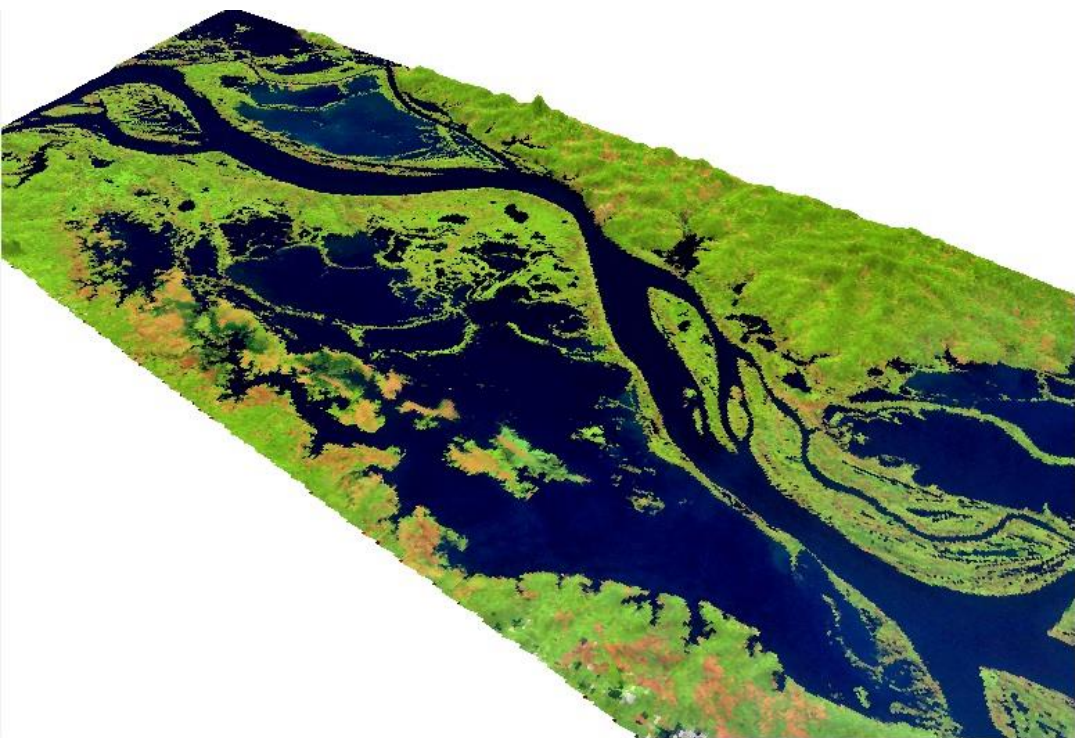




MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

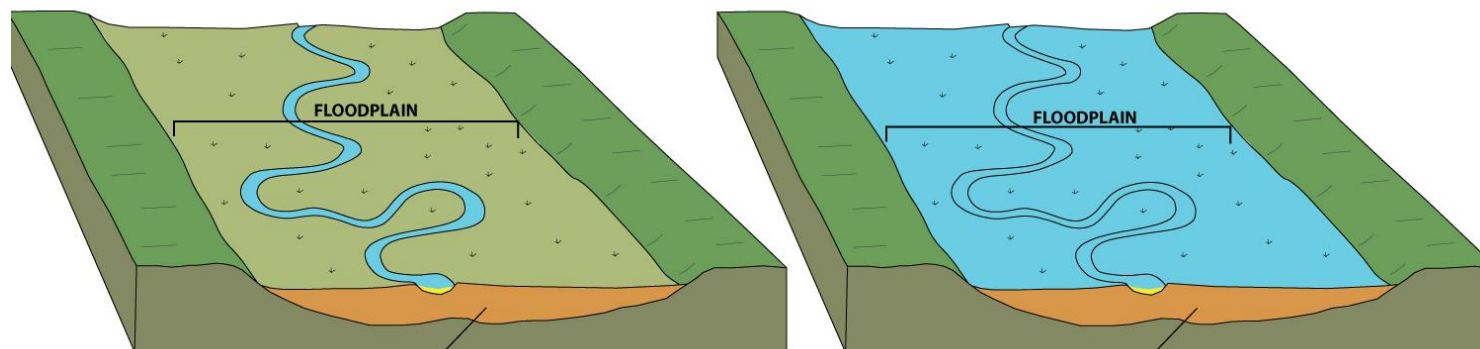
MODELAGEM NA ESTIMATIVA DE ÁREA E VOLUME DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DE CURUAI



Vitor Souza Martins

PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO

A compreensão da circulação da água entre rios e suas planícies inundáveis depende da área e volume inundado



(Fonte: Wired)

- As planícies inundáveis da região amazônica apresentam uma complexa topografia e desafios para aquisição de dados:
 - A obstrução por banco de macrófitas
 - Dificuldade de acesso aos limites da planície
 - Grande extensão de área

QUAL É O PROBLEMA EM ESTUDO?

- Qual é a concordância na estimativa de área de inundação entre os MDEs e a imagem de satélite?
- O tratamento dos dados batimétricos melhoram a concordância da estimativa de área de inundação? E no volume?
- Quais são as incertezas dos modelos e como estão distribuídos os erros?

