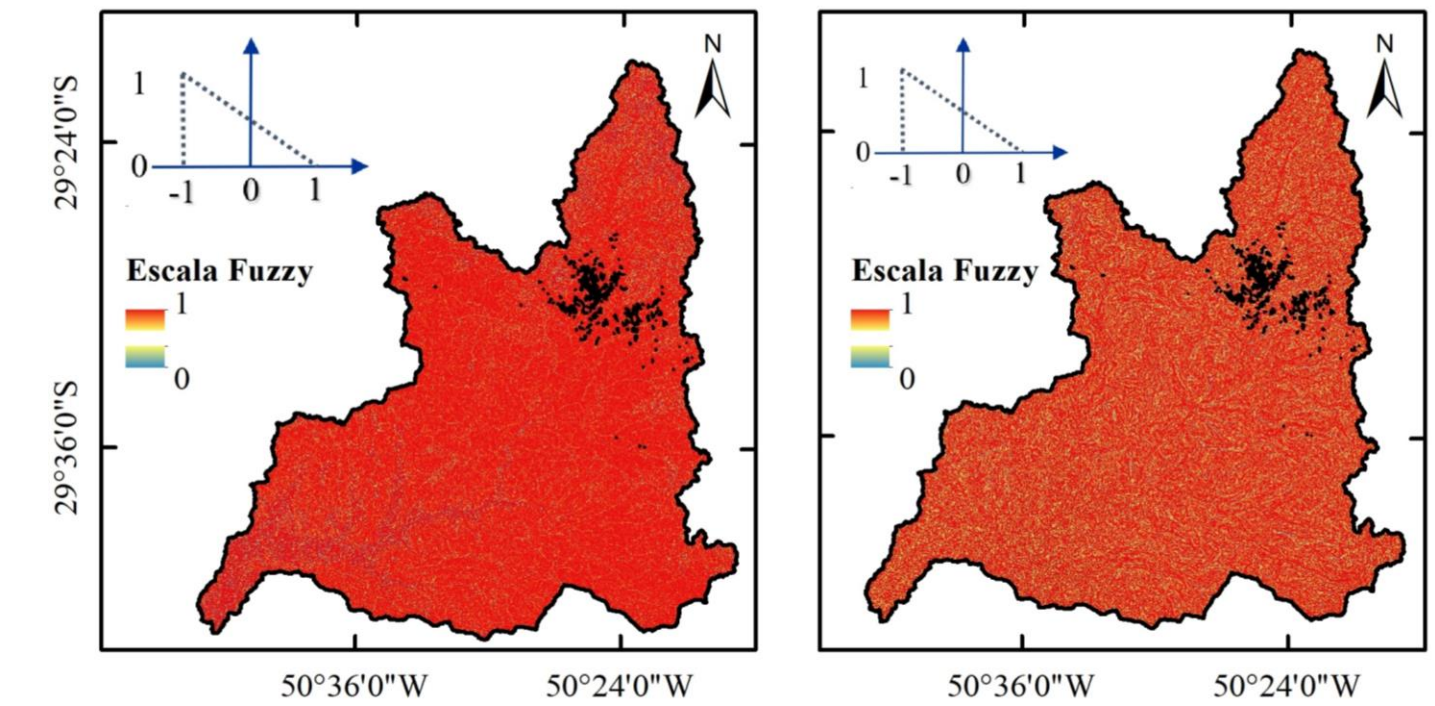
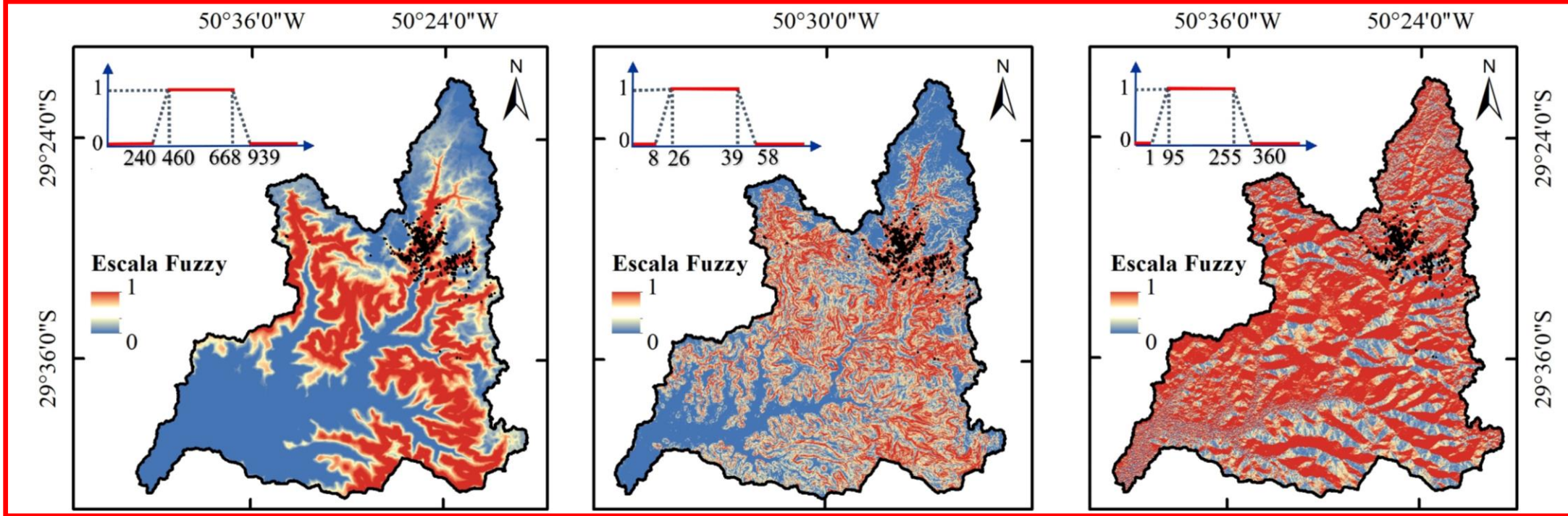
Legenda

