



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Pós-graduação em Sensoriamento Remoto
Análise Espacial de Dados Geográficos

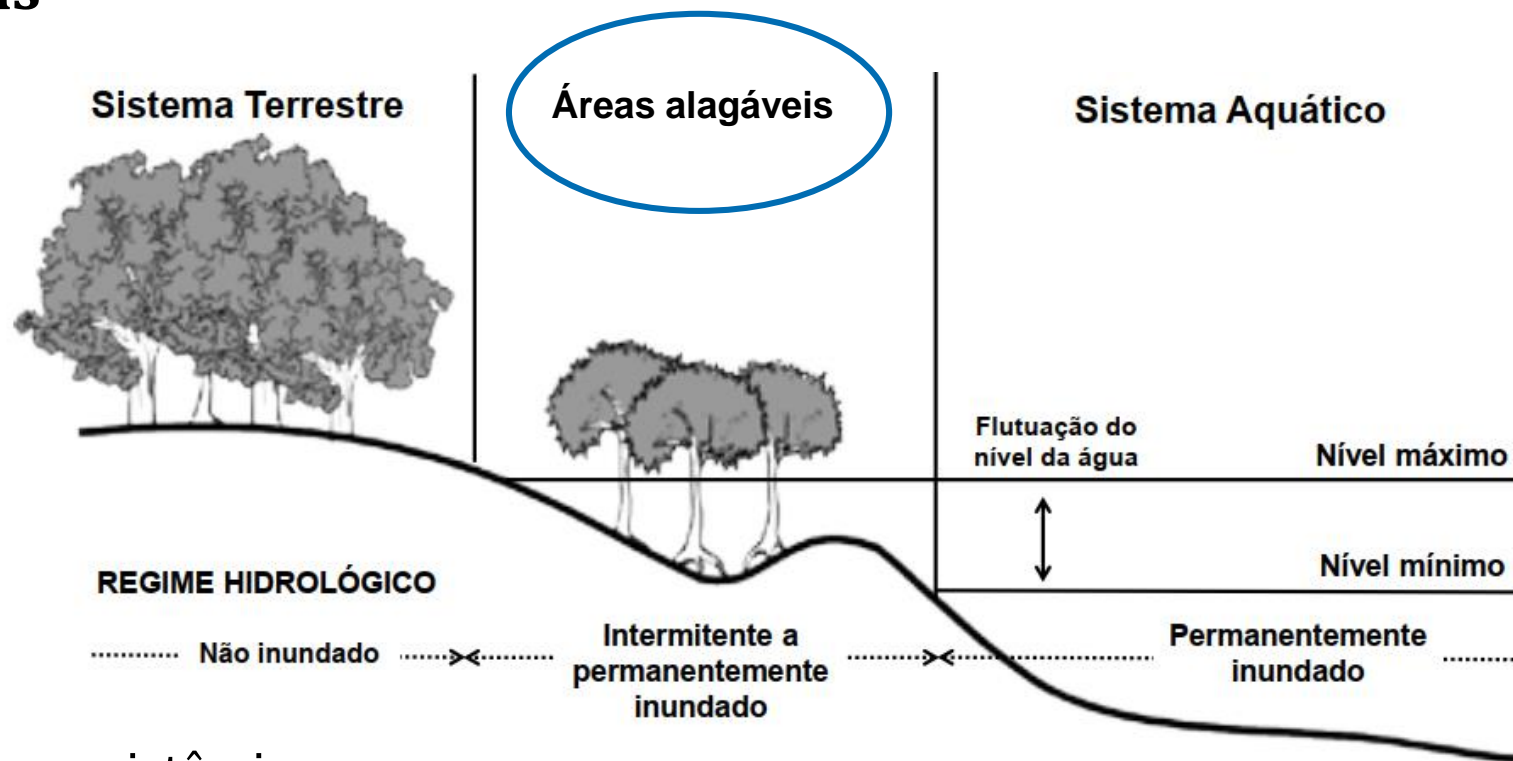
Mapeamento de áreas alagáveis utilizando o Modelo Aditivo Generalizado espacial em uma região da bacia Amazônica

Deborah Lopes Correia Lima

18/12/2020

1 Introdução

Áreas alagáveis



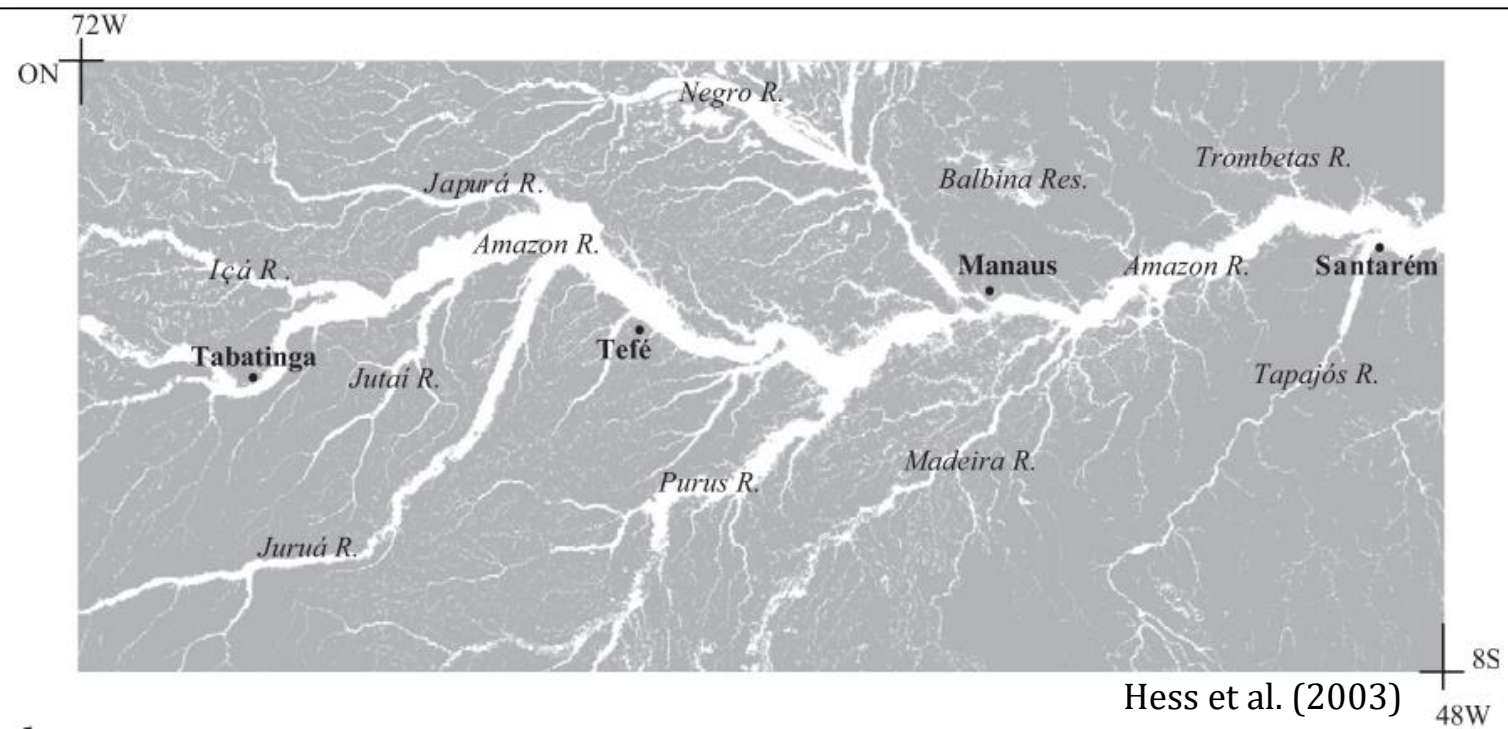
Fonte: Lopes e Piedade (2015).

- Fornecem serviços ecossistêmicos
 - Filtragem e retenção de água
 - Ciclagem de nutrientes
- Desempenham importante papel nos ciclos biogeoquímicos

1 Introdução

Mapeamento de áreas alagáveis na bacia Amazônica

- Mapeamento realizado por Hess et al. (2003) a partir de imagens SAR adquiridas pelo satélite japonês JERS-1.