ÁREA DE ESTUDO

- **Planície Amazônica:**

Lago Grande de Curuai

- **Localização:**

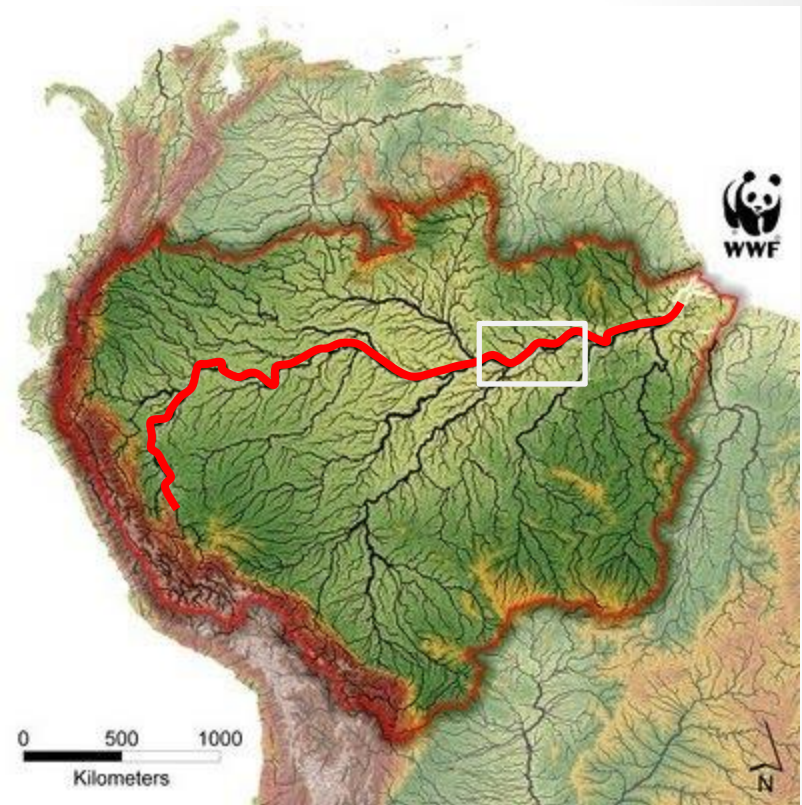
Noroeste de Santarém / Pará

- **Área da planície:**

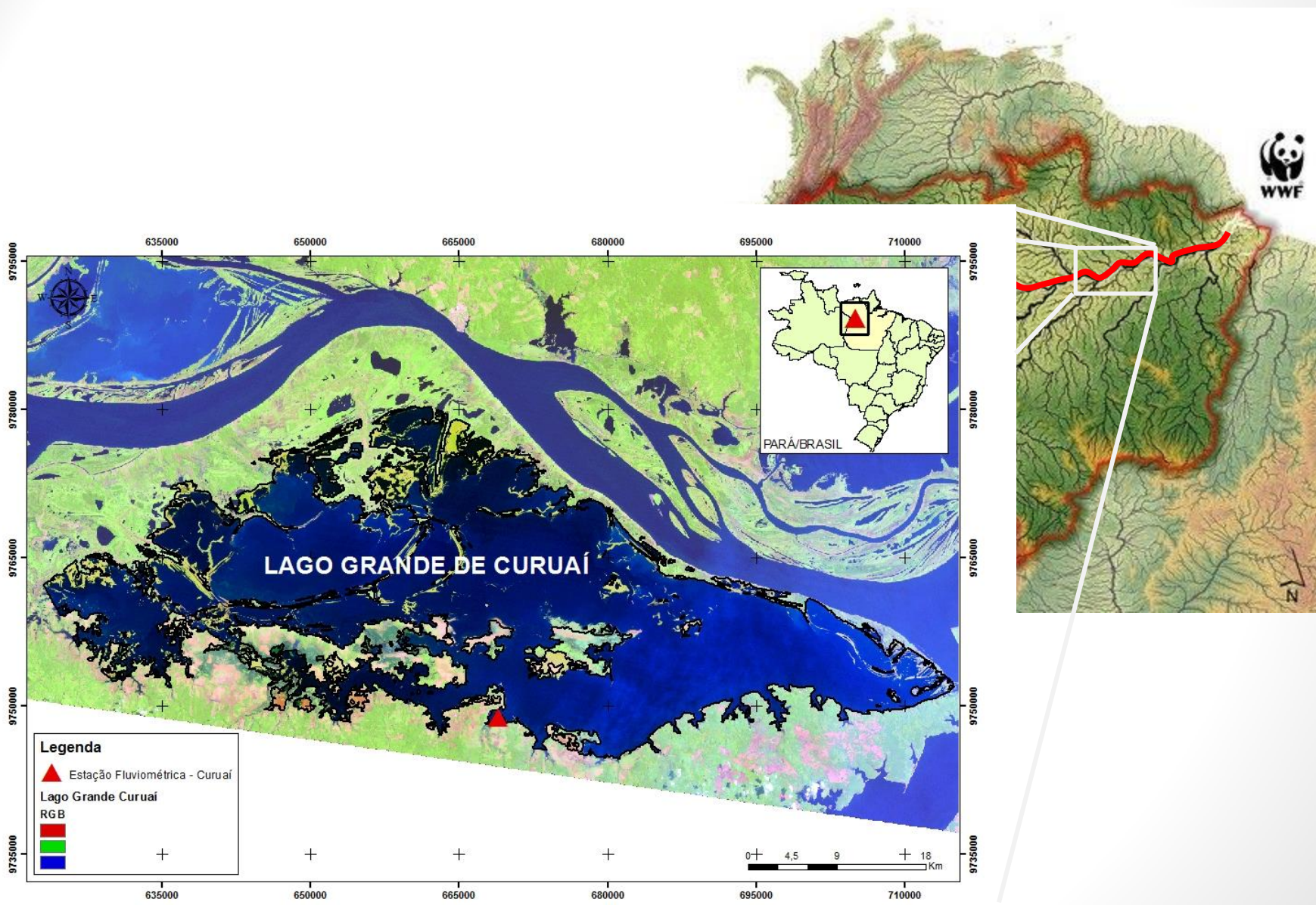
3500 km²

- **Distância a foz do rio Amazonas:**

900 km



ÁREA DE ESTUDO



CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE

Importância: Compreender a dinâmica de inundação e definir as cotas d'água e dados de sensoriamento remoto do estudo

Nome	Estação	Código	Coordenadas Geográficas	
			Long (O)	Lat (S)
Curuai	Fluviométrico (CPRM)	17060000	55°28'51''	02°16'21''
Parintins	Pluviométrico (INMET)	256000	56°43'48''	02°37'48''

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE

Importância: Compreender a dinâmica de inundação e definir as cotas d'água e dados de sensoriamento remoto do estudo

Nome	Estação	Código	Coordenadas Geográficas	
			Long (O)	Lat (S)
Curuai	Fluviométrico (CPRM)	17060000	55°28'51''	02°16'21''
Parintins	Pluviométrico (INMET)	256000	56°43'48''	02°37'48''

ESTAÇÃO CURUAI

Série histórica de cotas d'água: Registro de Jan/1983 a Dez/2014

Estudo: Cota média diária

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE

Importância: Compreender a dinâmica de inundação e definir as cotas d'água e dados de sensoriamento remoto do estudo

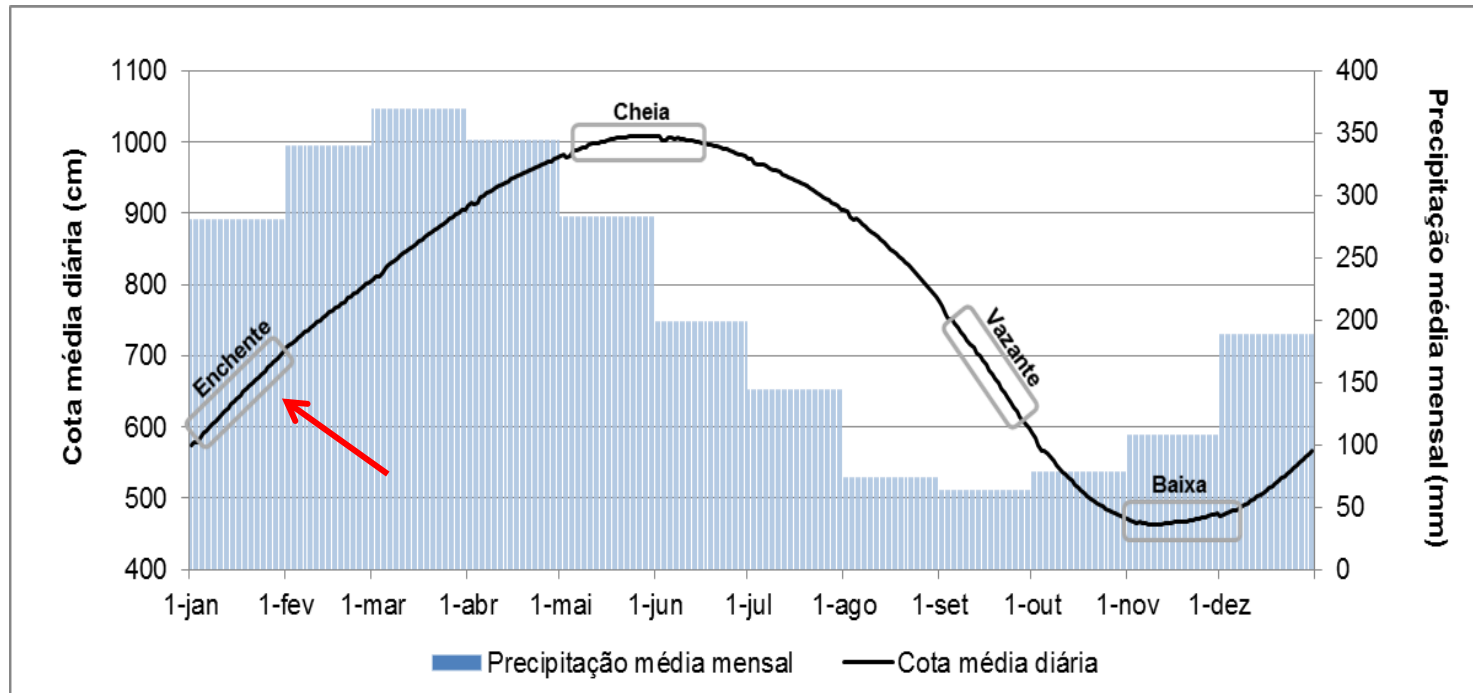
Nome	Estação	Código	Coordenadas Geográficas	
			Long (O)	Lat (S)
Curuai	Fluviométrico (CPRM)	17060000	55°28'51''	02°16'21''
Parintins	Pluviométrico (INMET)	256000	56°43'48''	02°37'48''

