

2017

**SEGUNDO RELATÓRIO PARCIAL DO EMPREGO DO ÍNDICE
TOPOGRÁFICO DE UMIDADE NA DETECÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS**



Laboratório de Sistemas de Informações

Espaciais

LSIE

1/1/2017

**PROJETO REVISÃO METODOLÓGICA DE PROCESSOS DE
IDENTIFICAÇÃO DE IMÓVEIS DA UNIÃO**

**Termo de Cooperação entre o Ministério do Planejamento,
Desenvolvimento e Gestão e a Fundação Universidade de
Brasília**

**SEGUNDO RELATÓRIO PARCIAL DO EMPREGO DO ÍNDICE
TOPOGRÁFICO DE UMIDADE NA DETECÇÃO DAS ÁREAS
INUNDÁVEIS**

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	EMPREGO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO UMIDADE	3
2.1	Definição do índice topográfico de umidade.....	3
2.2	Geração dos mapas derivados do Modelos Digital de Elevação.....	54
3.	ANÁLISE DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE	
	UMIDADE NAS ÁREAS TESTE	9
3.1	Região do Médio/Alto do Rio Negro.....	9
3.2	Região de Anavilhanas.....	10
3.3	Região de Belo Monte	11
3.4	Região do encontro entre o Araguaia e Javaes	12
3.5	Região do Médio São Francisco.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1.1 – VISUALIZAÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO PARA UMA CÉLULA.	3
FIGURA 2.1.2 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE PARA DIFERENTES VALORES DE SUCCÃO, NA ÁREA DO MÉDIO SÃO FRANCISCO.	4
FIGURA 2.2.1 – MAPAS DE ELEVAÇÃO, DECLIVIDADE, ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO E ÍNDICE TOPOGRÁFICO PARA A ÁREA QUE COMPREENDE AS ÁREAS TESTE DE ANAVILHANAS E RIO NEGRO.	5
FIGURA 2.2.2 - MAPAS DE ELEVAÇÃO, DECLIVIDADE, ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO E ÍNDICE TOPOGRÁFICO PARA A ÁREA QUE COMPREENDE A ÁREA TESTE DE BELO MONTE.	6
FIGURA 2.2.3 - MAPAS DE ELEVAÇÃO, DECLIVIDADE, ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO E ÍNDICE TOPOGRÁFICO PARA A ÁREA QUE COMPREENDE A ÁREA TESTE NO ENCONTRO DO RIO ARAGUAIA E JAVAES.	7
FIGURA 2.2.4 - MAPAS DE ELEVAÇÃO, DECLIVIDADE, ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO E ÍNDICE TOPOGRÁFICO PARA A ÁREA QUE COMPREENDE A ÁREA TESTE DO MÉDIO DO SÃO FRANCISCO.	7
FIGURA 2.2.5 - MAPAS DE ELEVAÇÃO, DECLIVIDADE, ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO E ÍNDICE TOPOGRÁFICO PARA A ÁREA QUE COMPREENDE A ÁREA TESTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁIBA DO SUL.	8
FIGURA 3.1.1 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO SOFTWARE SAGA, CLASSIFICADO COM DIFERENTES INTERVALOS DOS VALORES DO ÍNDICE PARA A ÁREA DA REGIÃO DO MÉDIO/ALTO DO RIO NEGRO.	9
FIGURA 3.2.1 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO SOFTWARE SAGA, CLASSIFICADO COM DIFERENTES INTERVALOS DOS VALORES DO ÍNDICE PARA A REGIÃO DE ANAVILHANAS.	10
FIGURA 3.3.1 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO SOFTWARE SAGA, CLASSIFICADO COM DIFERENTES INTERVALOS DOS VALORES DO ÍNDICE PARA A REGIÃO DE BELO MONTE.	11
FIGURA 3.4.1 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO SOFTWARE SAGA, CLASSIFICADO COM DIFERENTES INTERVALOS DOS VALORES DO ÍNDICE PARA A REGIÃO DO ENCONTRO DO RIO ARAGUAIA E JAVAES.	12
FIGURA 3.5.1 – SIMULAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO SOFTWARE SAGA, CLASSIFICADO COM DIFERENTES INTERVALOS DOS VALORES DO ÍNDICE PARA A REGIÃO DO MÉDIO SÃO FRANCISCO.	13

1 INTRODUÇÃO

Este relatório está inserido dentro das atividades do projeto de “Revisão Metodológica dos Processos e Normativos de Identificação/Demarcação de Imóveis da União”. O objetivo deste relatório está relacionado a continuidade do emprego do índice topográfico de umidade na detecção das áreas inundáveis nas áreas teste definidas em comum acordo entre SPU e o LSIE/UnB.

As atividades desenvolvidas estão relacionadas a descrição dos procedimentos metodológicos para a aplicação do índice topográfico de umidade do software Saga e identificação de valores limites para o emprego do índice topográfico.

Para o desenvolvimento das atividades descritas acima, os procedimentos metodológicos foram divididos da seguinte forma: geração dos parâmetros topográficos derivados dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) oriundos do SRTM; modelagem do índice topográfico de umidade, no software SAGA, com diferentes valores de sucção; análise de valores limites para o emprego do índice topográfico de umidade.

Todos os dados e/ou informações produzidos ao longo da etapa estão disponíveis para compor a base da estrutura de dados do projeto e auxiliar a construção de uma base de

informações para o SPU. O formato segue os preceitos que estão sendo desenvolvidos no projeto e homologados pela SPU.

Deste modo, a base de dados que está sendo desenvolvida subsidiará não somente o SPU no acompanhamento do projeto, mas também, servirá de base para outras ações e/ou consulta que o órgão vier a ter na continuação de seus trabalhos.