Por não considerar o relevo, apresenta **inconsistências** em algumas áreas

1 Introdução

Mapeamento de áreas alagáveis na bacia Amazônica



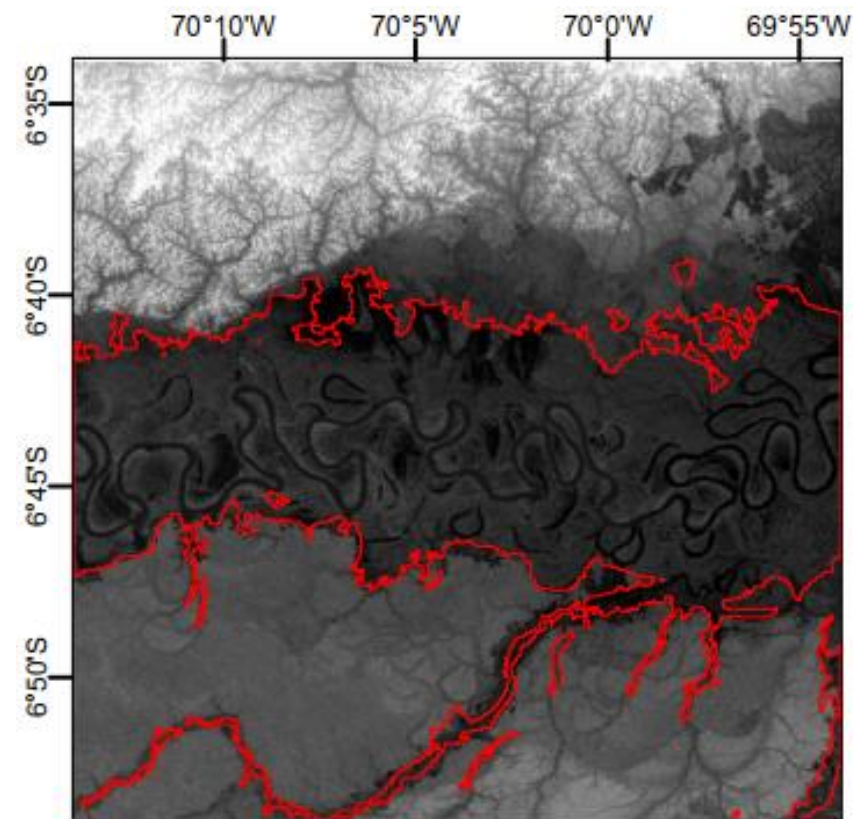
É possível gerar um dado com menos inconsistências?

Objetivo

Realizar o mapeamento das áreas alagáveis utilizando atributos oriundos do Modelo Digital de Elevação (MDE)

Utilizar o Modelo Aditivo Generalizado Espacial para gerar uma superfície de suscetibilidade

Recorte da área mapeada por Hess et al. (2003)






— Wetmask

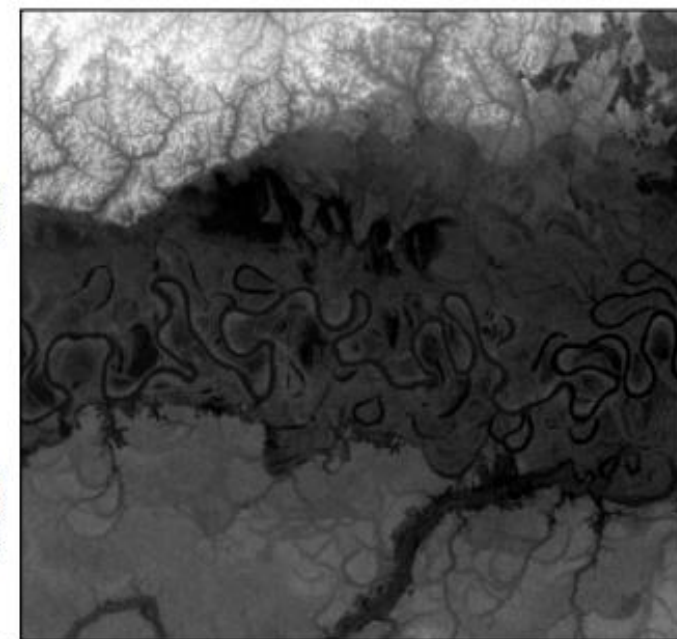
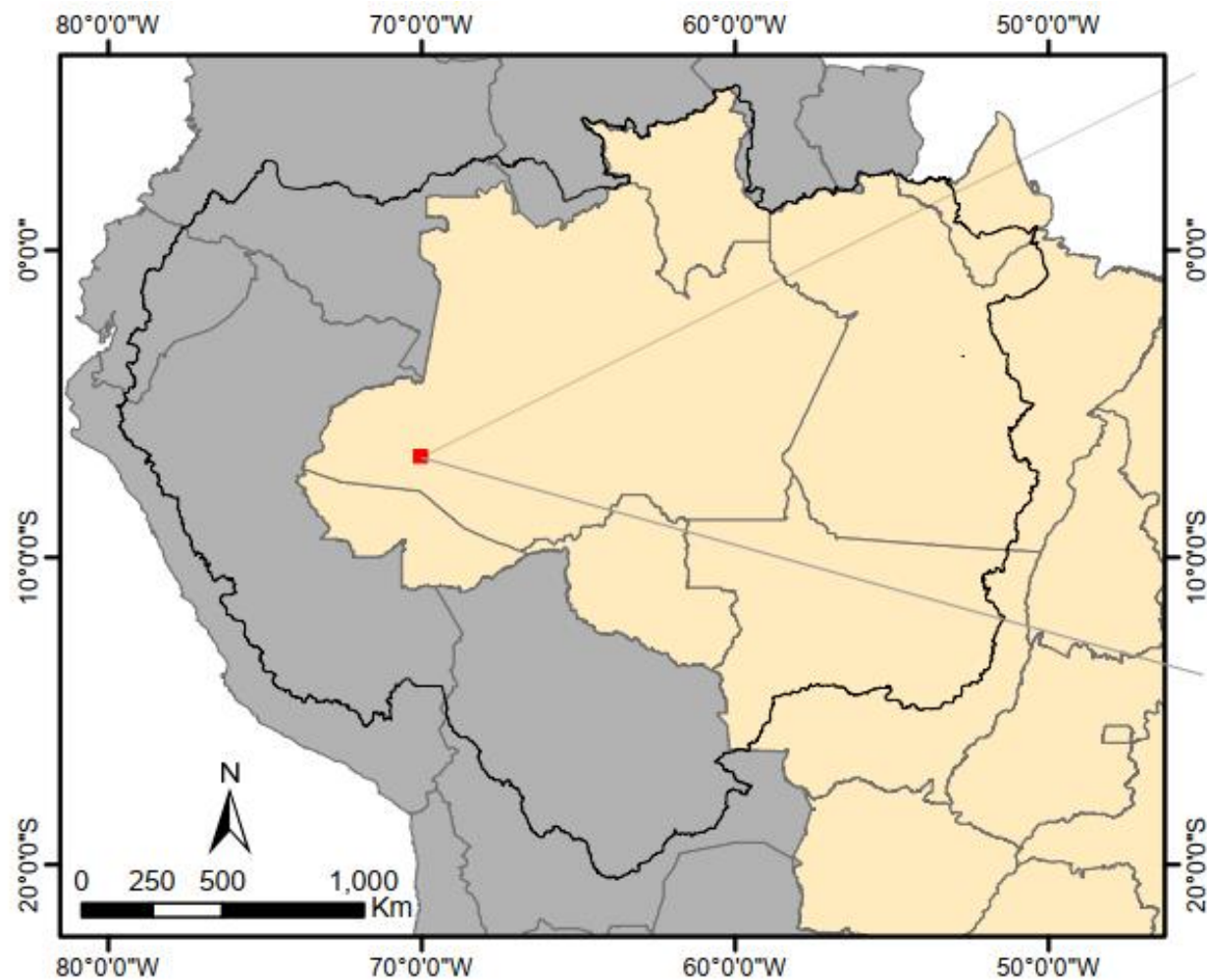
2 Área de estudo



Legenda:

-  Bacia Amazônica
-  Área de estudo
-  Brasil

Sistema de Coordenada Geográfica
Datum Horizontal: WGS 1984
Fonte: IBGE (2019);
USGS (2000).

