



Mapeamento de áreas alagáveis em duas regiões da bacia Amazônica utilizando o classificador *Random Forest* com dados do MDE-SRTM

Deborah Lopes Correia Lima

15/09/2020

1

Introdução

- As áreas alagáveis (*wetlands*) do Rio Amazonas formam um conjunto de habitats que vai desde ambientes permanentemente aquáticos até aqueles permanentemente terrestres (JUNK, 1989).
- Ambientes ricos em biodiversidade
- Fornecem serviços ecossistêmicos (ex. produção de peixe, purificação da água (HESS, 2015))
- Desempenham importante papel nos ciclos biogeoquímicos

↳ Para estimar de forma mais precisa as emissões de carbono, é necessário mapear e quantificar a área ocupada pelas áreas alagáveis (RENNÓ et al., 2013)



Foto: Daniel Praia

Fonte: Grupo MAUA (INPA)

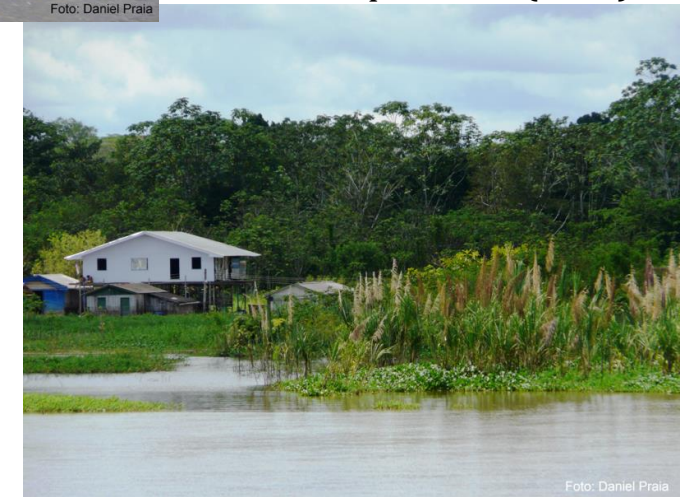


Foto: Daniel Praia

1

Introdução

- **Hess et al. (2003)** produziram um mapa de áreas alagáveis da bacia Amazônica, a partir de imagens SAR adquiridas pelo satélite japonês JERS-1.
- As imagens resultantes do mapeamento possuem resolução espacial de aproximadamente 100 m
- Para realizar o mapeamento foram utilizados dois conjuntos de imagens, um no período de cheia e outro no período de seca.
 - Definição de *wetlands*: (1) as áreas que estavam inundadas no período de aquisição das imagens e (2) áreas que não apareceram como inundadas nas imagens, mas que apresentam geomorfologia relativa à de áreas alagadas e que são próximas ou cercadas por *wetlands*.
- Possíveis problemas do dado
 - As imagens utilizadas por Hess et al. (2003) nem sempre refletiram o período de cheias, considerando a variação desse período ao longo da planície amazônica, o que pode ocasionar a não representação real da extensão das áreas alagáveis (ALFAYA, 2012) .
 - Por não considerar o relevo, apresenta inconsistências em determinadas áreas

2

Objetivo

Realizar um mapeamento das áreas alagáveis para duas regiões inseridas na área mapeada por Hess et al. (2003) utilizando o classificador *Random Forest* com dados oriundos do Modelo Digital de Elevação (MDE)

3

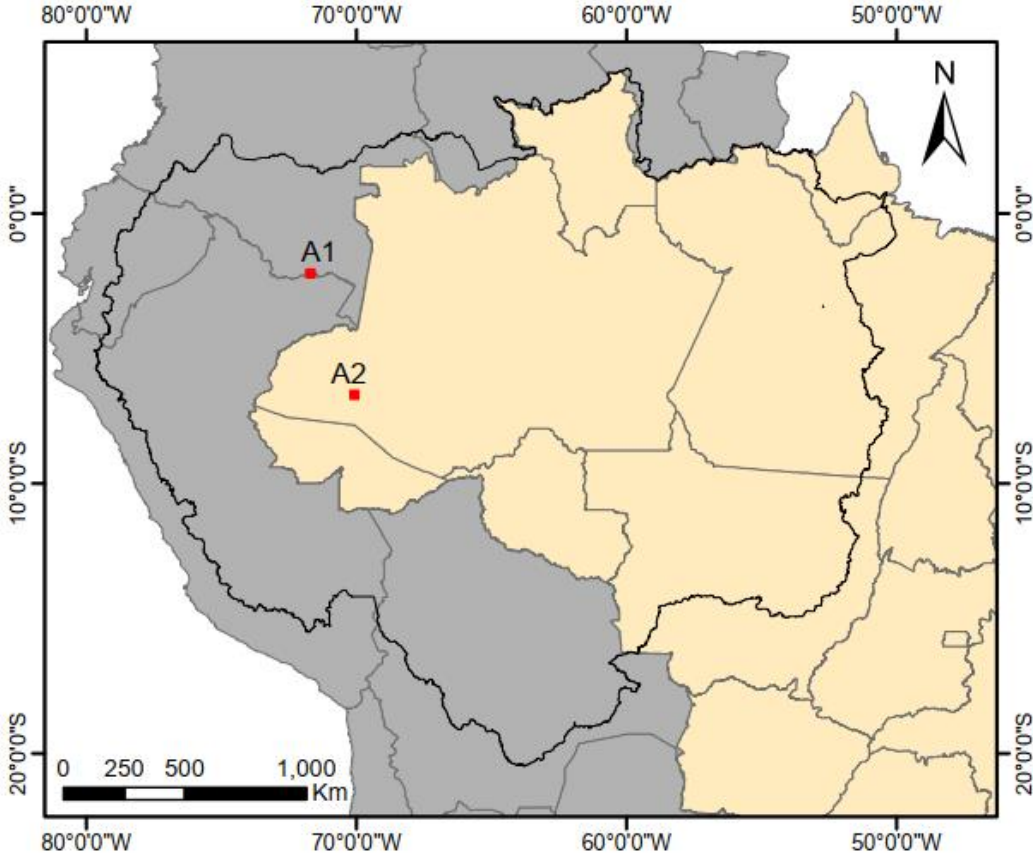
Metodologia

Áreas de estudo

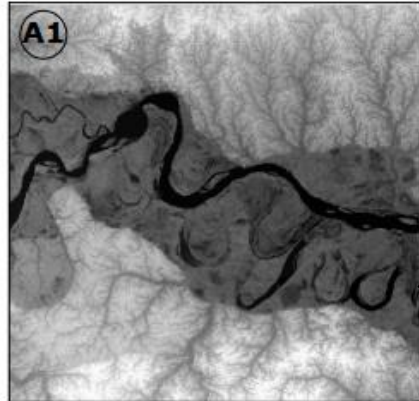


- Legenda:**
- Bacia Amazônica
 - Áreas de estudo
 - Brasil

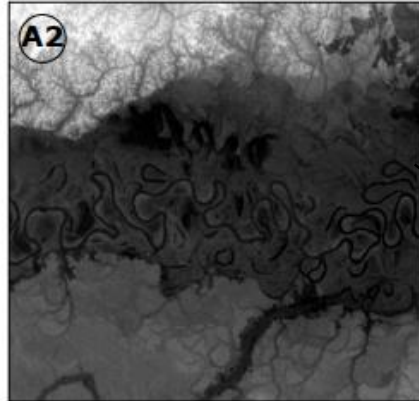
Sistema de Coordenada Geográfica
Datum Horizontal: WGS 1984
Fonte: IBGE (2019); USGS (2000).



