

# SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO E ALTITUDE NO MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ, RORAIMA

GIRÃO<sup>1\*</sup>, Lysne Nazaré Soares, VIANA<sup>2</sup>, Sarah Wysllana Souza, FREITAS<sup>3</sup>, Letícia Maria Lima de, BENDAHAN<sup>4</sup>, Amaury Burlamaqui, SOUZA<sup>5</sup>, Vladimir de.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Roraima. (*lysne.soares@outlook.com*)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Roraima. (*wysllanaufr@gmail.com*)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Roraima. (*marialeticia685@gmail.com*)

<sup>4</sup> Pesquisador na Embrapa Roraima. (*amaury.bendahan@embrapa.br*)

<sup>5</sup> Professor na Universidade Federal de Roraima. (*vladimir.souza@ufr.br*)

Palavras Chave: APP, *sensoriamento remoto* e *gestão*.

## INTRODUÇÃO

O Estado de Roraima possui cerca de 27,5% de áreas consolidadas para uso agropecuário (BENDAHAN, 2015), entretanto, parte dessa área como as áreas de reserva legal (ARL) e as de proteção permanente (APP) não podem ser utilizadas pelos produtores. Informações regionais que possam localizar essas áreas e quantificar a real área útil disponível para o uso agropecuário pelos produtores, pode ajudar gestores públicos na elaboração de políticas públicas.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de trabalho valiosa para o levantamento de recursos naturais em certos níveis de detalhe. Um dos produtos do sensoriamento remoto são as imagens orbitais que são utilizadas para estudos relacionados a cobertura vegetal (WATRIN, O. S., 1994). A utilização de imagens orbitais permite importantes estudos, proporcionando dados sobre as feições da superfície terrestre (MAXWELL E SYLVESTER, 2012). Tais imagens orbitais fornecem informações regionais úteis para gestão do uso destinado a agropecuária.

O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) define as Áreas de Preservação Permanente como sendo uma área protegida, podendo estar coberta ou não pela vegetação, que tem o objetivo de preservar os recursos ambientais e sociais ali presentes, tais como recursos hídricos, fauna e flora, paisagem e taxa de erosão. Existem no total onze tipos de APP, sendo apenas duas delas (topo de morros em geral e altitudes elevadas) o objetivo deste trabalho. O inciso IX do Art. 4º do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) define que a delimitação para a Área de Preservação Permanente se dará no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível de dois terços dos 100 metros de elevação, sendo ela definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d' água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação. No mesmo Art. no inciso X, é definido as áreas de altitudes elevadas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

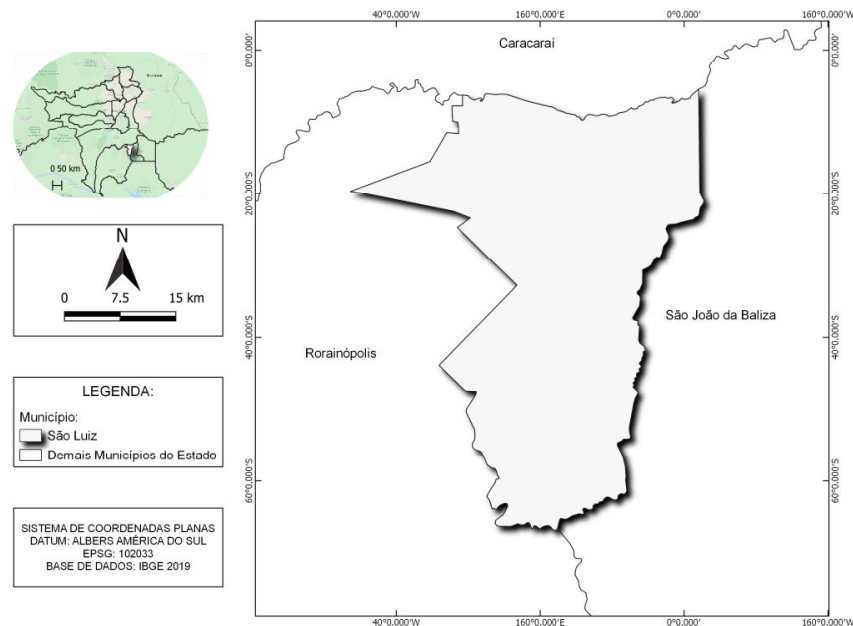


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Os autores.

