

ESTUDO DOS COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS NA SERRA DO TEPEQUÉM – RR, ATRAVÉS DE FOTOINTERPRETAÇÃO EM IMAGENS DE SENSORES REMOTOS E PRODUTOS INTEGRADOS VIA IHS

Franzmiller Almeida Nascimento
Universidade Federal de Roraima
millergeo@hotmail.com

Stélio Soares Tavares Júnior
Universidade Federal de Roraima
stelio@dgl.ufr.br

Luíza Câmara Beserra Neta
Universidade Federal de Roraima
Luiza@dgr.ufr.br

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

RESUMO

As Geotecnologias surgem nos dias atuais como uma das principais ferramentas no estudo e análise de fenômenos ambientais. O avanço tecnológico vem se concretizando como uma influência positiva na pesquisa geográfica e está relacionado ao advento das geotecnologias, com especial destaque para os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e os avanços na área do Sensoriamento Remoto, como na construção de produtos integrados. A Geomorfologia que é a ciência que estuda as formas de relevo, através de sua gênese, composição (materiais) e os processos atuantes no desenvolvimento do relevo e da paisagem atual, utiliza as Geotecnologias como uma grande ferramenta para este estudo mais detalhado. Neste contexto, o Estado de Roraima é marcado por uma diversificação de paisagens que constroem um panorama singular na Região Amazônica brasileira. Neste cenário se destaca a paisagem localizada na porção norte do estado, constituída por unidades de relevo que podem atingir cerca de 2.800 metros de altitude. Dentre estas elevações destacam-se os relevos tabulares, com morfologias de grandes mesas com topo plano, conhecidos regionalmente por *tepuis*. Portanto, esta pesquisa tem como finalidade o estudo dos compartimentos geomorfológicos ocorrentes no topo da Serra do Tepequém através de técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos e produtos integrados IHS, a fim de melhor caracterizar as feições geomorfológicas, que formam a paisagem desta serra. Os procedimentos aplicados seguiram metodologias desenvolvidas a partir de análises mono e estereoscópica para o reconhecimento de elementos naturais da paisagem (drenagem e relevo), através da caracterização das propriedades texturais, as diversas formas de arranjos dos elementos texturais obtidas e integradas via técnicas de processamento de imagens digitais geraram produtos como os mapas morfoestruturais e de formas de relevo combinados com o produto integrado via IHS para a visualização das estruturas locais, confirmando a ocorrência de variadas formas de relevo, fortemente condicionadas ao arranjo estrutural no topo da serra do Tepequém. Entre estas destacam-se: a) escarpas erosivas; b) encosta; c) morros residuais alinhados, orientados nas direções NE-SW e E-W e d) planícies intermontanas. As ocorrências dessas diversas formas de relevo proporcionam um desnível altimétrico de até 500 metros, que descaracterizam a qualidade de relevo tabular para a serra do Tepequém.

Plavras-chave: mapeamento geomorfológico, integração IHS, serra do Tepequém

ABSTRACT

The Geotechnologies emerge today as a major tool in the study and analysis of environmental phenomena. Technological advances come to fruition as a positive influence in geographical research and is related to the advent of geo, with special emphasis on Geographic Information Systems (GIS)

and advances in the field of Remote Sensing, and the construction of integrated products. The Geomorphology is the science that studies the forms of relief, through its genesis, composition (materials) and processes active in relief and development of the current landscape, Geotechnologies uses as a great tool for this detailed study. In this context, the State of Roraima is marked by a diversity of landscapes that make up a unique landscape in the Amazon region of Brazil. In this scenario highlights the landscape located in the northern portion of the state, consisting of units of relief that can reach about 2800 meters altitude. Among these elevations stand out tableland, with morphologies of large tables with flat top, known regionally for tepuis. Therefore, this research aims to study the geomorphological compartments occurring at the top of the Serra do Tepequém fotointerpretativas through techniques in remote sensing imagery and products integrated IHS in order to better characterize the geomorphological features that shape the landscape of this mountain. The procedures used followed those developed from mono and stereoscopic analysis for the recognition of natural landscape (drainage and topography), through the characterization of textural properties, the various forms of arrangement of textural elements and obtained via integrated processing techniques digital images generated products such as maps and morphostructural landforms combined with the integrated product by IHS for the visualization of local structures, confirming the occurrence of various forms of relief, strongly conditioned by the structural arrangement at the top of the mountain Tepequém. Among these are: a) erosional scarps b) slope; c) residual hills aligned, oriented in NE-SW and EW d) intermontanas plains. The occurrences of these various forms of relief provide a gap of up to 500 meters altimeter, which descaracterizam quality tabular relief to the mountains of Tepequém. Keywords: geomorphological mapping, integration, IHS, saw the Tepequém