- Bacia Hidrográfica do Rio Rolante
- Cicatrizes de Movimentos de Massa

Sistema de Coordenadas Geográficas
WGS 1984 UTM Zona 22 S

Fonte de dados: Alaska Satellite Facility





29°24'0"S

29°36'0"S

50°36'0"W 50°24'0"W

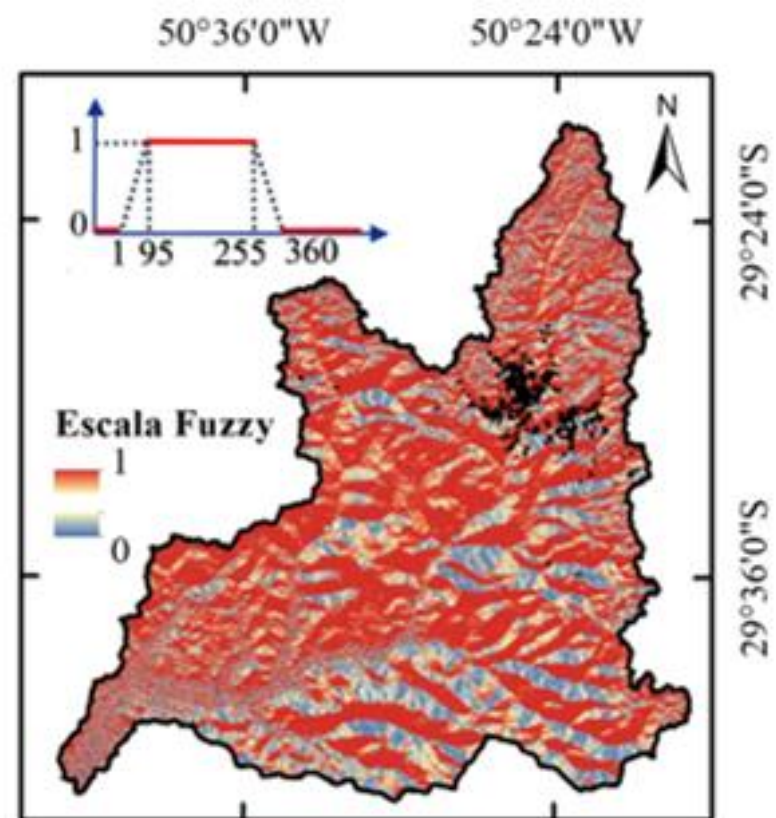
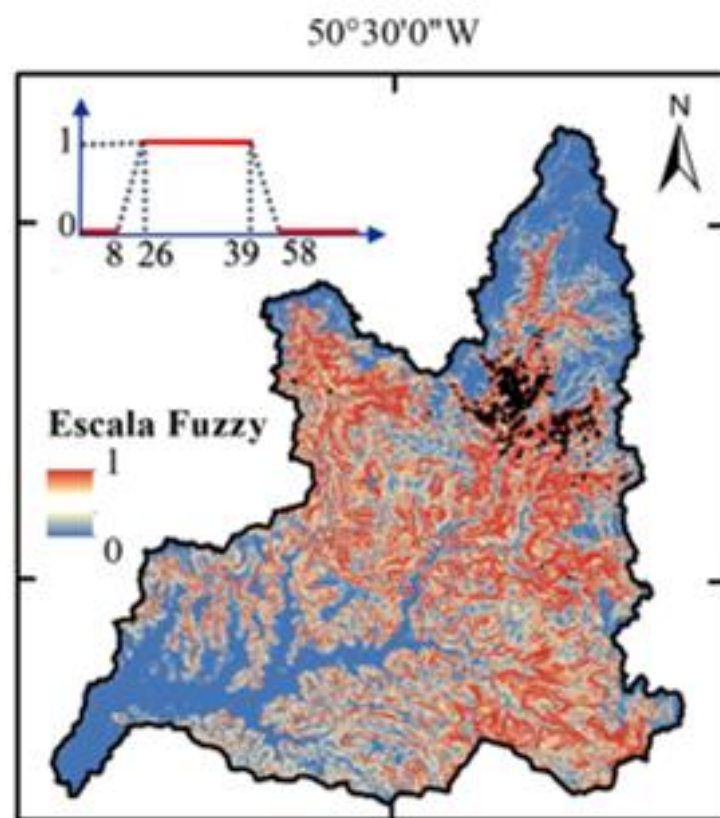
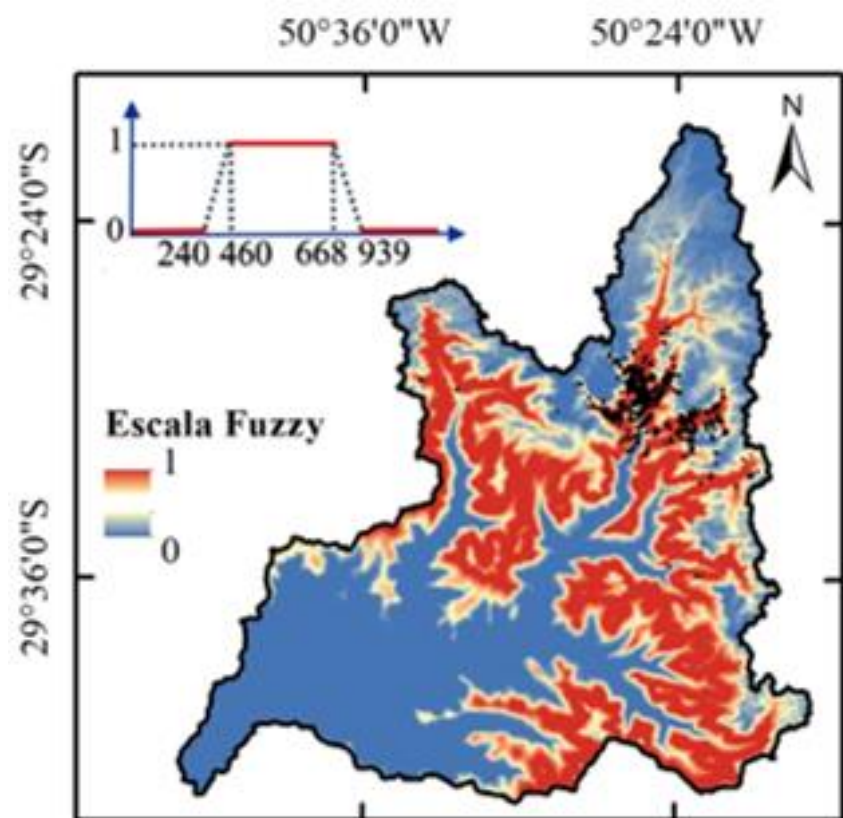
50°36'0"W 50°24'0"W