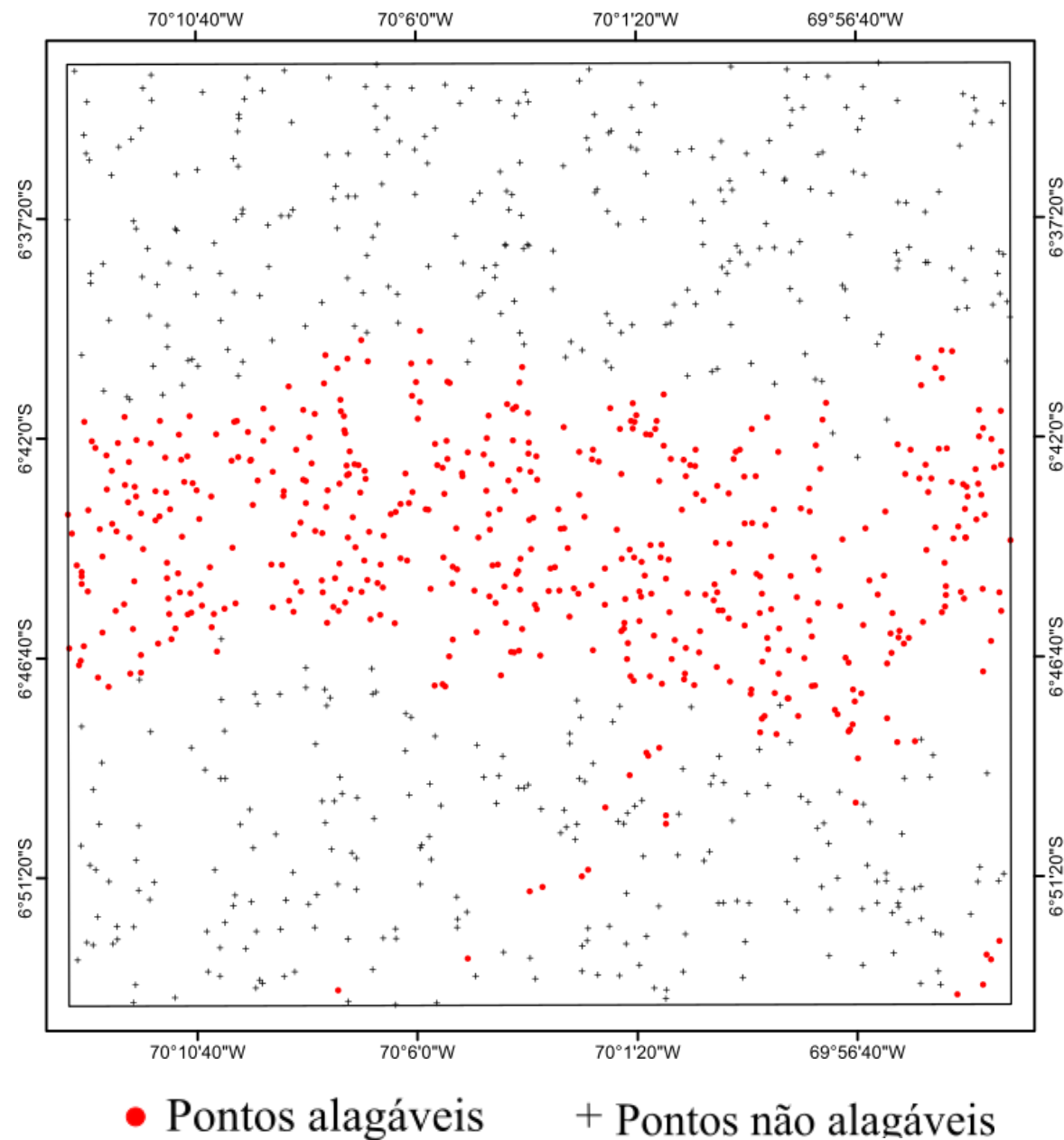
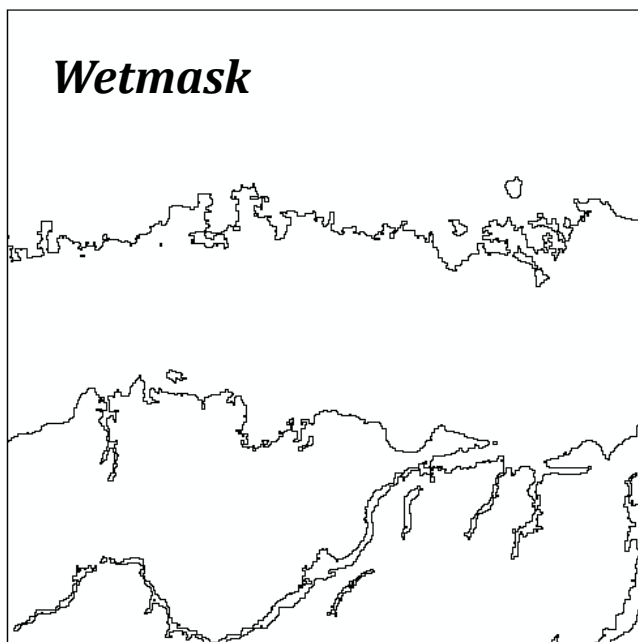
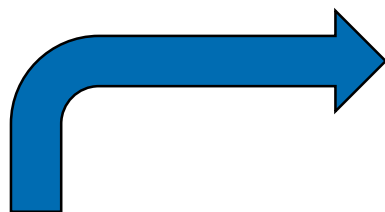


Elevação (m)
236
91

3 Metodologia

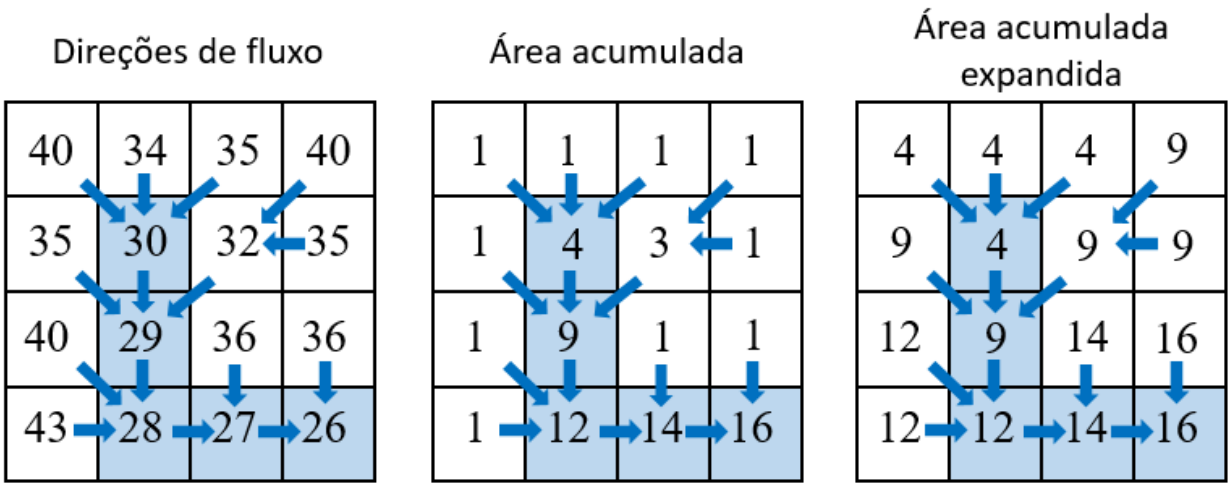
Amostragem

1. Gerados 500 pontos aleatórios para cada classe
2. Retirados pontos incorretos
3. Total de 946 pontos
4. 70% treinamento
30% validação