INTRODUÇÃO

As Geotecnologias surgem nos dias atuais como uma das principais ferramentas no estudo e análise de fenômenos ambientais. O avanço tecnológico vem se concretizando como uma influência positiva na pesquisa geográfica e está relacionado ao advento das geotecnologias, com especial destaque para os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e os avanços na área do Sensoriamento Remoto, como na construção de produtos integrados. Nesta discussão, Fitz (2008), comenta que as geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

A Geomorfologia que é a ciência que estuda as formas de relevo, através de sua gênese, composição (materiais) e os processos atuantes no desenvolvimento do relevo e da paisagem atual, utiliza as Geotecnologias como uma grande ferramenta para este estudo mais detalhado. Florenzano (2008), afirma que pelo fato de o relevo ser geralmente bem destacado em fotografias aéreas e imagens de satélite, bem como pela disponibilidade de dados multitemporais que possibilitam o estudo de processos morfodinâmicos atuantes no modelamento da paisagem. Desta forma, a Geomorfologia dispõe de uma variedade de dados e técnicas que fornecem níveis de informação sem precedentes. Os avanços tecnológicos dos novos sensores remotos permitem ao especialista em geomorfologia mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos.

Seguindo esta temática, as Geotecnologias se transformam em um importante campo de estudo e de investigações, aliadas a análises morfoestruturais, tem grande papel para a interpretação da paisagem,

que segundo Araújo et al. (2003), se apresenta com um diferencial, pois o grande desenvolvimento tecnológico na aquisição de dados, é importante para a detecção de estruturas geológicas com base em feições geomorfológicas.

Neste contexto, o Estado de Roraima é marcado por uma diversificação de paisagens que constroem um panorama singular na Região Amazônica brasileira. Estas feições, destacando-se áreas planas, serras, florestas e savanas, formam um mosaico característico nesta região. Neste cenário se destaca a paisagem localizada na porção norte do estado, constituída por unidades de relevo que podem atingir cerca de 2.800 metros de altitude. Dentre estas elevações destacam-se os relevos tabulares, com morfologias de grandes mesas com topo plano, conhecidos regionalmente por *tepuis*, nome de origem indígena Pemom (BRICEÑO e SCHUBERT, 1990; PICCINI, 1995), como o Monte Roraima, serras do Tepequém e Uafaranda. Estes relevos, que segundo Franco *et al.* (1975), estão inseridos dentro da unidade morfoestrutural Planalto Sedimentar Roraima, e segundo Costa (2008), são estruturados em rochas sedimentares do Supergrupo Roraima, sendo compostos essencialmente, por arenitos e conglomerados de idade Paleoproterozóica.

Segundo a literatura atual, a serra do Tepequém, apresenta uma estrutura de relevo tabular com altitudes máximas de até 1100 metros. Conforme Beserra Neta *et al.* (2007), a paisagem da Serra Tepequém, mais especificamente em seu interior, apresenta áreas aplainadas, com altitudes entre 575 a 670 metros, cujo formato alongado é limitado por morros residuais e encostas íngremes.

Com o avanço de pesquisas atuais e de novas tecnologias para o mapeamento através de um conjunto significativo de técnicas de geoprocessamento em ambiente de SIG's e com a utilização de imagens de sensores remotos orbitais, neste caso, utilizando procedimentos fotointerpretativos em produtos integrados IHS, pode-se identificar uma diversificação nas formas de relevo, a qual descaracteriza a qualidade planar do topo da serra. Essas técnicas facilitam a compreensão e os estudos espaços-ambientais de uma região, no caso, estudo da morfogênese e variação de relevo no topo da Serra do Tepequém.