A importância de estudos e pesquisas a respeito de metodologias para localização e quantificação das Áreas de Proteção Permanente estão nas necessidades de: i) atender a legislação ambiental pelos produtores; ii) na visão de mercado, atender à crescente demanda por condutas que observam a sustentabilidade ambiental; e iii) contribuir para que os produtores possam gerir espacialmente suas propriedades.

O objetivo deste trabalho é a delimitação das APP's de topo de morros em geral e altitudes elevadas, aliada ao uso de sensoriamento remoto (imagens orbitais), para o município de São Luiz sendo este locado no território sul do Estado de Roraima (Figura 1).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado baseado na metodologia de (SILVA, et al, 2017). A aplicação do método foi através do *software* QGis 3.18 *with* Grass. Utilizou-se um notebook com processador Intel® Core i7, CPU de 2.20GHZ e memória instalada de 32Gigas, para melhor desempenho e eficiência no processamento dos dados.

Foram realizadas adaptações na metodologia para que correspondesse a versão do QGis utilizada.

Cada uma das dezoito etapas para obtenção da APP de topo de morros em geral e altitudes elevada estão descritas abaixo, sendo da etapa dois em diante os procedimentos realizados no *software* QGIS.

Etapa 1: baixar o raster SRTM no site TOPODATA.

Etapa 2: construção do mosaico das imagens baixadas e que correspondem a localização de São Luiz.

Etapa 3: Recorte da camada raster SRTM usando a máscara do município para delimitar a área de trabalho.

Etapa 4: Retirada dos valores de altitudes maiores que 1800 metros seguindo a equação na calculadora raster:  $SRTM \geq 1800$ . Saída: Altitude. (obtem-se aqui a APP de altitudes elevadas)

Etapa 5: Execução do algoritmo "r.fill.dir" deixando apenas a opção "MDE sem depressões" ativada, sobre o raster SRTM de São Luiz (etapa 3), para preenchimento das depressões espúrias do MDE e obtenção do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC).

Etapa 6: Inversão do MDEHC a partir da seguinte equação, executada via "Calculadora Raster", e obtenção do raster "mdehc\_inv":  $(MDEHC - 10000) * (-1)$

Etapa 7: Execução do algoritmo “r.terraflow” deixando apenas a opção “elevação preenchida (inundada)” ativada, sobre o raster “mdehc\_inv” para obtenção dos limites das bases dos picos sendo o raster de saída “limite\_bases”.

Etapa 8: Conversão de “limite\_bases” para formato vetorial, mantendo o mesmo nome utilizando a ferramenta “vetorizar”, e logo após, realizar a correção das geometrias do vetor “limite\_bases” em “corrigir geometrias” com a saída “limites\_bases\_v2”.

Etapa 9: Execução da ferramenta “Zonal Statistics”, utilizando o vetor “limite\_bases\_v2” sobre o raster “MDEHC”. Utilizar as estatísticas média, intervalo, min e máx.

Etapa 10: Cálculo da declividade, em graus, a partir do raster “MDEHC”. Raster de saída: “declividade”.

Etapa 11: Execução da ferramenta “Zonal Statistics”, utilizando o vetor “limite\_bases\_v2 obtido na etapa 9”, sobre o raster “declividade”. Utilizar estatística média, max, min e intervalo.

Etapa 12: Seleção e extração das feições onde o valor de “amplitude”  $\geq 100$  m através da tabela de atributos utilizando o vetor “limite\_bases\_v2 gerado na etapa 11”. Saída: “amplitude\_mdehc”.