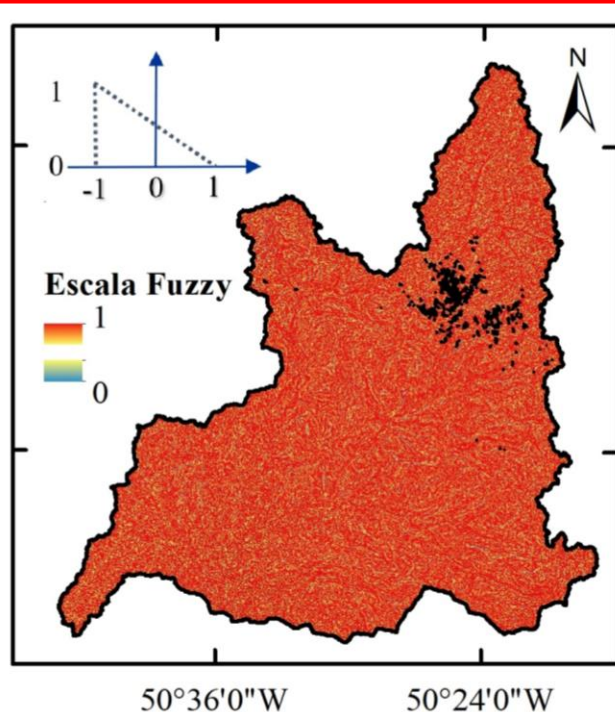
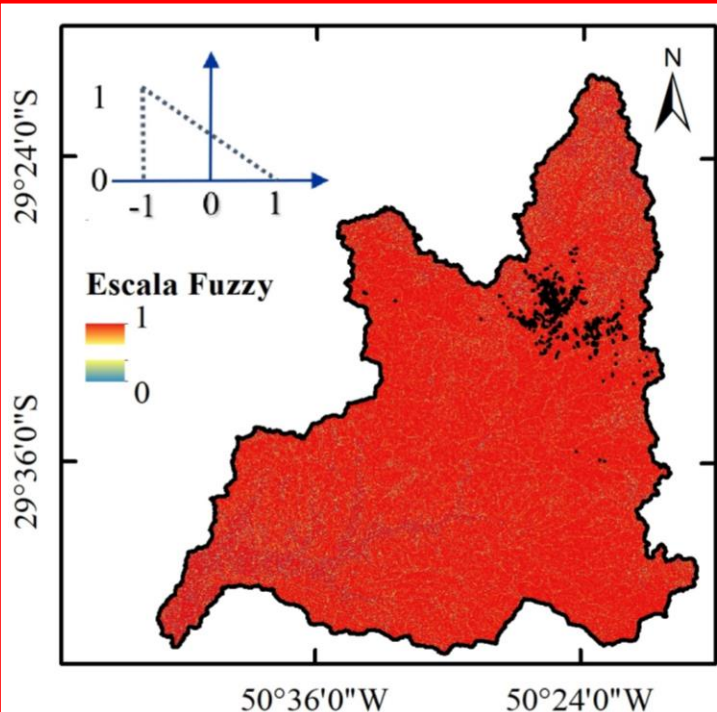
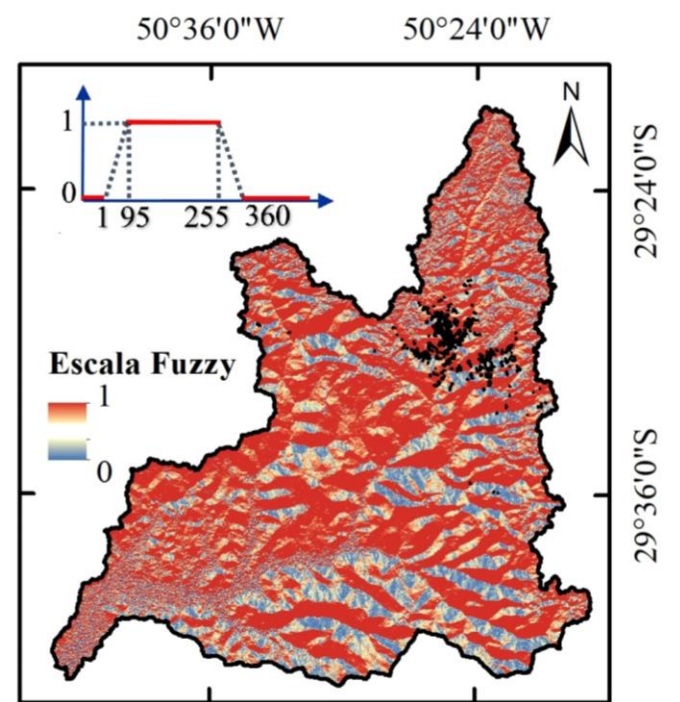
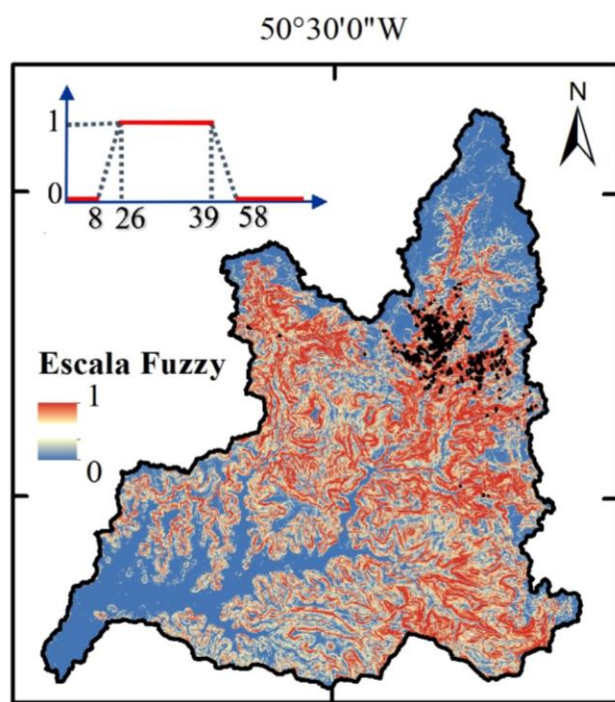
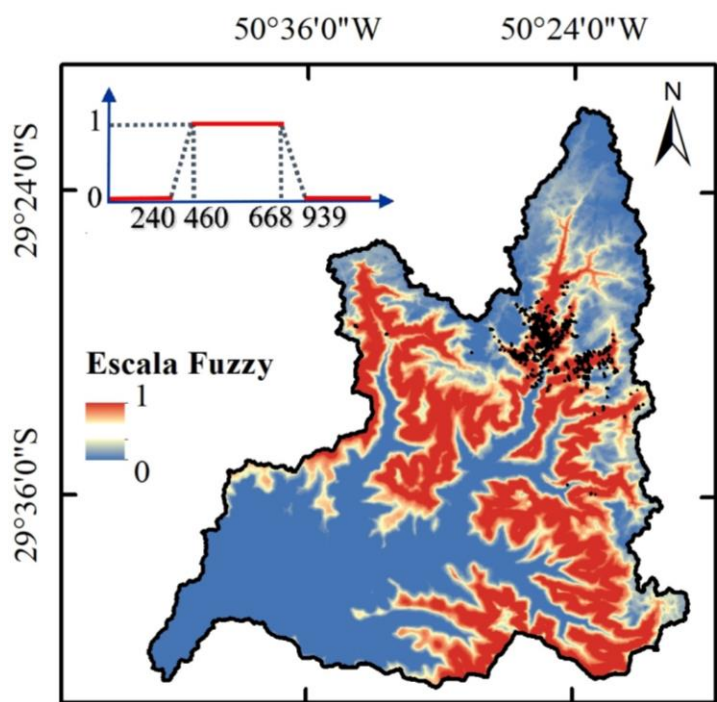
Legenda