ESTAÇÃO PARINTINS

Série histórica de precipitação: Registro de Jan/1970 a Jan/2014

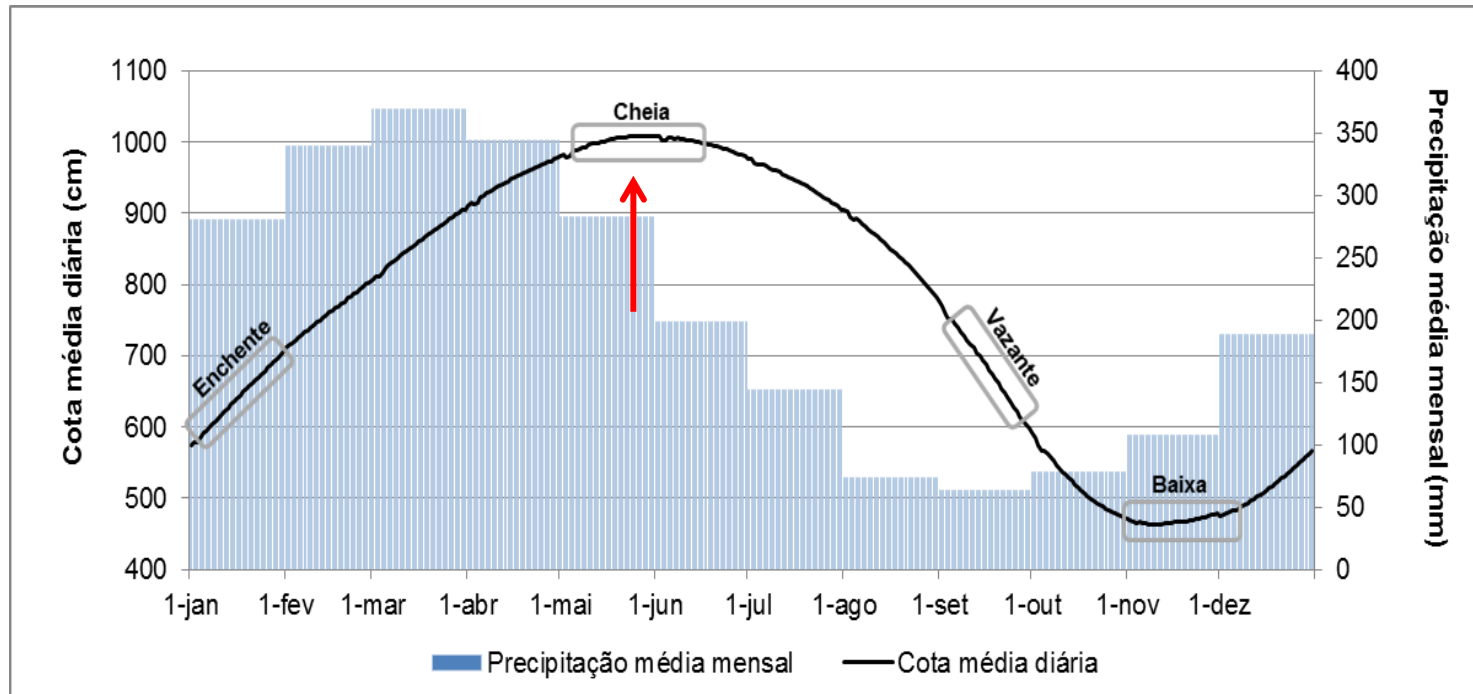
Estudo: Precipitação média mensal

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE



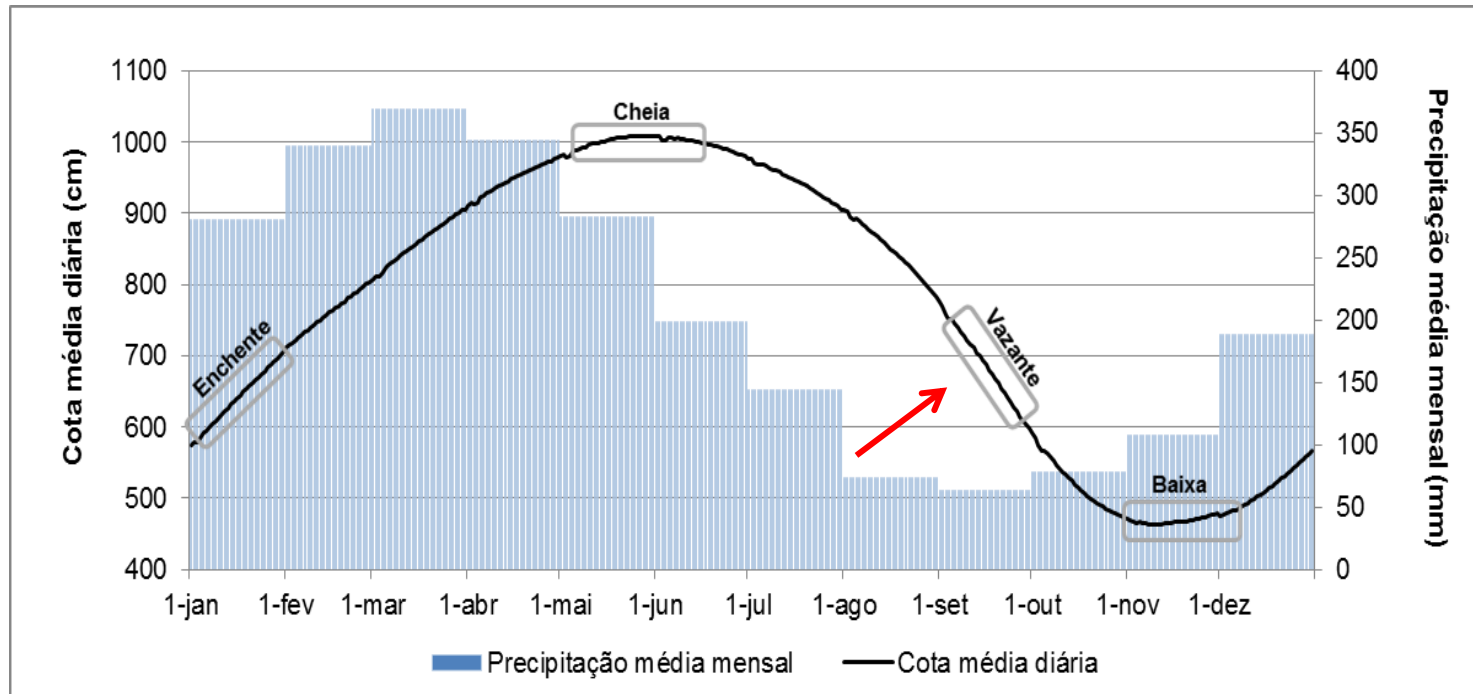
- Período de enchente: Aumento da precipitação e a formação do pulso de inundação das águas do rio Amazonas

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE



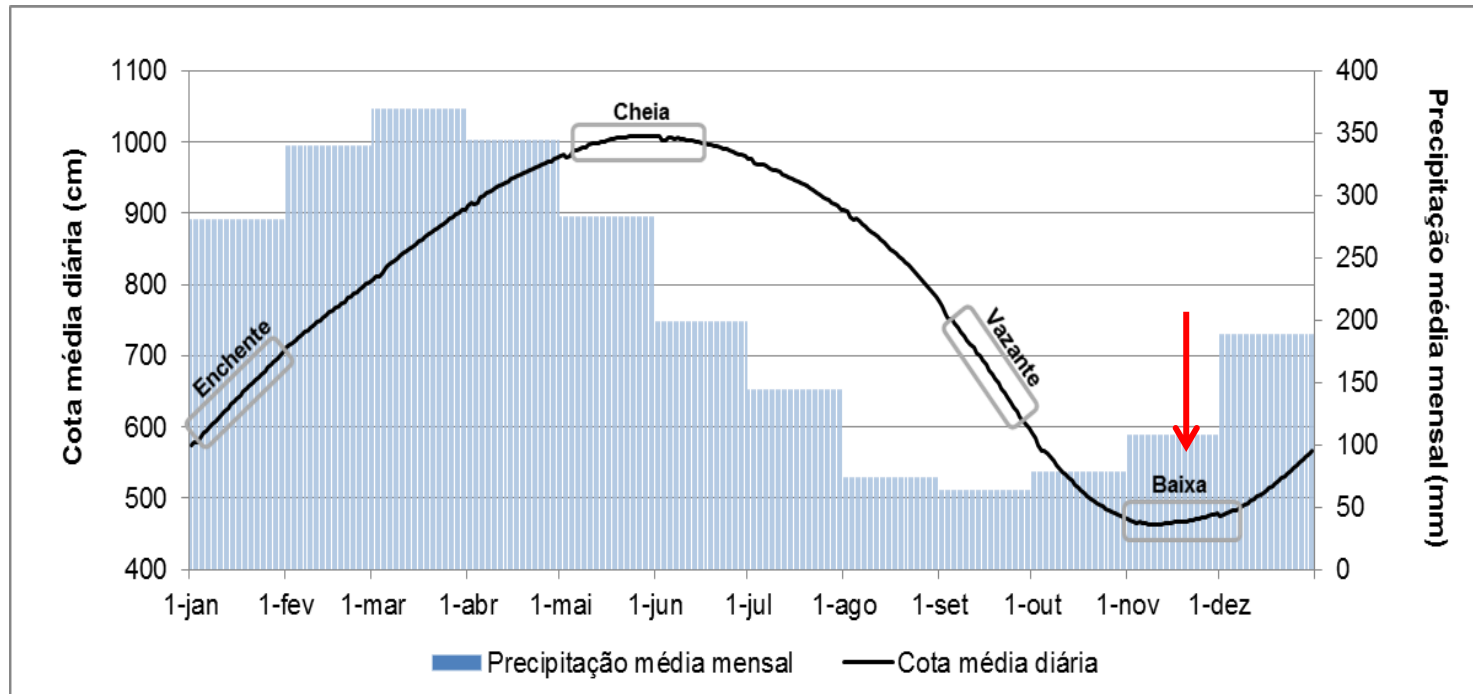
- Período de cheia: Cotas de inundação estáveis na máxima, o que transforma a dinâmica do ecossistema de terrestre para aquático

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE



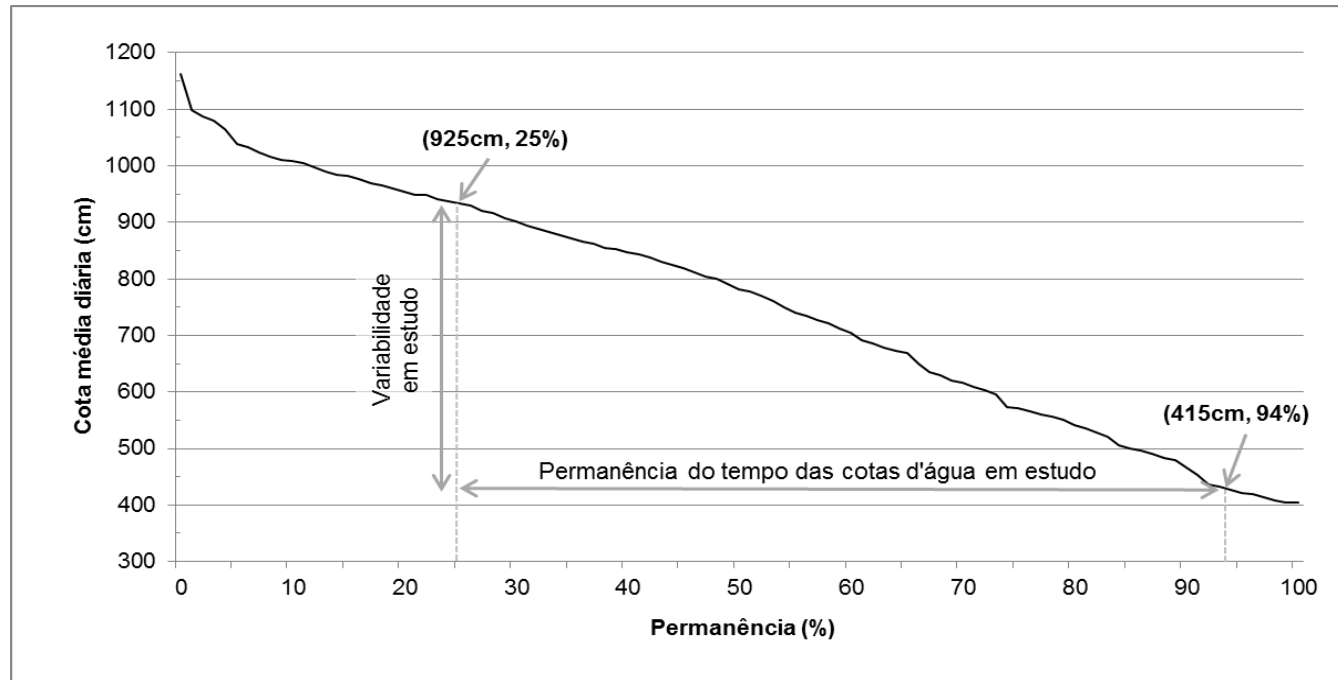
- Período de vazante: A redução do fluxo de água de entrada na planície e deficit hídrico gera uma redução na cota d'água