2 EMPREGO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO UMIDADE

2.1 Definição do índice topográfico de umidade

O índice topográfico é um índice desenvolvido a partir de duas variáveis derivadas de um modelo digital de elevação (declividade e área de contribuição). A declividade é calculada a partir da taxa máxima de desnível entre as células analisadas. Deste modo, calcula-se a declividade célula à célula para toda a área analisada identificando o declive do terreno. A área de contribuição é a área a montante drenada para um para cada pixel da área analisada (Figura 2.1.1).

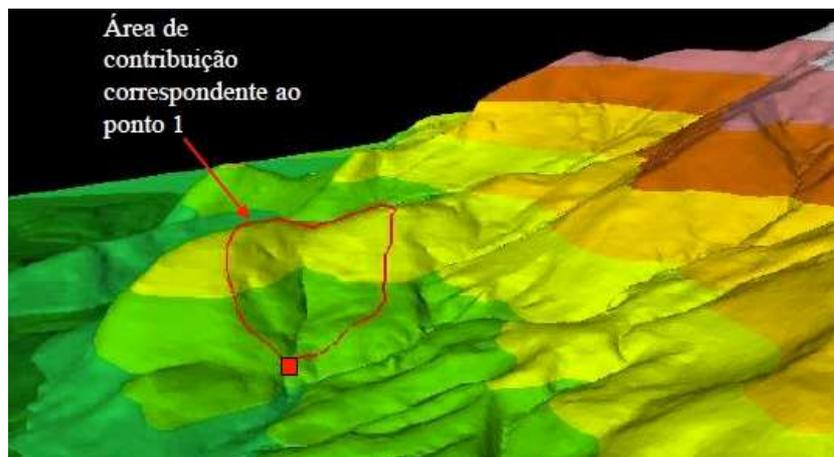


Figura 2.1.1 – Visualização da área de contribuição para uma célula.

O índice topográfico de umidade (Topographic Wetness Index –TWI) possui como característica básica de associar a variável umidade com as variáveis área de contribuição e a declividade. Esta variável umidade pode ser definida por diversas formas. Recentemente, o sistema SAGA - System for Automated Geoscientific Analyses calcula o índice topográfico de umidade denominado Saga Wetness Index, que é similar ao TWI, porém existem algumas diferenças em relação a forma de calcular a área drenada a montante. Esta área é determinada utilizando a direção de fluxo multidirecional. Esta metodologia produz uma representação adequada do padrão de fluxo divergente e convergente em terrenos montanhosos. Outra

vantagem em relação ao TWI é que em áreas planas, como planícies e fundo de vales, pequenas variações na altitude alteram os fluxos de forma não realista, comprometendo a capacidade preditiva de definição dos limites de áreas de solos úmidos. Para a solução deste problema, esta metodologia elimina esses pequenos desníveis atribuindo um acréscimo vertical para o canal fornecendo uma superfície com escoamento contínuo e, portanto, com maior potencial para delimitação das áreas de solos úmidos em comparação com o cálculo do TWI. Este algoritmo, além de utilizar as variáveis derivadas de um MDE (declividade e área de contribuição), acrescenta uma variável constante chamada de sucção. O valor default da variável sucção no software é de 10, mas foi simulado diferentes valores para verificar o comportamento desta variável (Figura 2.1.2).

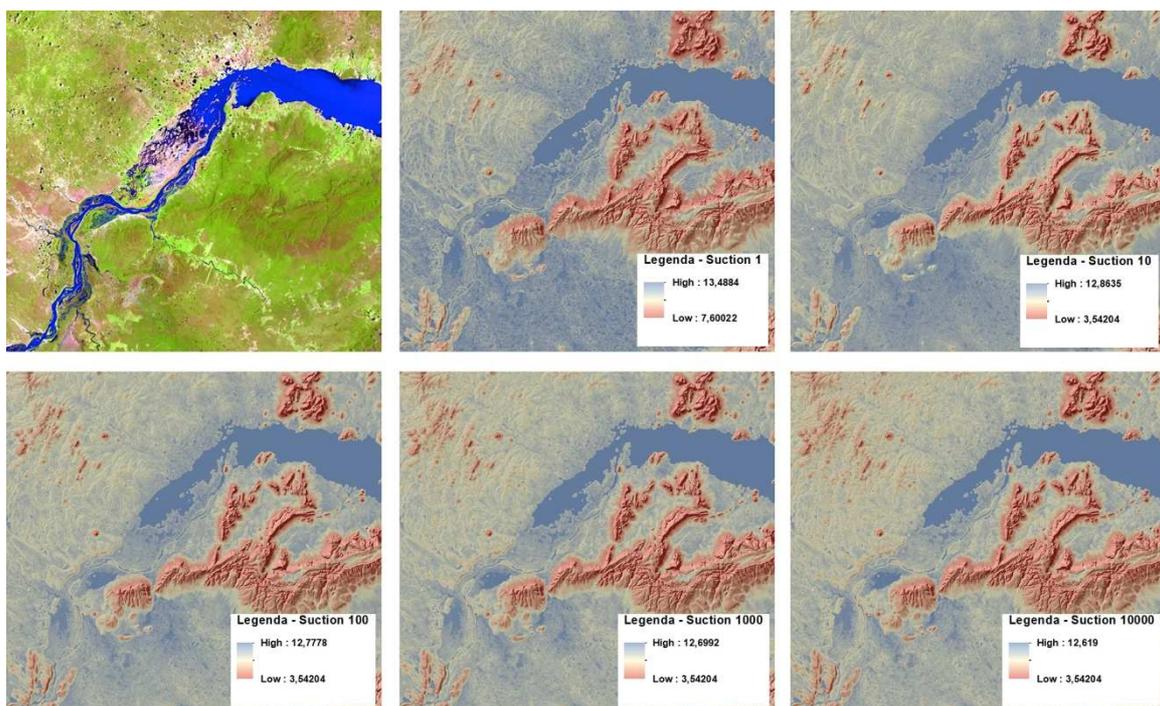


Figura 2.1.2 – Simulação do índice topográfico de umidade para diferentes valores de sucção, na área do médio São Francisco.

