

P
ARA CONHECER
A TERRA
MEMÓRIAS E NOTÍCIAS
DE GEOCIÊNCIAS
NO ESPAÇO LUSÓFONO

Lopes, F. C., Andrade, A. I.,
Henriques, M. H., Quinta-Ferreira, M.,
Barata, M. T. & Pena dos Reis, R.
Coordenação

CARACTERIZAÇÃO DAS FEIÇÕES
GEOMORFOLÓGICAS DA PAISAGEM
DA SERRA DO TEPEQUÉM
(NORTE DE RORAIMA, BRASIL)

CHARACTERIZATION OF THE
LANDSCAPE GEOMORPHOLOGICAL
FEATURES OF THE TEPEQUÉM MOUNTAIN
(NORTH RORAIMA, BRAZIL)

L. C. Beserra Neta¹, F. A. Nascimento² & S. S. Tavares Júnior³

Resumo – As paisagens do norte do Estado de Roraima constituem um panorama único na Amazônia brasileira. Neste cenário se destacam relevos tabulares, que podem atingir cerca de 2.800 m de altitudes, conhecidos regionalmente por *tepuis*, a exemplo do Monte Roraima. Estes relevos são elaborados em rochas sedimentares do Supergrupo Roraima, de idade Paleoproterozóica. A serra do Tepequém (objeto de estudo) é referenciada, na literatura atual, como uma estrutura tabular com altitudes máximas de até 1.100 metros. O estudo se fundamenta no mapeamento de feições morfoestruturais, através de técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos, a fim de melhor caracterizar as feições geomorfológicas, que formam a paisagem da serra do Tepequém. Os procedimentos aplicados foram análises mono e estereoscópica, para o reconhecimento de elementos naturais (relevo e drenagem), através da caracterização das propriedades texturais. Os elementos texturais foram integrados via técnicas de processamento de imagens digitais e geraram produtos como os mapas morfoestruturais e de relevo combinados com Modelo Numérico de Terreno (MNT), referente à altimetria e inclinação de vertentes. Estes produtos confirmam a ocorrência de variadas formas de relevo no topo da serra do

¹ Profa. do Dep. Geografia, IGEO, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR, Brasil; luiza@dgr.ufr.br

² Discente do Programa de Pós-Graduação de Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, Brasil; franzmiller@hotmail.com

³ Prof. do Dep. Geologia, IGEO, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR, Brasil; stelio@dgl.ufr.br

Tepequém, com um desnível altimétrico de até 500 m, que descaracterizam a morfologia desta qualidade de relevo tabular.

436

Palavras-chave – Morfoestruturas; Fotointerpretação; Serra do Tepequém; Norte de Roraima (Brasil)

Abstract – The landscapes of the northern Roraima state represent a unique view in the Brazilian Amazon. In this scenario stand out tableland that can reach about 2.800 m altitudes known regionally by tepuis, like the example of Mount Roraima. These reliefs are made in the Roraima Supergroup sedimentary rocks, of Paleoproterozoic age. The Tepequém Mountain (object of study) is referred in the literature as a tabular structure with maximum altitudes of up to 1.100 meters. The study is based on the morphostructural features mapping through photointerpretatives techniques in remote sensing images in order to characterize the geomorphological features modeling the landscape of the mountain Tepequém. The applied procedures included mono and stereoscopic analysis for the recognition of natural elements (relief and drain), through the textural properties characterization. The textural elements were integrated using the techniques of digital image processing and have generated products such as morphostructural and relief maps, combined with the Numerical Model of Terrain (NMT) on the altitude and slope aspects. These products confirm the occurrence of various forms of relief at the top of the Tepequém Mountain, with a gap of up to 500 m, mischaracterizing the morphology of this type of tabular relief.

