

# GEOMORFOMETRIA ESPECÍFICA DAS PLANÍCIES DA AMAZÔNIA CENTRAL

Márcio de Morisson Valeriano<sup>1</sup>, Dilce de Fátima Rossetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Caixa Postal 515 - 12.227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil. marcio.valeriano@inpe.br, dilce.rossetti@inpe.br

## RESUMO

São apresentados fundamentos teóricos e experimentais para a geomorfometria específica das planícies da Amazônia central. Em decorrência dos fatores de formação desse relevo, as principais variações de altitude nessas áreas correspondem a formas deposicionais, feições de topografia positiva que apresentam pequena expressão altimétrica. Para sua observação em modelos digitais de elevação (MDE), foi necessário a separação de pequenas variações residuais em relação às variações regionais de altitude ao longo dos vales. Os resultados evidenciaram a ocorrência local de feições de tipos distintos e padrões regionais de organização dessas feições em diferentes arranjos. As variações observadas nas planícies mostraram diferenças consistentes de padrão entre rios distintos assim como entre trechos de um mesmo vale.

**Palavras-chave** — SRTM, Amazônia, planícies.

## ABSTRACT

*Theoretical and experimental basis for the specific geomorphometry of the central Amazonia floodplains are presented. Due to the relief formation of these areas, the main variations of elevation correspond to depositional forms, features of positive topography presenting low altimetric expression. For the observation of such relief using digital elevation models (DEM), it was necessary to separate small residual variations relative to the regional variations in altitude along the valleys. Our results evidenced the local occurrence of features of different types, organized into arrangements of varying regional patterns. The variations observed in the plains showed consistent pattern differences between different rivers as well as between stretches of the same valley.*

**Key words** — SRTM, Amazonia, floodplains.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar da profusão de métodos automáticos de análise de modelos digitais de elevação (MDE), a maioria das classificações de relevo se baseia na extração de parâmetros geomorfométricos locais básicos e sua integração em feições elementares do relevo, em escala relativamente detalhada. Métodos para extração de feições de relevo geralmente se baseiam em padrões geomorfométricos,

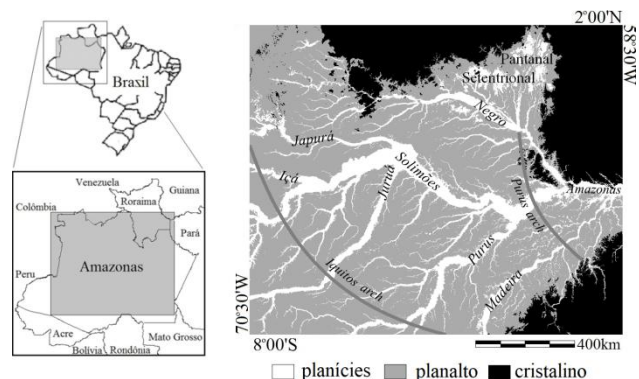
expressos em homogeneidade de derivações, posição topográfica ou singularidades de elevação (resíduos) relativos ao relevo regional [1]. Nos níveis mais amplos de generalização, a classificação geomorfométrica requer descritores específicos ao tipo de feição que se deseja caracterizar, o que não é facilmente obtido com a aplicação direta dos processos gerais prontamente disponíveis. Para a geomorfometria específica, abordagens supervisionadas e baseadas em observação e fundamentos conceituais tornam-se preferíveis devido à necessidade de reconhecimento de padrões específicos em arranjos regionais de dados locais.

Parte das limitações para a análise geomorfométrica na Amazônia central provém de sua extensão e do tamanho das feições internas. As planícies da Amazônia central são áreas relativamente planas no fundo de grandes vales, onde prevalecem declividades baixas e baixa altitude. As principais variações topográficas estão relacionadas a feições típicas do ambiente deposicional aluvial, como diques, barras, canais fluviais, meandros, lagos e pântanos. A pequena expressão topográfica dessas feições representa outro fator desfavorável para seu estudo com MDE.