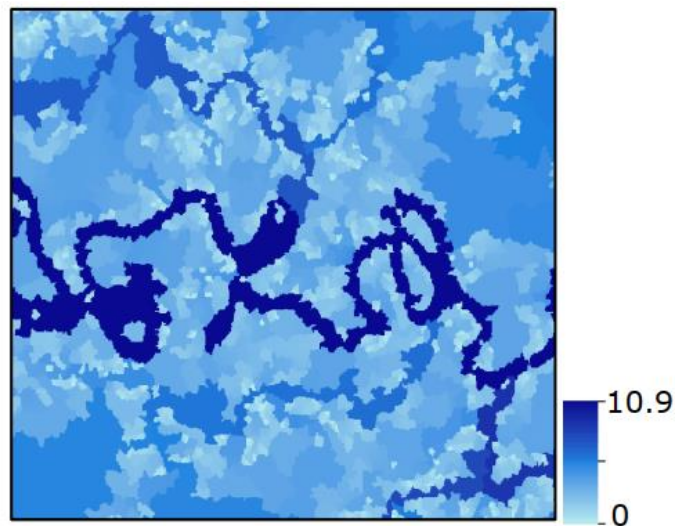
3 Metodologia

Variáveis explicativas

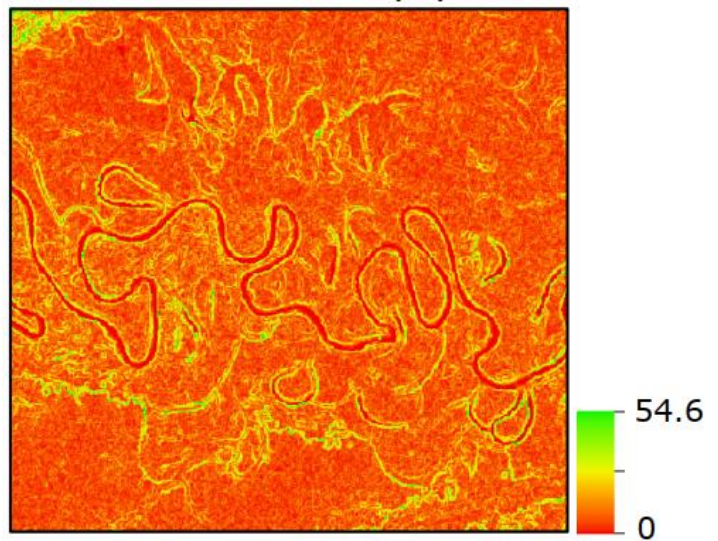


Expansão da informação do rio relacionada a área da bacia a montante para todos os pontos conectados a ele

Log da Área acumulada expandida (m²)



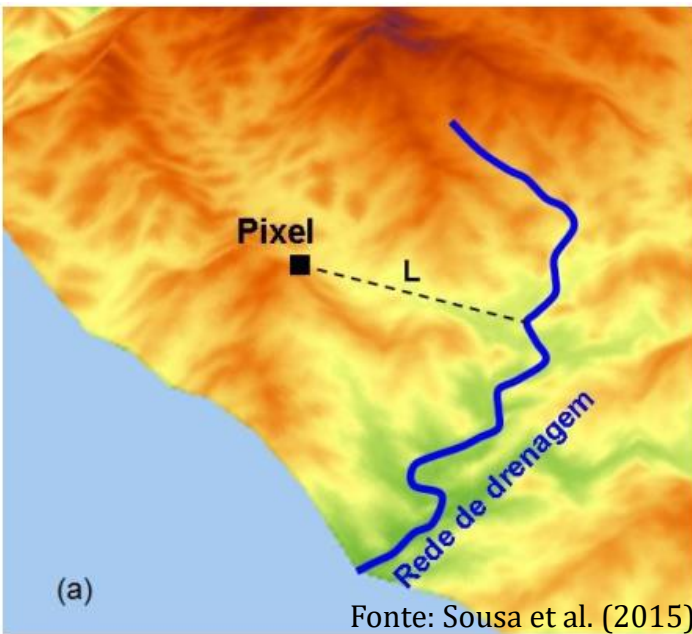
Declividade (%)



3 Metodologia

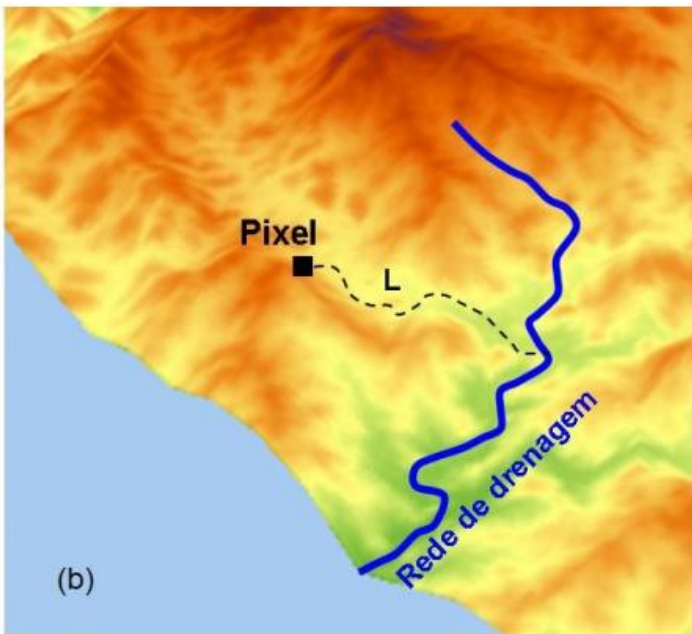
Variáveis explicativas

Distância euclidiana à rede de drenagem



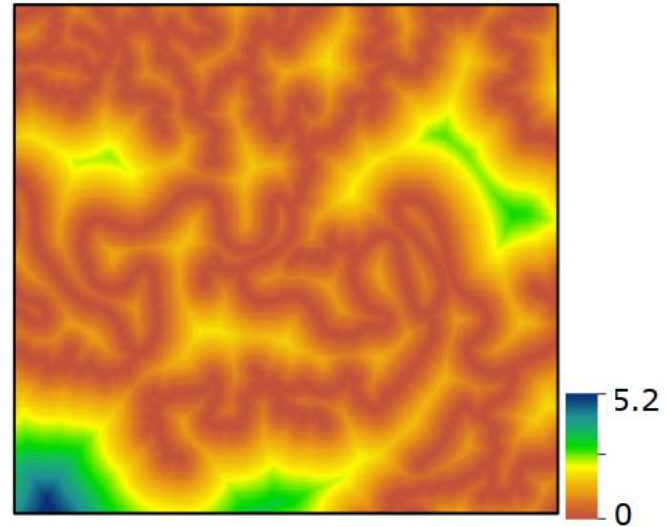
Menor distância em linha reta

Distância considerando o caminho de fluxo

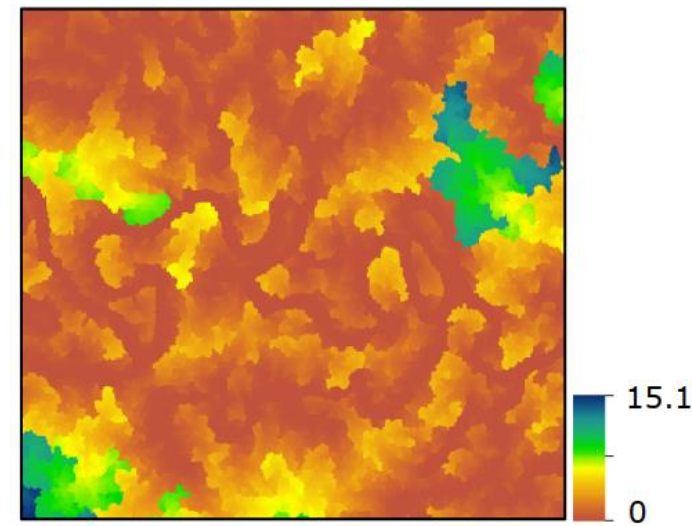


Menor distância seguindo a direção do fluxo

Distância euclidiana à rede de drenagem (Km)



Distância à rede de drenagem considerando o caminho do fluxo (Km)