Ao analisarmos a Figura 2.1.2, nota-se que os valores acima de 10 começam a eliminar muitas áreas que possivelmente são áreas inundáveis. Deste modo, utilizou-se o valor de 10 para todas as áreas teste analisadas.

2.2 Geração dos mapas derivados do Modelos Digital de Elevação

Para cada bacia hidrográfica das áreas teste foram gerados os mapas de elevação (a partir dos dados do SRTM), declividade, área de contribuição e índice topográfico (Figura 2.2.1 até 2.2.5).

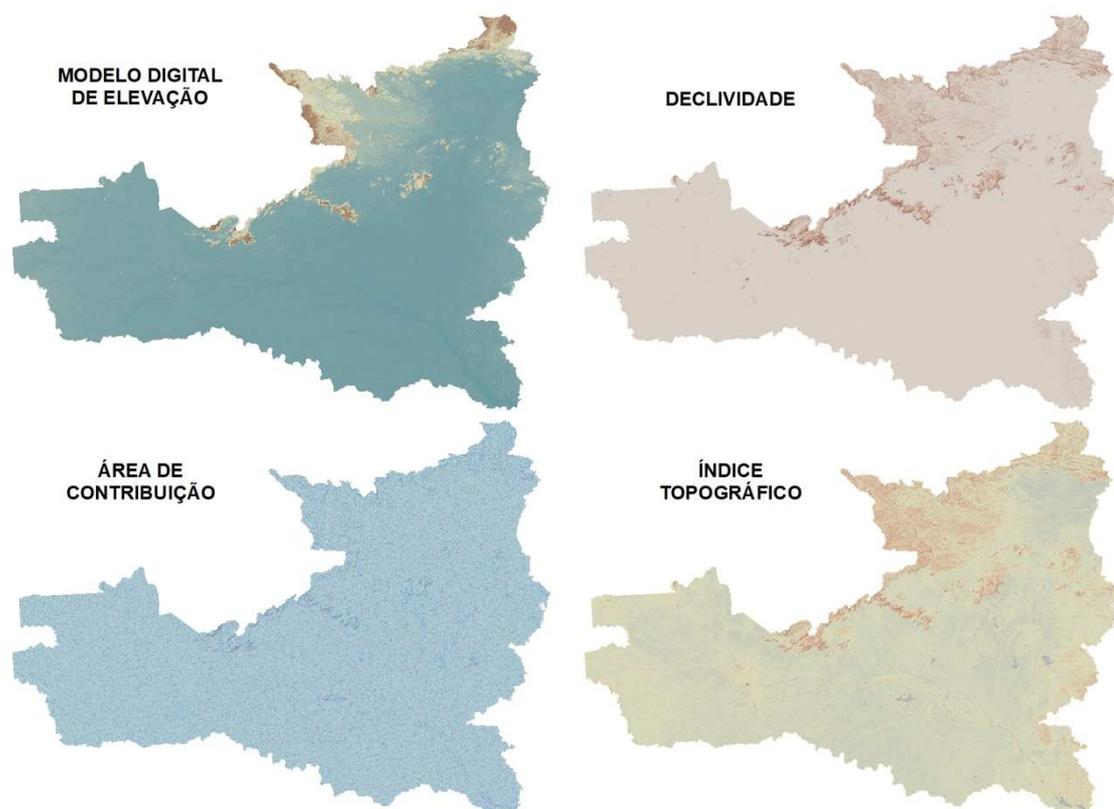


Figura 2.2.1 – Mapas de elevação, declividade, área de contribuição e índice topográfico de umidade para a área que compreende as áreas teste de Anavilhanas e Rio Negro.

Nota-se na Figura 2.2.1 que as maiores elevações e declividade estão localizadas ao norte e noroeste da área nos limites dos divisores de drenagem e também nos limites brasileiros com outros países da América do Sul. Já os maiores valores de área de contribuição estão concentrados na parte central e sudeste da área, onde temos o encontro do Rio Amazonas com o Rio Negro e a continuação do Rio Amazonas. Por conseguinte, os maiores valores de índice topográfico estão localizados nas mesmas porções que de área de contribuição.

A Figura 2.2.2, corresponde a área envolvente da represa de Belo Monte no rio Xingu. Verifica-se que as maiores elevações e declividade estão localizadas ao sul da área. Já os

maiores valores de área de contribuição e do índice topográfico estão localizados na parte norte da área.