Etapa 13: Seleção e extração das declividades médias  $\geq 25^\circ$  utilizando a camada “limite\_bases\_v2 gerada na etapa 12” através da tabela de atributos. Saída: “declividade\_media”.

Etapa 14: Identificação das áreas onde a declividade  $\geq 25^\circ$  grau (extrair feições de: declividade\_media) e amplitude  $\geq 100$  m (ao comparar com feições de: amplitude\_mdehc) através da ferramenta “extract by location”, predicado “sobrepoem”. Saída: “declividade\_media\_id”.

Etapa 15: Calcular a altura mínima para o terço superior, adicionando a coluna “terco” a camada extraída anteriormente (etapa 14) através da seguinte equação utilizada na calculadora de campo: altura\_maxima - (amplitude/3). Sendo as entradas os campos do vetor “declividade\_media\_id”.

Etapa 16: Utilizar a ferramenta “Rasterizar” para a camada resultante do item anterior (etapa 15), utilizando a coluna “terco” como valor de saída (raster de saída: “min\_alt\_terco”).

Etapa 17: Extrair na calculadora raster de “MDEHC” os pixels onde os valores são  $\geq$  “min\_alt\_terco”, utilizando a equação: MDEHC  $\geq$  min\_alt\_terco. Saída: “app\_topo”.

Etapa 18: Vetorizar “app\_topo” utilizando a ferramenta “vetorizar” e logo após exportar apenas os dados na tabela com valor = 1. Saída: “app\_topo\_final”. (obtem-se aqui a APP de topo de morros em geral)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de São Luiz possui baixa altitude com valores variando de 69m a 386m, como mostra a figura 2.

Logo, utilizando a metodologia empregada, não foram gerados resultados referentes a etapa 4. Desta maneira, não existem APP's de altitudes elevadas em São Luiz.

Observando a figura 2 e 3, podemos notar a existência de áreas com mais de 100 metros de altitude e declividade maior que  $25^\circ$ . Sendo, portanto, cabível a aplicação do restante do método.