Este trabalho descreve procedimentos para realce das feições de relevo das planícies da Amazônia central a partir da análise de MDE e as perspectivas de aplicação dos resultados imediatos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo (1.477.616 km<sup>2</sup>) cobre principalmente o domínio sedimentar da Amazônia central (Figura 1). De acordo com mapeamento dos domínios geomorfométricos gerais [2]



**Figura 1.** Localização da área de estudo e mapa dos domínios geomorfométricos gerais da Amazônia central.

Os dados foram retirados do Topodata [3], um banco de dados em cobertura do território brasileiro, que inclui o Modelo Digital de Elevação (MDE) formado a partir dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e dados geomorfométricos locais derivados. A área de estudo foi coberta por 80 quadrículas (1° latitude x 1,5° longitude cada) que foram concatenadas e subamostradas para resolução de 3 arco-segundos em plano contínuo de 14.400 colunas e 12.000 linhas. Todas as operações e análises de dados foram

realizadas com recursos do TerrSet [4]. Saídas gráficas como mapas e transectos foram produzidos com o Global Mapper [5].

O procedimento elaborado se inicia com a construção da superfície do fundo do vale, a partir de amostras de elevação em pontos identificados na cota mínima regional (Figura 2). A seleção dos pontos foi feita com base em análise visual, em que se localizaram áreas de drenagem entre as feições de deposição das planícies.

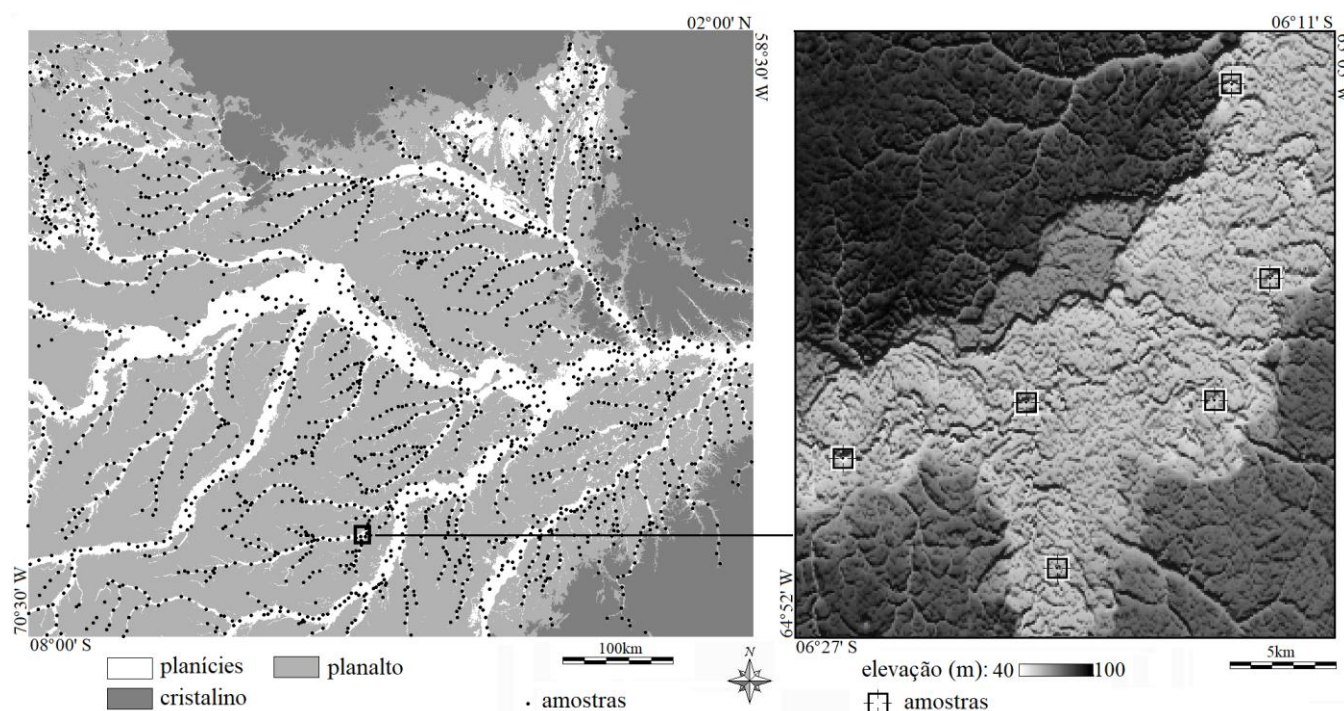


Figura 2. Distribuição dos pontos amostrados para construção da superfície do fundo dos vales, com detalhe de sua seleção sobre os dados SRTM.

