



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Inteligência Artificial Aplicada à Previsão de Desastres

Dr. Elton Escobar – Cemaden

São Paulo, 25 de novembro de 2025



Conheça o palestrante



Dr. Elton Escobar

Formação

- Bel. em Ciências Ambientais – UNIFESP
- Me. em Ciências Ambientais – UFSCar
- Dr. em Sensoriamento Remoto – INPE

Experiências Internacionais

- Universität Hamburg – Alemanha
- USDA-ARS – EUA

Atualmente realiza Pós-doutorado no Cemaden com financiamento FAPESP



Conteúdo



I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

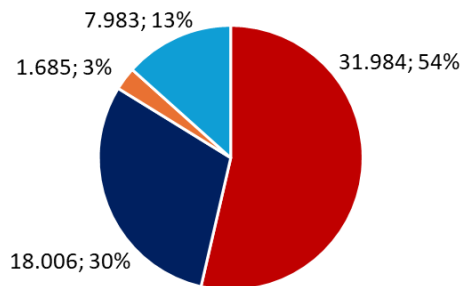
- 01** Panorama Nacional – Desastres Socioambientais

- 02** Uso de IA em Estudos de Suscetibilidade a Deslizamentos de Terra

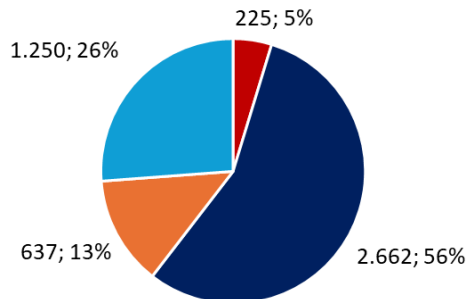
- 03** Sistema de Alerta Antecipado de Inundações – Alagamentos Urbanos de Alta Resolução Espacial