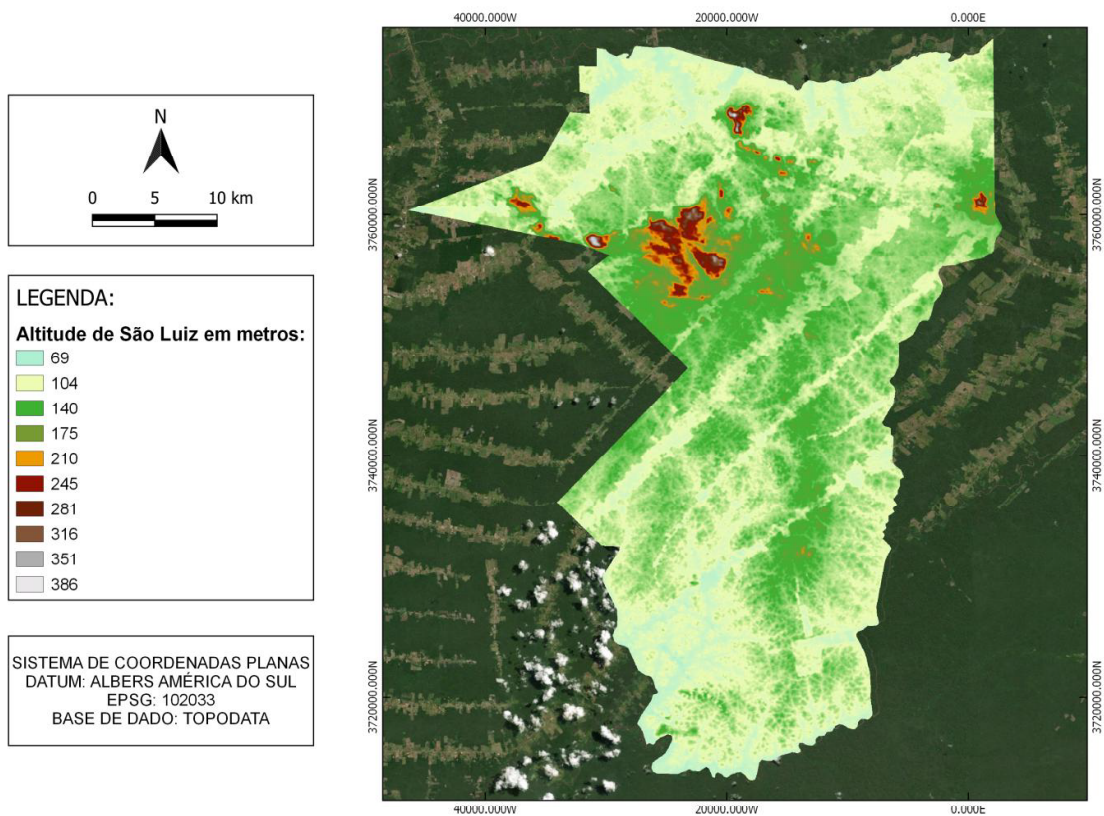
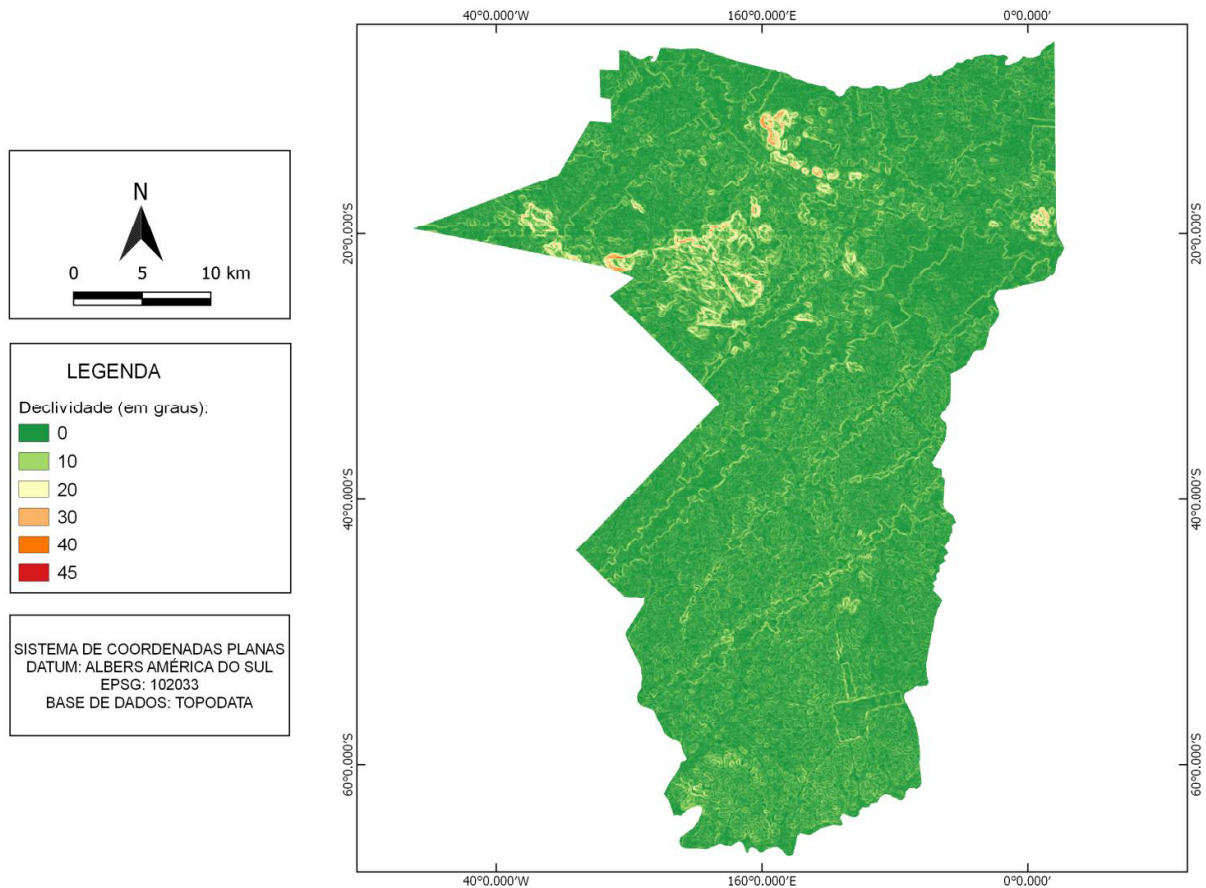