Resolução espacial MDE SRTM: 30 m
Tamanho (*pixels*): 1200 x 1200



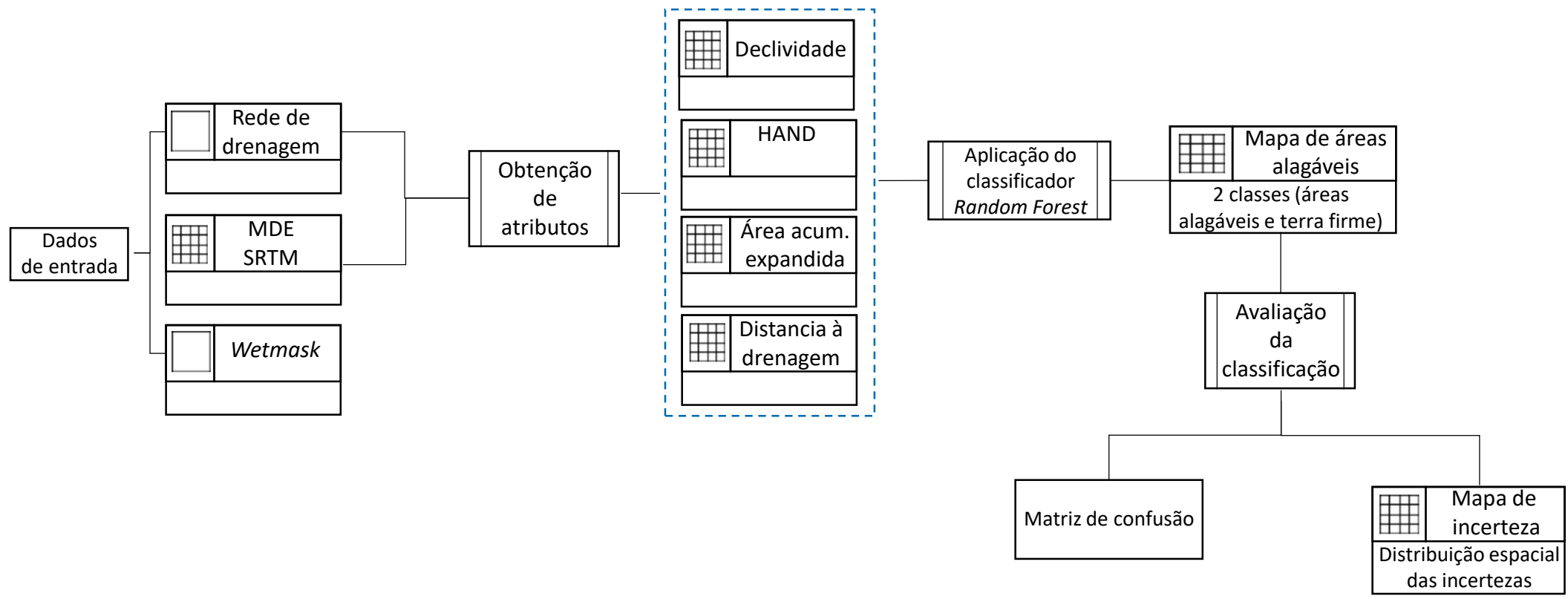
Varição altimétrica (m)
15 - 175



Varição altimétrica (m)
91 - 237

3 Metodologia

Visão geral



3

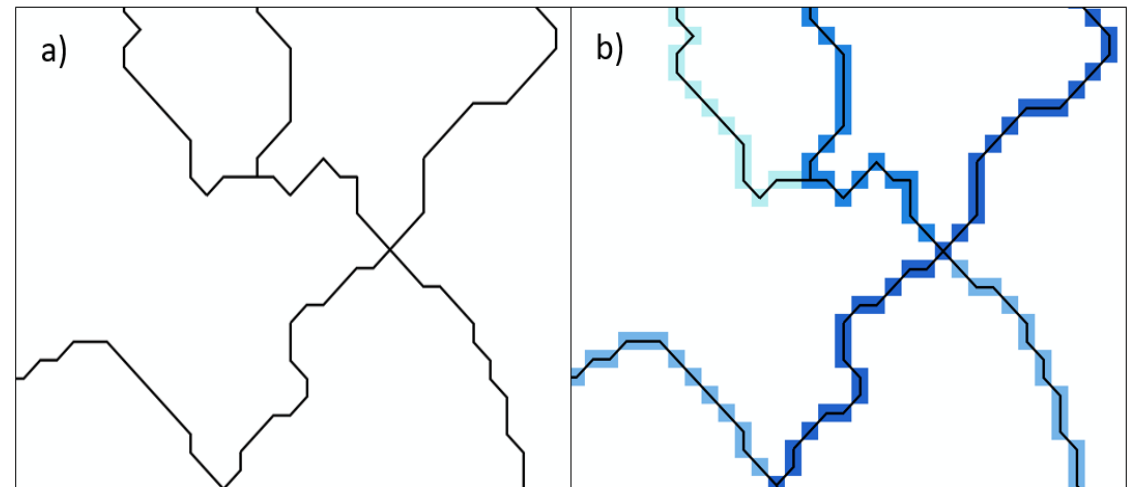
Metodologia

Adequação dos dados

- Para trabalhar com todos os atributos eles precisam estar representados por uma superfície matricial, com pixels do mesmo tamanho e mesmo retângulo envolvente
- Foram necessárias mudanças na forma de representação dos dados de rede de drenagem e *wetmask*

Vetor (polígono) → Matriz

Vetor (linha) → Matriz



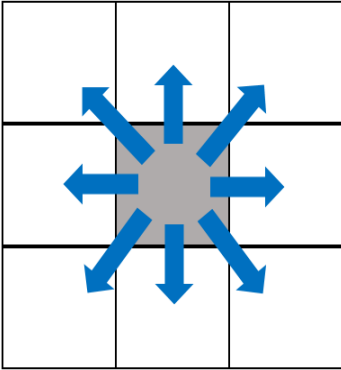
3 Metodologia

Obtenção de atributos

Direções de fluxo - *Local Drain Directions (LDD)*

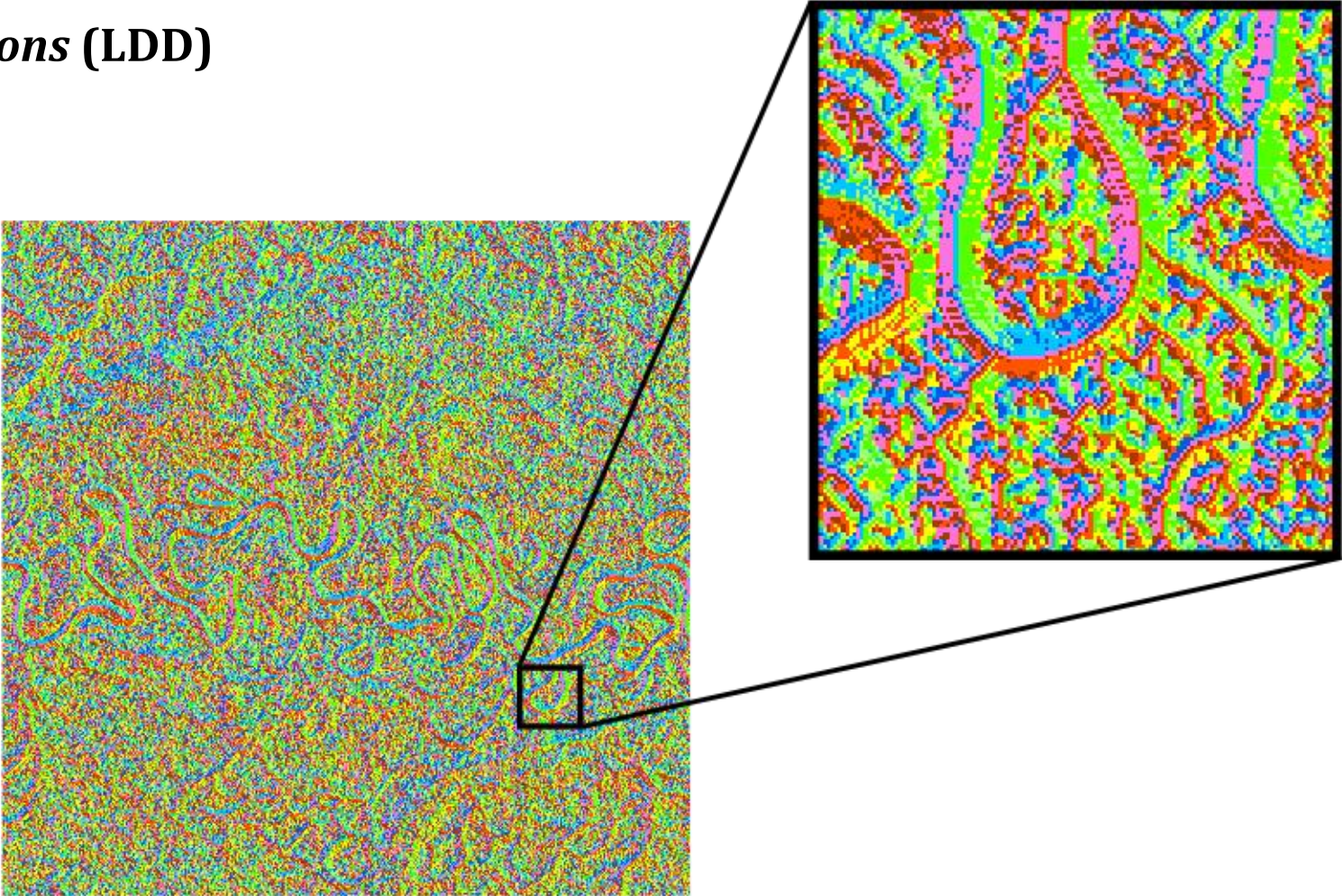
- Para onde a água vai?
- *Software* TerraHidro
- Critério de declividade

Método D8



Codificação TerraHidro

32	64	128
16	0	1
8	4	2



3

Metodologia

Obtenção de atributos

Área acumulada e Área acumulada expandida

Direções de fluxo

40	34	35	40
35	30	32	35
40	29	36	36
43	28	27	26

Área acumulada

1	1	1	1
1	4	3	1
1	9	1	1
1	12	14	16

Área acumulada expandida

4	4	4	9
9	4	9	9
12	9	14	16
12	12	14	16

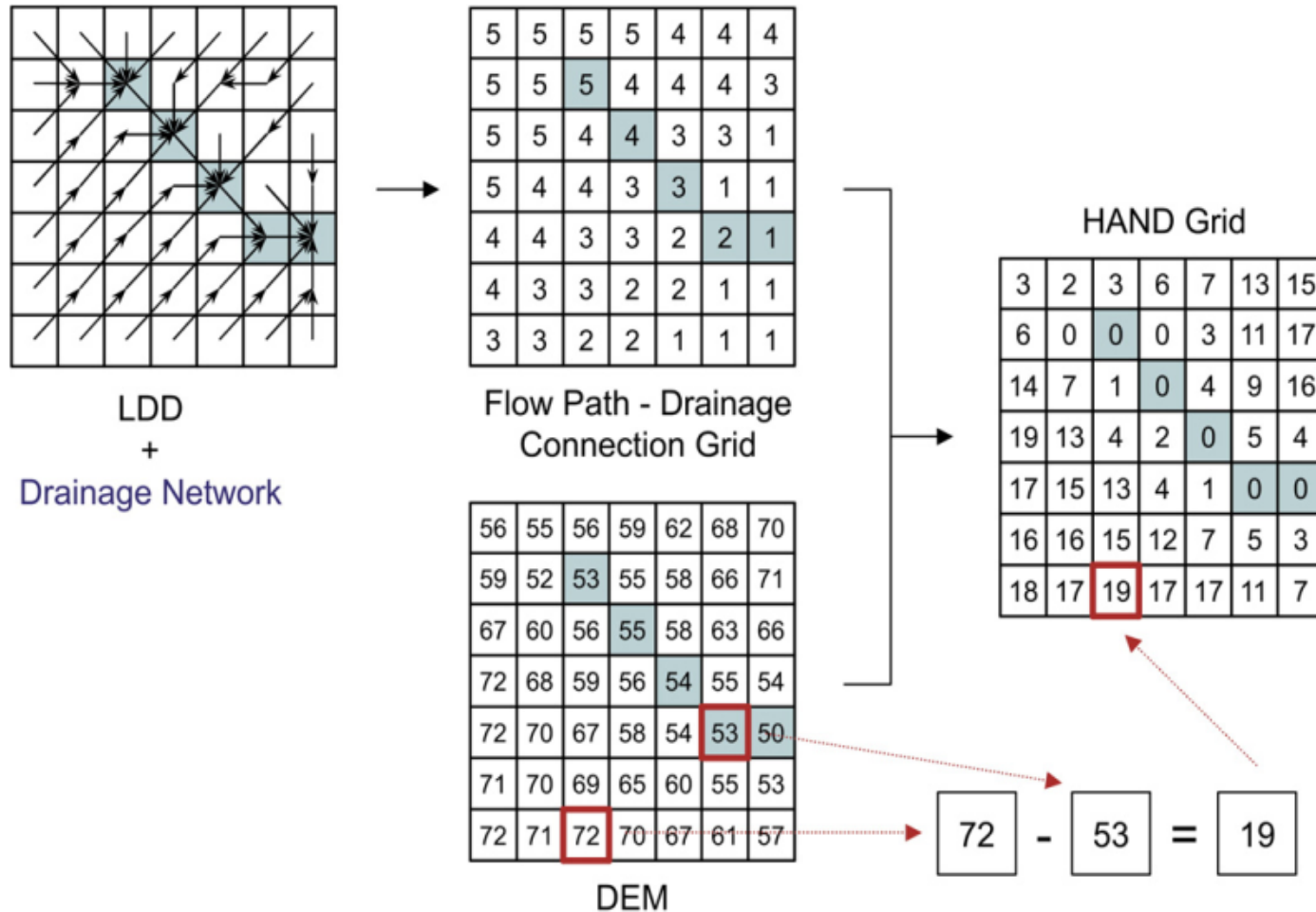
Expansão da informação do rio relacionada a área da bacia a montante para todos os pontos conectados a ele