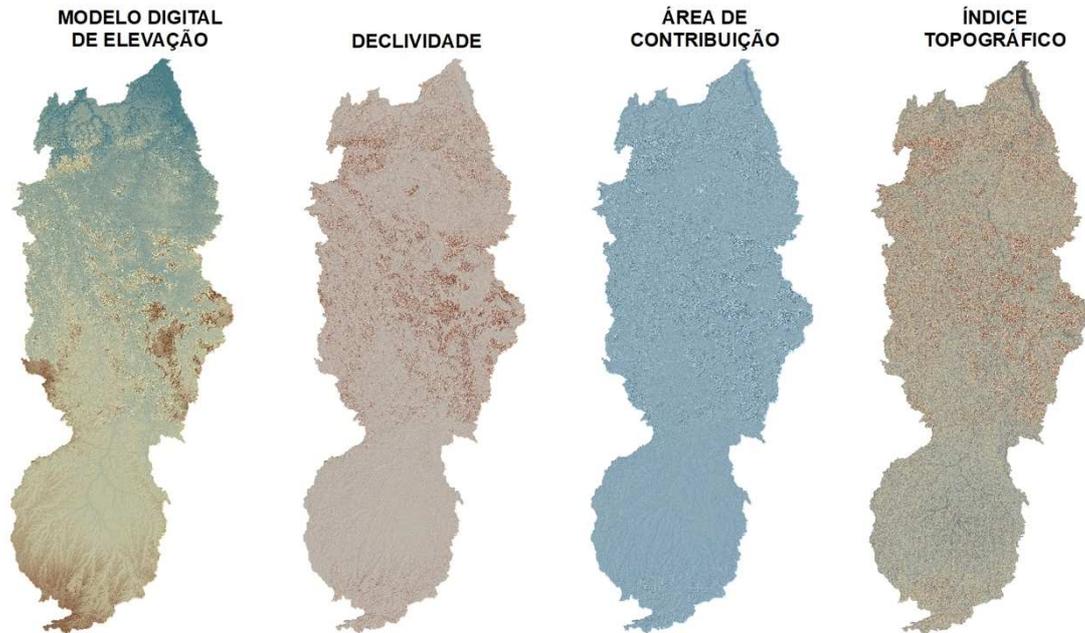


Figura 2.2.2 - Mapas de elevação, declividade, área de contribuição e índice topográfico de umidade para a área que compreende a área teste de Belo Monte.

Os mapas da região do encontro entre o rio Araguaia e Javaes (Figura 2.2.3), mostra que as maiores elevações e declividades encontram-se nas porções sul e sudeste e os maiores valores de área de contribuição e do índice topográfico são verificados norte e nordeste da área.

Na área do Médio do São Francisco (Figura 2.2.4) notamos que as áreas de maiores elevações e declividades estão localizadas na área central e leste da área. Já as maiores áreas de contribuição e índice topográfico localizam-se na porção nordeste da área, onde se encontra a barragem de Sobradinho.

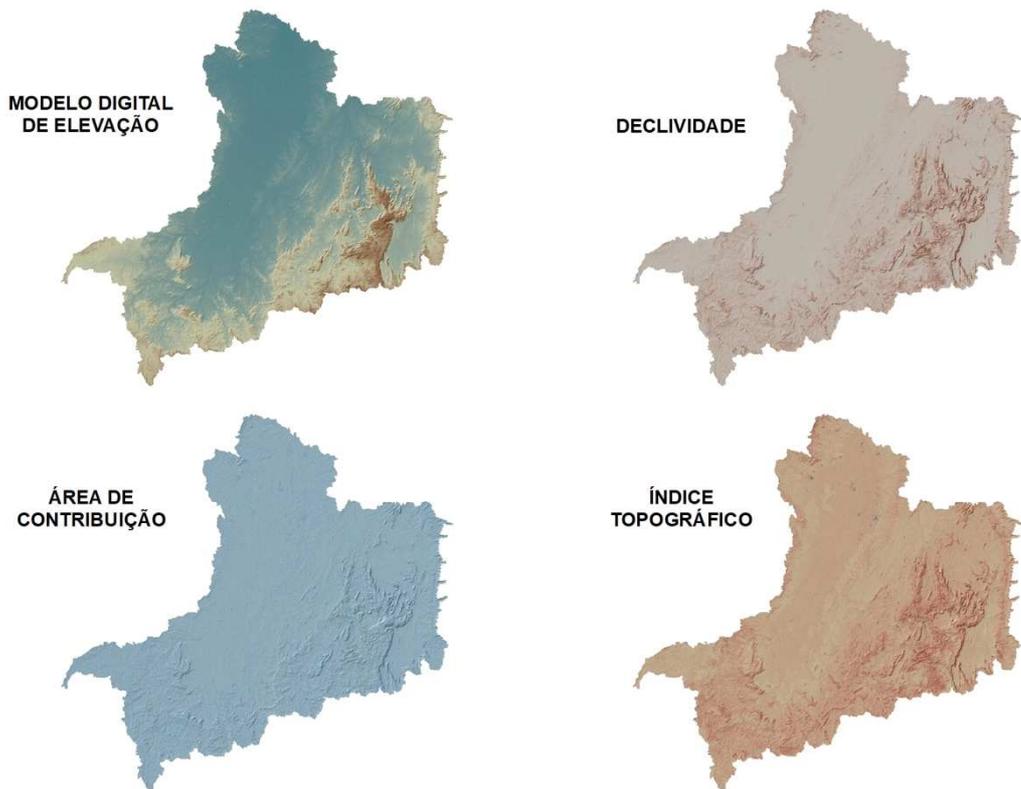


Figura 2.2.3 - Mapas de elevação, declividade, área de contribuição e índice topográfico de umidade para a área que compreende a área teste no encontro do rio Araguaia e Javaes.