Figura 2. Mapa altimétrico com os valores de altitude para o município de São Luiz.

Fonte: Os autores.

Figura 3. Mapa de declividade do município de São Luiz.

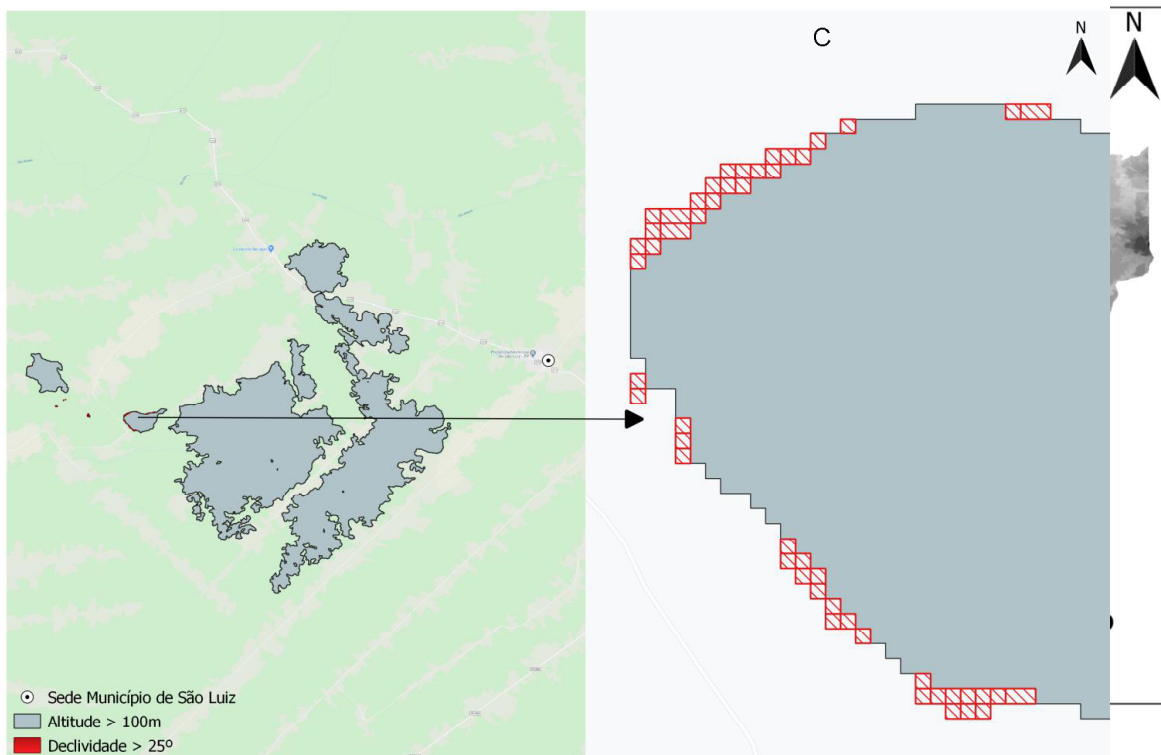


Fonte: Os autores.