- Poder identificar as áreas mais relacionadas com as calhas principais dos grandes rios
- É esperado que essas áreas tenham mais propensão a inundação.

3 Metodologia

Obtenção de atributos

HAND (*Height Above the Nearest Drainage*)



- Permite indicar a profundidade do lençol freático
- Foram obtidas diferentes grades regulares do descritor HAND, de acordo com a menor ordem da rede de drenagem considerada



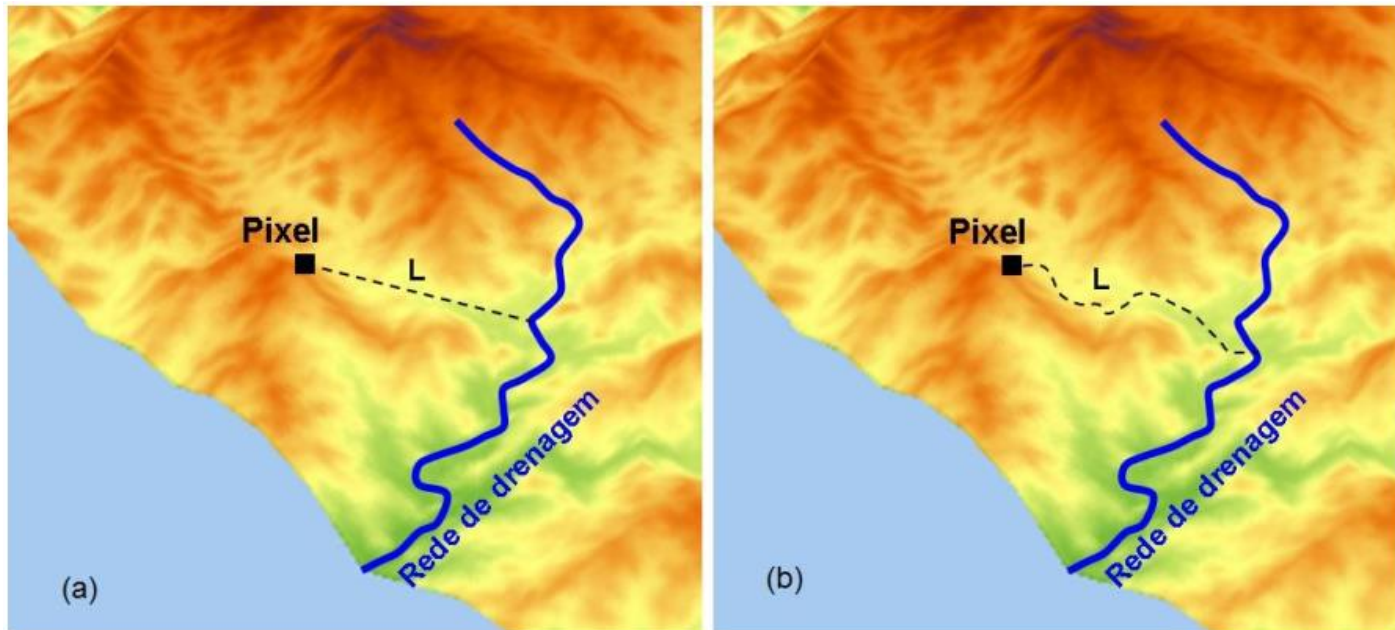
HAND1, HAND2,
HAND3, HAND4,
HAND5

Obtenção de atributos

Distância até a rede de drenagem

Distância euclidiana

Distância considerando o caminho de fluxo



Menor distância em linha reta

QGIS

Menor distância seguindo a grade LDD

Rotina de cálculo

- Grade regular retangular em que cada pixel recebe como atributo o valor da distância
- Foram obtidas diferentes grades regulares da distância, de acordo com a menor ordem da rede de drenagem considerada

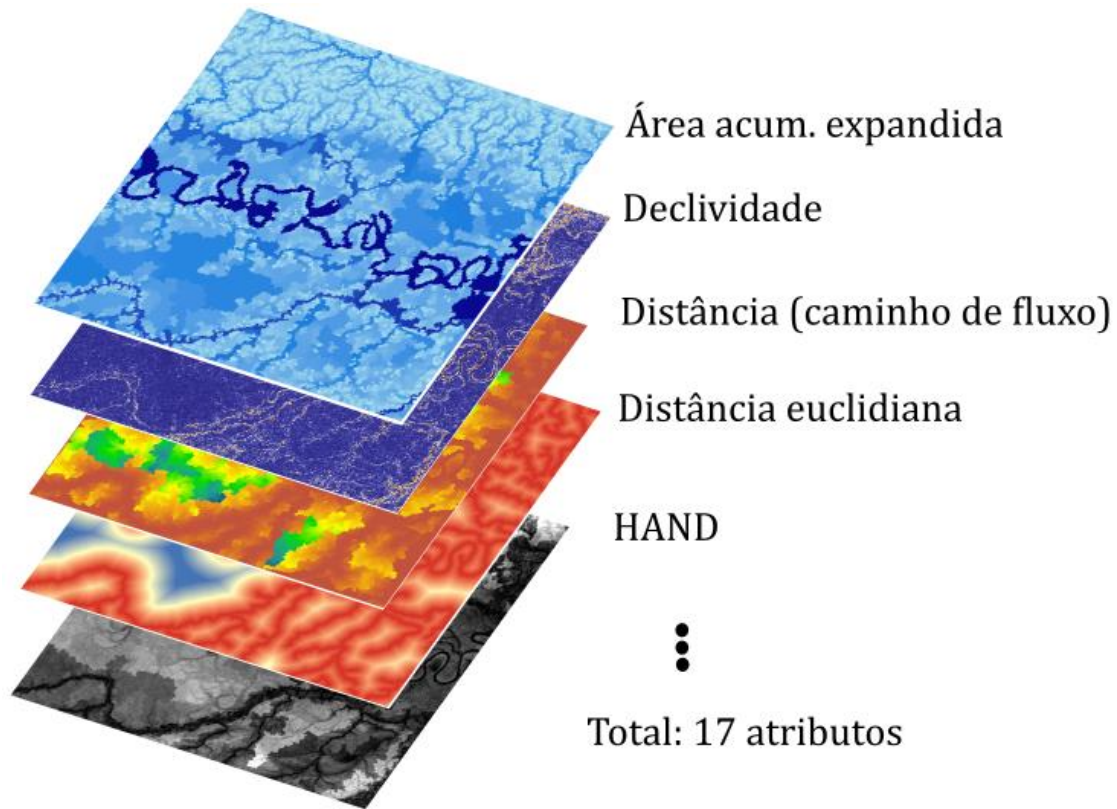
DIST1, DIST2, DIST3,
DIST4, DIST5

3

Metodologia

Amostragem

- Devem ser fornecidas amostras ao classificador *Random Forest*



- Objetivo: Amostragem representativa considerando todos os atributos

Como fazer?