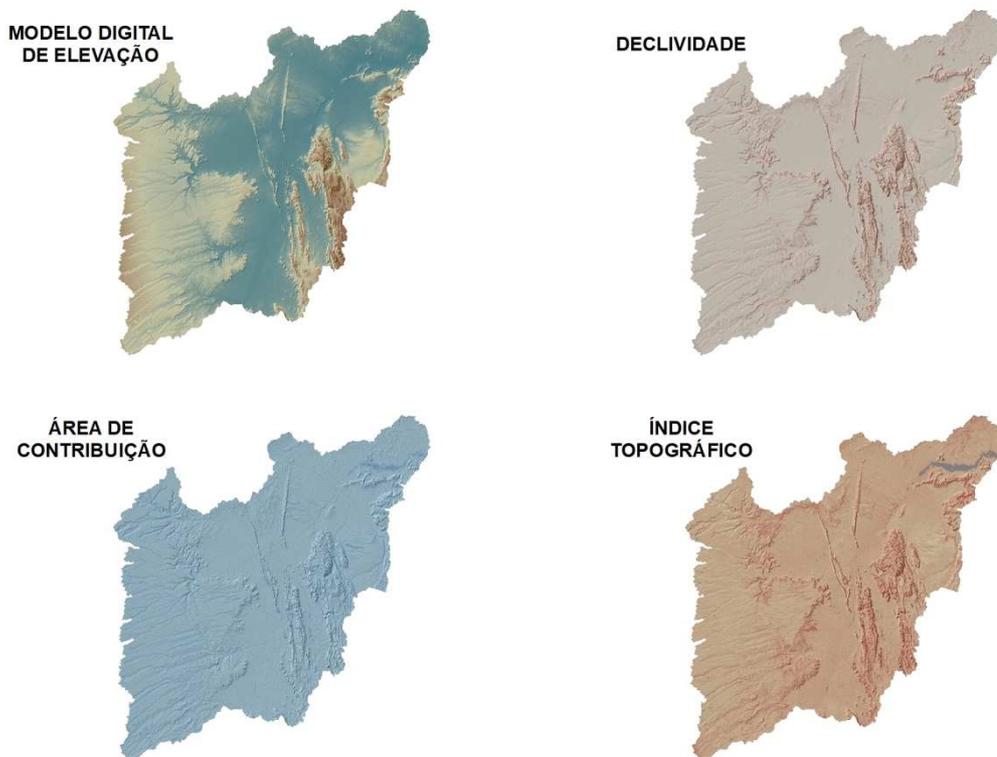


Figura 2.2.4 - Mapas de elevação, declividade, área de contribuição e índice topográfico de umidade para a área que compreende a área teste do Médio do São Francisco.

E por último, foram gerados os mapas para a região da bacia do Paraíba do Sul (Figura 2.2.5). Observa-se que as área de maiores elevações e declividades estão localizadas nos limites da bacia. As maiores áreas de contribuição e de índice topográfico estão localizadas à leste da área que corresponde ao encontro da foz do rio Paraíba do Sul com o Oceano Atlântico.

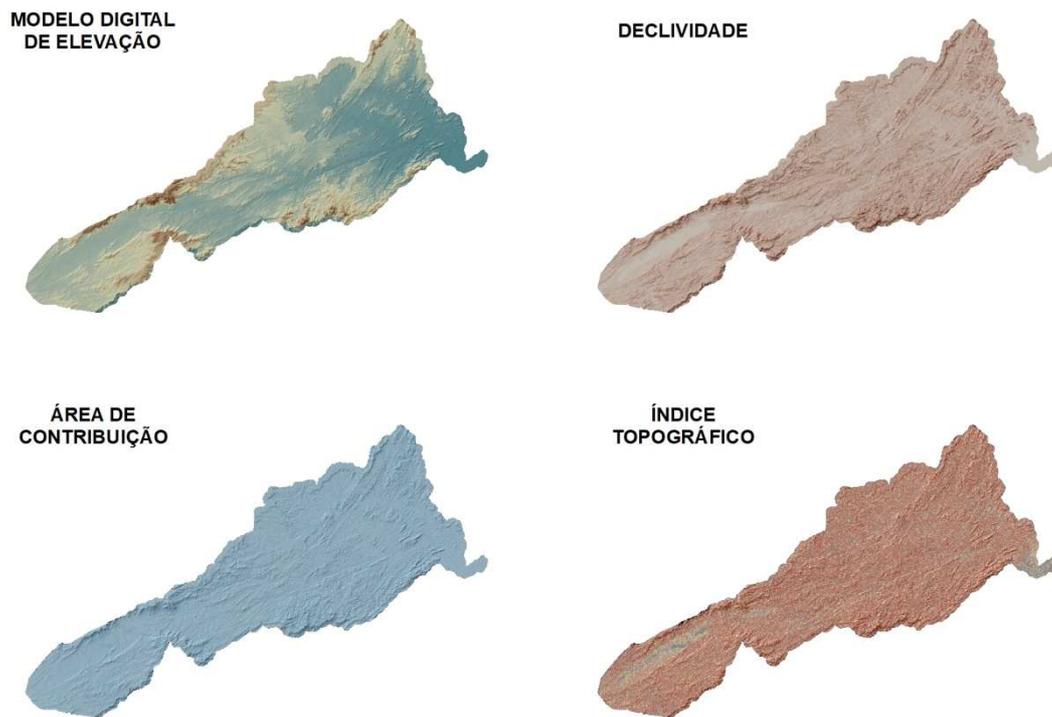


Figura 2.2.5 - Mapas de elevação, declividade, área de contribuição e índice topográfico de umidade para a área que compreende a área teste da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

3. ANÁLISE DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE NAS ÁREAS TESTE

3.1 Região do Médio/Alto do Rio Negro

A região do médio/alto do Rio Negro está associado a uma região de campinaranas que são ecossistemas amazônicos típicos de áreas de alagamentos. Na área simulada (Figura 3.1.1) verifica-se que as campinaranas estão mais localizadas na parte central da área, o que pode ser identificado pela simulação do índice topográfico de umidade. No entanto, além das áreas de campinaranas foram incluídas outras áreas de inundação. Deste modo, não foi possível, até o momento, identificar um valor limite do índice topográfico de umidade que defina as áreas de inundação, como pode ser visto na imagem de radar (Figura 3.1.1).