Keywords – Morphostructures; Photointerpretation; Tepequém Mountain; North Roraima (Brazil)

1 – Introdução

As variadas segmentações de paisagens que compõem a região setentrional da Amazônia é fonte de pesquisas e estudos relacionados à sua origem e evolução. Neste contexto, o Estado de Roraima é marcado por uma diversificação de paisagens, que constroem um panorama singular na Amazônia brasileira. Neste cenário se destacam os relevos tabulares, conhecidos regionalmente por *tepuí*, localizados no norte do estado de Roraima. Esta morfologia é formada por serras com topo aplainados em forma de mesas, escarpados e com altitudes de 2.800 metros (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990), como o Monte Roraima e Uafaranda. Estes relevos fazem parte da unidade morfoestrutural Planalto Sedimentar Roraima (FRANCO *et al.*, 1975).

Na literatura a serra do Tepequém (objeto de estudo), é referenciada como uma estrutura de relevo tabular com altitudes máximas de 1.100 metros. A serra do Tepequém está localizada no norte do Estado de Roraima, mais precisamente, no município de Amajari, entre as coordenadas UTM 20N 635460 E e 414500 N e 647000 E e 422700 N (Fig. 1).

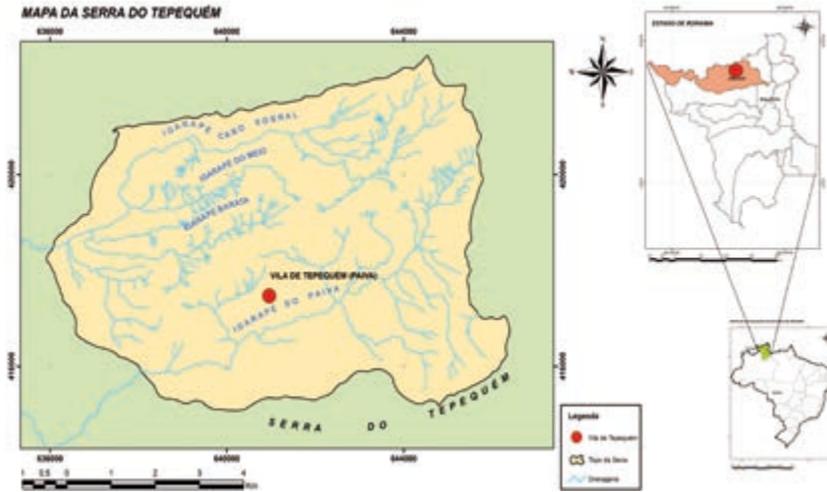


Fig. 1 – Mapa da serra do Tepequém, com destaque para a rede de drenagem; em segundo plano, a localização da área de estudo, no norte do estado de Roraima (Brasil).

Geologicamente, a serra do Tepequém é sustentada por rochas sedimentares de idade Paleoproterozóico, representadas pela Formação Tepequém (CPRM, 1999), correlacionada ao Supergrupo Roraima (MONTALVÃO *et al.*, 1975). As principais litologias são constituídas por arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados. O substrato da serra do Tepequém está representado por rochas vulcânicas ácidas a intermediária do Grupo Surumu. Ao longo da estrutura que compõe a serra, as camadas sedimentares encontram-se dobradas em sinformais e antiformais suaves, formando uma megasinclinal aberta, com eixos na direção E-W e NE-SW (CPRM, 1999).

Com o avanço de novas tecnologias para o mapeamento através de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com a utilização de imagens de sensores remotos orbitais somados aos dados obtidos em campo, pode-se identificar uma diversificação nas formas de relevo. Essas técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento se fazem essenciais para a composição de diversos mapas temáticos e facilitam a compreensão e os estudos espaços-temporais de uma região, no caso, a morfogênese e variação de relevo no topo da Serra do Tepequém. Os avanços tecnológicos dos novos sensores remotos, segundo FLORENZANO (2008), produzem imagens com melhor resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, além do recurso estereoscópico, que permitem ao geomorfólogo mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos. Esses dados permitem visualizar o espaço geográfico em três dimensões e, com o uso de SIG, obter, de forma automática, variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes etc.) que são essenciais nos estudos geomorfológicos (VALERIANO, 2008). Diante destas impressões, um estudo mais específico para o mapeamento das formas de relevo, e a caracterização das feições geomorfológicas tabulares, importantes na configuração regional do relevo do norte de Roraima é oportuno, em razão de atualmente se dispor de um conjunto significativo de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com a utilização de imagens de sensores remotos.