- Bacia Hidrográfica do Rio Rolante
- Cicatrizes de Movimentos de Massa

Sistema de Coordenadas Geográficas
WGS 1984 UTM Zona 22 S

Fonte de dados: Alaska Satellite Facility



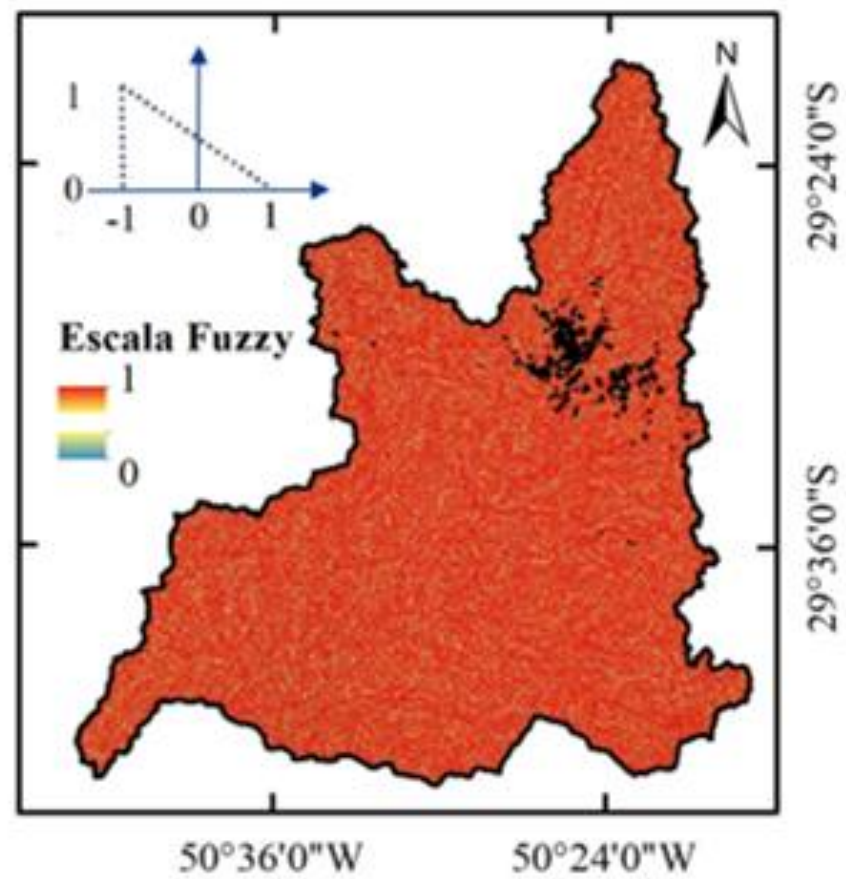
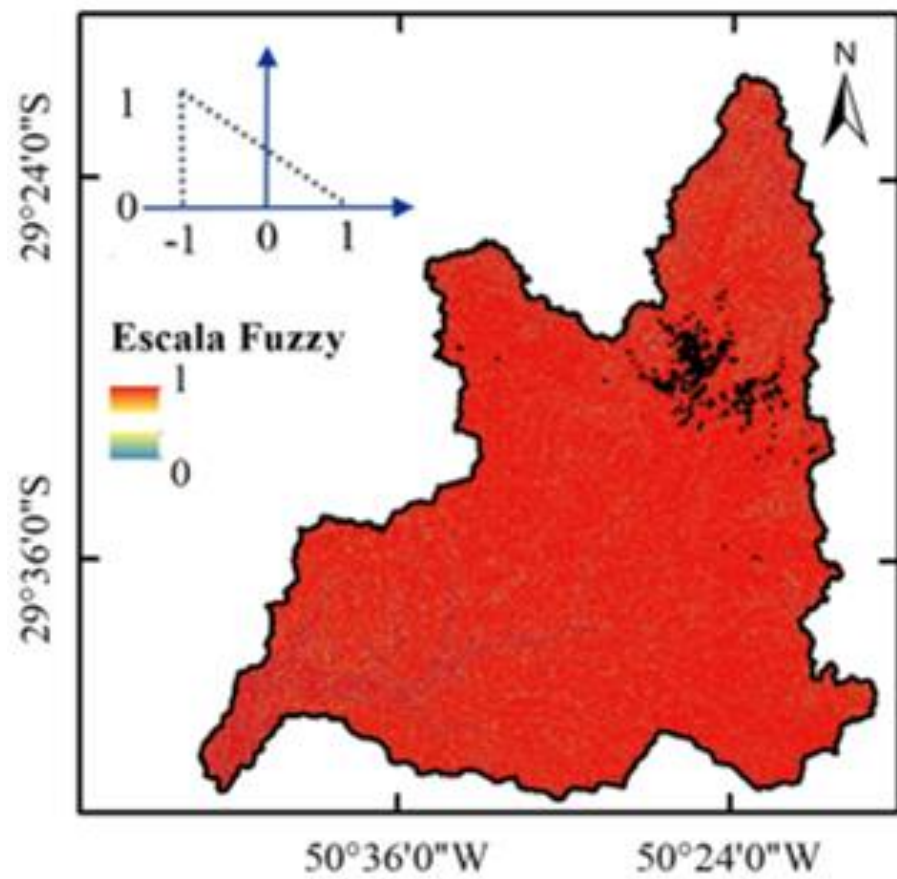