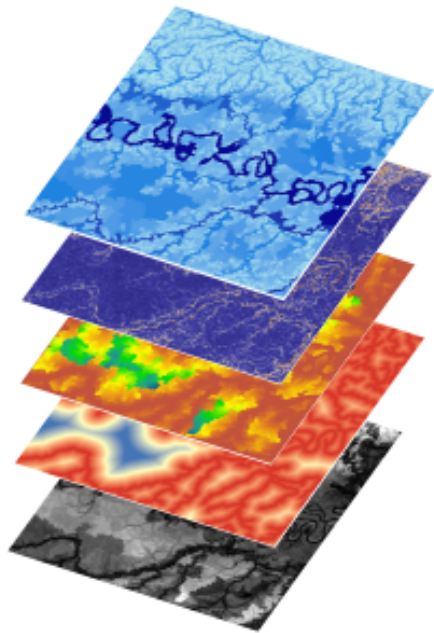
- Unir todas as imagens
 - Classificar (*K-means*)
 - Amostrar por classes

3

Metodologia

Amostragem

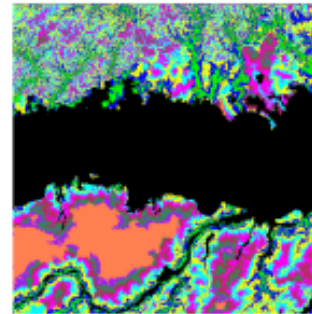
Variáveis normalizadas



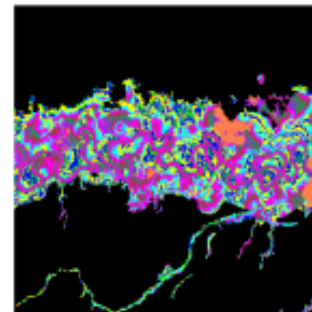
K- means
considerando a wetmask



Região de terra firme



Região de inundação



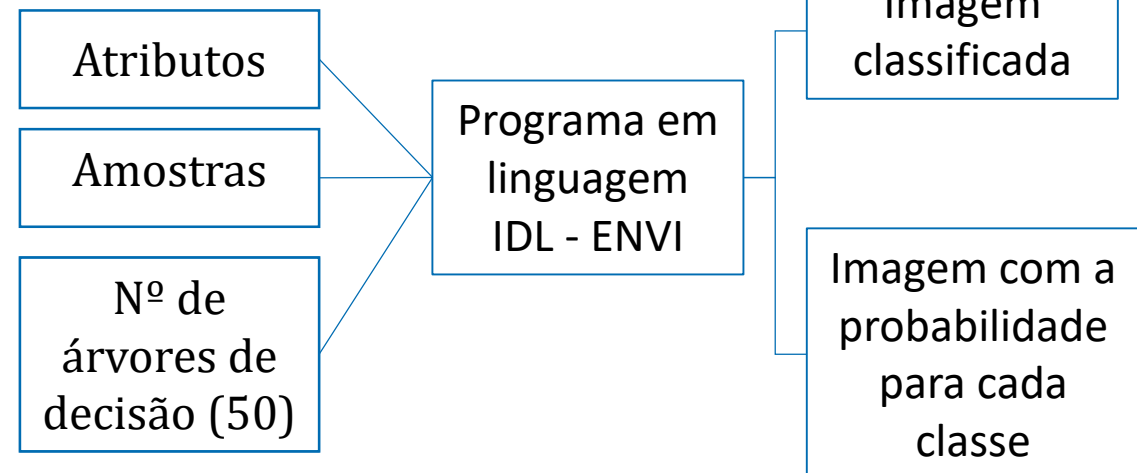
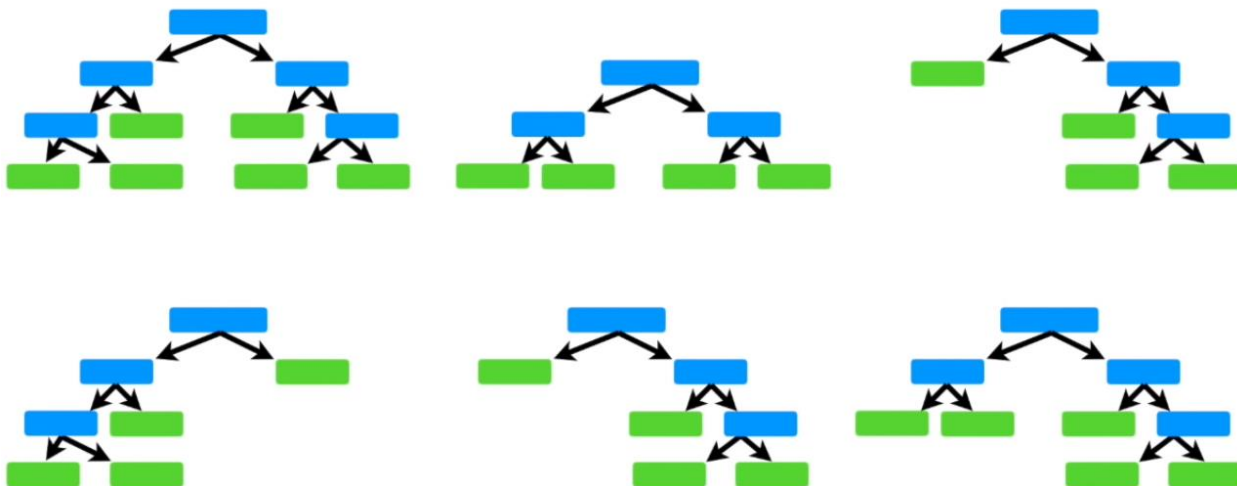
- 10000 amostras em cada região (área inundável e terra firme)
- 20000 pontos no total para cada uma das áreas de estudo (A1 e A2)

3

Metodologia

Classificador Random Forest

- Algoritmo de *machine learning* baseado em um conjunto de árvores de decisão
- É feita uma reamostragem para o treinamento (método bootstrap)
 - A construção das árvores é feita automaticamente. As variáveis presentes são selecionadas aleatoriamente e a escolha da variável é baseada em critérios derivados da teoria da informação
- A classificação:
 - Submeter um ponto qualquer a todas as árvores do Random Forest
 - Pode haver discordância entre as árvores
 - A classe selecionada é aquela mais frequente (moda)



3

Metodologia

Avaliação da classificação

Matriz de confusão

Avaliação em relação ao mapa de **referência** (*wetmask*)

Mapa de incerteza

Avaliação das incertezas oriundas do processo de classificação

Métrica utilizada:

Entropia de Shannon

$$E = - \sum_{i=1}^N P_i \times \log_2(P_i)$$

P_i = probabilidade associada a cada classe

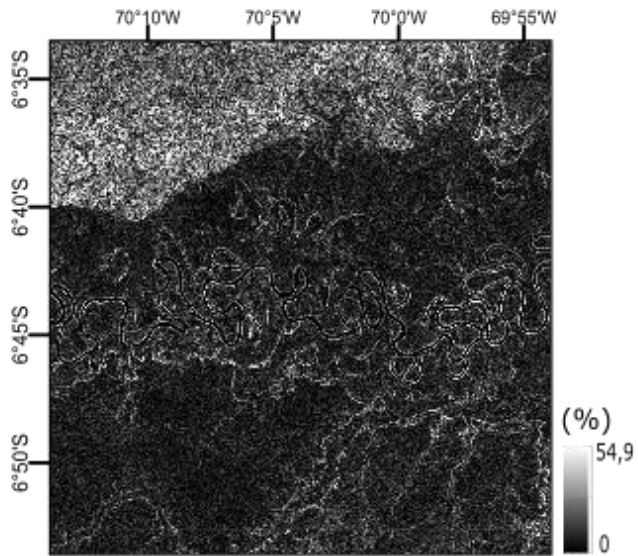
N = nº de classes

$0 \leq E(i) \leq \log_2 N$

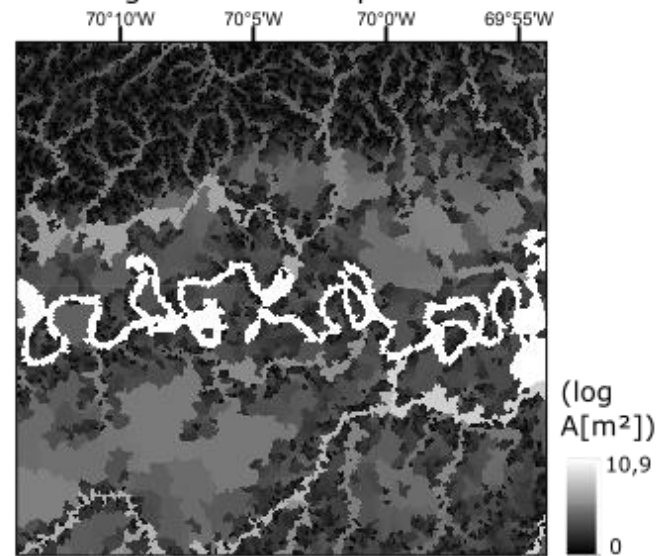
4

Resultados

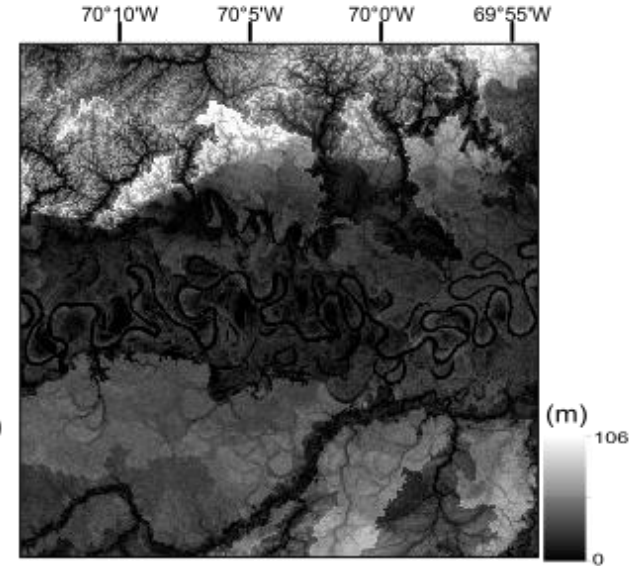
Declividade



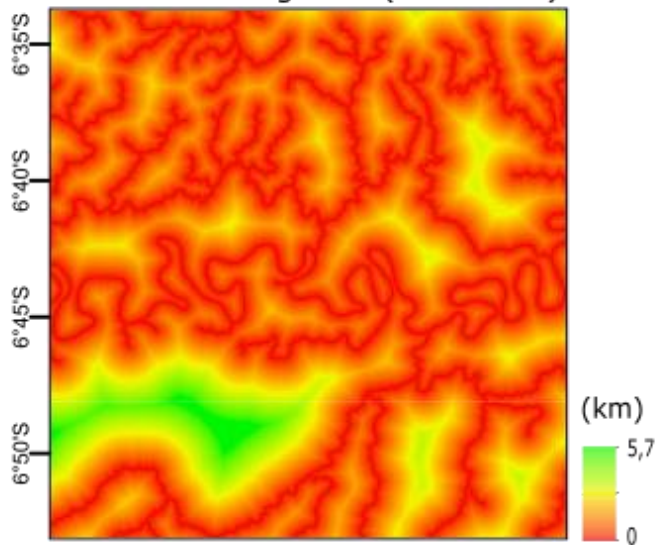
Log área acum. expandida



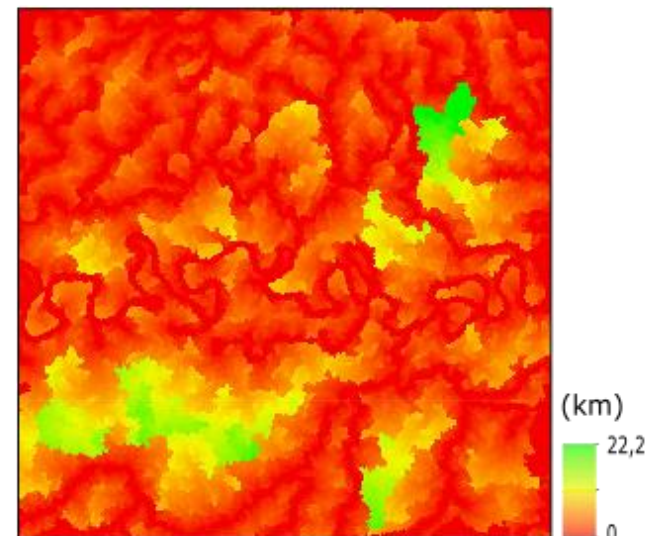
HAND5



Dist. drenagem 4 (euclidiana)



Dist. drenagem 4 (caminho de fluxo)



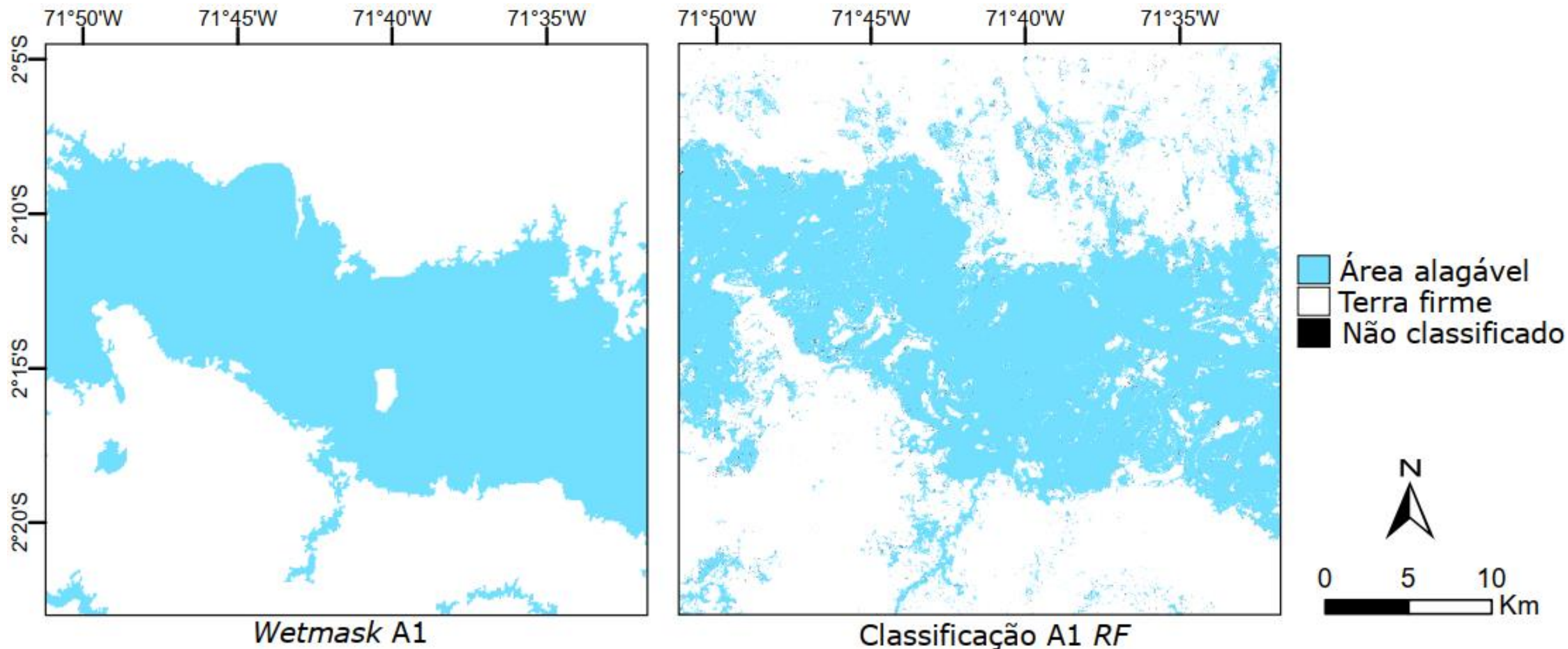
- Exemplos atributos para a Área 2
- 17 atributos para cada Área de estudo