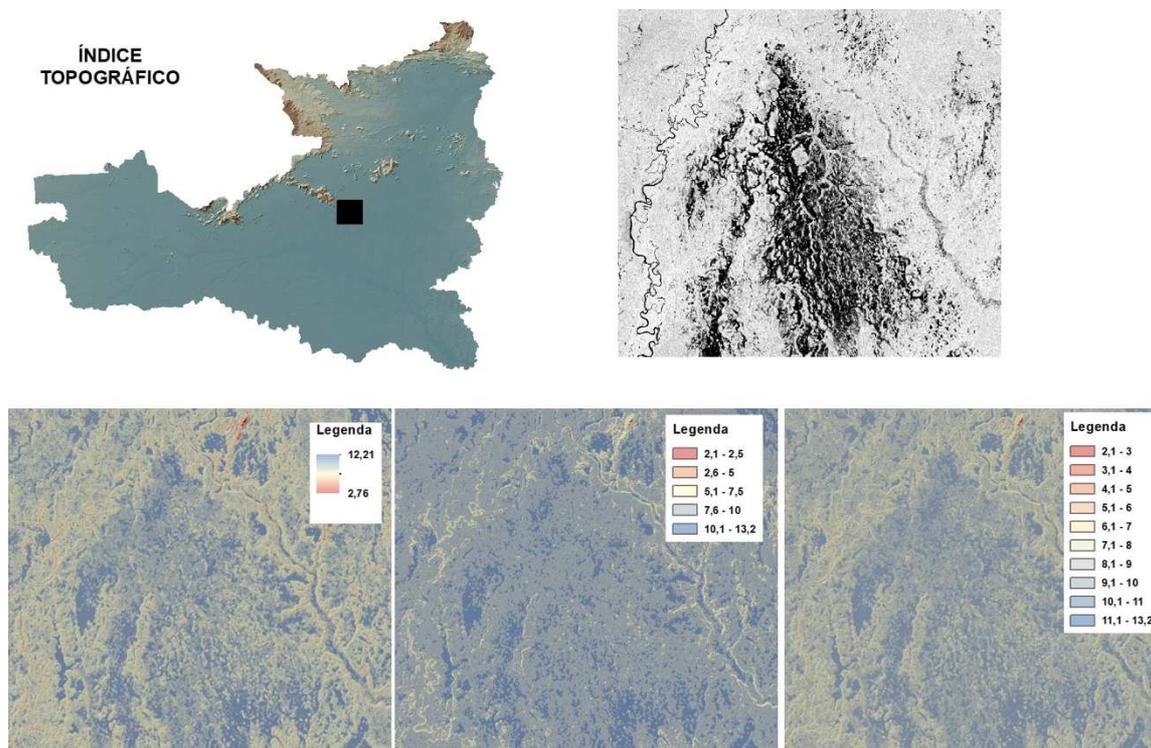


Figura 3.1.1 – Simulação do índice topográfico de umidade, no software SAGA, classificado com diferentes intervalos de valores do índice para a área da Região do Médio/Alto do Rio Negro.

3.2 Região de Anavilhanas

A região de Anavilhanas é uma região na planície amazônica formada por diversas ilhas fluviais que constantemente sofrem com as inundações. Na época de cheia (Figura 3.2.1 - imagem de radar), algumas ilhas são totalmente recobertas. Nota-se na simulação a grande dificuldade de se definir um limite para o índice topográfico de umidade, já que quando adotamos valores baixos, áreas que não aparecem inundadas na imagem de radar são identificadas como possíveis áreas de inundação.

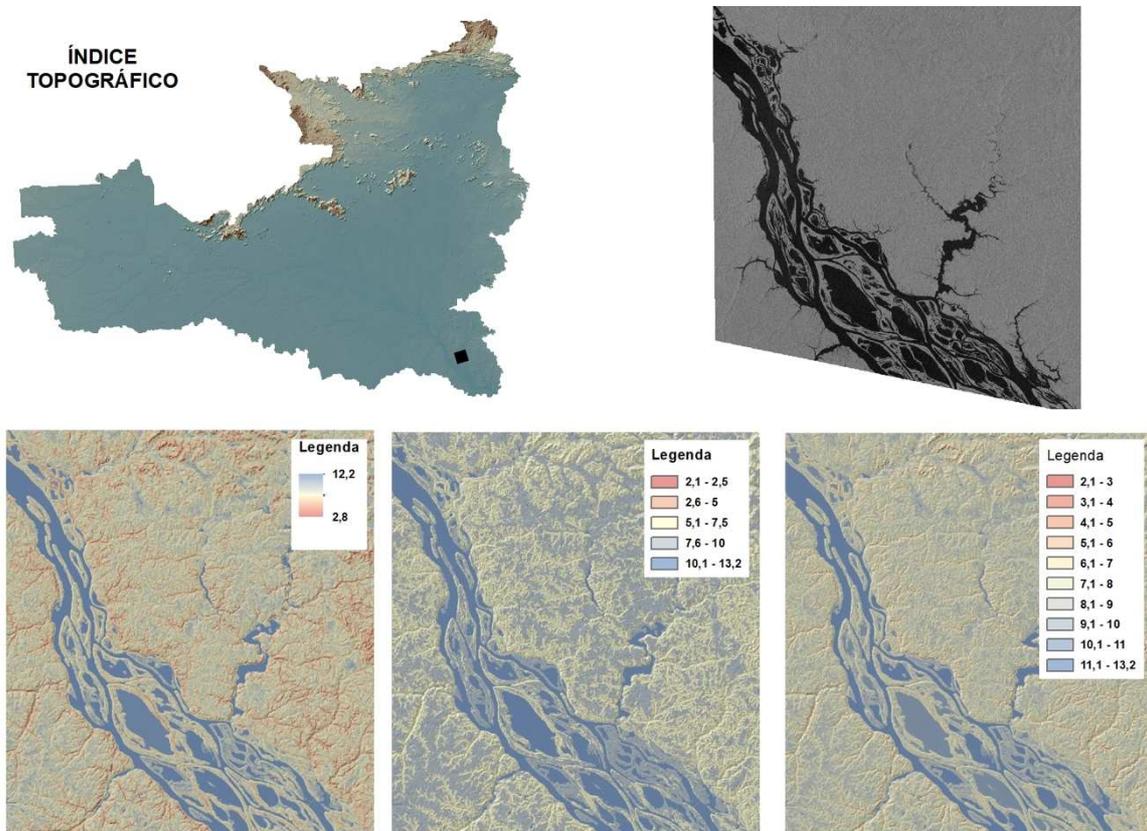


Figura 3.2.1 – Simulação do índice topográfico de umidade, no software SAGA, classificado com diferentes intervalos dos valores do índice para a região de Anavilhanas.