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE COTAS D'ÁGUA NA PLANÍCIE



- Período de baixa: O nível d'água na planície aumenta sutilmente com início do período chuvoso e atingindo o máxima no pulso de inundação

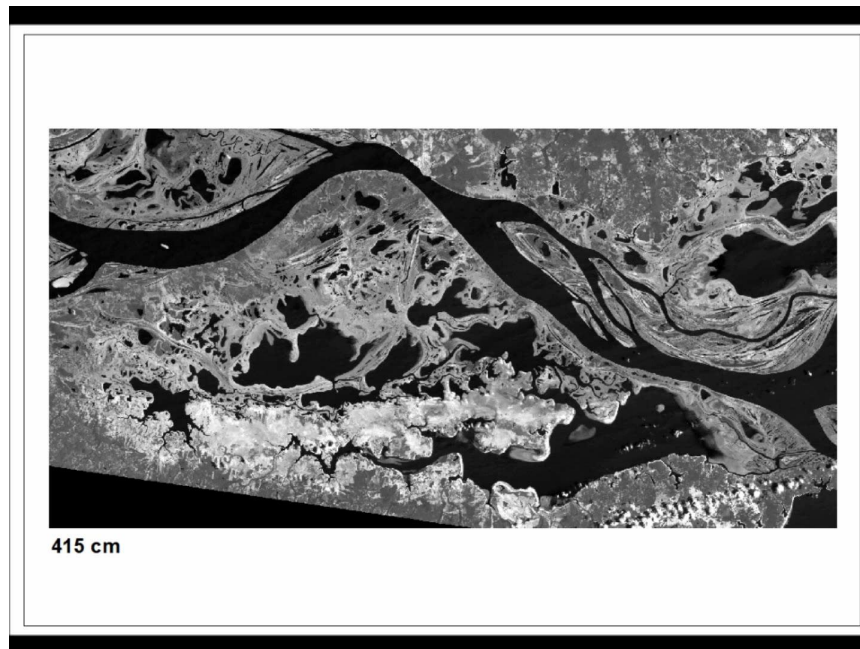
INTERVALO DE COTAS D'ÁGUA

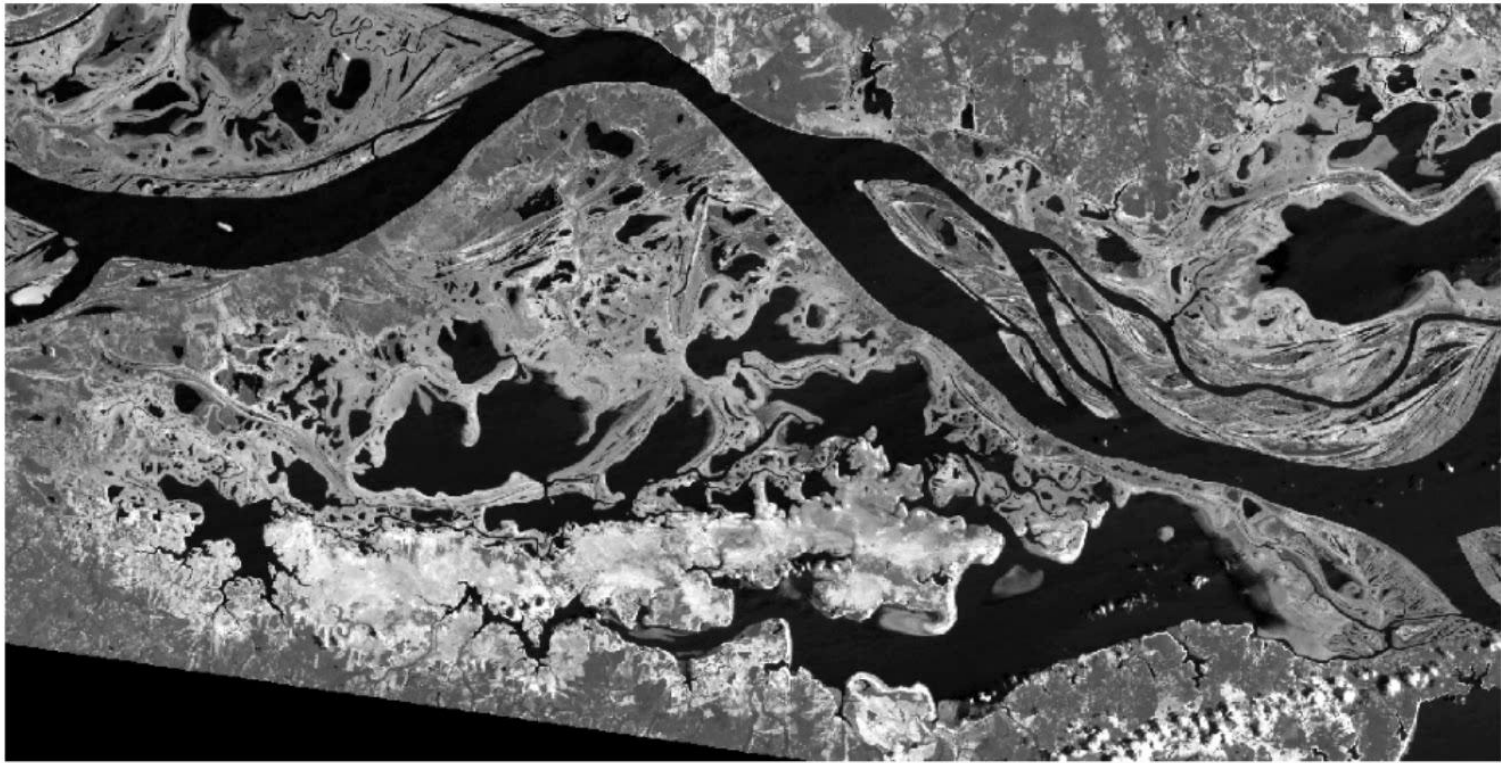


- O intervalo de cota d'água selecionado entre 415 a 925 cm acontecem entre ~ 25 a 95% do tempo na série histórica;
- Intervalo contempla diferentes estados de inundação.

SELEÇÃO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

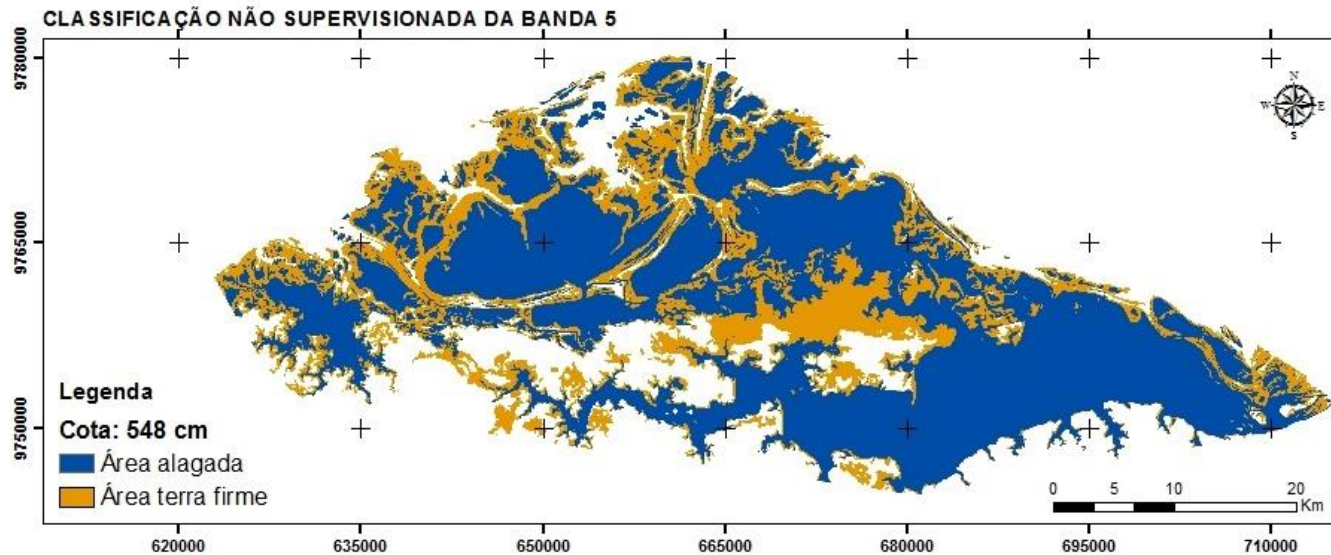
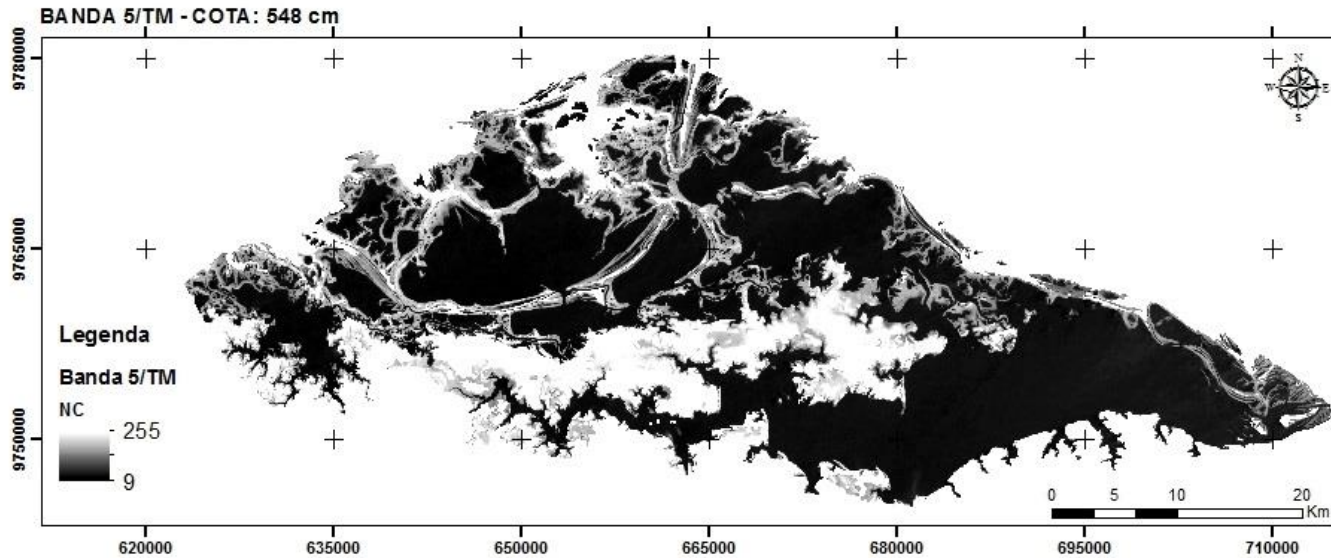
- Imagem de satélite: **Sensor TM/Landsat-5**
 - Disponibilidade de dados referentes a cota d'água
 - Resolução espacial de 30 m
 - Máximo de 10% de cobertura por nuvens