3 Metodologia

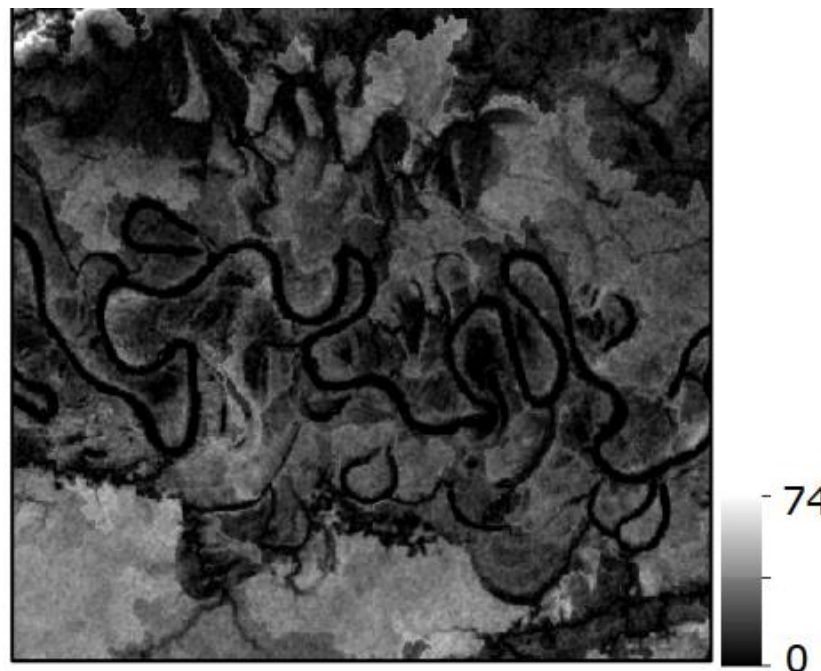
Variáveis explicativas

HAND

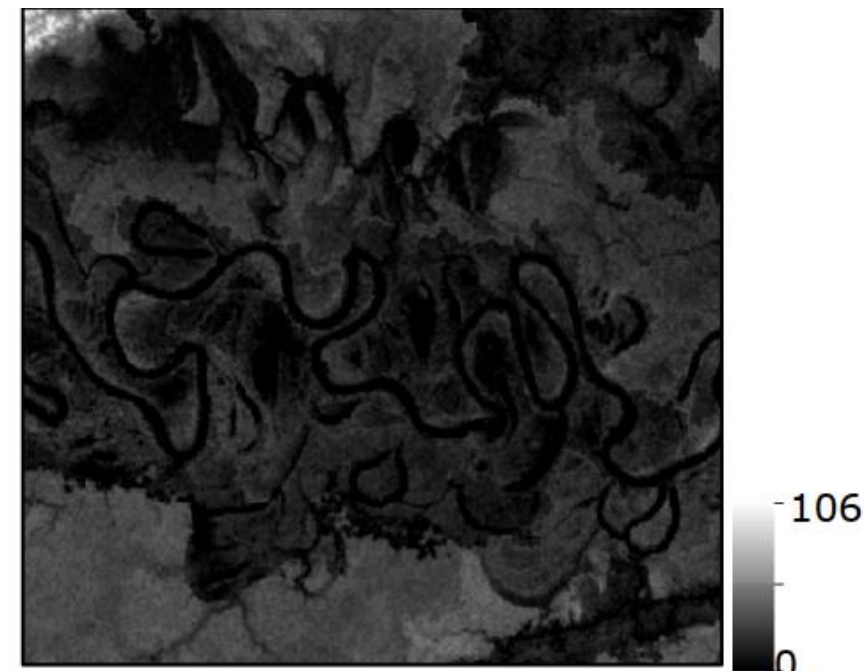


Distância vertical de um pixel da superfície até o pixel de drenagem

HAND considerando drenagem de ordem ≥ 3 (m)



HAND considerando drenagem de ordem ≥ 5 (m)



3 Metodologia

Modelos de regressão

Generalized Linear Model (GLM)

Extensão do modelo linear clássico

$$g(\mu_i) = \Sigma X\beta = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \dots$$

Pressupostos:

- Variável resposta pertence a família exponencial
- Função de ligação estabelece uma relação entre a média e o modelo proposto $\rightarrow g(\mu_i) = E(Y_i)$

Variável resposta segue uma **distribuição binomial** (e.g. ocorrência ou não ocorrência de alagamento)



Probabilidade de ocorrência = “ p ”
Probabilidade de não ocorrência = “ $1-p$ ”

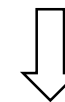


$\left(\frac{p}{1-p}\right) \rightarrow$ razão de chances



Aplicando uma transformação logarítmica no modelo:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \text{logit}(p)$$



$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots$$

3 Metodologia

Modelos de regressão

Generalized Additive Model (GAM)

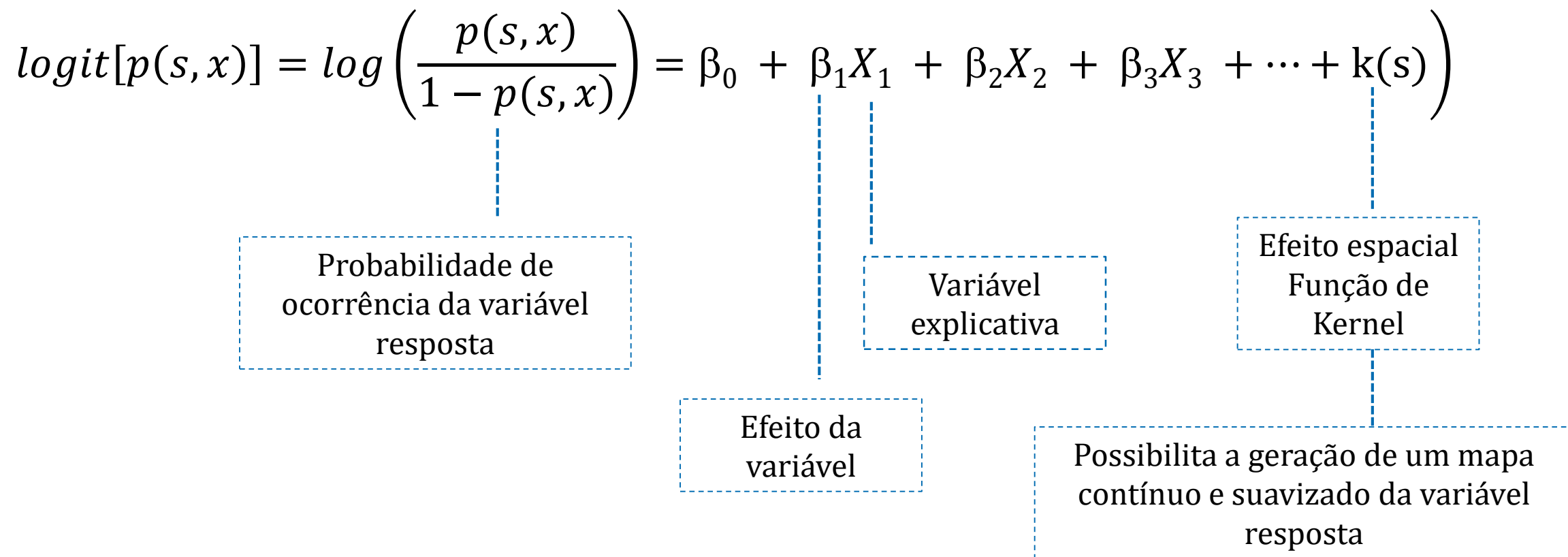
Extensão do GLM

$$g(\mu_i) = \Sigma X\beta \longrightarrow g(\mu_i) = \Sigma f(X)$$

- $f(X)$ função não paramétrica
 - Estimada através de curvas de alisamento
- A curva alisada permite lidar com relações não lineares no modelo

3 Metodologia

SPGAM – Modelo Aditivo Generalizado Espacial



3 Metodologia

SPGAM – Modelo Aditivo Generalizado Espacial

Teste global da variação espacial da suscetibilidade e a identificação dos locais com alta e baixa suscetibilidade:



Superfície de suscetibilidade gerada pelo SPGAM

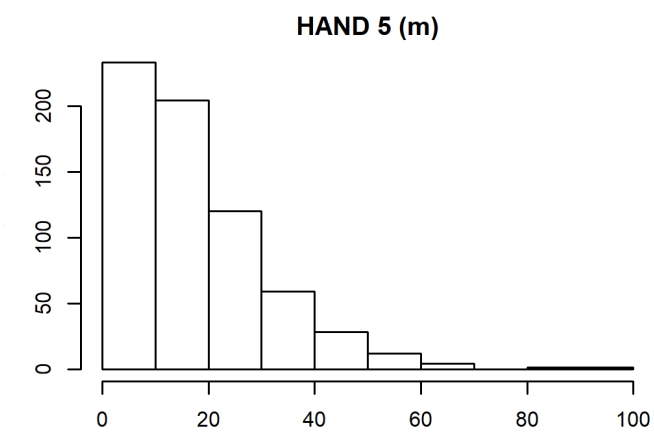
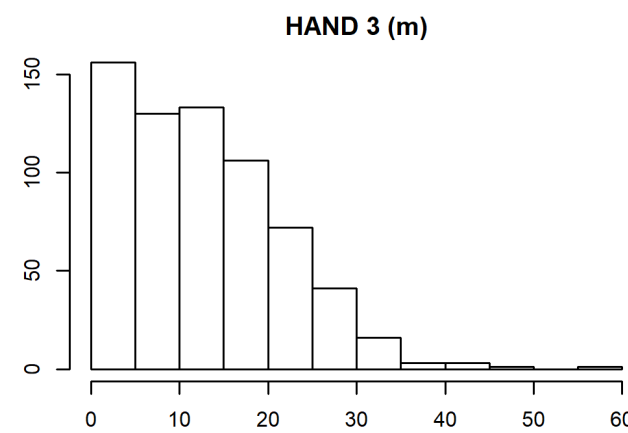
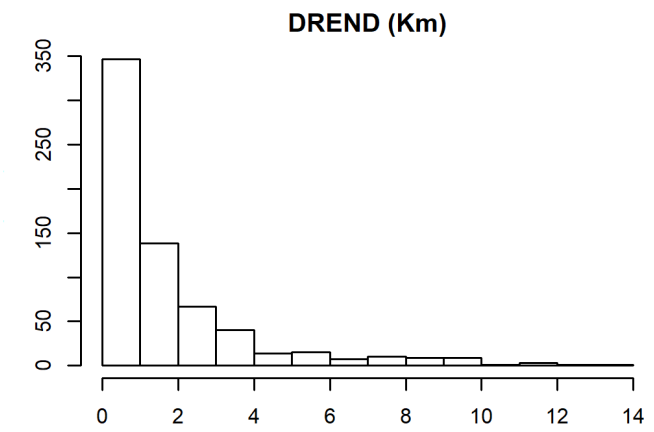
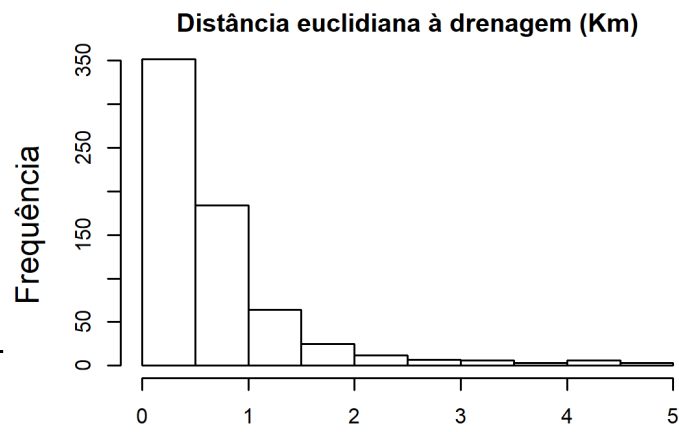
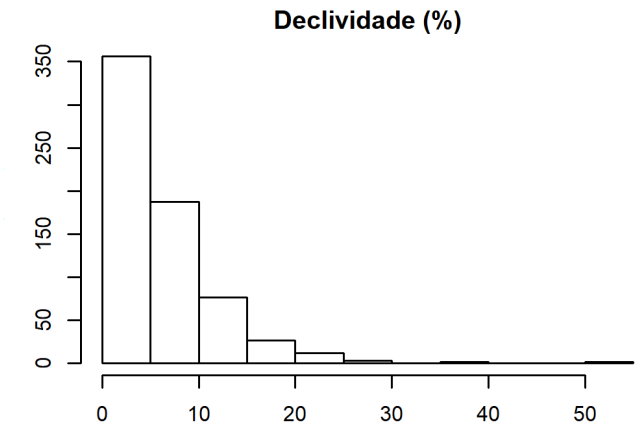
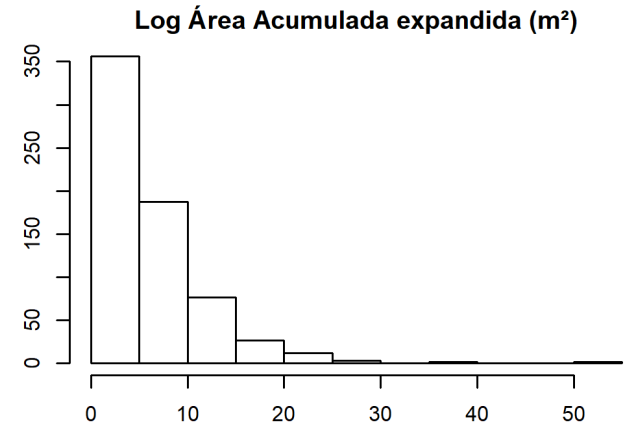
500 Simulações de Monte Carlo

Superfície de suscetibilidade testada

4

Resultados

Estatística descritivas



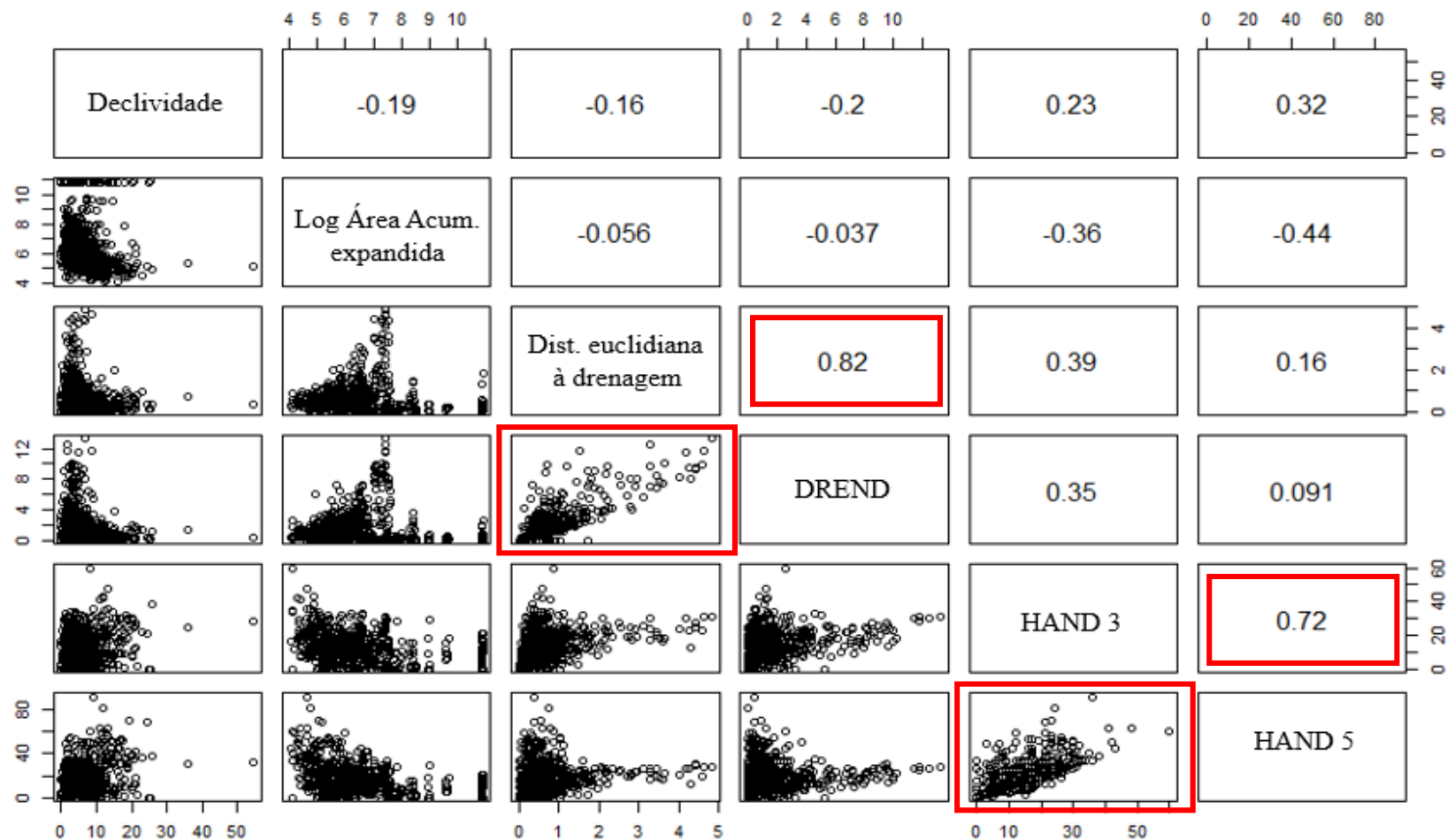
	Declividade	Log Área Acum. Expandida	Distância Euclidiana à drenagem	DREND	HAND3	HAND5
Média	6.151	6.569	0.671	1.704	13.100	17.477
Máximo	54.573	10.910	4.832	13.241	60.000	91.000
Mínimo	0.000	4.019	0.000	0.000	0.000	0.000
1° Quartil	2.708	5.414	0.218	0.278	6.000	8.000
Mediana	4.599	6.234	0.463	0.881	12.000	15.000
3° Quartil	7.899	7.209	0.832	2.141	19.000	24.000
Range	54.573	6.891	4.832	13.241	60.000	91.000
Variância	28.008	2.842	0.570	4.888	84.256	190.613
Desvio Padrão	5.292	1.686	0.755	2.211	9.179	13.806
n	662	662	662	662	662	662