Portanto, esta pesquisa tem como finalidade o estudo dos compartimentos geomorfológicos no topo da Serra do Tepequém através de técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos e produtos integrados via técnica IHS, a fim de melhor caracterizar as feições geomorfológicas, que formam a paisagem da serra do Tepequém. A compreensão dos processos morfoestruturais atuantes na construção e sustentação dessas formas de relevo, utilizando produtos integrados, constitui-se em um passo importante para o entendimento da evolução da paisagem local

OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo principal, um estudo dos compartimentos geomorfológicos que compõe a atual paisagem da serra do Tepequém, utilizando técnicas fotointerpretativas em imagens de

Sensoriamento Remoto e produtos integrados multifontes (IHS), afim de melhor caracterizar estas feições de relevo. Para se chegar neste objetivo, foi necessária a realização do tratamento de imagens de sensores remotos, como operações para atenuar os efeitos atmosféricos e as distorções geométricas e técnicas de integração digital de dados multifontes, através da técnica IHS em ambientes de Sistemas de Análises de Imagens Digitais, bem como analisar as diferenciações da paisagem local, através de trabalhos práticos de campo, interpretação do meio físico através da análise dos elementos texturais da paisagem (drenagem e relevo) e por fim, a aplicação de técnicas de geoprocessamento para o mapeamento morfoestrutural e geomorfológico.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

A serra do Tepequém, objeto de estudo desta pesquisa, esta localizada na porção norte do Estado de Roraima, mais precisamente, na região centro-norte do município de Amajari, no interior do quadrante limitado pelas coordenadas UTM 20N 635460 E e 414500 N e 647000 E e 422700 N (Figura 01). A paisagem regional que compõe as áreas de entorno da serra do Tepequém é caracterizada por uma diversificação de formas de relevo. A Serra é caracterizada geomorfológicamente, por uma estrutura de relevo tabular, compondo um testemunho isolado do Planalto Sedimentar Roraima, em seu topo, caracteriza-se, segundo Beserra Neta *et al.* (2007); Costa & Beserra Neta (2011); Almeida *et al.* (2011) por uma área aplainada denominada de planície intermontana, que tem altitudes que variam entre 575 a 670 metros e esta encaixada entre morros residuais e as encostas íngremes.

No entorno da serra, mais ao norte, é evidenciado um conjunto de relevos que compõem o Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco, que de acordo com Beserra Neta e Tavares Júnior (2008), caracterizam-se por formas dissecadas em cristas e colinas com vertentes ravinadas de forte declividade, além de ser bordejada por relevos fortemente ondulados, formado por morros e colinas do Planalto Dissecado norte da Amazônia, com vales encaixados e encostas ravinadas associadas a cristas. A extensa área aplainada que antecede o Tepequém e caracterizado pelo Pediplano Rio Branco-Rio Negro que compreende uma grande superfície de aplainamento que apresenta áreas com imensa planura interrompida por inselbergs, com ondulações pouco acentuadas conhecidas como “tesos” e intercalada com áreas abaciadas (GUERRA, 1957; MENESES *et al.* 2007; SILVA *et al.* 2009). (Figura 02)

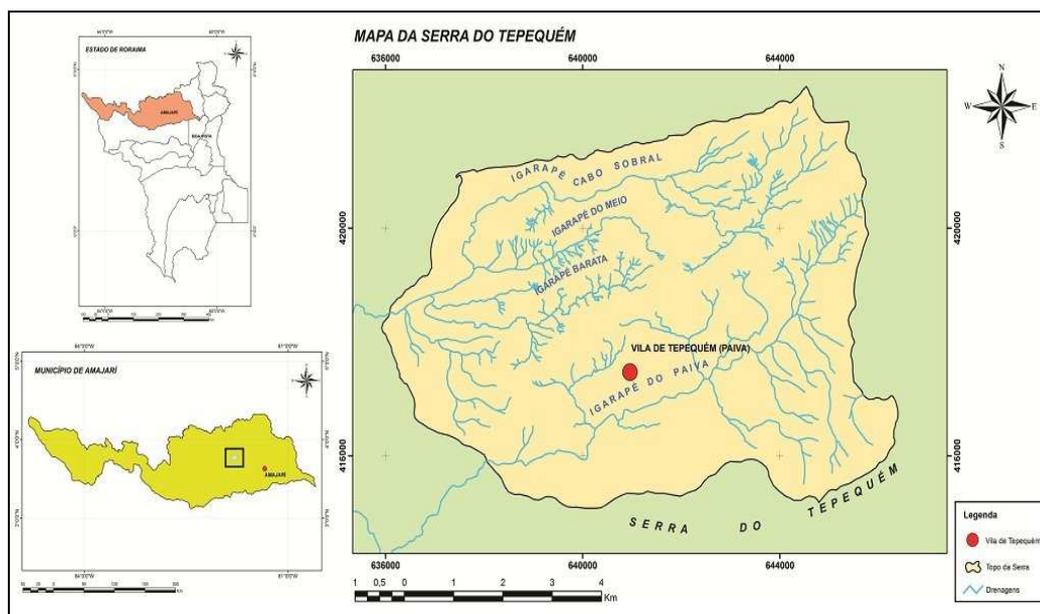


Figura 01: Mapa de Localização da Área de Estudo, com destaque para a rede de drenagem bem detalhada seguindo um padrão de orientação estrutural no topo da serra do Tepequém