Portanto, este estudo tem como finalidade o mapeamento de feições morfoestruturais no topo da Serra do Tepequém, através de técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos e produtos integrados multifontes, além dos trabalhos de campo, a fim de caracterizar as feições geomorfológicas, que formam a paisagem da Serra do Tepequém (Fig. 2). A compreensão dos processos morfoestruturais atuantes na construção e sustentação dessas formas de relevo, constitui-se em um passo importante para o entendimento da evolução da paisagem local.



Fig. 2 – Detalhe da Serra do Tepequém ao fundo, bordejado por morros e colinas; em primeiro plano, extensa área aplainada.

2 – Materiais e métodos

As etapas metodológicas da pesquisa foram as seguintes:

Foram realizados levantamentos de dados bibliográficos e cartográficos, com o intuito de auxiliar nos trabalhos de campo e interpretação dos resultados. Nas atividades de campo foram adquiridos dados quanto a declividade, com o uso do Clinômetro, altitude e as coordenadas geográficas dos pontos, utilizando GPS Garmim Etrex Legend, e medição das orientações das estruturas, através da Bússola de Brupton. Também foram adquiridas imagens fotográficas das feições de relevo através de câmara digital do tipo Samsung S760.

Para os procedimentos fotointerpretativos na análise do relevo foi utilizada a imagem óptica, do satélite CBERS 2B, sensor CCD, composição colorida 3(R), 4(G) e 2(B), resolução espacial 20x20 metros do ano de 2007, para a interpretação de estruturas e delimitação das unidades morfoestruturais estudadas.

Para a vetorização das feições estruturais e delimitação da rede de drenagem e seu detalhamento foi utilizada a imagem óptica do satélite ALOS, sensor PRISM, resolução espacial (2,5x2,5 metros), do ano de 2009. Em conjunto, foi utilizada a imagem de radar, sensor SAR/SIPAM, através da plataforma R999, ano 2007, de resolução espacial de 06x06 metros, utilizada para fins de interpretação do modelado do relevo e na

geração de produtos integrados, destacando a integração de dados digitais com o modelo numérico de terreno (MNT).

As imagens ópticas foram submetidas aos procedimentos de pré-processamento referentes a atenuação dos efeitos atmosféricos e das distorções geométricas. Os procedimentos de tratamento das imagens de sensores remotos orbitais e criação do banco de dados foram efetuados através do uso dos aplicativos computacionais SPRING, v. 5.1 (aplicativo gratuito, obtido através do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e PCI Geomatics, v. 10.2.

O mapeamento morfoestrutural e geomorfológico seguiu a metodologia proposta por ARAÚJO *et al.* (2003), a partir da fotointerpretação de imagens digitais e dos dados de flexuras do terreno, e da interpretação de lineamentos estruturais (falhas e fraturas), os quais ajudaram na delimitação das unidades de alto e baixo estrutural. Os dados adquiridos em campo, no total 42.000 pontos cotados (latitude, longitude e altimetria), auxiliaram na construção de uma grade retangular, que resultou na elaboração do Modelo Digital de Terreno, importante na elaboração de produtos altimétricos, através do aplicativo Google Earth, versão 5.2. O mapeamento das unidades morfoestruturais foi realizado através do traçado das flexuras do terreno, interpretadas a partir da assimetria e tropia no mapa da rede de drenagem integrado digitalmente com o modelo digital de elevação e imagem SAR/SIPAM em visualização tridimensional.