DESASTRES SOCIONATURAIS PANORAMA NACIONAL 1990 – 2024

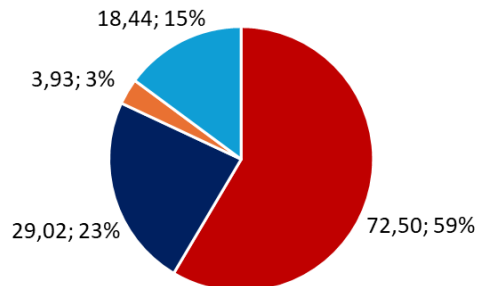
(A) Número de desastres



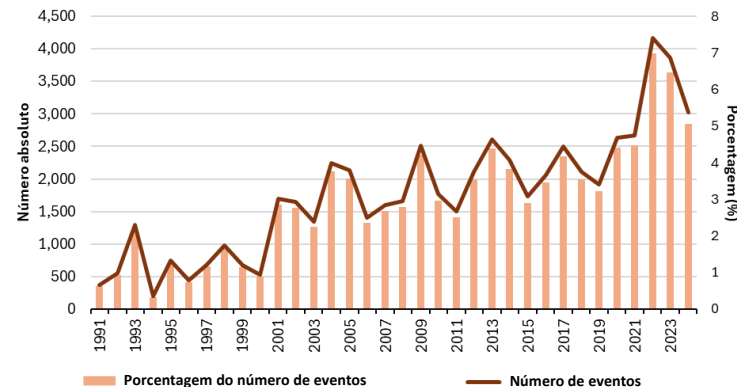
(B) Número de mortes/fatalidades



(C) Perda econômica total



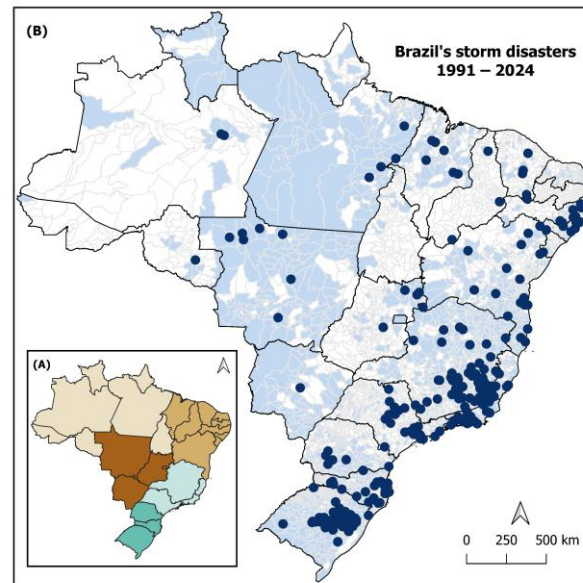
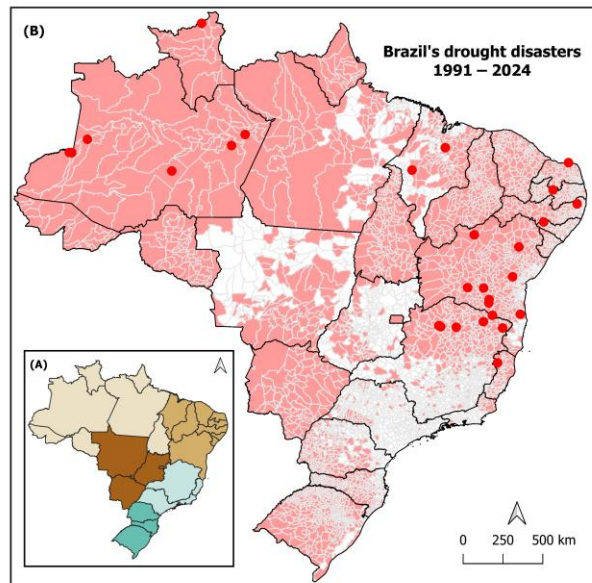
■ Chuvas intensas
■ Deslizamentos
■ Inundações
■ Seca



Escobar-Silva et al. (2026)

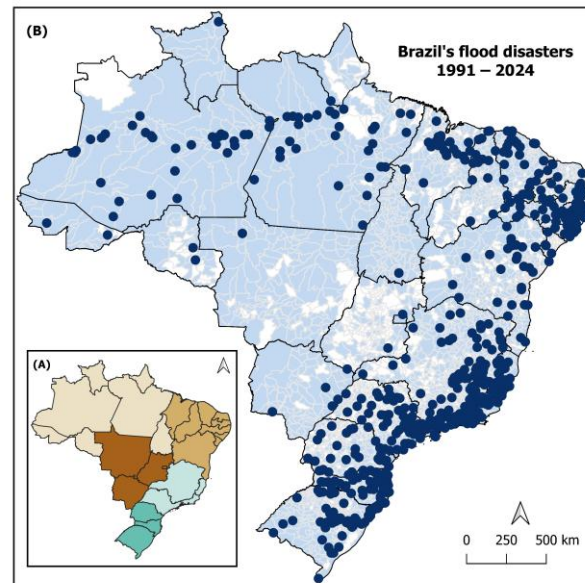
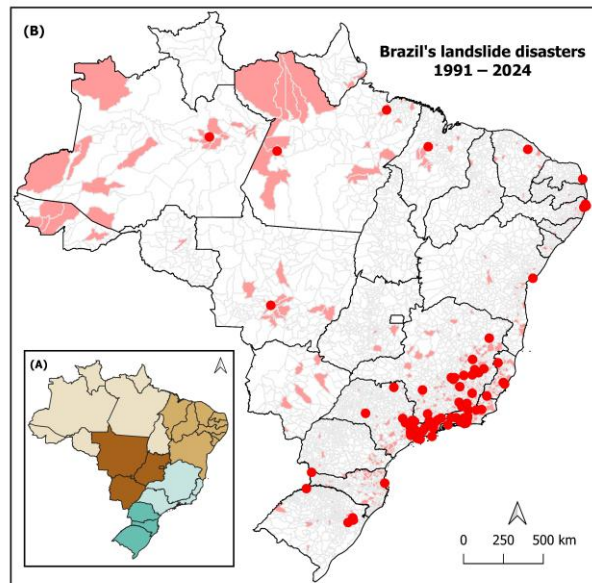
DESASTRES SOCIONATURAIS