4

Resultados

Classificação *Random Forest*

Área 1

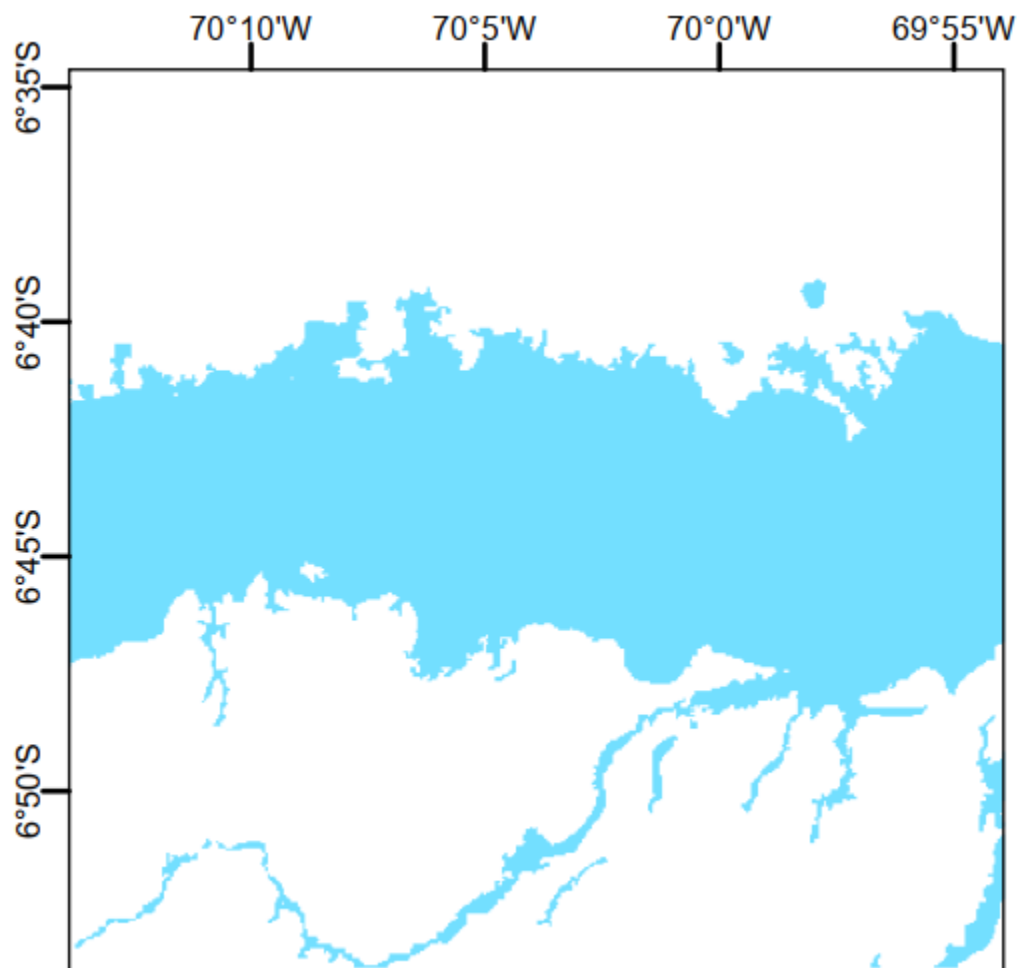


4

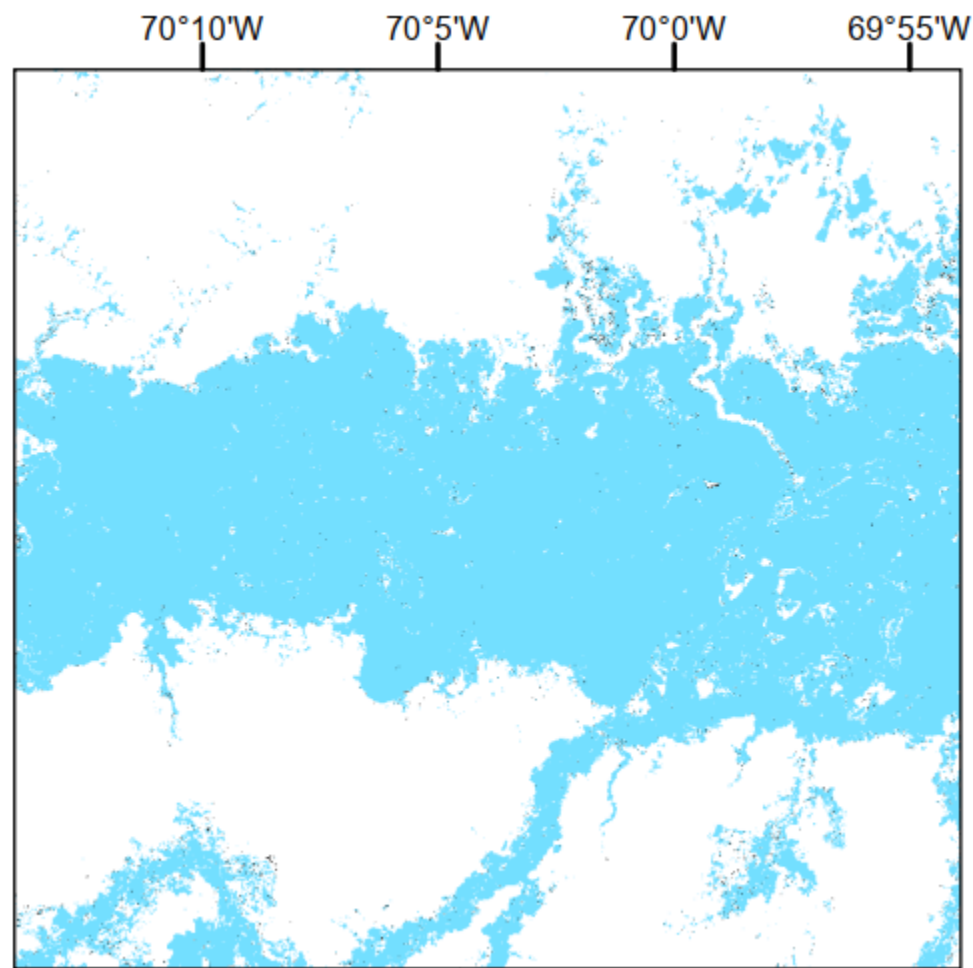
Resultados

Classificação *Random Forest*

Área 2

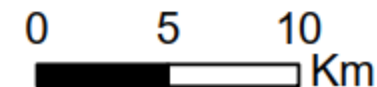


Wetmask A2



Classificação A2 RF

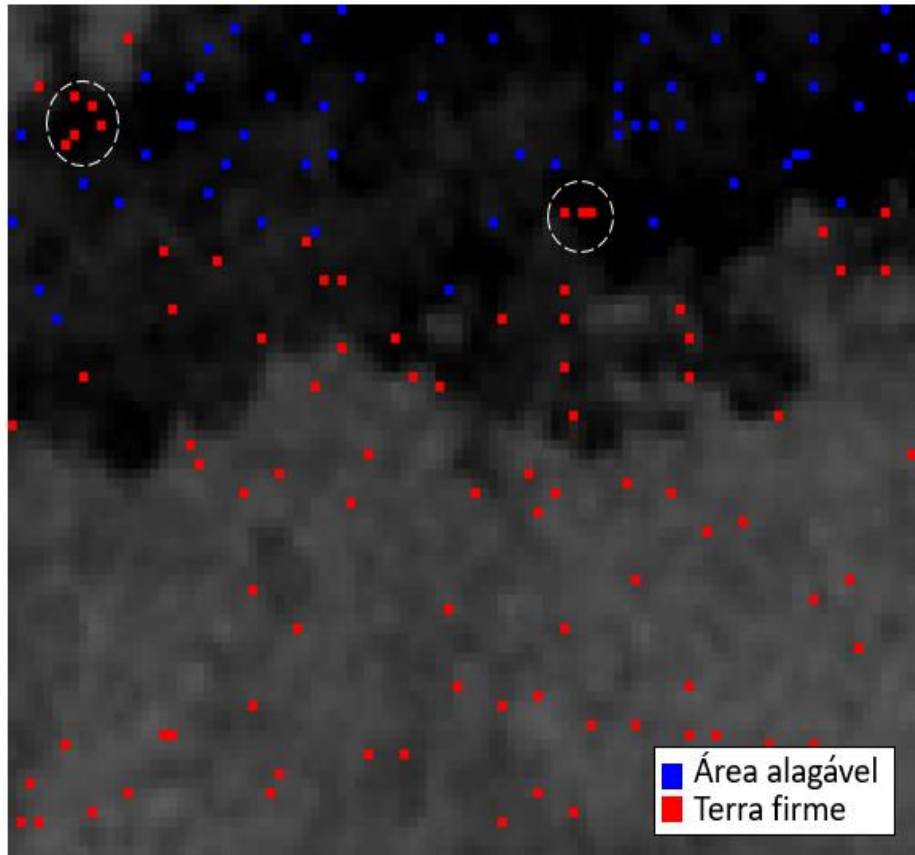
- Área alagável
- Terra firme
- Não classificado



4

Resultados

Análise dos resultados obtidos



- Pontos amostrados incorretamente
- A referência está sujeita a erros. Foi gerada por outro sensor/resolução e não considerou aspectos do relevo
- Não foram testados diferentes parâmetros para a aplicação do *Random Forest*

4

Resultados

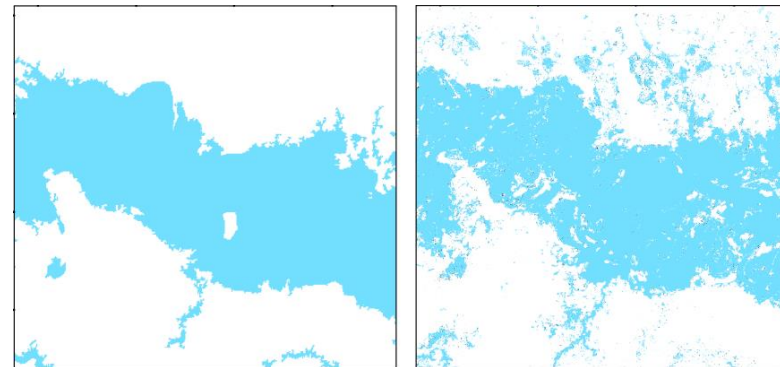
Matriz de confusão

ÁREA 1 - Acurácia 86,64%

		<i>Wetmask</i>			
Classificação RF	Classe	Área alagável	Terra firme	Total	Exatidão Usuário (%)
	Não classificado	2	3	5	-
	Área alagável	833	124	957	87.04
	Terra firme	129	840	969	86.69
	Total	964	967	1931	
	Exatidão do produtor (%)	86.41	86.87		

ÁREA 2 - Acurácia = 90,04 %

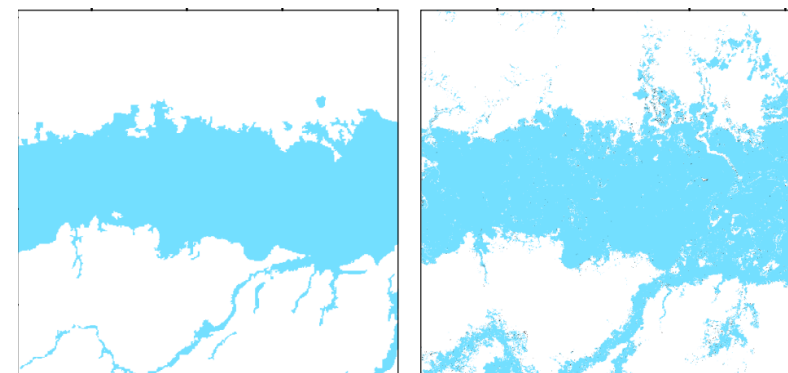
		<i>Wetmask</i>			
Classificação RF	Classe	Área alagável	Terra firme	Total	Exatidão Usuário (%)
	Não classificado	0	2	2	-
	Área alagável	964	151	1115	86.46
	Terra firme	49	863	912	94.63
	Total	1013	1016	2029	
	Exatidão do produtor (%)	95.16	84.94		

**Exatidão do produtor:**

Quanto dos pontos amostrados foram classificados corretamente de acordo com a referência

Exatidão do usuário:

Número de acertos em relação ao número de pontos classificados em uma dada classe