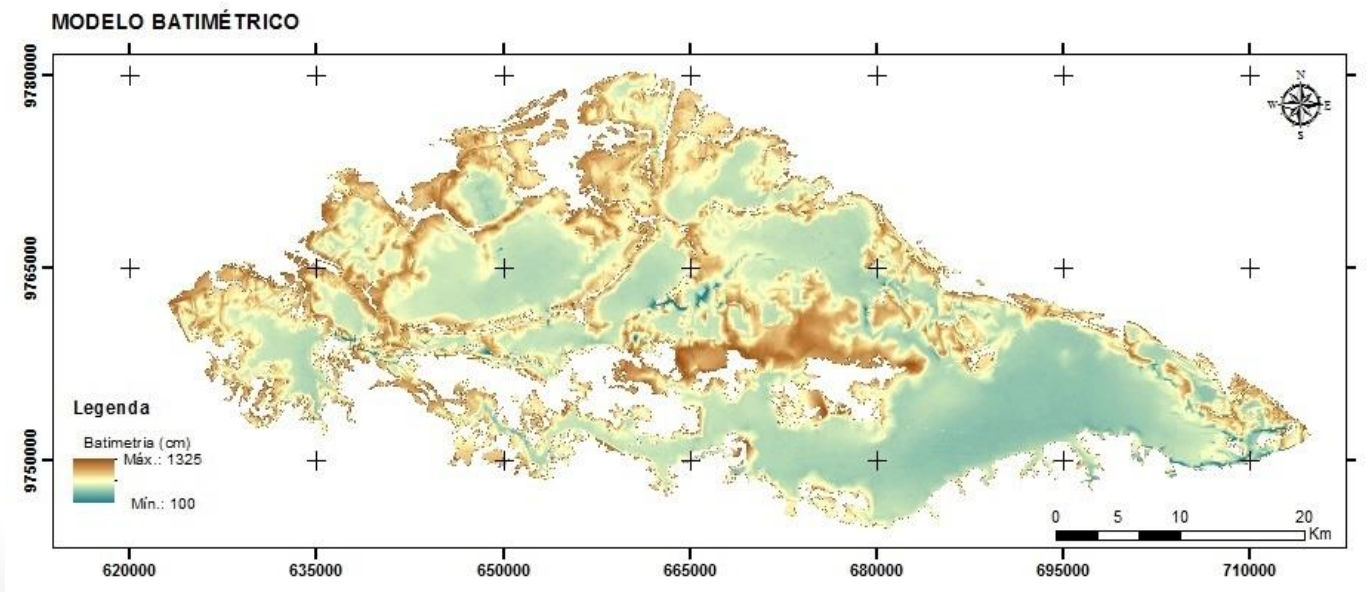
415 cm

CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA



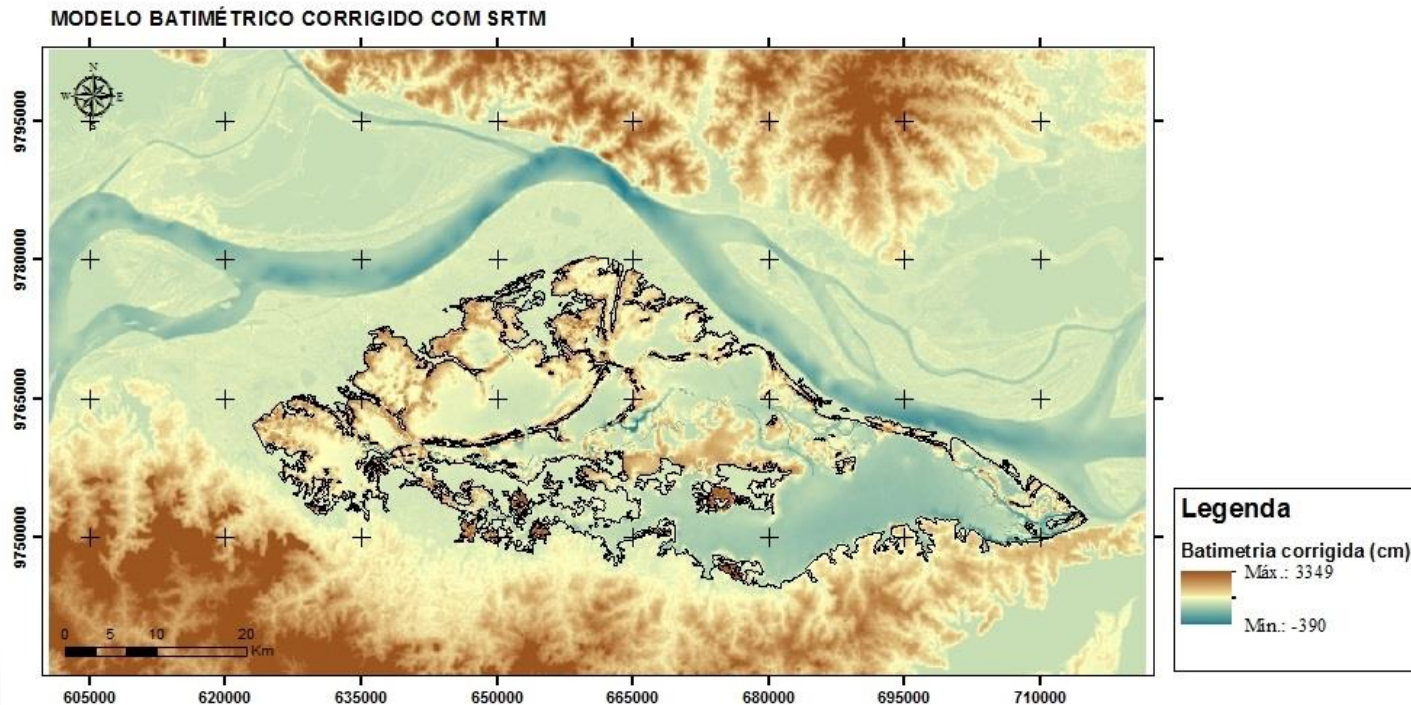
BATIMÉTRIA DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO

- **Características:**
 - Resolução espacial: 15 m
 - Área: 1398 km²
 - Cota d'água de referência: 9,36 m
- Referência: Metodologia de análise da dinâmica de área e volume inundável: O exemplo da várzea do Lago Grande de Curuai – Barbosa (2006)



BATIMÉTRIA DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO (CORREÇÃO COM SRTM)

- **Características:**
 - Resolução espacial: 92,5 m
 - Área: 8171 km²
- Referência: Flooding dynamics on the lower Amazon floodplain : 1. Hydraulic controls on water elevation, inundation extent, and river-floodplain discharge – Rudorff (2014)



DINÂMICA DE ÁREA DE INUNDAÇÃO

Qual o motivo da diferença???