A etapa 5 é realizada com o objetivo de elaborar o modelo digital de elevação que seja consistente com a rede de drenagem (figura 4A). Na etapa 6 ocorre a inversão do raster para que os valores máximos se tornem mínimos e os mínimos se tornem máximos (figura 4B). Na etapa 7 tem-se o preenchimento das depressões (figura 4C) para a obtenção do limite das bases dos morros.

As demais etapas foram todas realizadas com sucesso, porém ao realizar a etapa 14, nenhuma camada vetorial foi gerada como resultado. Esta etapa identifica as áreas onde ocorre sobreposição entre as declividades maiores que 25° e as amplitudes maiores ou iguais a 100 metros. Analisando as camadas geradas nas etapas 12 e 13 que correspondem a amplitude e declividade, respectivamente, nota-se que não ocorre sobreposição entre esses dois vetores (figura 5), sendo este o motivo de não ter gerado nenhum resultado na etapa 14. O Código Florestal (BRASIL, 2012), define que para as APP's de topo de morros em geral serem delimitadas é necessário que estas áreas possuam a altura mínima de 100m e inclinação de média maior que 25°. Para o município de São Luiz, não existem áreas em que estes dois critérios ocorram juntamente, portanto, não existe Área de Preservação Permanente de topo de morros em geral para este município.

Figura 4. Resultados sequenciais obtidos nas etapas A) 5, B) 6 e C) 7. Escala 1:450.000



Fonte: Os autores.

Pode-se observar na imagem 5 que os vetores de declividade e amplitude chegam a se tocar, mas não a sobrepor. A imagem SRTM obtida no TOPODATA possui 30m de resolução, ou seja, cada pixel da imagem possui em média 900m<sup>2</sup>. A delimitação de APP's de topo de morro em geral a partir da imagem SRTM, diminui a precisão do dado e da área de trabalho. Desta forma, faz-se necessário a utilização de imagens de Modelo Digital de Elevação com maior resolução.

Figura 5. Resultado obtido na etapa 12 e 13, com foco para a não sobreposição entre as feições, justificando o não sucesso da etapa 14.

Fonte: Os autores.

## CONCLUSÕES

O método aplicado, mostrou-se eficaz na delimitação de Áreas de Preservação Permanente em topo de morros em geral e altitudes elevadas. Apesar de não terem sido encontradas nenhuma das APP's para o município de São Luiz, foi possível fazer a análise das razões para isto ocorrer.

As informações obtidas por sensoriamento remoto (imagens orbitais) mostram que esta ferramenta de trabalho é eficaz para a delimitação de Áreas de Preservação Permanente.

Ainda, sugere-se a utilização de um equipamento com melhor processamento pois os processamentos metodológicos exigem muito da máquina, de tal forma que por vezes o processo não é concluído e o software reinicia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Universidade Federal de Roraima, a Embrapa Roraima e ao Fundo Amazônia, por financiar parte dessa pesquisa por meio do projeto de estratégias para o desenvolvimento sustentável da agricultura

familiar com enfoque em sistemas agroflorestais e recuperação de pastagens degradadas na região amazônica (AMAPEC), com o foco no Estado de Roraima nos municípios de São Luiz e Rorainópolis.

---

BENDAHAN, A. B. **Système intégré culture - Elevage – Arbre (SILPF) dans l’État du Roraima, Amazonie Brésilienne**. Tese (Doutorado)—Paris: AgroParisTech, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2012.

MAXWELL, SUSAN K E SYLVESTER, KENNETH M. Identification of “ever-cropped” land (1984-2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. **Remote sensing of environment**, v. 121, 2012. p. 186–195.

SILVA, JLG et al. Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS. In: **XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Puerto Iguazú. Anais...** Luján: Editorial Universidad Nacional de Lujan, 2017. p. 2161-2172.

TOPODATA. **Mapa Índice TOPODATA**. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

WATRIN, O. dos S. Estudo da dinâmica na paisagem da Amazônia Oriental através de técnicas de geoprocessamento. **Embrapa Amazônia Oriental**. Tese/dissertação (mestrado), 1994.