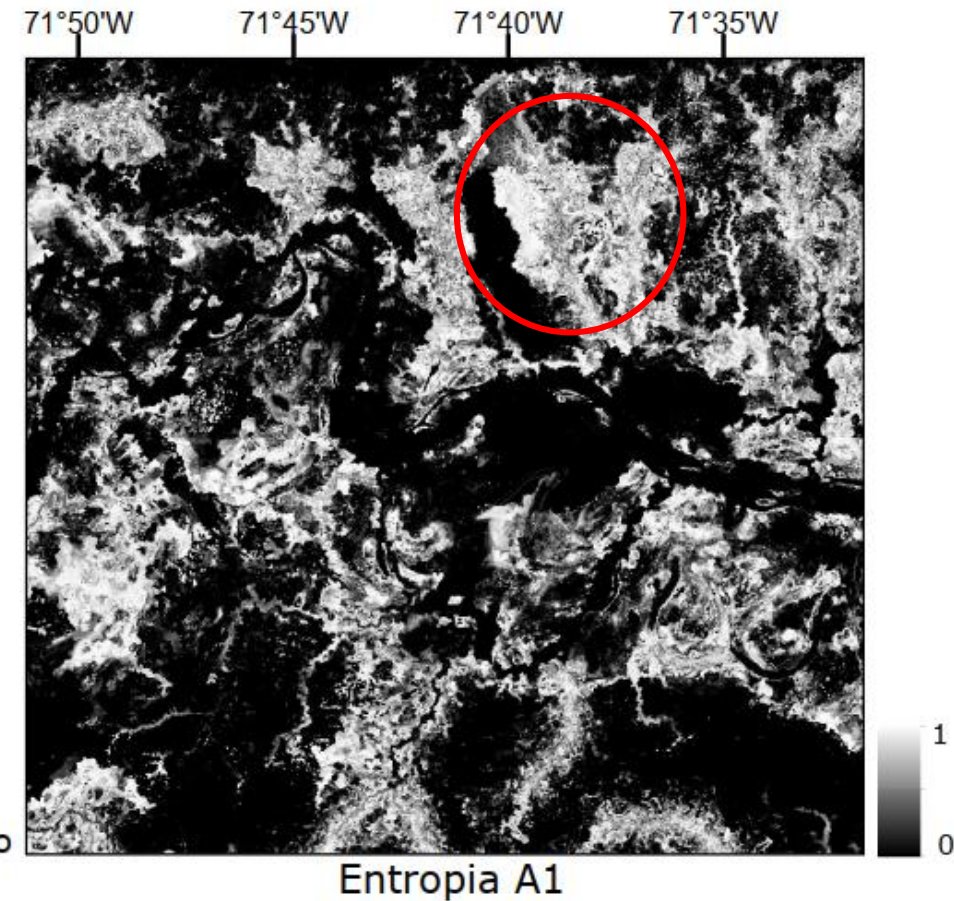
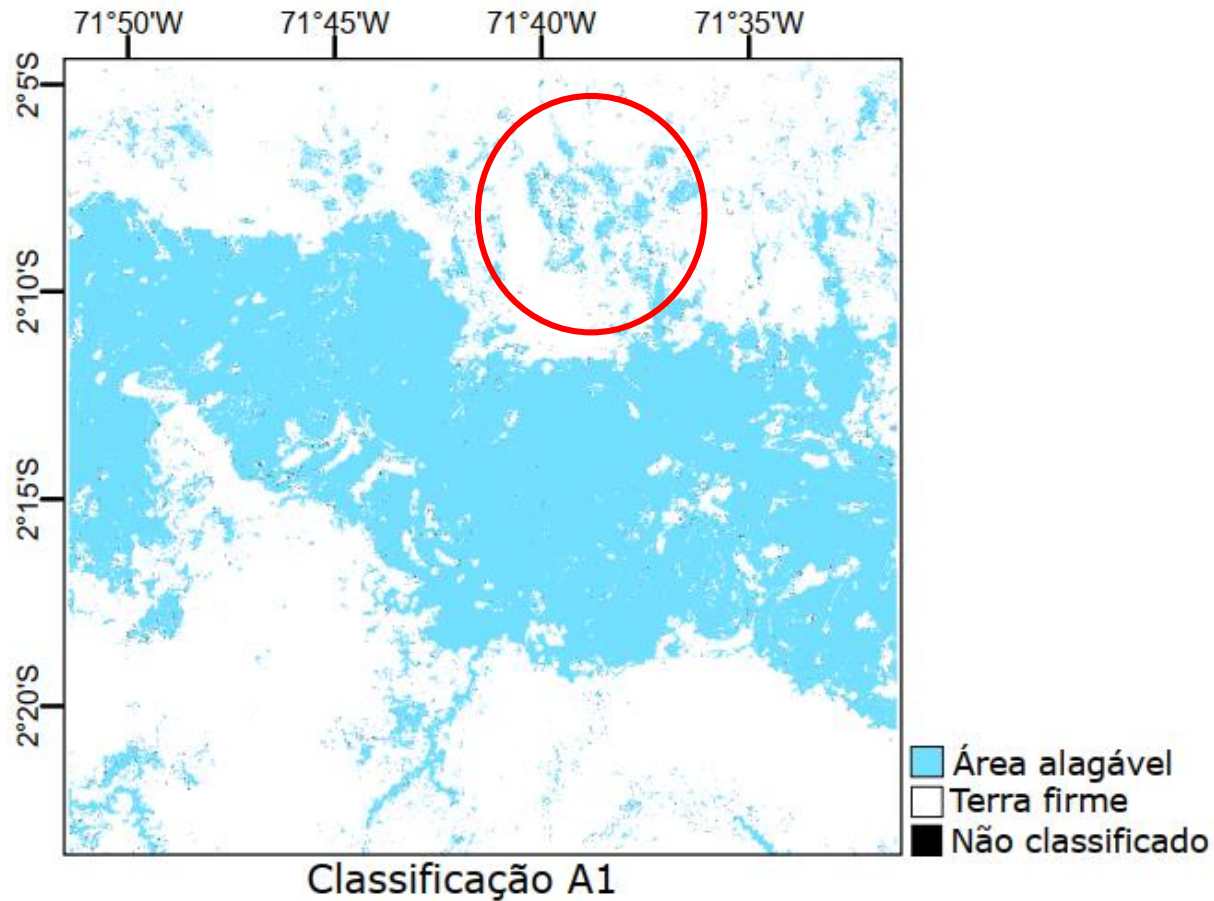


4

Resultados

*Mapas de incerteza**Área 1*

Quanto maior a entropia, maior a incerteza na classificação



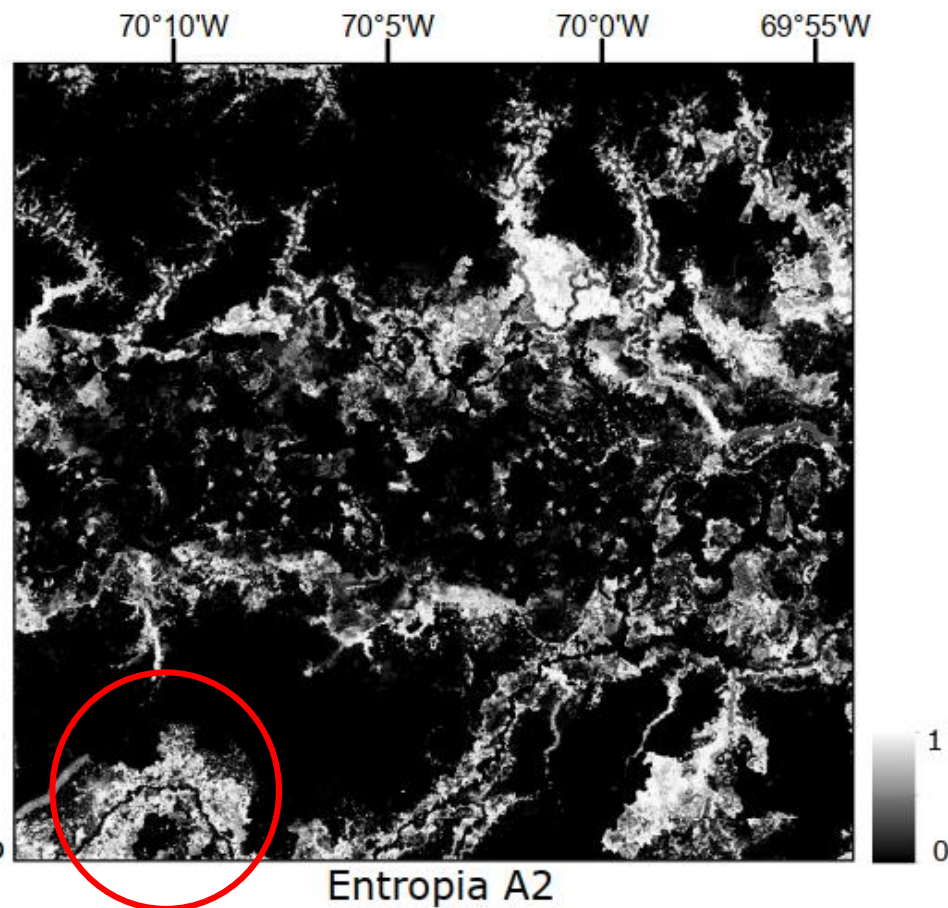
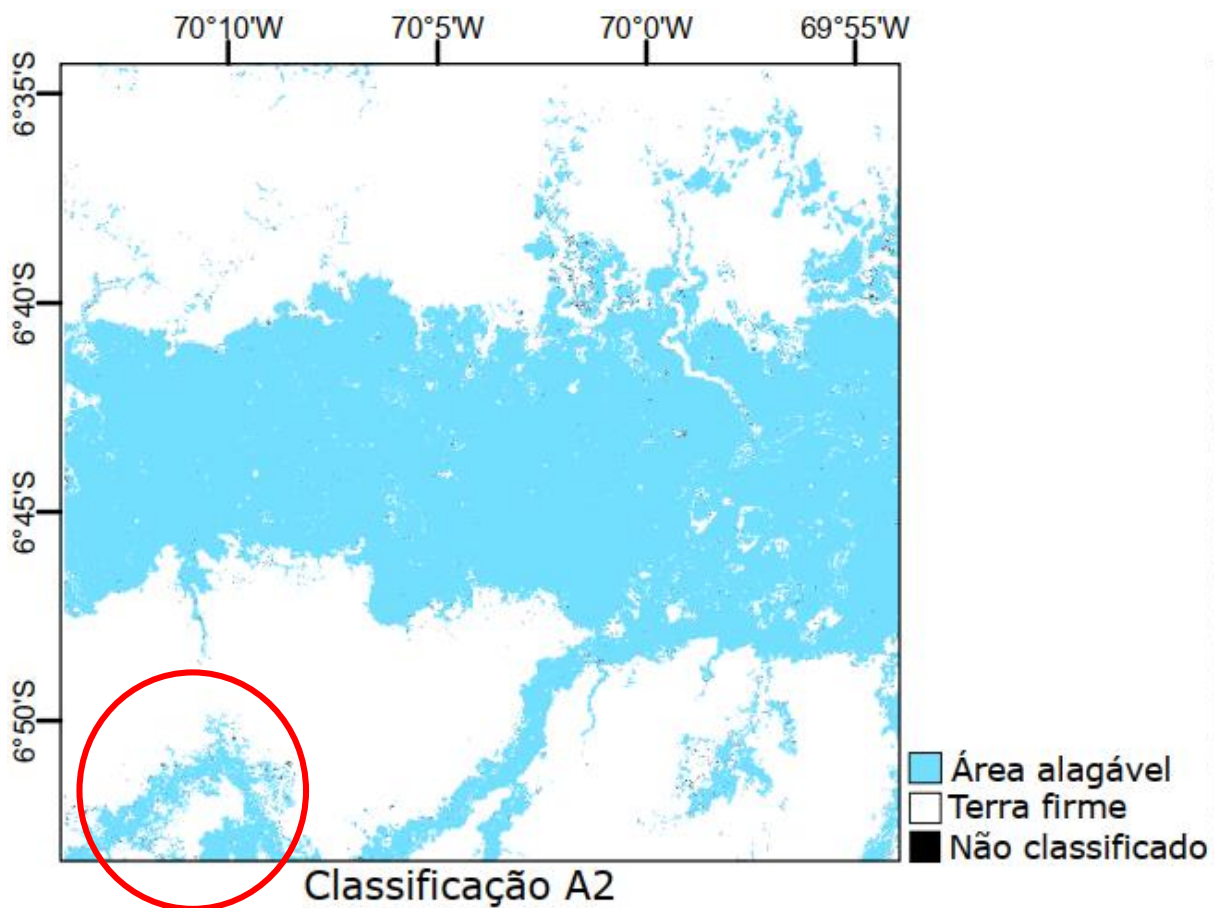
4