	Imagem TM [1]	Batimetria [2]	Batimetria corrigida [3]	Dif [1] - [2]	Dif [1] - [3]
Cota (cm)		Área (km ²)		Diferença (km ²)	
415	671,3	221,1	344,1	450,2	327,2
425	668,3	288,0	375,1	380,3	293,2
497	853,6	688,6	646,3	164,9	207,2
548	947,3	827,8	804,4	119,5	142,9
619	1018,2	1013,4	962,1	4,8	56,1
661	1047,2	1121,2	1049,5	-74,0	-2,3
701	1183,4	1212,7	1119,2	-29,3	64,1
742	1235,9	1292,4	1202,0	-56,5	33,9
804	1195,4	1358,4	1264,7	-163,0	-69,3
857	1207,5	1380,4	1320,6	-172,9	-113,1
897	1277,3	1395,0	1332,8	-117,8	-55,5
925	1274,9	1398,6	1349,8	-123,8	-74,9

E as incertezas da referência??

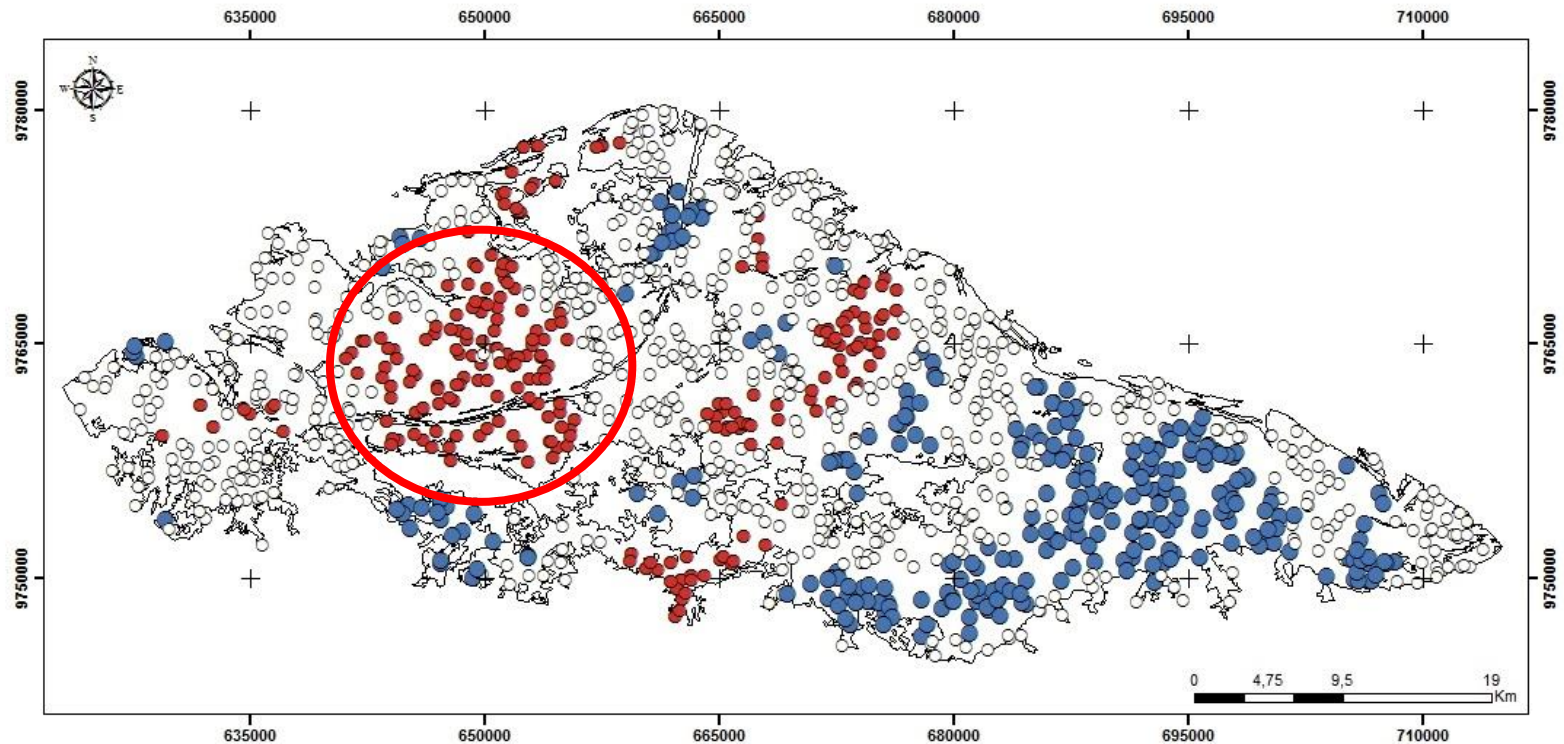
DINÂMICA DE ÁREA DE INUNDAÇÃO

Batimetria		
	Bruto	Corrigido
Cota (cm)	Índice Kappa	
415	0,282*	0,311*
425	0,416*	0,411*
497	0,697*	0,597*
548	0,648*	0,616*
619	0,609*	0,656*
661	0,459*	0,633*
701	0,375*	0,542*
742	0,282*	0,462*
804	0,114*	0,544*
857	0,076*	0,376*
897	0,017 ^{NS}	0,391*
925	0 ^{NS}	0,358*