Legenda

- Bacia Hidrográfica do Rio Rolante
- Cicatrizes de Movimentos de Massa

Sistema de Coordenadas Geográficas
WGS 1984 UTM Zona 22 S

Fonte de dados: Alaska Satellite Facility

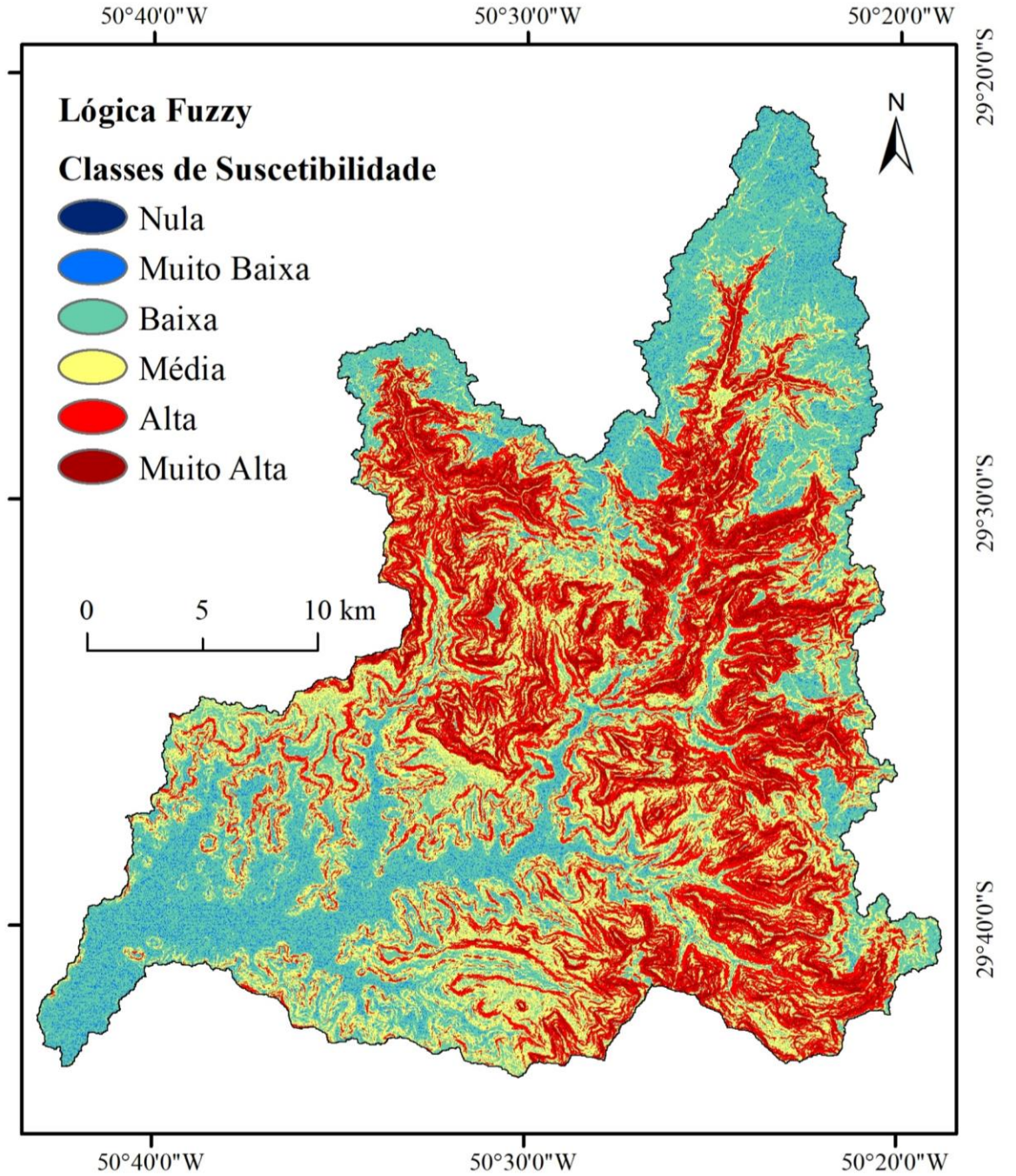
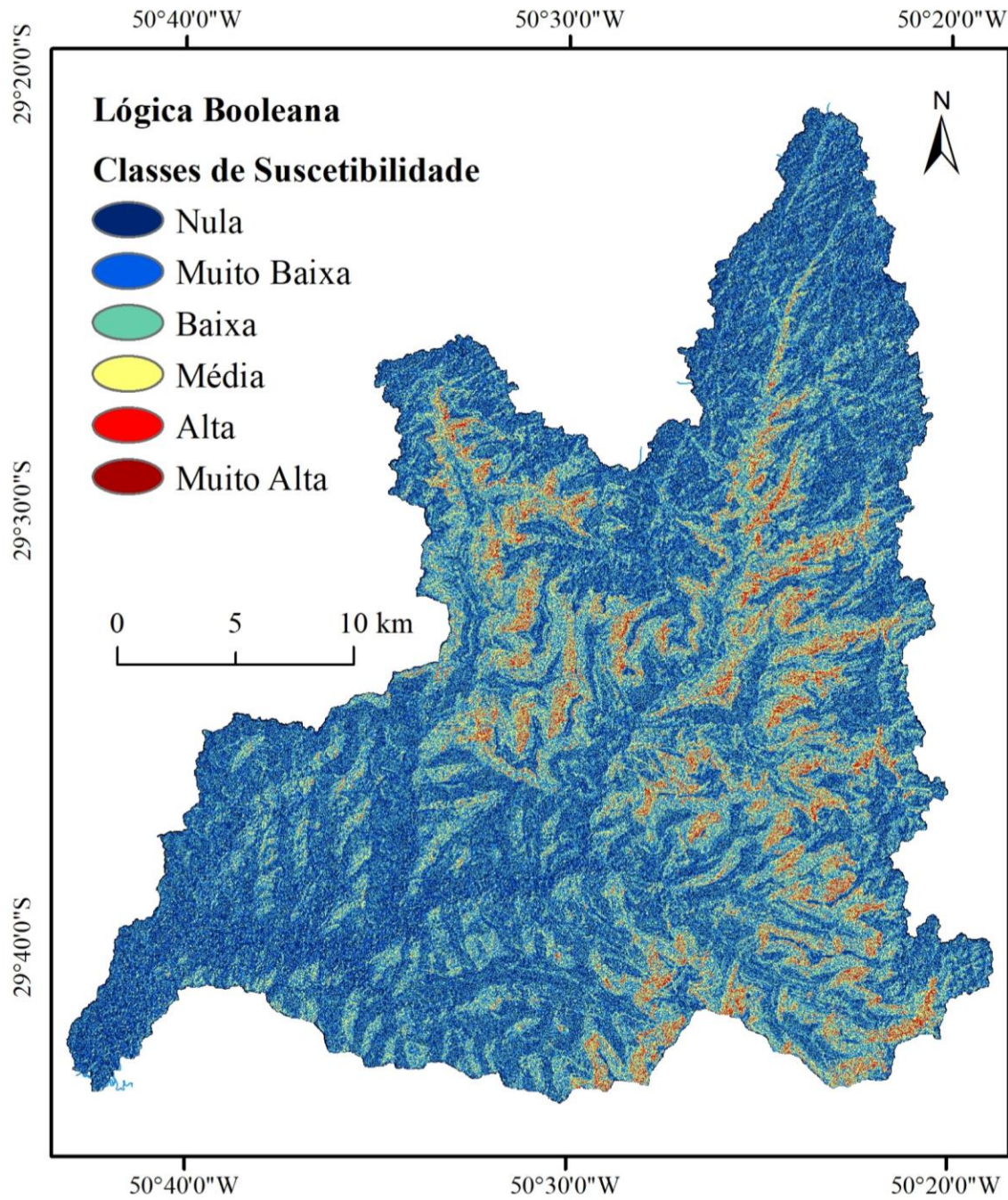