Os pontos cotados foram submetidos à espacialização por expansão do valor da amostra mais próxima (semelhante à poligonalização de Thiessen) aos pixels de mesma geometria (linhas, colunas e resolução) do MDE. A superfície formada foi posteriormente suavizada com aplicação repetida de filtro média para eliminar os gradientes abruptos nas fronteiras entre polígonos de cotas distintas. A superfície de resíduos, que constitui a expressão topográfica exclusiva das feições de deposição das planícies, foi obtida subtraindo-se a superfície do fundo dos vales do MDE original.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos correspondem a uma medida da altura das feições que se sobressaem em relação ao nível do vale. Os valores atingiram um máximo de 30m, que é uma altura compatível com a vegetação de floresta ombrófila densa,

mas os resultados não mostraram artefatos evidentes de efeito dossel [6]. Ao contrário, as variações evidenciadas em detalhe mostram-se reconhecíveis como feições de deposição, sem que houvesse observações de outra natureza.

Com exceção de lagos e depressões (de altura naturalmente nula), feições de um mesmo tipo apresentaram também variação de altura, revelando condições diferentes de formação, como no exemplo dos diques marginais apresentados na Figura 3. Assim como essas informações de detalhe, os resultados permitiram observar arranjos entre as feições de planície em diferentes padrões, considerando tanto aspectos planimétricos (topologia, composição, textura, densidade etc.) como a própria altura. Tais padrões se distribuem organizados em subregiões das áreas de planície em arranjos e estruturas muito sugestivas do ponto de vista da formação geológica (Figura 3). Neste exemplo, no encontro entre os rios Juruá e Solimões, os setores evidenciados por padrões de altura x densidade de diques

sugerem um grande bloco subsidente no centro desta confluência. Conforme se modifica a escala de observação de um mesmo vale, as planícies apresentam setores de padrões contrastantes em diferentes níveis de complexidade,

numa evidência de que rupturas na dinâmica de desenvolvimento dos rios da Amazônia central [7] tenham ocorrido de maneira distribuída em diferentes tempos na cronologia de sua formação.