NS - Não significativo a 5% de probabilidade

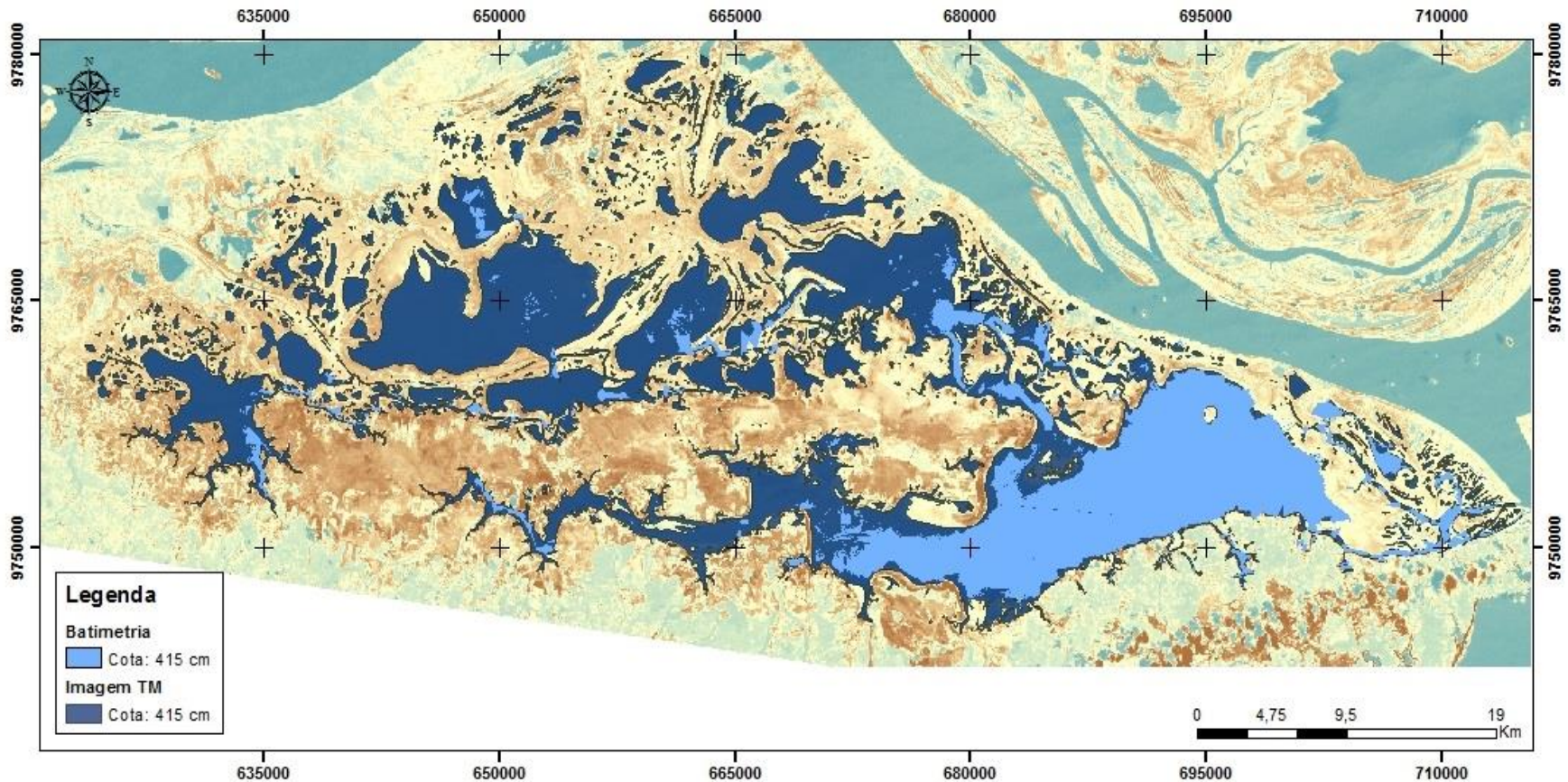
* - Significativo a 5% de probabilidade

ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 425 CM

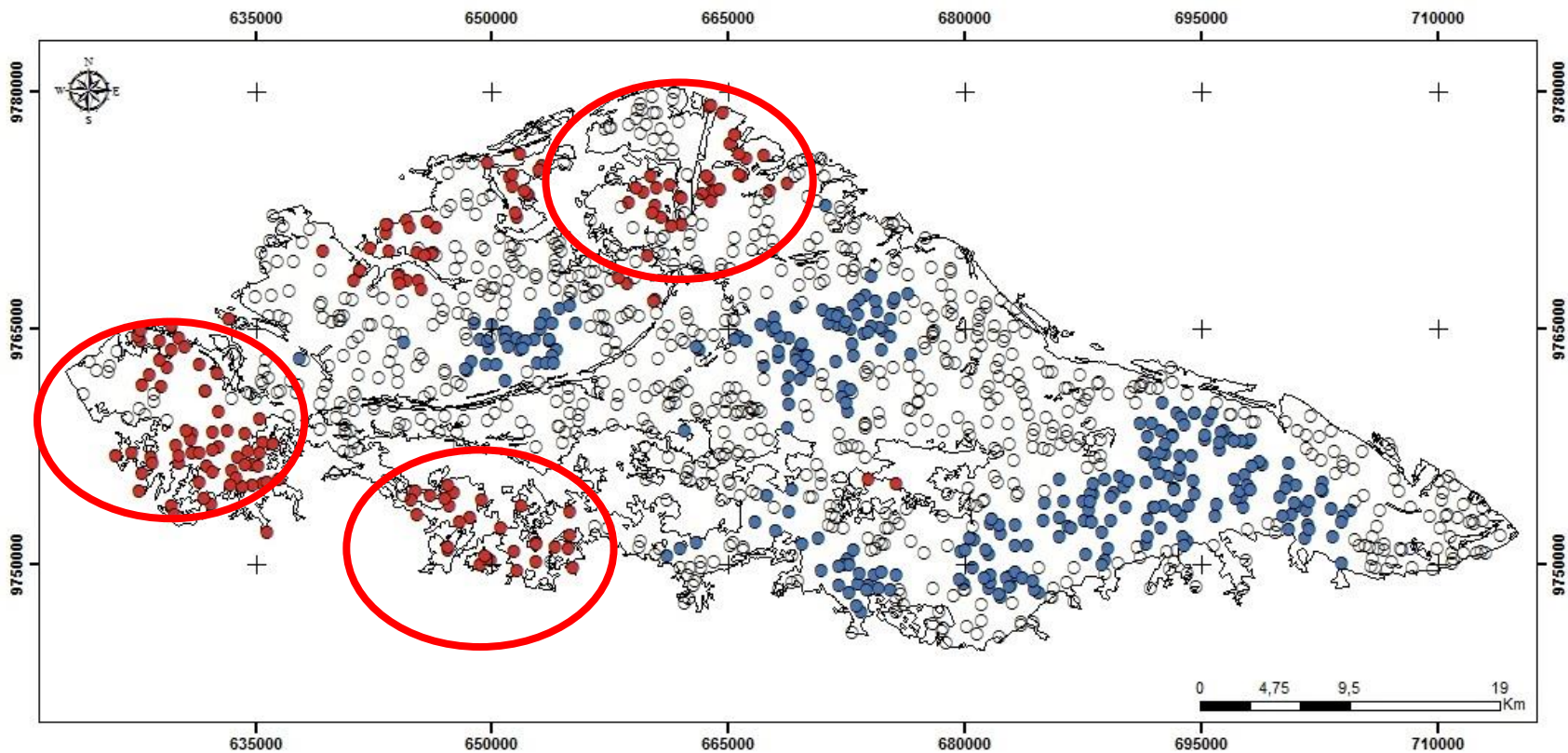


- O fluxo de água entrando fica confinado às regiões mais profundas da planície, não extravasando para os lagos marginais.

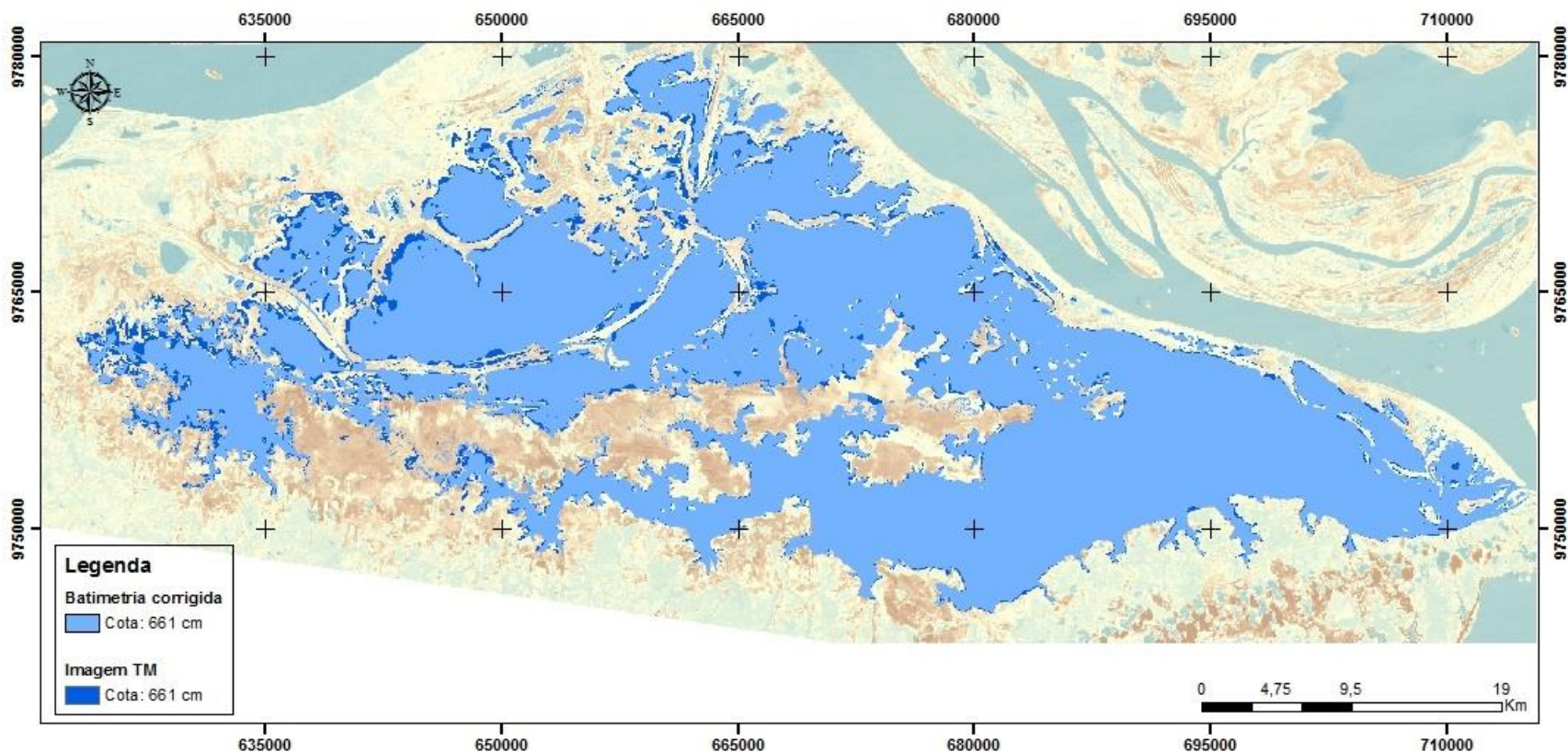
ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 425 CM



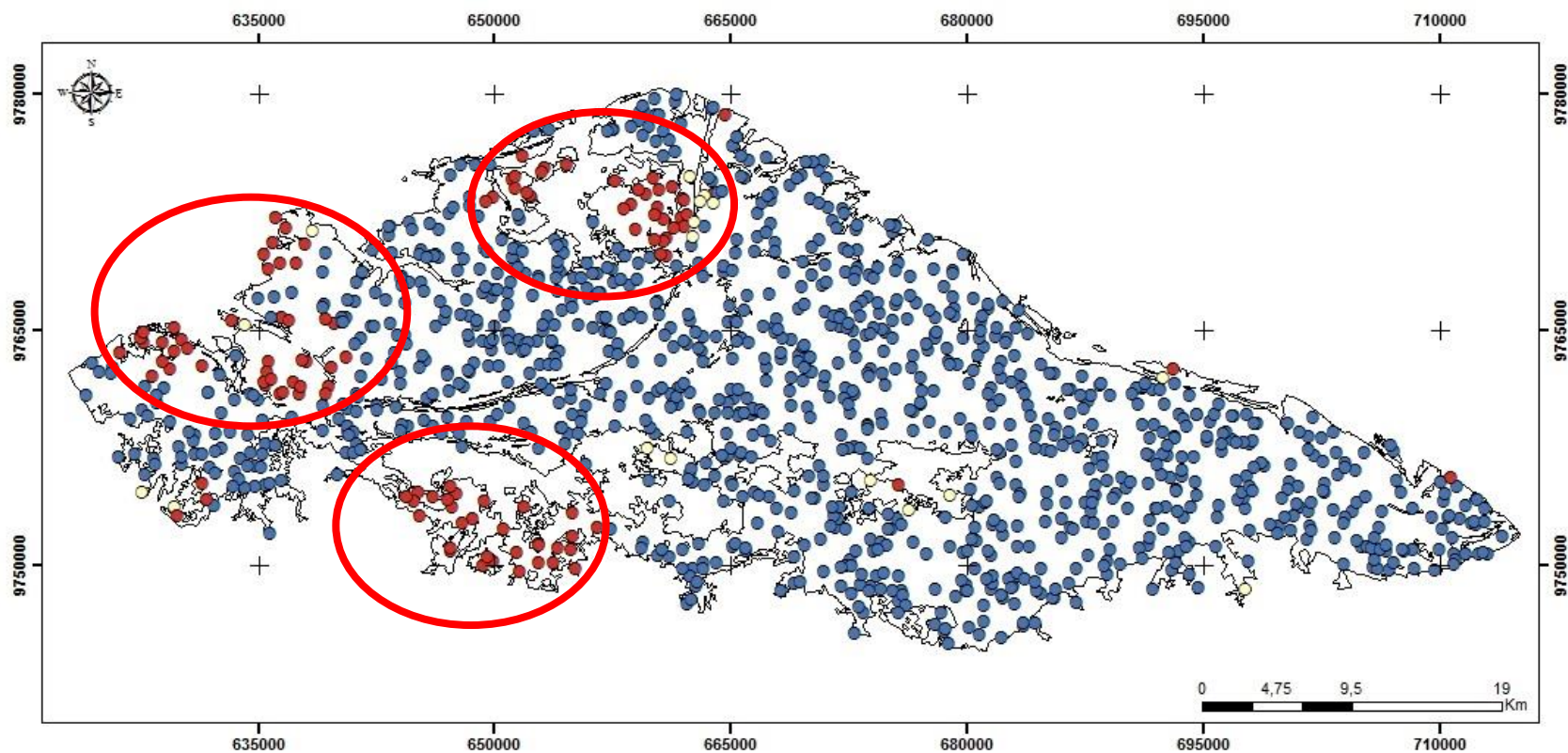
ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 661 CM