Dentro do ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), as imagens ópticas foram integradas aos dados morfométricos obtidos em campo, formando o banco de dados que permitiu a elaboração dos mapas temáticos. A edição final desses mapas temáticos foi realizada através do aplicativo ArcGis, v. 9.2 no Laboratório de Geotecnologias do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Roraima.

3 – Resultados e discussão

3.1 – Dados altimétricos integrados com imagens digitais

A integração dos dados altimétricos e imagens digitais possibilitou a construção do modelo digital de elevação, o qual deu realce as variações altimétrica no topo da serra do Tepequém. Destacam-se as áreas planas com altitudes de 500 a 650m, interrompidas por morros e colinas de altitudes variando de 650 a 900m, os quais são bordejados por rampas escarpadas que atingem até 1.100m de altitudes (Fig. 3). A declividade variou de 10^0 a 30^0 nas vertentes de morros e colinas, decrescendo para 1^0 a 4^0 nas áreas de planícies.

Os produtos integrados possibilitaram a análise e interpretação das formas de relevo no topo da serra do Tepequém. O Modelo Digital de Elevação (MDE), integrado com a imagem altimétrica colorizada, destaca as rugosidades representadas pelas áreas de maior altitude, diferenciando-as das áreas mais planas.

A integração do MDE com a imagem de satélite CBERS 2B/CCD (banda 4), com visualização tridimensional em perspectiva e iluminação para NW, deu realce as rugosidades do relevo e da rede de drenagem, os quais demonstram estarem controlados pelo arranjo estrutural que condiciona o modelado da serra do Tepequém.

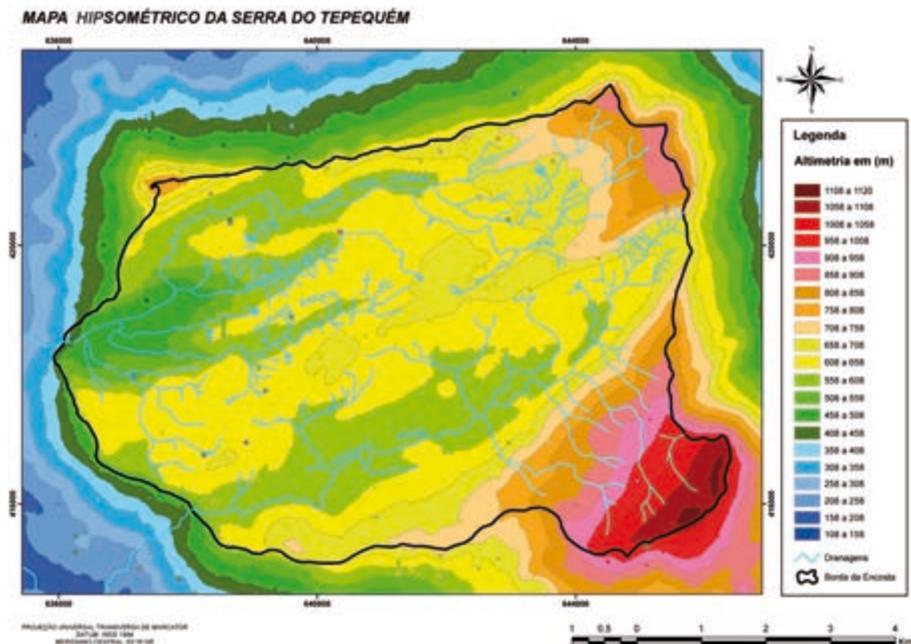


Fig. 3 – Mapa Hipsométrico da Serra do Tepequém, a partir da interpolação de 42.000 pontos de altimetria coletados no software Google Earth. Destaca-se, ainda, as principais drenagens fotointerpretadas na imagem do Satélite ALOS, sensor PRISM.