Categoria		Prioridade	Ordem
1	Elevação	20.3%	2
2	Declividade	53.4%	1
3	Orientação da Vertente	5.4%	5
4	Plano da Curvatura	10.5%	3
5	Perfil da Curvatura	10.5%	4

	1	2	3	4	5
1	1	0.33	4.00	2.00	2.00
2	3.00	1	9.00	5.00	5.00
3	0.25	0.11	1	0.50	0.50
4	0.50	0.20	2.00	1	1.00
5	0.50	0.20	2.00	1.00	1

Relação de Consistência = 0,02

Mapa de Suscetibilidade = $0,2027 * \text{Altimetria} + 0,539 * \text{Declividade} + 0,0536 * \text{Orientação de Vertente} + 0,1049 * \text{Plano da Curvatura} + 0,1049 * \text{Perfil da Curvatura}$



Método Booleano com classes						
Fatia	Píxeis	Área (Km2)	Área (%)	Prob Posteriori	Grau de Confiança	Movimentos de Massa
Muita Alta	17.965	2,81	0,339	0,0095	6,68358747	170
Alta	172.807	27,00	3,260	0,0061	4,279305454	1.047
Média	733.113	114,55	13,830	0,0030	2,12049405	2.201
Baixa	1.488.043	232,51	28,072	0,0016	1,123968534	2.368
Muito Baixa	1.545.066	241,42	29,148	0,0009	0,628098322	1.374
Nula	1.343.772	209,96	25,351	0,0003	0,18133492	345
Total	5.300.766	828,24	100,00	Prob Priori	0,00141583	7.505

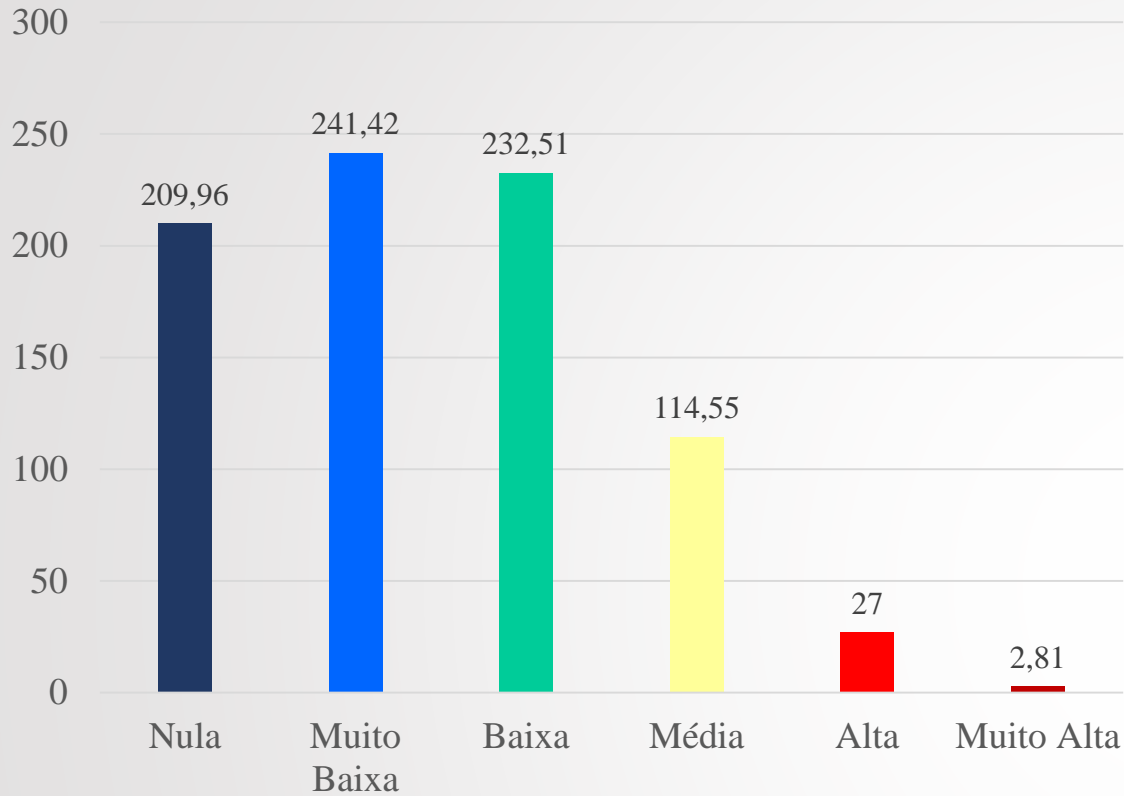
Acurácia = 0,45542971

Método Fuzzy						
Fatia	Píxeis	Área (Km2)	Área (%)	Prob Posteriori	Grau de Confiança	Movimentos de Massa
Muita Alta	395.250	61,76	7,456	0,0071	5,023158746	2.811
Alta	1.355.352	211,77	25,569	0,0023	1,592535731	3.056
Média	1.481.465	231,48	27,948	0,0006	0,42622023	894
Baixa	1.762.612	275,41	33,252	0,0001	0,035663275	89
Muito Baixa	267.295	41,76	5,043	0,0014	0,980327106	371
Nula	38.792	6,06	0,732	0,0073	5,170875785	284
Total	5.300.766	828,24	100,00	Prob Priori	0,001415833	7.505