PANORAMA NACIONAL 1990 – 2024



Escobar-Silva et al. (2026)

DESASTRES SOCIONATURAIS PANORAMA NACIONAL 1990 – 2024



Escobar-Silva et al. (2026)



Uso de IA em Estudos de Suscetibilidade a Deslizamentos de Terra

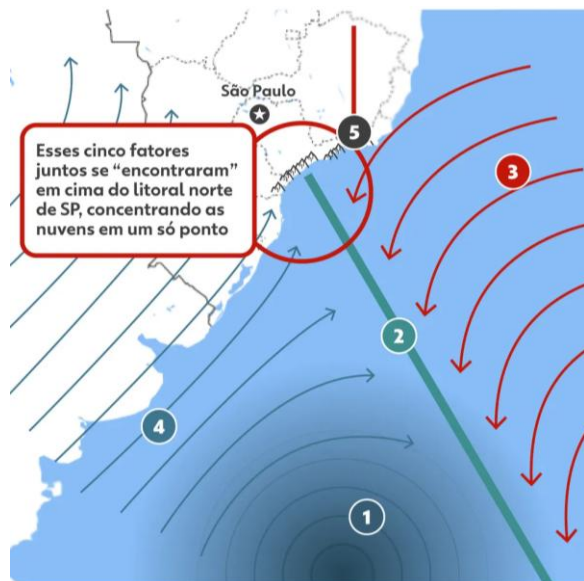


Deslizamentos em São Sebastião (SP)



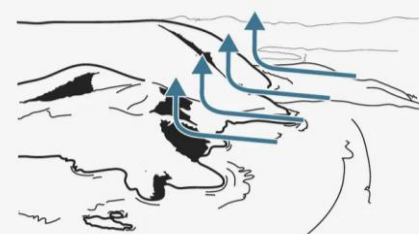
19 de fevereiro de 2023

Deslizamentos em São Sebastião (SP)

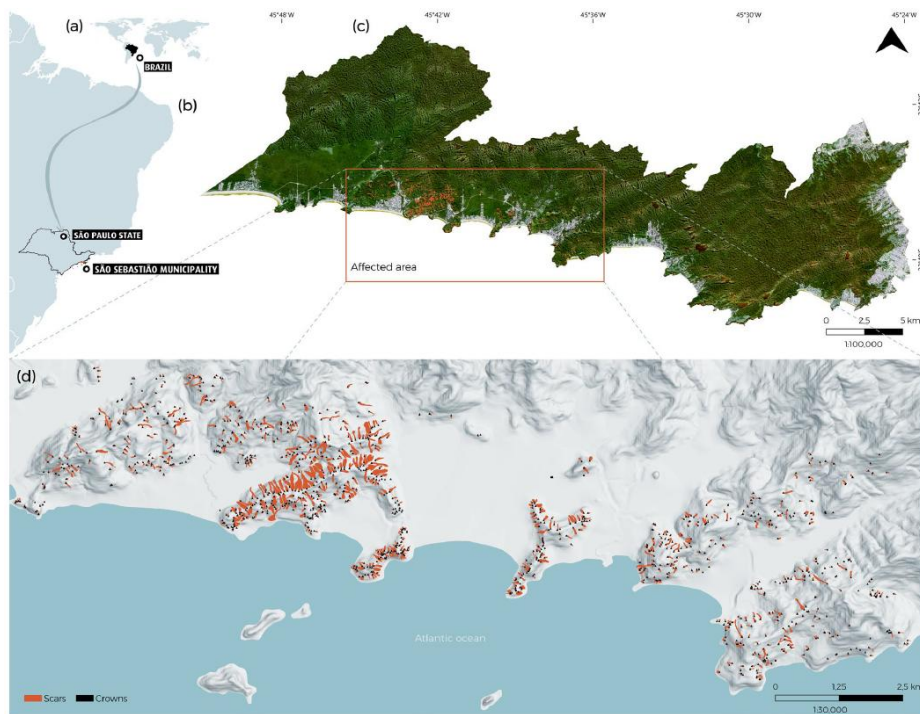


- 1 Baixa pressão
- 2 Frente fria
- 3 Ventos quentes
- 4 Nuvens com muita água
- 5 Cadeia de montanhas