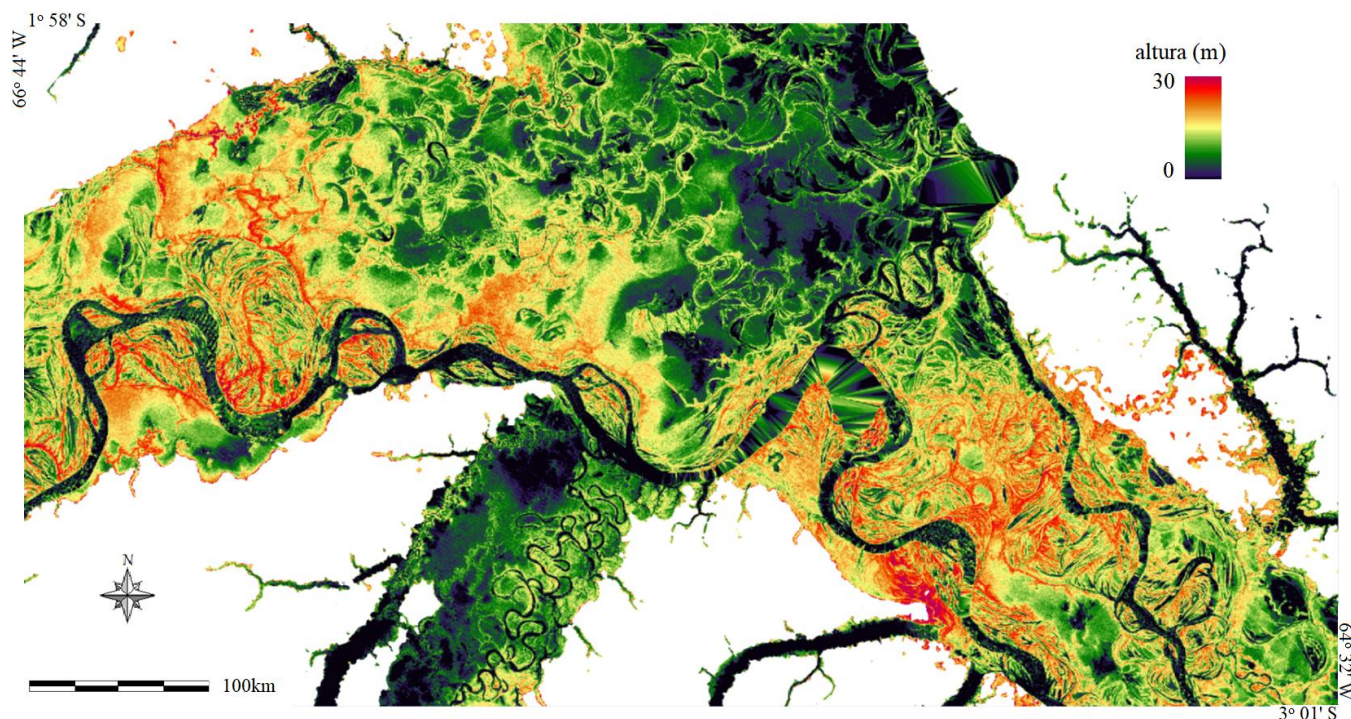


Figura 3. Detalhe dos resultados de altura para a confluência dos Rios Juruá e Solimões, região de Mamirauá e Amanã, com diferentes alturas entre diversos elementos do relevo deposicional das áreas de planície.

Em escalas mais gerais, as variações regionais de altura prevalecem sobre a percepção de elementos do relevo de planície e de seus padrões de combinação. Para ampliar a síntese dessas observações, pode-se usar intervalos de altura convenientemente escolhidos para interpretações mais específicas. Para apreciação geral dos resultados, os intervalos delimitados pelas alturas de 4m, 12m e 19m permitiram comparações descritivas de contraste regional entre os diferentes rios (Figura 4).

Entre as observações decorrentes, é notável a prevalência de alturas nulas ou muito baixas quanto menores são os vales, como regra. Esta observação evidencia o desenvolvimento da altura das feições de deposição em concomitância com o próprio desenvolvimento da planície, ao longo do qual os rios promovem o acúmulo gradual de sedimentos enquanto promovem o rebaixamento do nível de base. Com base nisso, podemos associar o predomínio de altura regional baixa ou nula à incipiência do desenvolvimento dessas planícies e, plausivelmente, à sua jovialidade. Válida para os extremos, esta correlação comporta variações ocasionais entre planícies equivalentes de tamanho intermediário, o que então sugere diferenças de singularidades ocorridas na dinâmica de sua evolução (Figura 4).

Entre os rios de maior expressão da altura de suas feições deposicionais, as diferenças observadas devem ser associadas à gênese e evolução das planícies, que denotam estilos distintos de sedimentação. Um exemplo notável é fornecido pelos rios Purus e Madeira, cujas diferenças nesse sentido se contrapõem a um conjunto de semelhanças: correm na mesma direção, são próximos, compartilham um mesmo interflúvio, são igualmente assimétricos (afluentes da margem esquerda menores que os da margem direita) e têm tamanho compatível. Mas as diferenças são evidentes desde o traçado planimétrico desses rios, em que o rio Purus é meandrante, com muitos lagos de meandro abandonados, enquanto o rio Madeira apresenta trechos mais retilíneos e com curvas em ângulo, indicando um forte controle estrutural. O mapeamento da altura acrescentou mais elementos de contraste e independentes das observações planimétricas, evidenciando que o rio Madeira corre relativamente confinado em canais ajustados entre feições deposicionais relativamente altas de sua planície, sobretudo barras e antigos terraços. Em contraste, o rio Purus tem toda a área de sua planície dominada por depósitos de pequena altura, compostos especificamente de diques baixos em padrão de elementos curvilíneos em textura fina (numa inspeção detalhada), de uma borda a outra (Figura 4).