4

Resultados

Análise da correlação entre as variáveis explicativas


- Distância euclidiana à rede de drenagem e DREND
- HAND 3 e HAND 5
- Multicolinearidade afeta a significância dos coeficientes
 - Inicialmente nenhuma variável foi retirada



4 Resultados

Construção do modelo SPGAM

- 1ª Tentativa : Variável resposta \sim Declividade + Log_Área_Acum_Exp + Dist. euclidiana à drenagem + DREND + HAND 3 + HAND 5

 Declividade excluída \rightarrow p-valor não significativo

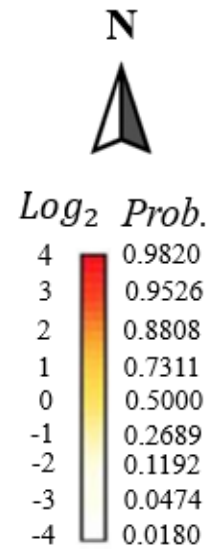
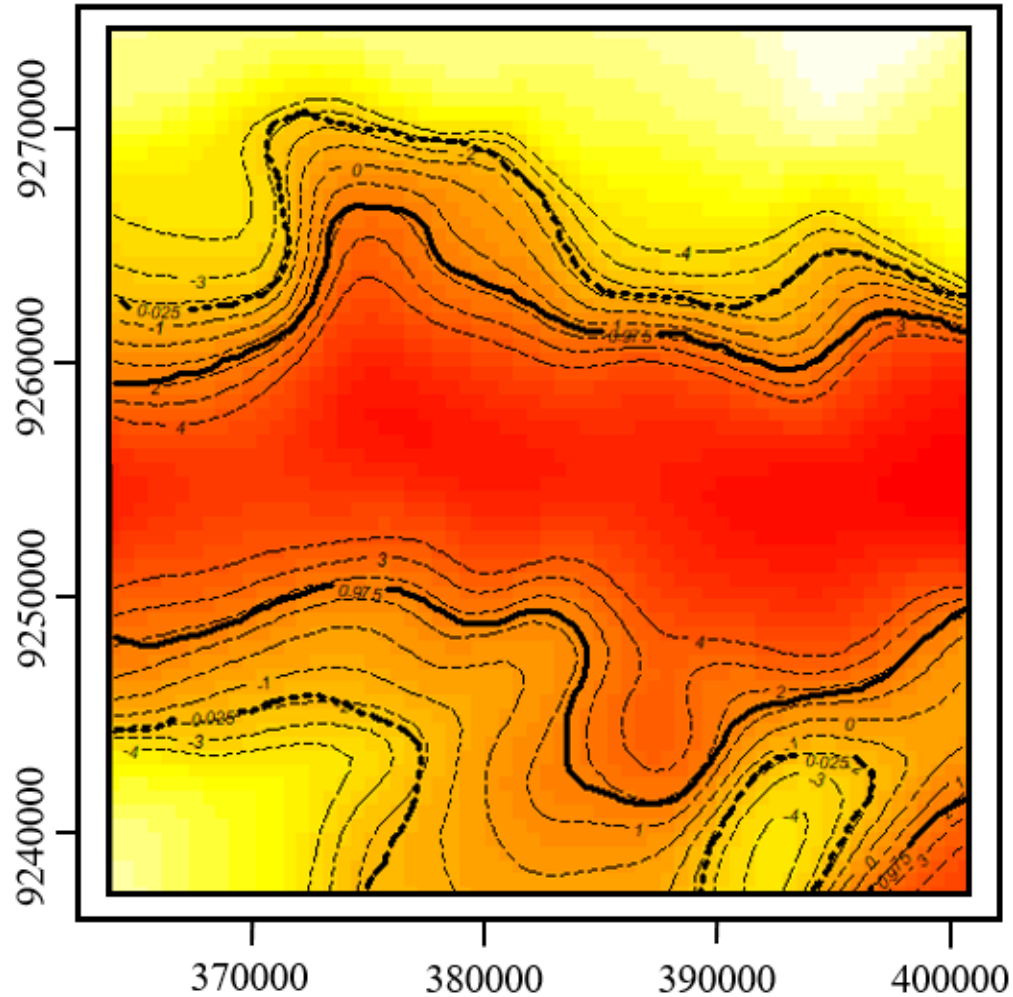
- 2ª Tentativa : Variável resposta \sim Log_Área_Acum_Exp + Dist. euclidiana à drenagem + DREND + HAND 3 + HAND5

β	Estimativa	Erro padrão	t -valor	p-valor
Intercepto (β_0)	1.99997	0.37436	5.34238	1.27E-07
Log Área Acum Exp	0.14278	0.04849	2.94446	0.00335
Dist euclidiana à drenagem	-0.49669	0.16674	-2.9789	0.00300
DREND	0.13443	0.04658	2.88628	0.00403
HAND3	0.03252	0.01614	2.01428	0.04439
HAND5	-0.25657	0.01557	-16.48	2.58E-51