Figura 02: Panorama da Serra do Tepequém ao fundo, bordado por morros, colinas e serras e precedido de uma extensa área aplainada.

Todo este relevo que caracteriza a serra do Tepequém está estruturado pelas rochas sedimentares do Paleoproterozóico representadas pela Formação Tepequém, que corresponde a formações correlacionados com o Supergrupo Roraima em que suas principais litologias são constituídas por conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, e o substrato da serra do Tepequém está representado por rochas vulcânicas ácidas a intermediárias do Grupo Surumu (MONTALVÃO *et al.* 1975; CPRM, 1999; LUZARDO, 2006).

A vegetação no entorno da serra é caracterizada pela presença da Floresta Ombrófila Densa, constituída de árvores de grande porte com copas frondosas que se estende pelas escarpas e encostas da serra. Em seu topo, se destaca as formações vegetais compostas por gramíneas intercaladas com formações arbustivas características da Savana Estépica Aberta, nas áreas mais planas e Savana Estépica Arbórea nas encostas e vales (SILVA, 1997). O clima que compreende a região da serra do

Tepequém é caracterizado por ser quente e úmido, do tipo climático “Am”, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual variando de 1700 à 2000 mm (BARBOSA, 1997). Este tipo climático, segundo Evangelista *et al.* (2008), tem uma estação seca bem definida, mas as chuvas são mais freqüentes e melhor distribuídas ao longo ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento metodológico se transcorreu em dois níveis de trabalho: trabalho prático de campo e trabalho prático em laboratório. No trabalho prático de campo, foi realizado o levantamento das formas de relevo através de coleta de pontos, medição de declividade de estruturas locais além de levantamento fotográfico para interpretação da paisagem local.

No trabalho prático de laboratório, foram reunidas bibliografias específicas relevante a área de conhecimento onde o trabalho está inserido. Posteriormente foram adquiridas, para análise e tratamento, imagens sensores remotos orbitais. Estas imagens passaram por um rigoroso processo de tratamento. Neste caso foram realizados cálculos matemáticos para atenuar as distorções provocadas pelos constituintes atmosféricos e para a atenuação das distorções geométricas, foi realizado o georreferenciamento através de modelo matemático polinomial, calculados a partir da coleta de pontos de controle no terreno, referentes às coordenadas em UTM.

As imagens utilizadas para a realização de procedimentos fotointerpretativos são as imagens óptica, do satélite CBERS 2B, sensor CCD (INPE, 2010), obtidas em 2007, e imagem de radar, sensor SAR/SIPAM, através da plataforma R999, adquirida em 2004, sendo utilizada para a integração de dados digitais, através do método IHS. A integração digital via IHS, segundo Tavares Júnior (2004), vem se tornando uma prática comum na análise de imagens digitais para fins de interpretação do modelado do relevo, proporcionando um produto que ressalta as variações da rugosidade da superfície nas imagens SAR, juntamente com as variações espectrais interpretadas nas imagens ópticas. 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 e PCI Geomatics, v. 10.2.

Em conjunto com as imagens digitais de sensoriamento remoto, foram adquiridos, através de coleta manual, 42.000 pontos cotados (com latitude, longitude e altimetria), essenciais para a construção de uma grade retangular, cotada, que resultou na elaboração do Modelo Digital de Terreno, que tem grande importância para a elaboração de produtos altimétricos, através do aplicativo Google Earth, versão 5.2. O mapeamento das unidades morfoestruturais do topo da serra do Tepequém foi realizado através do traçado das flexuras do terreno oriundas de processos geológicos, 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.