A cadeia de montanhas faz as nuvens da chuva subirem e se concentrarem no litoral



Fonte: Giovanni Dolif – Cemaden



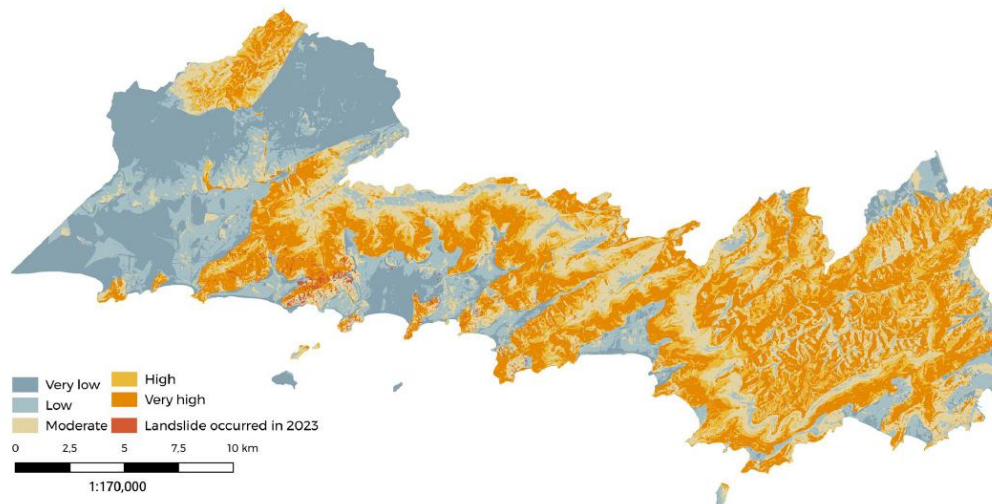
Mapeamento da suscetibilidade a deslizamentos de terra

- Existência de um inventário de alta resolução de 97.742 amostras de deslizamentos de terra coletadas durante o evento de São Sebastião em fevereiro de 2023 (Coelho et al, 2024);
- Marques-Carvalho et al. (2024) aplicou modelagem com IA para identificar a distribuição espacial das ocorrências de deslizamentos em São Sebastião (SP)
 - variáveis: declividade, elevação, curvatura do Perfil, posição relativa da declividade, orientação, índice de rugosidade do Terreno, uso e cobertura do Solo, geomorfologia, precipitação, distância aos corpos d'água, litologia, pedologia, entre outras

Marques-Carvalho et al. (2025)