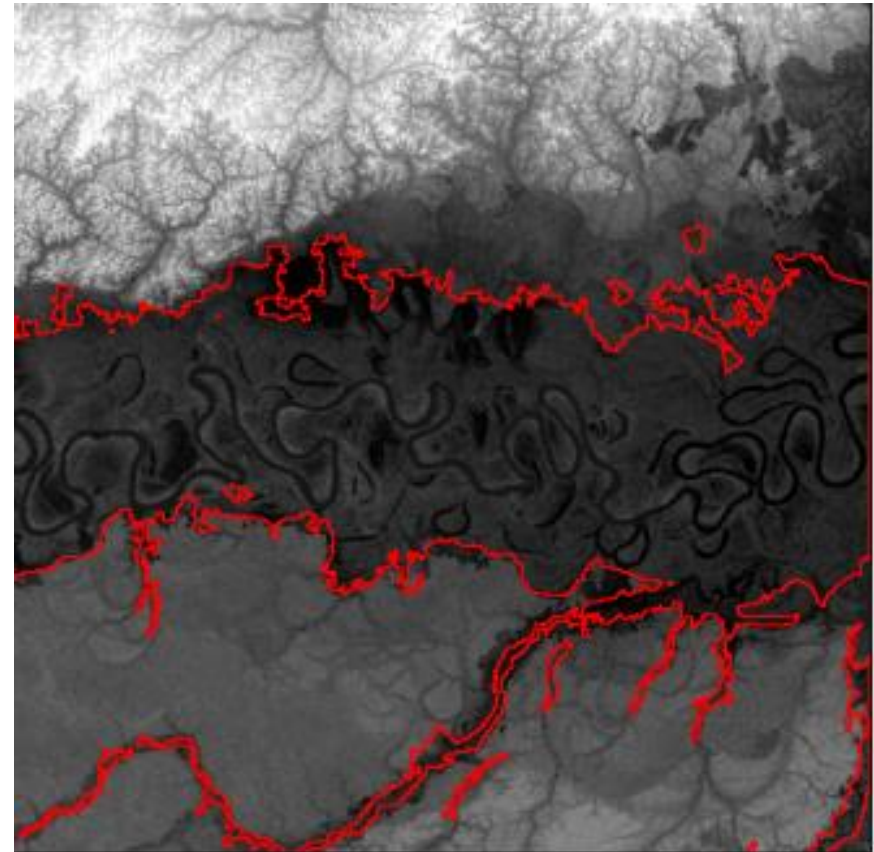


4 Resultados

Mapa de suscetibilidade de alagamento

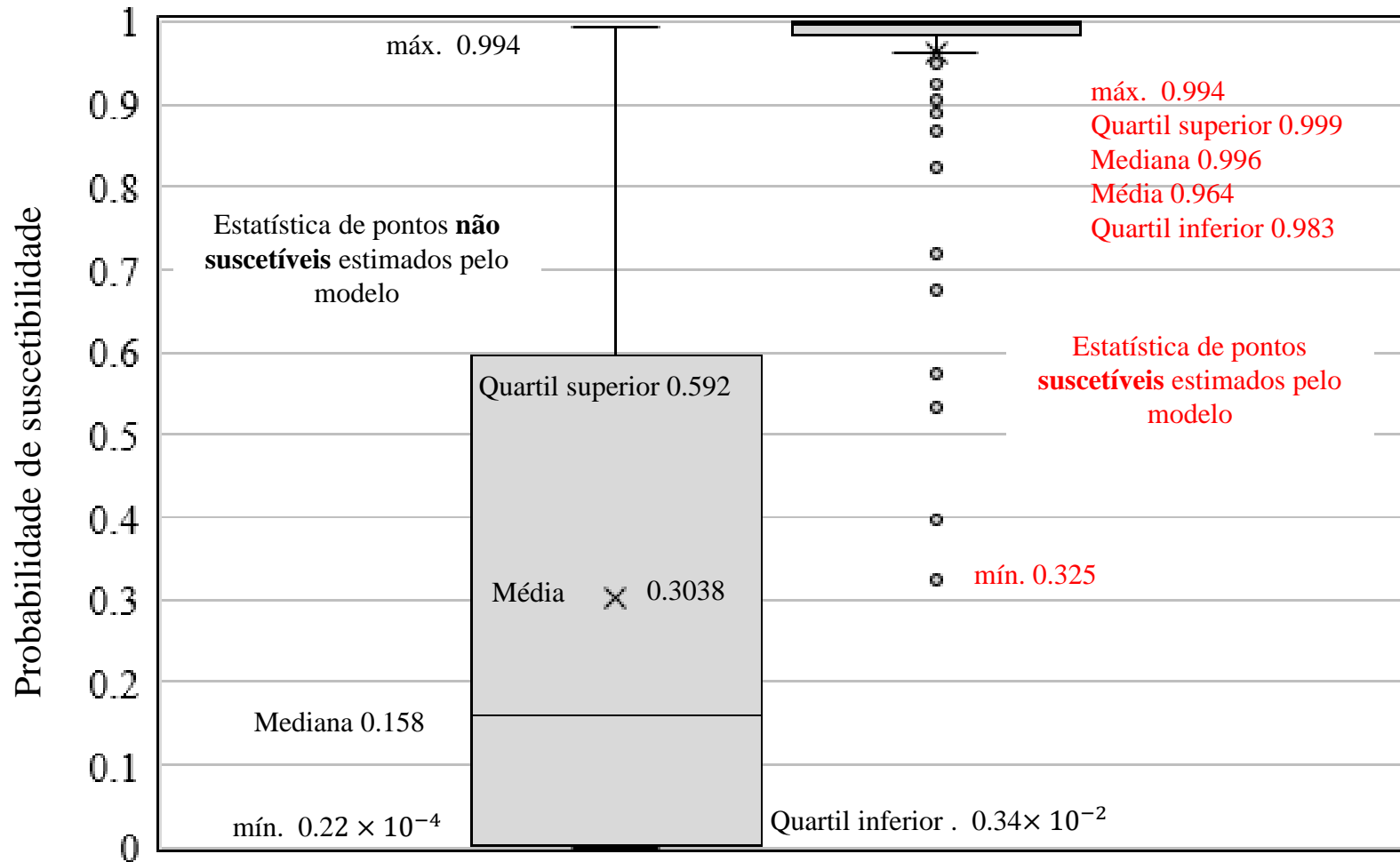


Wetmask



4 Resultados

Validação do modelo

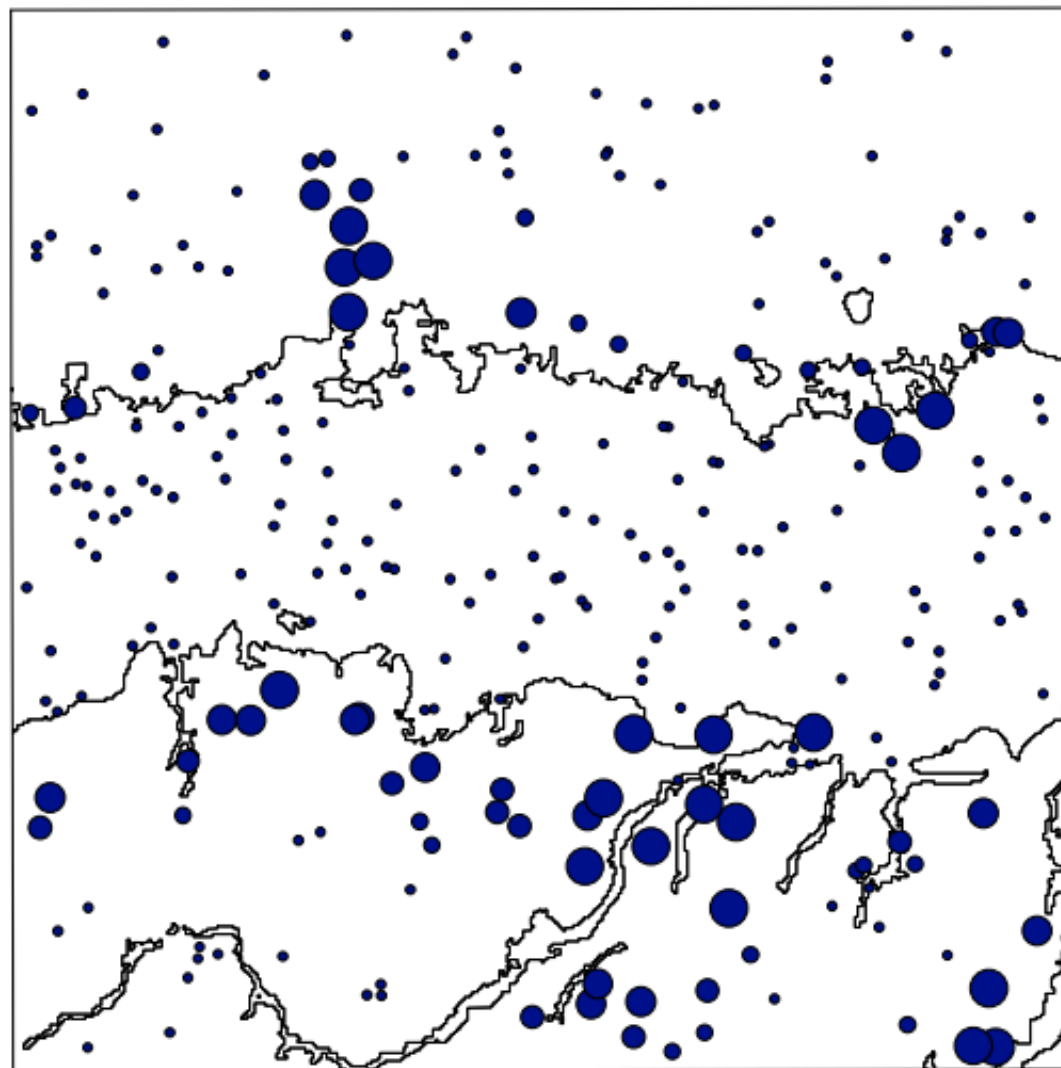


Como os erros estão distribuídos espacialmente?

4

Resultados

Mapa de erros



$$\text{Erro}^2 = (\text{valor modelado} - \text{valor observado})^2$$



5

Conclusões

- A correlação entre as variáveis foi considerada e o espaço foi levado em conta para construção do modelo
- O fenômeno de áreas alagáveis é significativamente relacionado aos fatores condicionantes testados
- O modelo fez uma boa previsão para pontos de alagamento, já para os de não alagamento houve grande variação
- A espacialização dos erros associados aos valores obtidos pelo modelo mostrou que as áreas de transição entre as classes apresentaram maiores erros associados
- Para trabalhos futuros:
 - Analisar outras variáveis
 - Gerar mapa de incerteza associado ao mapeamento

6

Bibliografia

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C. F.; GASTIL, M. Dual season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p.404-428, 2003

Lopes, A., & Piedade, M. T. F. (2015). *Uma viagem pelas várzeas e igapós* (A. Lopes & M. T. F. Piedade (eds.)). Editora INPA.

SOUSA, T. M. I.; SARAIVA, A. G. S.; PAZ, A. R. Distâncias relativas à rede de drenagem: euclidiana x caminho de fluxo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 6227-6234.