Dentro do ambiente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), as imagens previamente tratadas foram integradas ao conjunto com dados obtidos em campo, formando um banco de dados que serviu como matriz para a elaboração dos mapas temáticos específicos. Os dados obtidos com os trabalhos de campo serviram de refinamento para a produção de mapas temáticos. A edição final desses mapas temáticos foi realizada através do aplicativo ArcGis, v. 9.2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise Morfoestrutural. A análise morfoestrutural obtida no topo da Serra do Tepequém foi realizada em estruturas que compõem a paisagem local. O mapeamento morfoestrutural procura, através de padrões de drenagem e dos lineamentos estruturais (drenagem e relevo), traçar as flexuras do terreno derivadas de processos geológicos, principalmente os tectônicos e de acordo com García-Palomo *et al.* (2008), a análise e o mapeamento morfoestrutural é importante para interpretar todo o arranjo do relevo pelas estruturas geológicas (falhas, fraturas), que condicionam a modelagem da paisagem atual. Utilizando este estudo para a análise morfoestrutural no topo da serra do Tepequém, foram traçadas lineamentos na rede de drenagem local e em conjunto com o Modelo Digital de Elevação pode-se traçar linhas (flexuras no terreno), com valores arbitrários, afim de melhor visualizar a conformação estrutural da serra, indicada por áreas de alto e baixo estrutural, que segundo Santos *et al.* (2000a), é fundamental a identificação, na imagem, os elementos naturais de paisagem, em especial aqueles que determinam a morfologia superficial do terreno: relevo e drenagem e que determina o nível de detalhe na percepção tridimensional e, portanto, a identificação dos elementos naturais de paisagem.

Fotointerpretação de Produto Digital IHS. Com a aquisição de pontos cotados coletados, tanto em laboratório quanto em campo, construiu-se um conjunto de dados altimétricos sobre a área que compreende a serra do Tepequém. Estes dados constituíram o modelo digital de elevação adotado na construção do trabalho. Com a análise dos dados coletados pode-se identificar uma variação altimétrica em várias áreas que compreendem o topo da serra. De acordo com os mapas analisados, o desnível no topo da serra varia de 1.120 metros de altitude na encosta SE, a mais elevada, chegando a menos de 450 metros de altitude no fundo dos vales e nas áreas aplainadas. As áreas planas estão dispostas em altitudes que variam entre 500 a 650 metros. Foram interpretadas no interior da serra áreas relativamente mais elevadas em relação às planícies de entorno, sendo caracterizados como morros com altitudes variando entre 650 a 900 metros.

Em conjunto com os dados obtidos, foi realizada a elaboração do mapa geomorfológico para a serra do Tepequém, que por sua vez, foi integrado via IHS com a imagem de radar SAR/SIPAM (Figura 03). Neste produto foi realizada a interpretação de estruturas que condicionam o relevo local. Neste contexto, podem-se identificar as unidades geomorfológicas que compõem a serra do Tepequém.

Os procedimentos aplicados que se seguiram durante todo o trabalho, foram correlacionados com metodologias desenvolvidas a partir de análises dos dados de altimetria, declividade e conformação morfoestrutural, além de reconhecimento na imagem dos elementos naturais da paisagem (drenagem e relevo), através da caracterização das propriedades texturais desses elementos, as diversas formas de arranjos dos elementos texturais obtidas e integradas via técnicas de processamento de imagens digitais geraram produtos, relativos à caracterização geomorfológica do topo da Serra do Tepequém. O mapa morfoestrutural, combinado com o modelo numérico de terreno referente à altimetria e inclinação de vertentes e em conjunto com o trabalho prático de campo, confirmando a ocorrência de variadas formas de relevo fortemente condicionadas ao arranjo estrutural no topo da Serra do Tepequém.