3.3 Região de Belo Monte

A área da Usina Hidrelétrica de Belo Monte é uma região que possui modificações recentes em sua paisagem. Como podemos verificar na Figura 3.3.1, a imagem de radar demonstra a área com a usina em atividade e seu espelho d'água bem visível. Isso não pode ser visto, no cálculo do índice topográfico de umidade porque os dados de elevação são provenientes do levantamento SRTM realizado no ano 2000. No entanto, mesmo analisando somente a área do leito antigo do rio verifica-se que a simulação não identifica corretamente as áreas de inundação, como pode ser bem evidenciado na imagem de radar. É necessário fazer novas simulações nesta área com os MDEs provenientes dos dados do Sentinel.

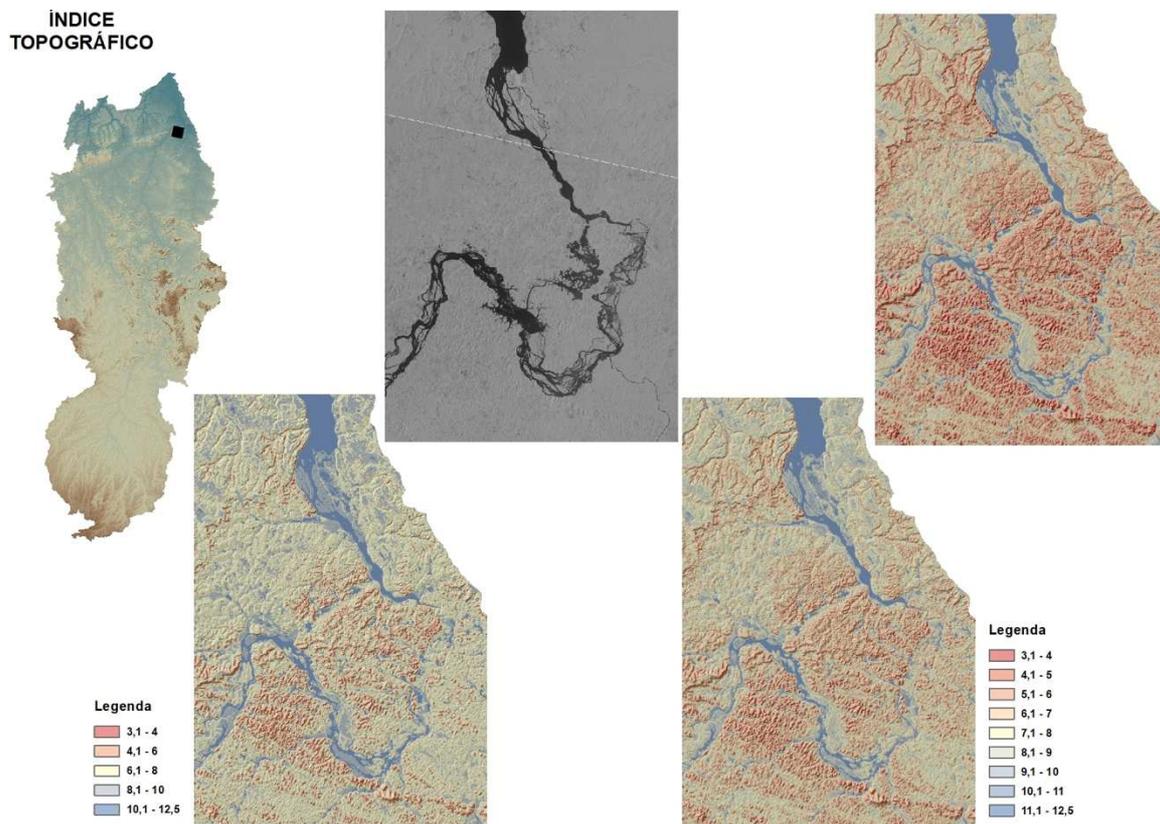


Figura 3.3.1 – Simulação do índice topográfico de umidade, no software SAGA, classificado com diferentes intervalos dos valores do índice para a região de Belo Monte.

3.4 Região do encontro entre o Araguaia e Javaes

Esta área localiza-se na planície do Araguaia em que, as amplitudes entre a época cheia e seca dos rios Araguaia e Javaes são extremamente grandes. Esta amplitude acaba desenvolvendo vegetação bem característica de inundação. Além disso, esta dinâmica hídrica associada a terrenos de baixa declividade, favorece o desenvolvimento de rios meandранtes, com meandros abandonados (Figura 3.4.1 - imagem de satélite). Ao analisarmos a simulação feita para esta área, notamos que no índice topográfico de umidade alguns limites conseguem identificar as áreas onde tem a vegetação de inundação (Figura 3.4.1), no entanto quando se usa este limite outras áreas não são identificadas. E se diminuirmos o limite do índice, áreas que não são de inundação acabam sendo incorporadas.