3.2 – Perfis Topográficos

Os perfis topográficos reforçam a avaliação da rugosidade de relevo no topo da serra. As análises destes produtos confirmam os dados já obtidos com os processos fotointerpretativos em imagens digitais. O desnível altimétrico das feições de relevo, representados por planícies e colinas bordejados por encostas íngremes, são de fácil visualização no perfil topográfico traçado na direção NW-SE. Desta forma, a serra do Tepequém não se enquadra na classificação de serra com topo tabular, a exemplo dos montes de topo plano e tabulares que se destacam nas regiões da Gran Savanna (Venezuela e Guiana). Os relevos tabulares característicos das regiões dos “campos de Guayana”, regionalmente conhecidos como *tepuis*, têm topos relativamente planos, e apresentam alto grau de dissecação elaborados por agentes exógenos (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990).

3.3 – Análise Morfoestrutural

A partir da análise dos padrões de relevo e drenagem do topo da Serra do Tepequém foi possível traçar as flexuras do terreno derivados de processos tectônicos e a elaboração do mapa morfoestrutural associado ao Modelo Digital de Elevação. Este produto realçou a conformação morfoestrutural da serra, indicada por áreas de alto e baixo estrutural (Fig. 4).

Portanto, o arranjo estrutural da serra do Tepequém é impresso por falhas normais e fraturas de direção NE-SW, concordantes às zonas de cisalhamento transcorrentes, o qual desempenha um notável controle na organização da rede de drenagem e na morfologia do relevo através dos alinhamentos de morros e escarpas de falhas, incorporando facetas trapezoidais observadas no topo da serra do Tepequém.

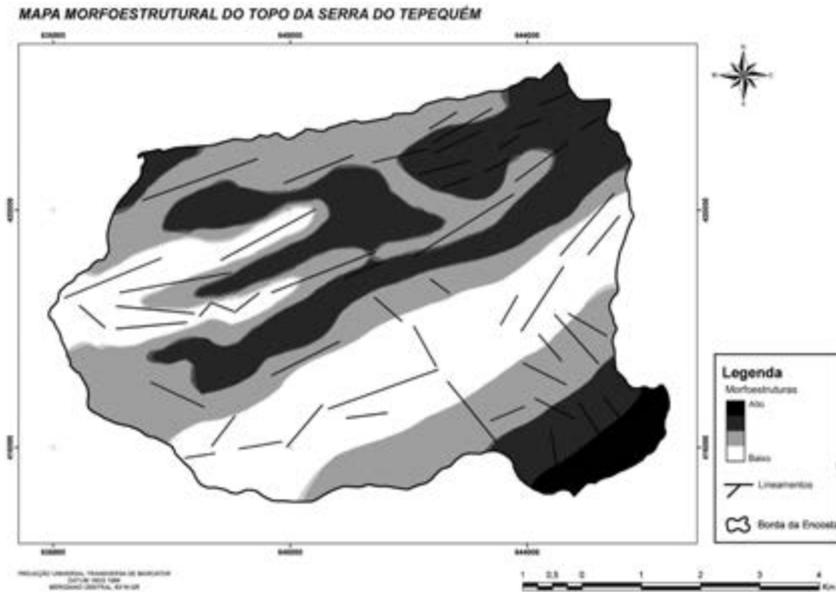


Fig. 4 – Mapa Morfoestrutural do topo da serra do Tepequém, destacando em tons de cinza, as áreas de alto estrutural (mais escuro) e baixo estrutural (mais claro) e destacando também os lineamentos estruturais.