Mapa de suscetibilidade a
deslizamentos de terra
gerado pelo método
proposto

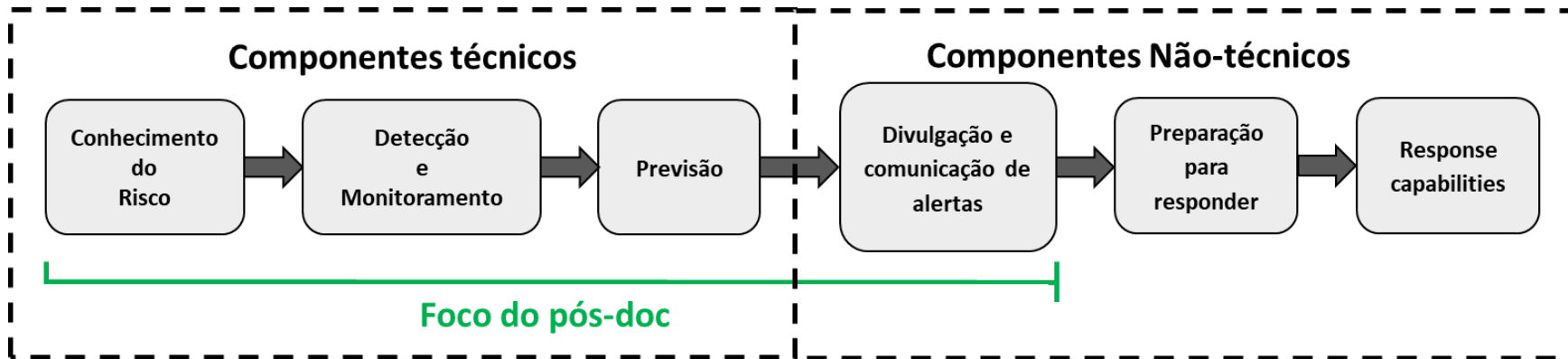


Marques-Carvalho et al. (2025)



Sistema de Alerta Antecipado de Inundações/Alagamentos Urbanos de Alta Resolução Espacial

SISTEMAS DE ALERTA ANTECIPADO



Fonte: UNDRR (2017)