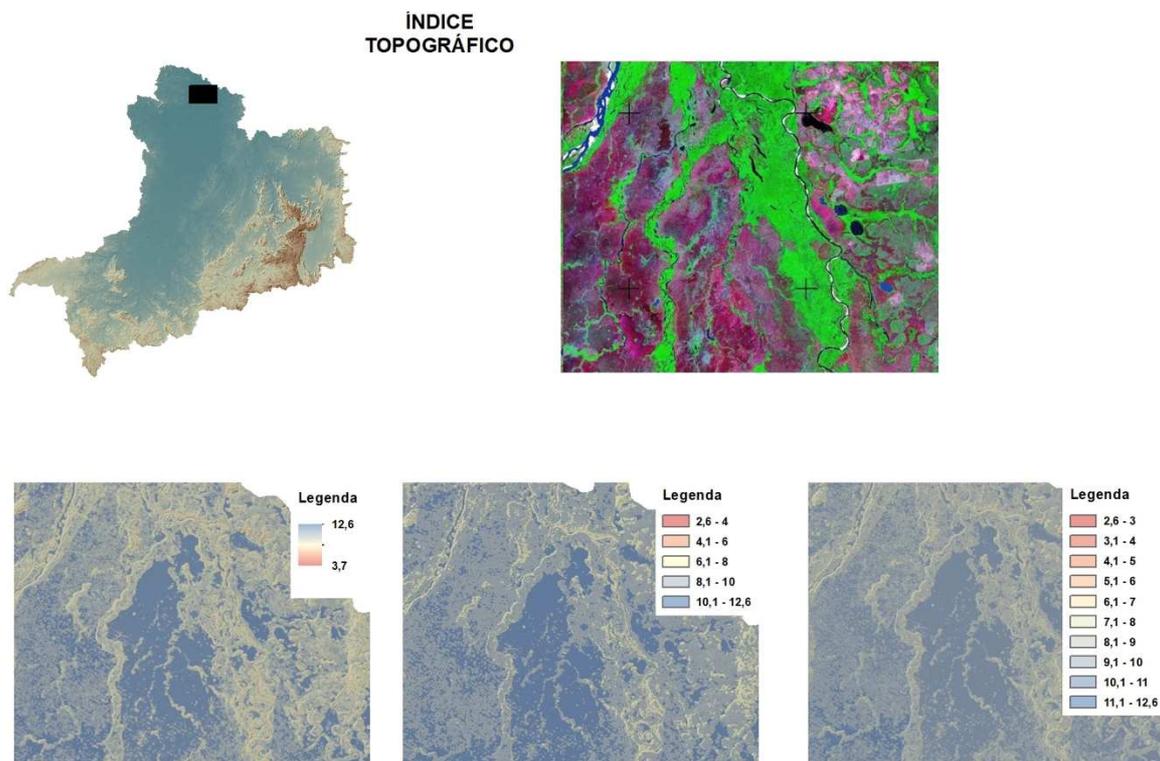


Figura 3.4.1 – Simulação do índice topográfico de umidade, no software SAGA, classificado com diferentes intervalos dos valores do índice para a região do encontro do rio Araguaia e Javaes.

3.5 Região do Médio São Francisco

A área da região do Médio São Francisco localiza-se próximo a barragem de Sobradinho (Figura 3.5.1). Esta área possui agricultura irrigada próxima a barragem o que pode dificultar a identificação das áreas inundáveis. Na simulação, verifica-se que o lago da barragem é bem definido, no entanto as áreas ao longo do rio antes de chegar a barragem não foram identificadas (Figura 3.5.1).

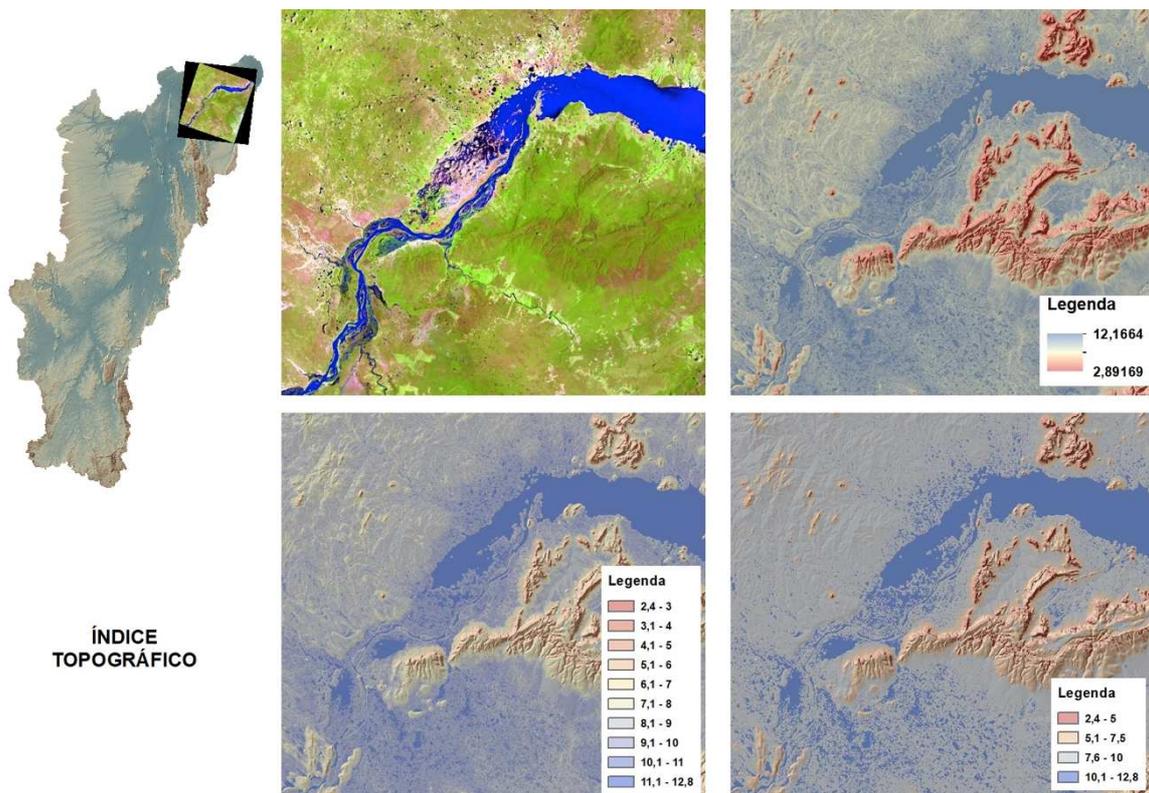


Figura 3.5.1 – Simulação do índice topográfico de umidade, no software SAGA, classificado com diferentes intervalos dos valores do índice para a região do Médio São Francisco.