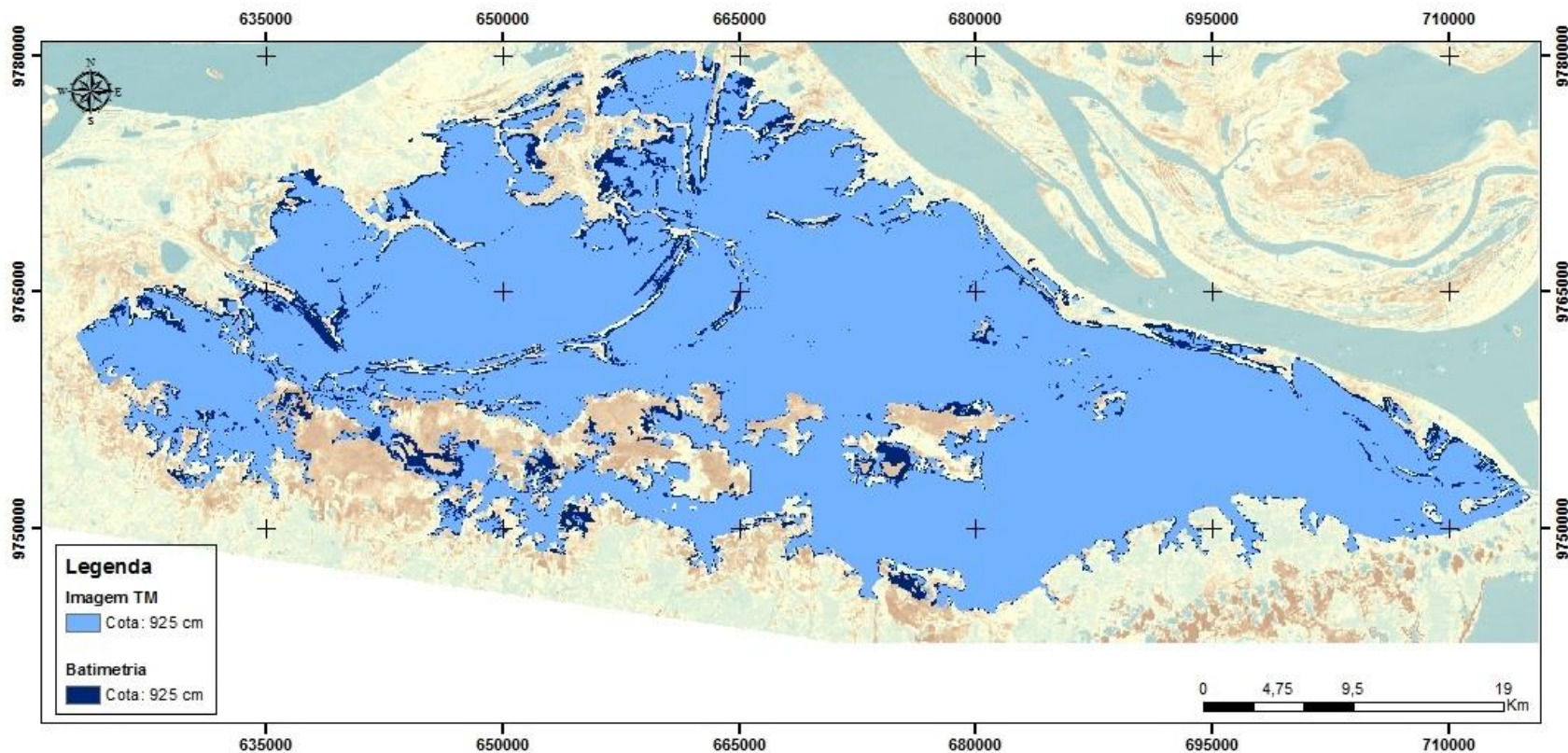
ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 661 CM



ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 925 CM



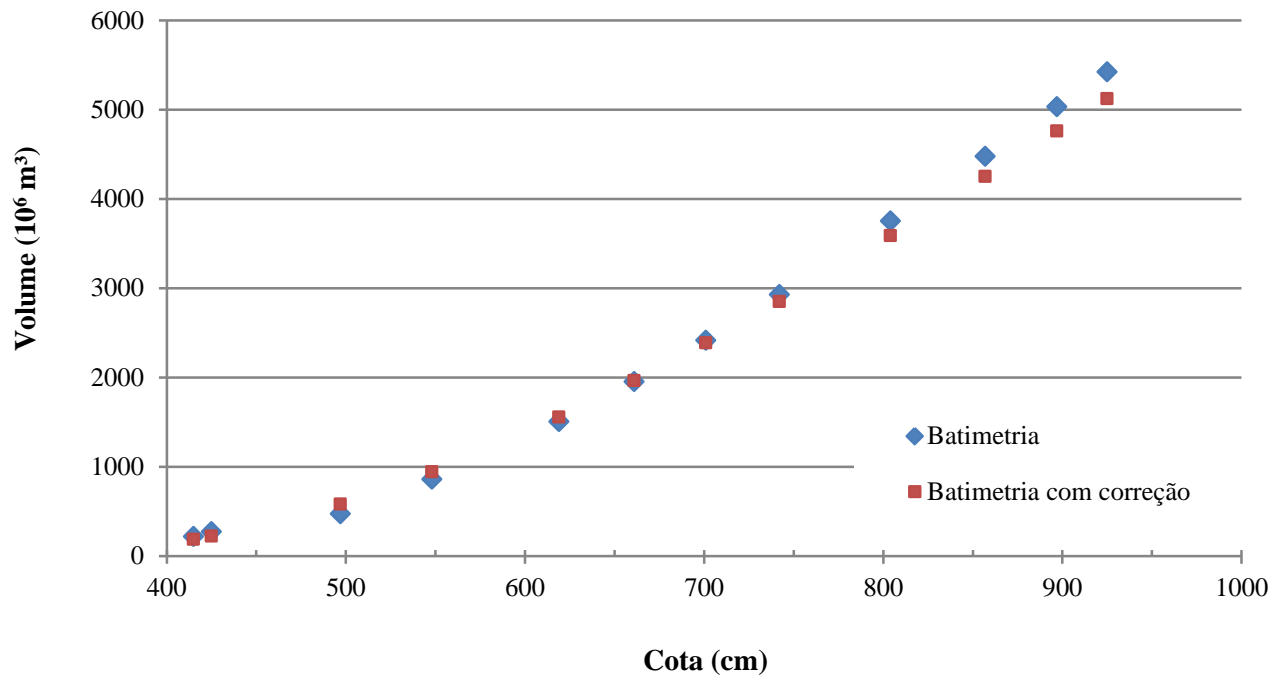
ÁREA INUNDADA: COTAS D'ÁGUA EM 925 CM



DINÂMICA DE VOLUME DE INUNDAÇÃO

	Batimetria [1]	Batimetria corrigido [2]	Dif [2] - [1]
Cota (cm)		Volume (10^6 m ³)	
415	214,77	183,5	-31,27
425	269,5	218,26	-51,24
497	471	577,92	106,92
548	855,96	939,71	83,75
619	1504,33	1551,93	47,6
661	1949,61	1962,46	12,85
701	2414,6	2384,53	-30,07
742	2926,73	2846,45	-80,28
804	3750,23	3587,22	-163,01
857	4475,76	4249,96	-225,8
897	5030,46	4758,28	-272,18
925	5422,67	5118,95	-303,72

DINÂMICA DE VOLUME DE INUNDAÇÃO



- O volume de água na planície em diferentes cotas d'água são semelhantes entre modelos batimétricos com e sem correção;
- Dependendo da cota d'água, a área de inundação é subestimada e com isso o volume de água é subestimado por utilizar esse limite de recorte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A complexidade da topografia de planícies de inundação faz com que o monitoramento de área e volume de água por modelo batimétrico incida em incertezas nas estimativas;
- O modelo batimétrico corrigido com SRTM apresentou melhor concordância na estimativa de área inundada, apesar das estimativas em cotas menores não terem boa concordância;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A estimativa de volume de água para as cotas d'água menores é subestimada, sendo necessário utilizar os limites de área alagada obtido na imagem TM para a estimativa correta;
- As incertezas se encontram nas bordas da planície, devido aos bancos de macrófitas e a dificuldade de acesso em lagos marginais.

OBRIGADO !