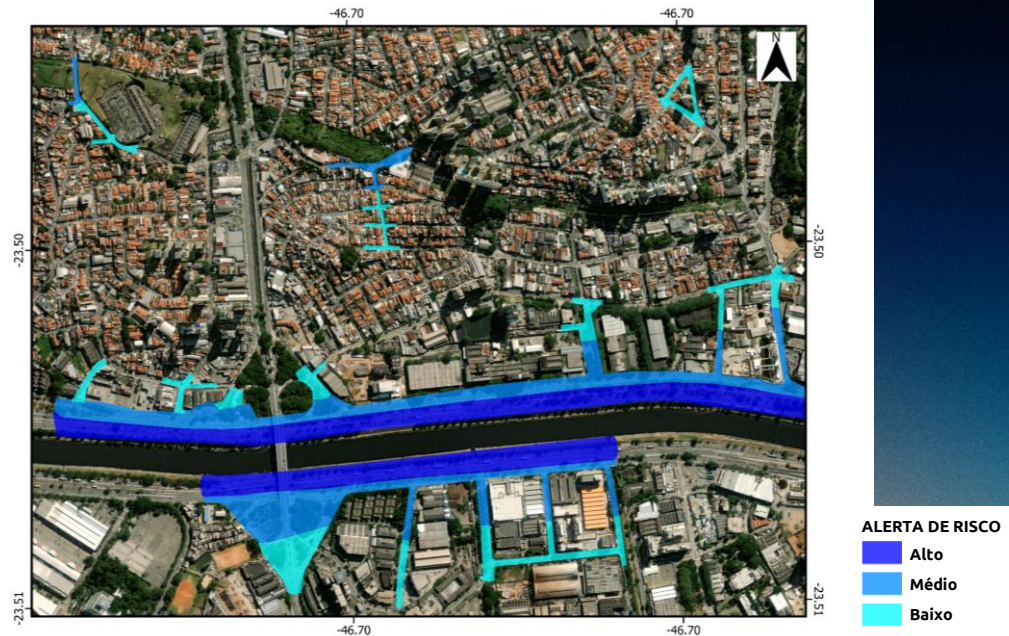
OBJETIVO

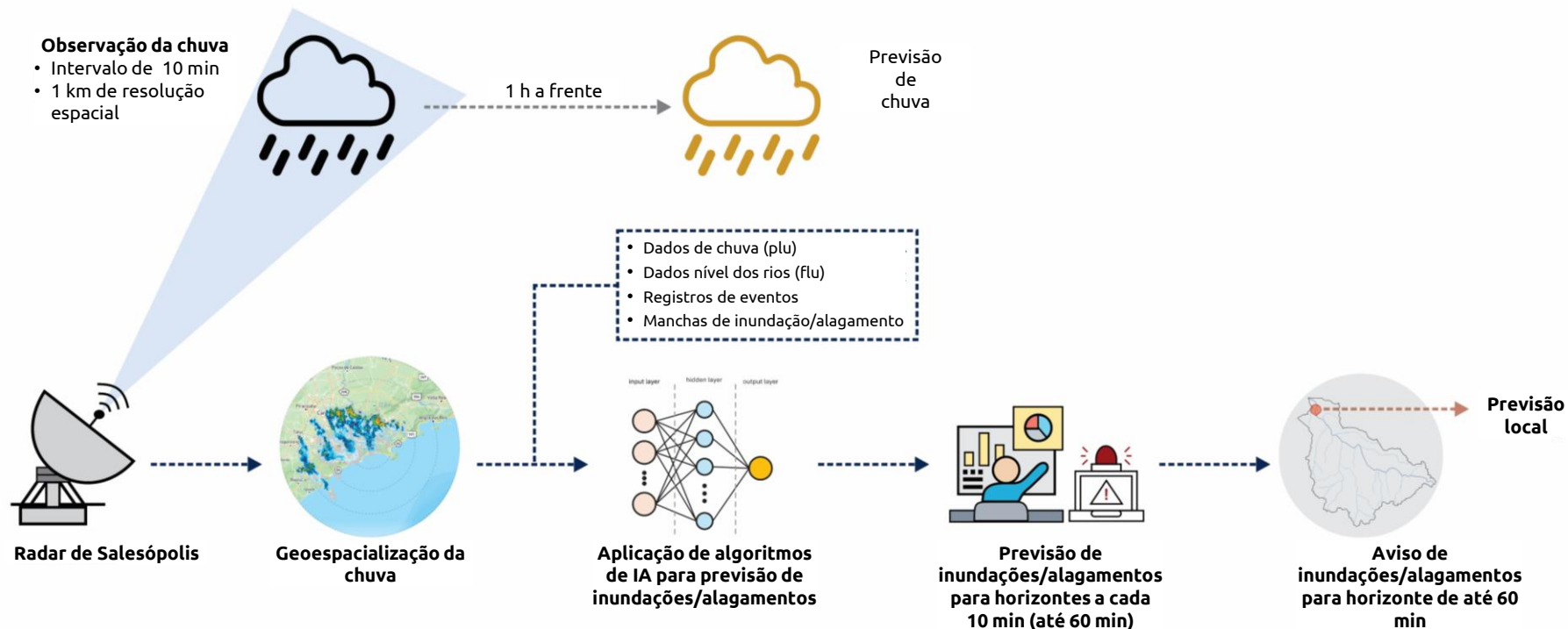
- Desenvolver um protótipo conceitual para um sistema de alerta antecipado de inundações/alagamento de alta resolução (espacial e temporal).
- Este sistema é projetado para identificar pontos críticos ou zonas de inundação.

Metodologia

Acoplamento:

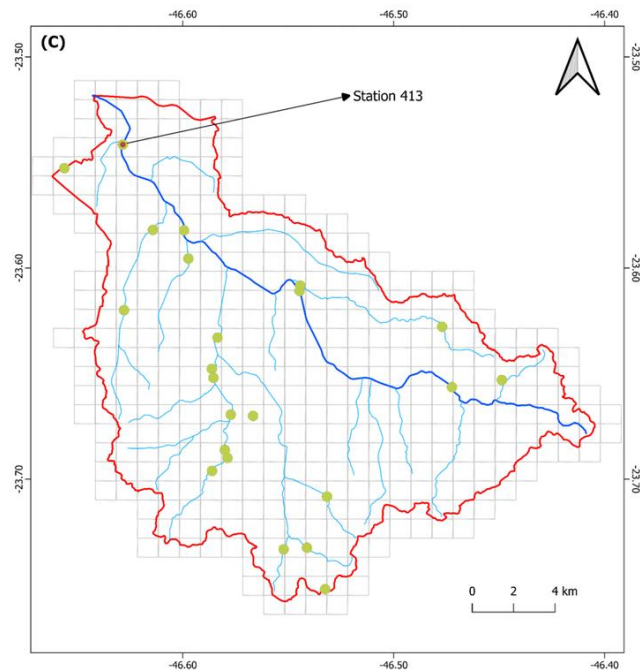
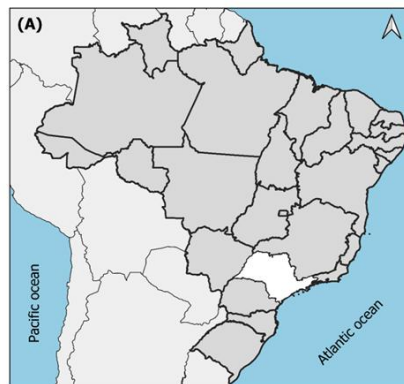
- Aprendizado de máquina, dados *plu* e *flu*, registros de eventos e previsão por radar



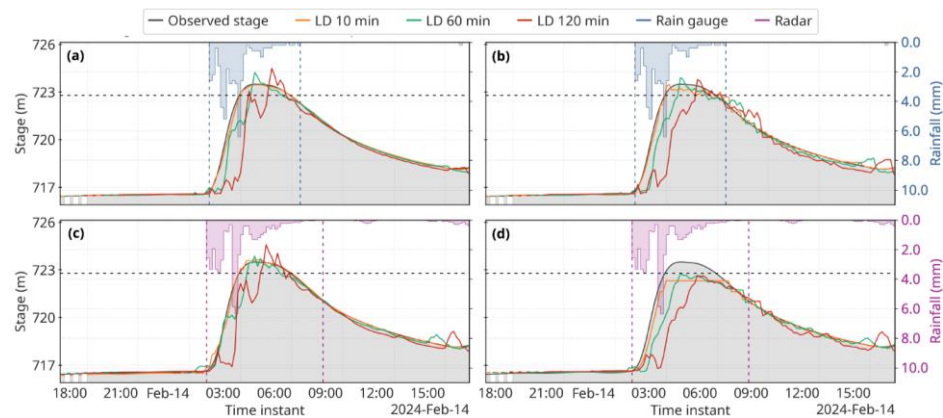
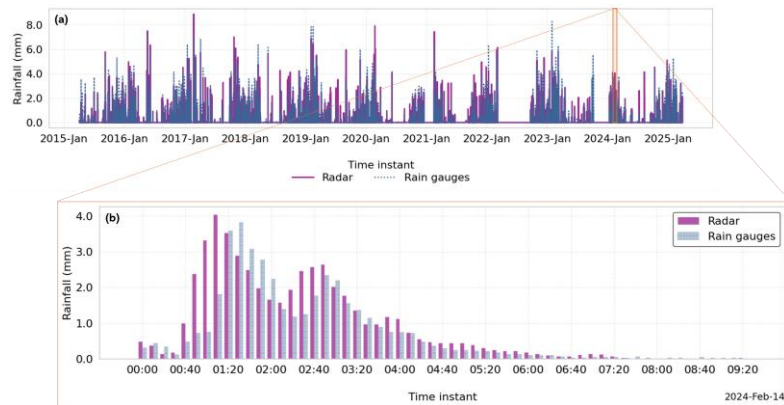




Trabalhos prontos!