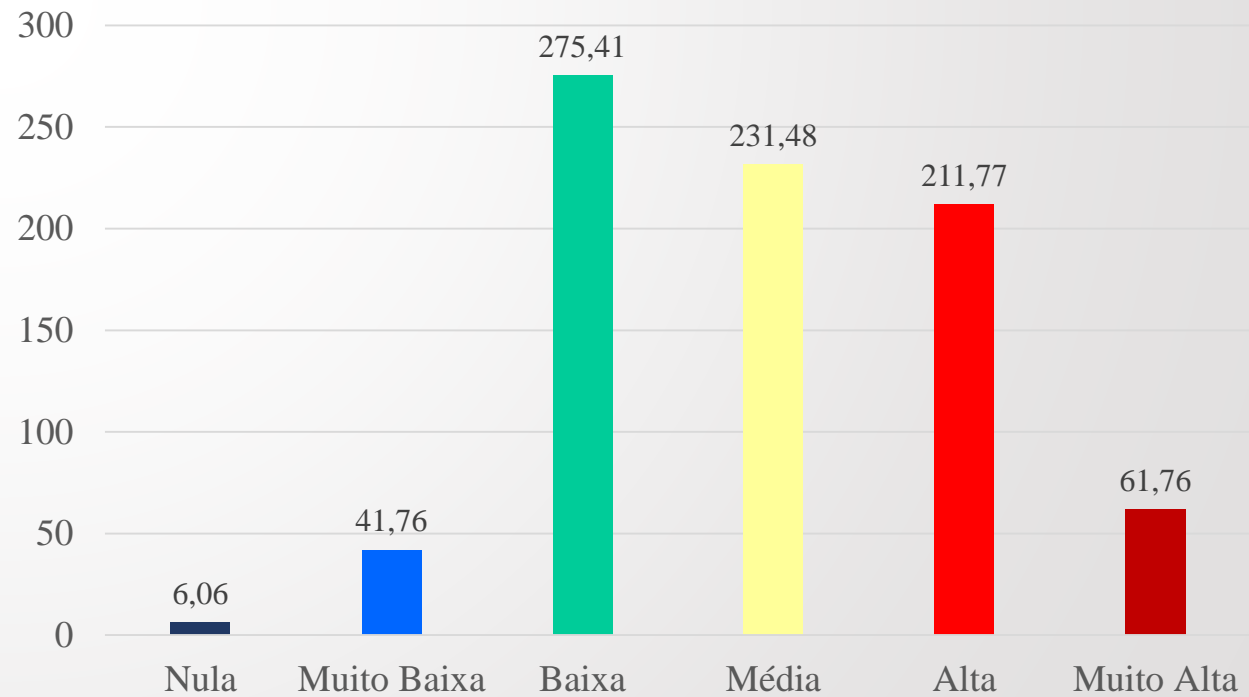
Acurácia = 0,90086609

Adaptado de MOREIRA (2001) e CONGALTON (2000).

Método Booleano



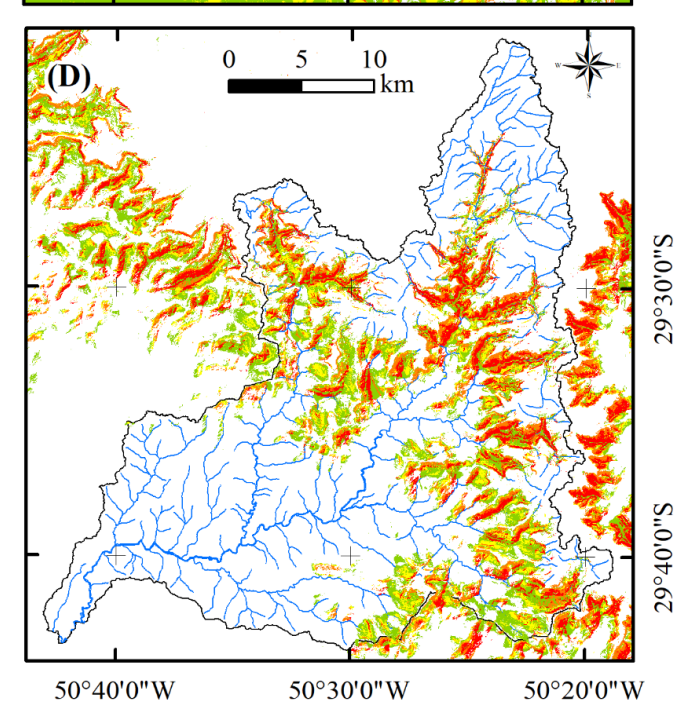
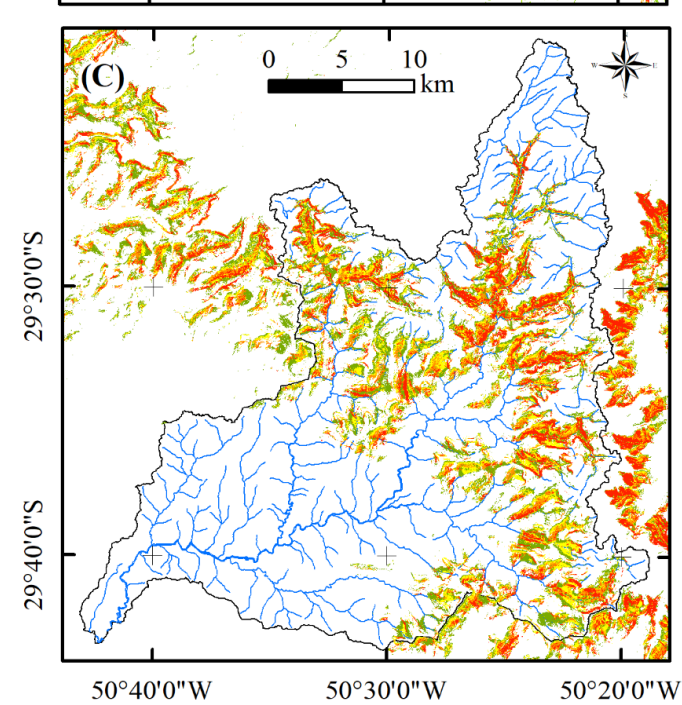
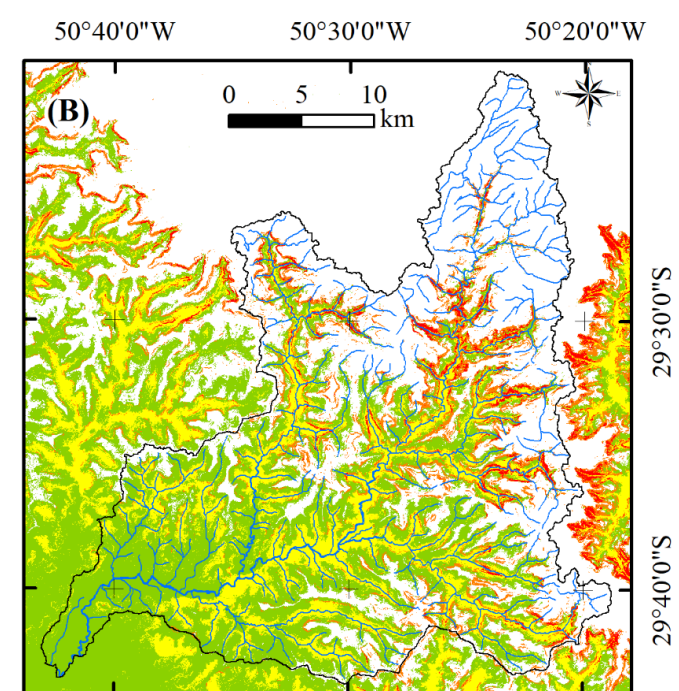
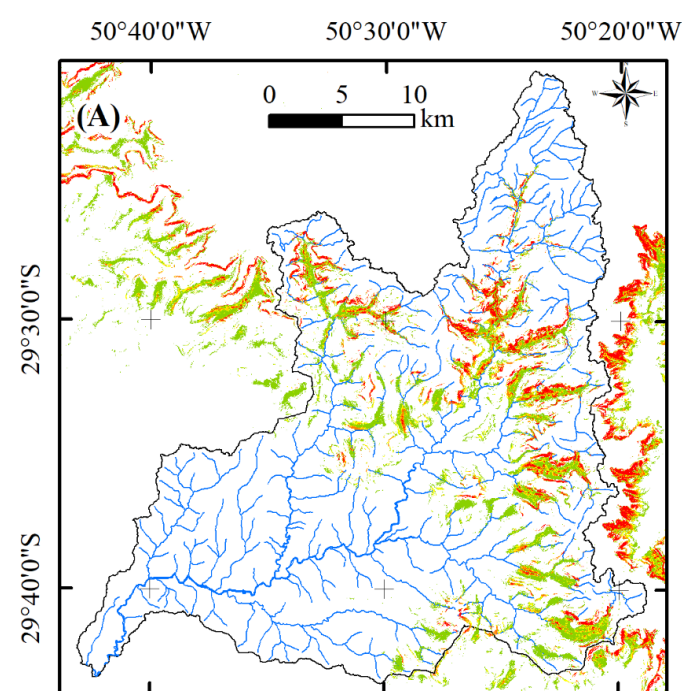
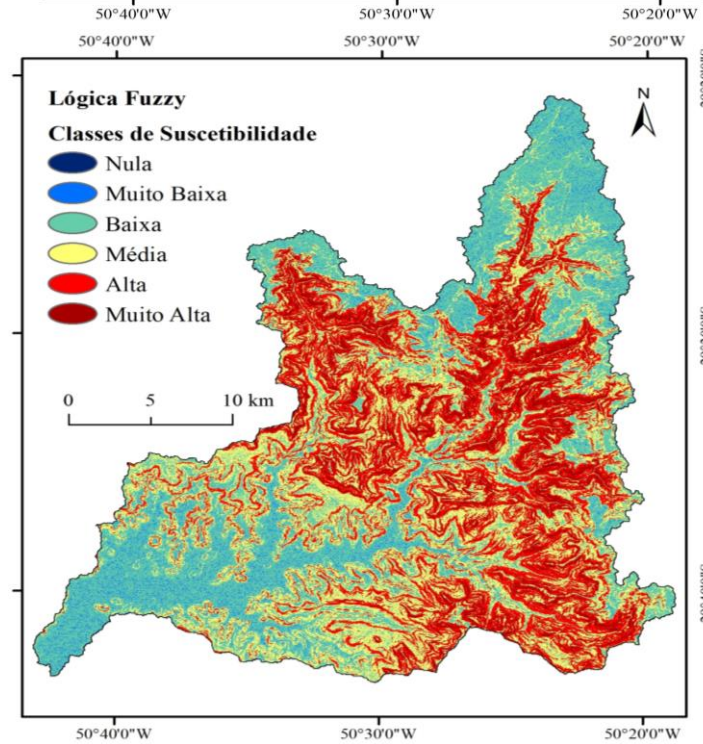
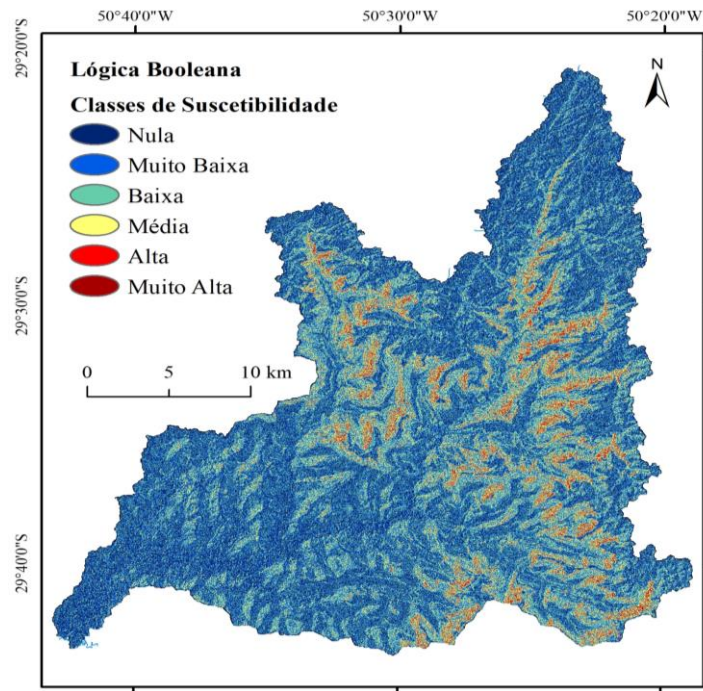
Método Fuzzy