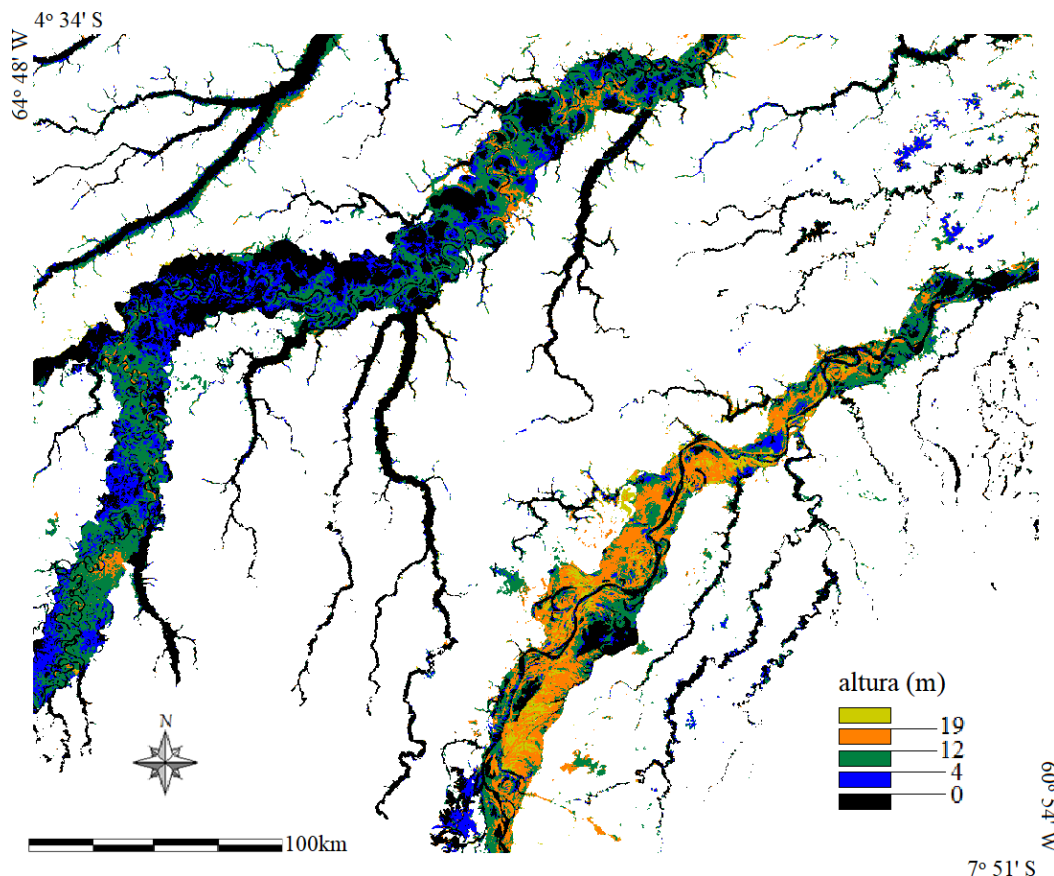


Figura 3. Altura regional das planícies da Amazônia central, no entorno dos rios Purus e Madeira. Rios de ordem inferior apresentam ausência de feições acima de 4m. Diferenças de distribuição de altura entre os rios principais denotam estilos distintos de desenvolvimento de suas planícies.

#### 4. CONCLUSÕES

A altura das feições deposicionais constituiu o dado básico para caracterização do relevo das planícies da Amazônia central. Os resultados mostraram-se passíveis de exploração sob abordagens diferentes de acordo com a escala de observação e análise. Desde escalas detalhadas até regionais, respectivamente, os dados realçam de feições elementares e suas características altimétricas, passando por padrões de suas combinações ao longo dos vales, até a síntese geral de caracterização das planícies, que permitem comparações entre rios distintos. As perspectivas de utilização destes dados para classificação e mapeamento devem considerar a necessidade de se estabelecerem unidades regionais de planícies (subáreas) para integração qualitativa e quantitativa dos valores locais de altura.

#### 5. REFERÊNCIAS

[1] J. K. Hiller, M. Smith. Residual relief separation: digital elevation model enhancement for geomorphological mapping. *Earth Surface Processes and Landforms* 33, 2266–2276, 2008.

[2] M. M. Valeriano, D. F. Rossetti. Delineation of main relief subdomains of central Amazonia for regional geomorphometric mapping with SRTM data. *Journal of South American Earth Sciences* 104, 102842, 2020.

[3] Brasil. Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. INPE, São José dos Campos, Brazil. 2008 (<http://www.dsr.inpe.br/topodata>).

[4] J. R. Eastman. *TerrSet Manual*. Clark University, Worcester, MA, 2015.

[5] Global Mapper LLC. *Global Mapper Software Version 9.0: User's Manual*. Global Mapper, Hallowell, ME, 2007.

[6] M. M. Valeriano, T. M. Kuplich, M. Storino, B. D. Amaral, B. D., J. N. Mendes Jr., D. J. Lima. Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with SRTM-90 m data. *Computers and Geosciences* 32, 1169–1181, 2006.

[7] D. F. Rossetti, D. L. Vasconcelos, F. H. R. Bezerra, M. M. Valeriano, F. C. Alves, E. C. Molina. A large-scale domal relief due to intraplate neotectonic compression in central Amazonia. *Geomorphology*, 407, 108218, 2022.