Resultados

Mapas de incerteza

Quanto maior a entropia, maior a incerteza na classificação

Área 2



4

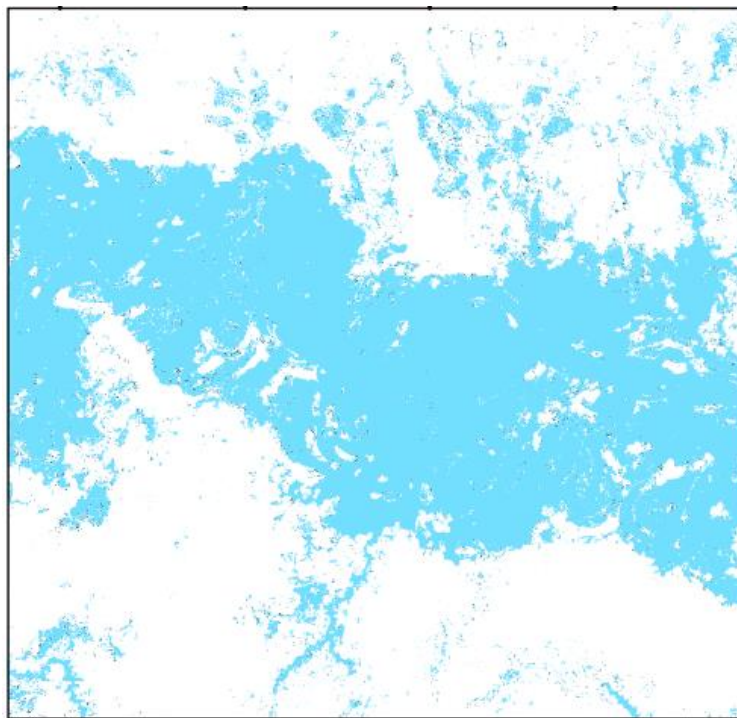
Resultados

Área 1

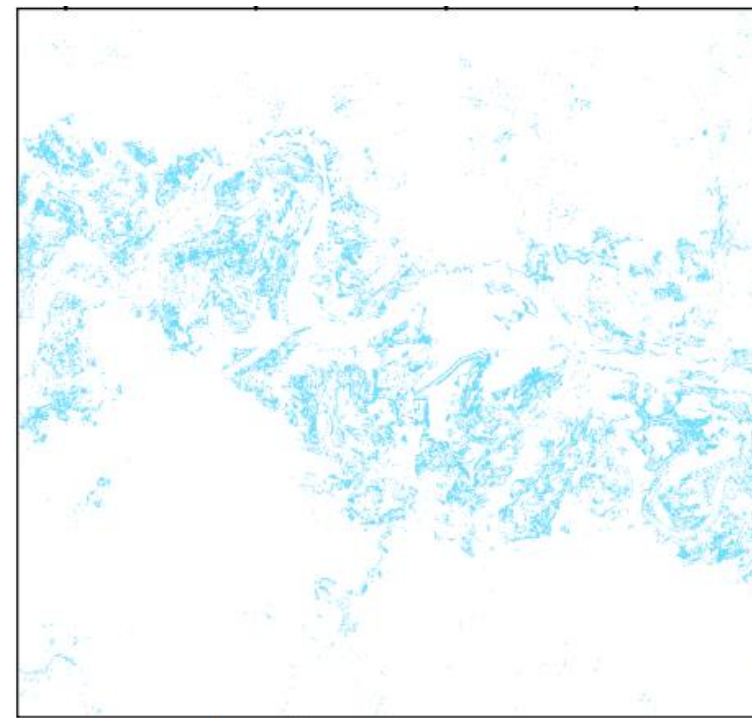
- Alterar o mapa de classes de acordo com um valor de entropia
 - Objetivo: obter uma classificação com maior certeza associada
- Escolha arbitrária do valor de entropia



Wetmask



Classificação RF original



Classificação entropia $<0,4$

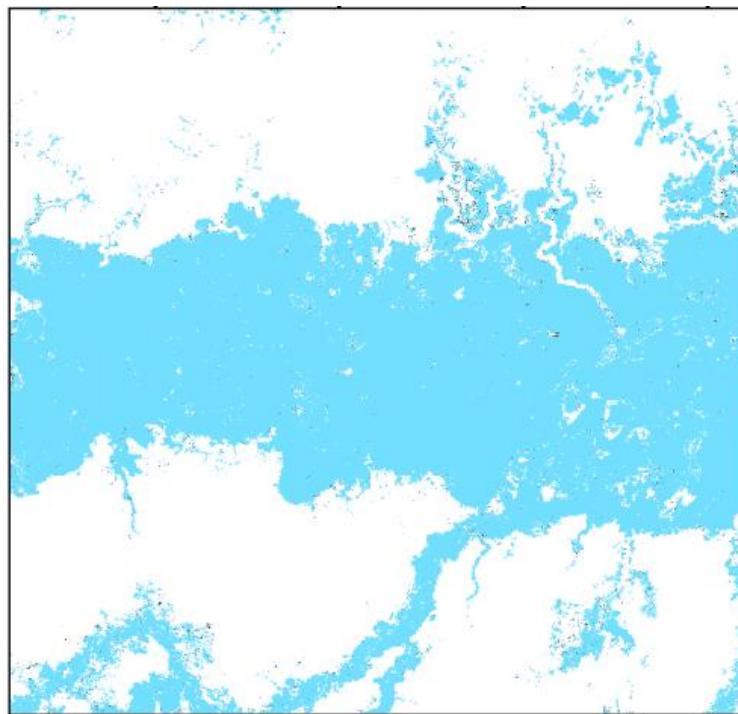
4

Resultados

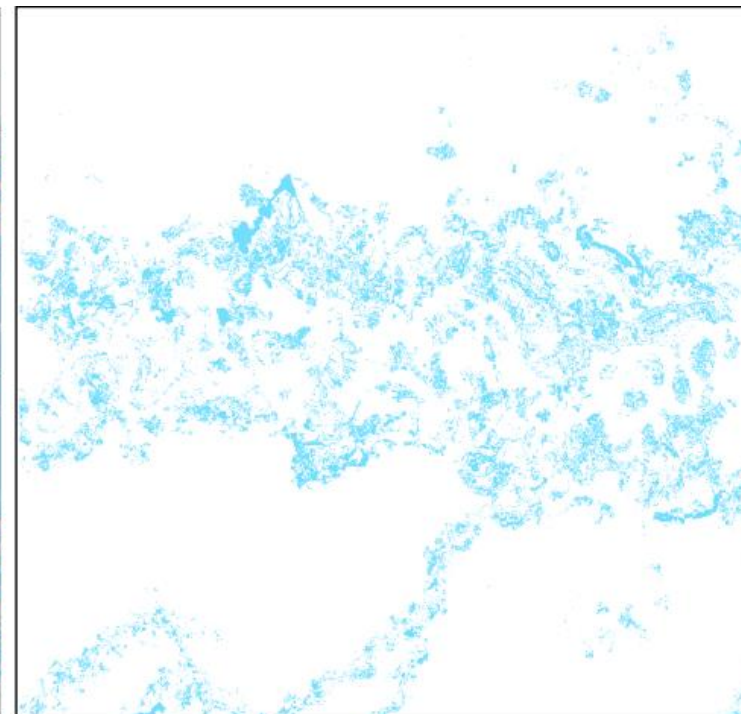
Área 2



Wetmask



Classificação RF original



Classificação entropia $<0,4$

5

Conclusões

- O método utilizado se mostrou com potencial para obter bons resultados
- É necessário buscar atributos que expliquem melhor o fenômeno e leve a melhores resultados
 - Conhecer melhor o fenômeno em estudo
- Fazer uma seleção das amostras retirando pontos que evidentemente não pertencem a classe
- Testar diferentes parâmetros na geração das árvores de decisão (mineração dos dados mais cuidadosa)
- Possibilidade de descartar pontos classificados como áreas alagáveis na *wetmask* se houver baixa incerteza associada
 - Produção de uma classificação mais assertiva

6 Referências Bibliográficas

ALFAYA, F. A. V. S. **Mapeamento de áreas alagáveis da calha Solimões/Amazonas utilizando análise de imagens baseada em objeto com dados MDE-SRTM**. 2012. 59 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2012/04.10.11.22-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2012.

GRUPO MAUA (INPA), 2020. Disponível em: < <http://maua.inpa.gov.br/>>. Acesso em 12 de set. de 2020.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; AFFONSON, A. G.; BARBOSA, C.; GASTIL, M.; NOVO, E. M. L. M. Wetlands of the Lowland Amazon Basin: Extent, Vegetative Cover, and Dual-season Inundated Area as Mapped with JERS-1 Synthetic Aperture Radar. **Wetlands**, p.745-756, 2015.

JUNK, W. J. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. In: Holm-Nielsen, L. B.; Nielsen, I. C.; Balslev, H. (eds). Tropical forest: botanical dynamics, speciation and diversity. New York: **Academic Press**, p.47-64, 1989.

RENNÓ, C. D.; NOVO, E. M. L. M.; BANON, L. C. Correção geométrica da máscara de áreas alagáveis da bacia amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 5507-5514. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/3ERPFQRTRW34M/3E7GJHH>>.