“Mapeamento de suscetibilidade a movimentos de massa a partir de aprendizado de máquina”
(QUEVEDO, 2019)

Importância relativa dos atributos de entrada nas RNAs				
	Área 1	Área 1	Área 2	Área 2
	$x=50$	$x=80$	$x=50$	$x=80$
Elevação	37%	34%	32%	38%
Declividade	17%	24%	18%	19%
Curvatura Vertical	02%	02%	03%	02%
Curvatura Longitudinal	04%	06%	05%	06%
Relevo Sombreado	06%	02%	10%	08%
Fator LS	20%	21%	13%	05%
Profundidade de Vale	14%	11%	19%	21%

Área	Amostragem	Modelo	AUC			Nº. Neurônios
			Calibração	Teste	Geral	
1	50	5	0,898	0,890	0,890	11
	80	2	0,879	0,880	0,879	05
2	50	6	0,926	0,919	0,920	13
	80	5	0,937	0,920	0,920	11



Referências

- CONGALTON, E. G. Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information. **International Journal of Wildland Fire**. 2001, v. 10, p. 321-328,
- COLLISCHONN, W.; MENDIONDO, E. M.; MENDES, C. A. B. **Modelos numéricos do terreno e suas aplicações a bacias hidrográficas**: Princípios gerais. Apresentação. S.d.
- HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides**. Reston: U.S. Geological Survey Circular 1325, 2008. 129 p.
- MOREIRA, F. R. S. **Uso e avaliação de técnicas de integração e análise espacial de dados em pesquisa mineral aplicadas ao planalto de Poços de Caldas**. São José dos Campos: INPE, 2001. 166 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.
- ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. Porto Alegre: UFRGS, 2011. 253 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- QUEVEDO, R. P. **Mapeamento de suscetibilidade a movimentos de massa a partir de aprendizado de máquina**. Porto Alegre: UFRGS, 2019. 71 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Obrigada pela atenção!

Renata Pacheco Quevedo