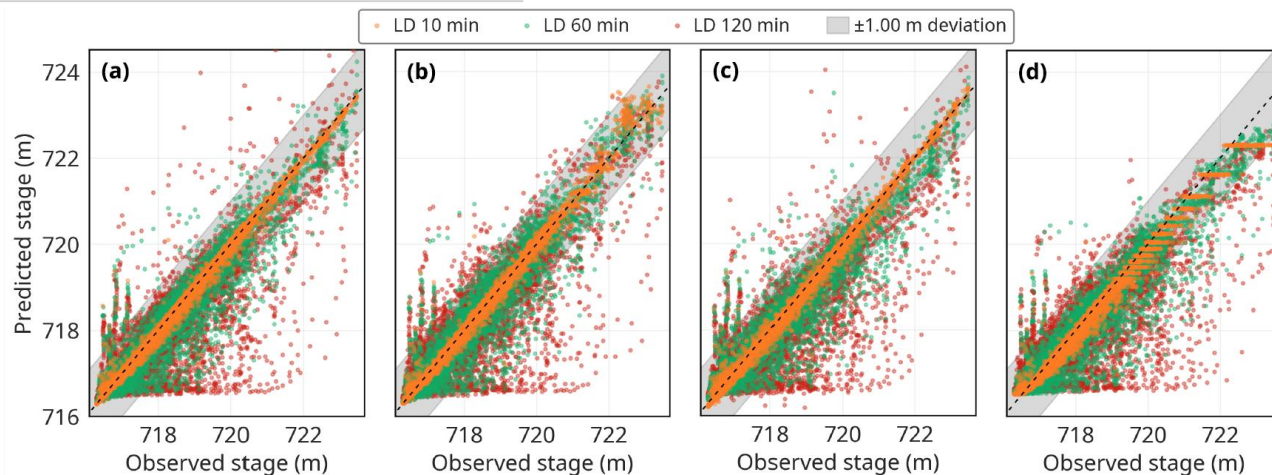
Rocha-Filho et al. (2026)



Rocha-Filho et al. (2026)



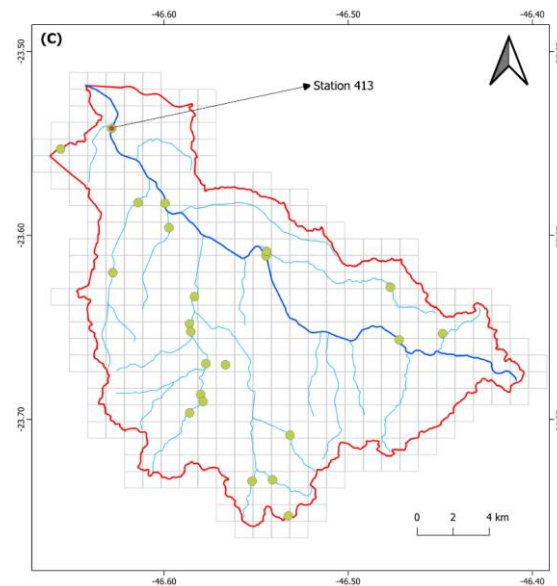
Score type	LinearSVR				XGBRegressor			
	10 min	60 min	120 min	240 min	10 min	60 min	120 min	240 min
NSE – Gauge	0.996	0.933	0.783	0.430	0.995	0.939	0.809	0.516
NSE – Radar	0.992	0.926	0.788	0.351	0.990	0.921	0.781	0.479
KGE – Gauge	0.990	0.934	0.830	0.533	0.990	0.961	0.857	0.573
KGE – Radar	0.989	0.903	0.806	0.535	0.951	0.893	0.776	0.495
RMSE (m) – Gauge	0.070	0.279	0.500	0.811	0.080	0.266	0.469	0.747
RMSE (m) – Radar	0.094	0.291	0.494	0.865	0.105	0.301	0.503	0.775
CPU-time (s) – Gauge	242	108	81	83	2166	3128	3133	3215
CPU-time (s) – Radar	3895	3599	3469	3711	32515	32416	32373	32187



Rocha-Filho et al. (2026)

Próximos passos

- Rotulagem de eventos;
- Mapa da extensão das inundações com base em registros de inundações/alagamentos;
- Aplicação de *nowcasting*;
- Alertas locais e pontuais;
- Aberto a colaborações.





I Fórum
de Previsão
de Riscos
Climáticos

Obrigado!

eltescobar@gmail.com | elton.escobar@cemaden.gov.br