3.4 – Compartimentação Geomorfológica

Através da análise integrada dos dados de altimetria, declividade e arranjo morfoestrutural combinados com o Modelo Numérico de Terreno (MNT), além dos dados de campo, foram identificados os seguintes compartimentos geomorfológicos que formam a paisagem atual da serra do Tepequém: a) escarpas erosivas que formam as faces do entorno da serra Tepequém; estas são íngremes e com ângulo de inclinação superior a 30° , e representam recuo de planos de falhas normais elaboradas nos arenitos da Formação Tepequém; b) encostas íngremes que bordejam a estrutura interior do topo da serra, com altitudes de até 1.100m; c) morros residuais com variação altimétrica de 680 a 900 m, com orientação predominante na direção NE-SW e secundariamente E-W e; d) planícies intermontanas que correspondem por grandes áreas aplainadas encontradas no interior da serra, onde se instalam a rede de drenagem (BESERRA NETA *et al.*, 2007; BESERRA NETA & TAVARES JÚNIOR, 2008).

4 – Conclusões

A paisagem que compõe a Serra do Tepequém tem características singulares e bastante relevantes para os estudos da interpretação das formas de relevo e seus agentes modeladores.

442

A partir da integração de técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos e produtos integrados multifontes, foi possível maior detalhe e acurácia da análise dos compartimentos geomorfológico que formam a paisagem atual da serra do Tepequém.

Portanto, as variações das formas (planícies, colinas residuais e escarpas erosivas) e os diferentes níveis altimétricos (variando de 575 a 1.100 metros), determinados pelo comportamento diferencial do substrato frente às mudanças climáticas e os ciclos erosivos, constituem a base da estruturação das unidades da paisagem atual no topo da serra do Tepequém e a descaracteriza da forma de relevo tabuliforme.

Agradecimentos – Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento da pesquisa, através da concessão de bolsa de iniciação científica (PIBIC/UFRR) ao segundo autor. Ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Roraima pelo uso do Laboratório de Geotecnologias e apoio logístico em campo.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, C. C., YAMAMOTO, J. K. & MADRUCCI, V. (2003) – Análise Morfoestrutural em Área de ocorrência de Arenito Asfáltico, Bacia do Paraná, São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, 24, p. 25-41.
- BESERRA NETA, L. C., COSTA, M. L. & BORGES, M. S. (2007) – A planície intermontana Tepequém, Roraima, e sua vulnerabilidade erosiva. In: Rosa-Costa, L. T., Klein, E. L. & Viglio, E. P. (eds.). *Contribuições à Geologia da Amazônia*. Belém: SBG – Núcleo Norte, 5, p. 89-100.
- BESERRA NETA, L. C. & TAVARES JÚNIOR, S. S (2008) – Geomorfologia do Estado de Roraima por Imagens de Sensores Remotos. In: Silva, P. R. F. & Oliveira, R. S. (org.). *Roraima 20 Anos: As Geografias de um Novo Estado*. Ed. UFRR. Boa Vista, p. 168-192.
- BRICEÑO, O. H. & SCHUBERT, C. (1990) – Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, South-eastern Venezuela. *Geomorphology*, 3, p. 125-141.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. (1999) – Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (integrals), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A e NA.21-V-C (parciais). Escala 1:500.000. Estado de Roraima. CPRM, Manaus, 166 p. CD-Rom.
- FLORENZANO, T. G. (2008) – Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: Florenzano, T. G. (org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. Oficina de Texto. São Paulo, p. 31-71.
- FRANCO, E. M. S., DEL' ARCO, J. O. & RIVETT, M. (1975) – Geomorfologia da folha NA.20 Boa Vista. In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. Folha Na-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, p. 139-180.
- MONTALVÃO, R. M. G., MUNIZ, M. R., ISSLER, R. S., DALL' AGNOL, R., LIMA, M. I. C., FERNANDES, P. E. C. A. & SILVA, G. G. (1975) – Geologia da folha NA.20 Boa Vista. In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. Folha Na-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. DNPM. Rio de Janeiro, p. 15-136.
- VALERIANO, M. M. (2008) – Dados Topográficos. In: Florenzano, T. G. (org.) *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. Oficina de Textos. São Paulo, p. 72-104.