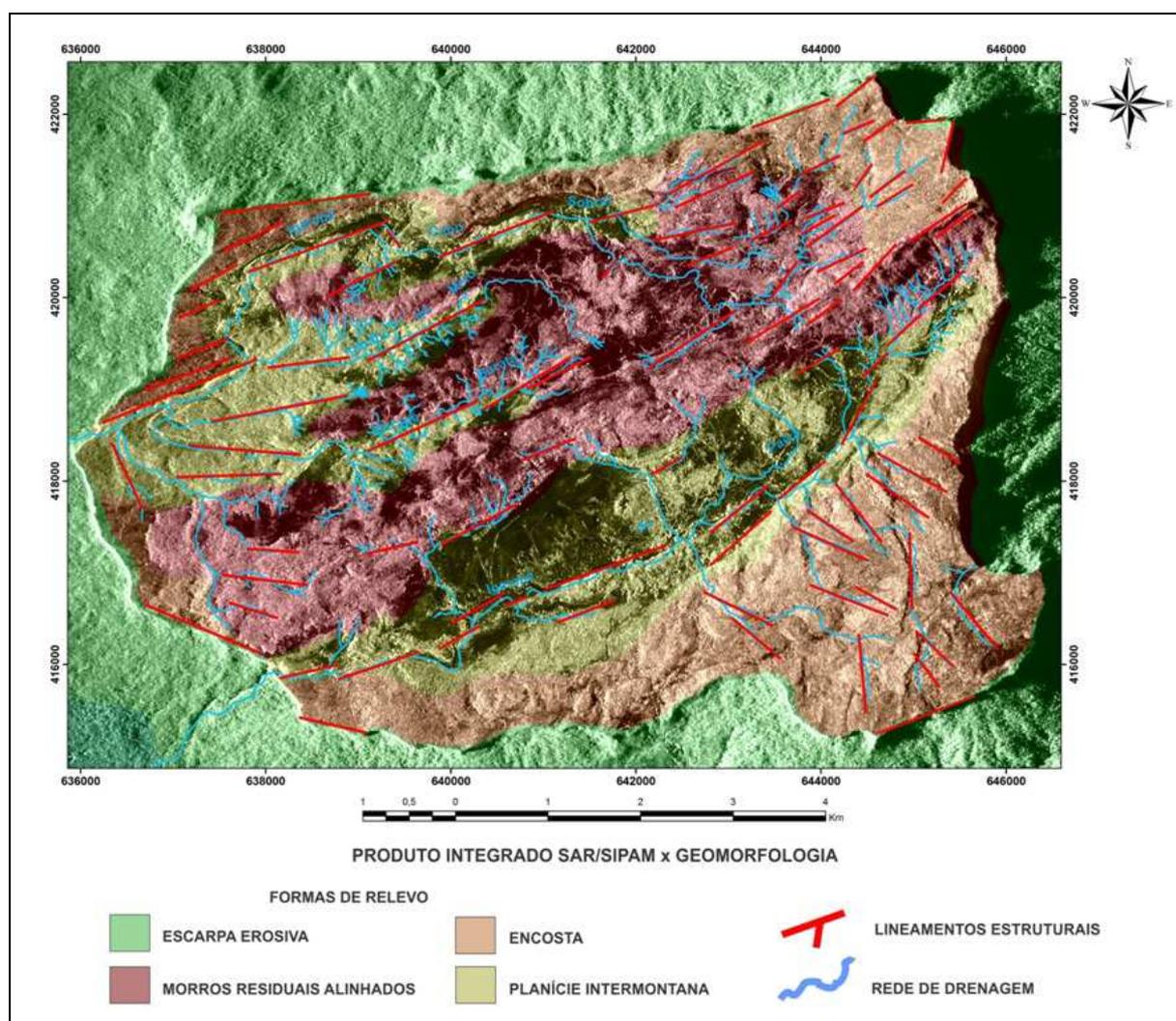


Figura 03: Produto Integrado via técnica de integração IHS da imagem de Radar SAR/SIPAM com o produto geomorfológico, apresentando os compartimentos geomorfológicos que compõe a paisagem da serra do Tepequém, com destaque para os lineamentos estruturais seguindo um padrão estrutural local NE-SW.

Compartimentação Geomorfológica. A compartimentação geomorfológica evidenciada no topo da serra apresenta variadas formas de relevo, entre estas destacam-se: a) Escarpas Erosivas: resultante do

trabalho de erosão das encostas, composta por sedimentos que formam o talude da serra (Figura 04 A); b) Encosta: morfologia configurada pelas bordas da serra, bordejada pelas escarpas fortemente abruptas ao longo de todo o topo da serra. Estes paredões podem atingir os 1.100 metros de altitude a exemplo da encosta SE (Figura 04 B); c) Morros Residuais Alinhados: resultantes dos processos erosivos têm altitudes que variam entre 680 a 900 metros. Estes estão estruturalmente orientados nas direções NE-SW e E-W (Figura 04 C) e d) Planícies Intermontanas: correspondem por grandes áreas aplainadas encontradas no interior da serra e são resultantes da acumulação de material erodido das áreas mais elevadas. A rede de drenagem se instala nesta porção do relevo que também esta orientada estruturalmente preferencialmente na direção E-W (BESERRA NETA *et al.* 2007) (Figura 04 D).

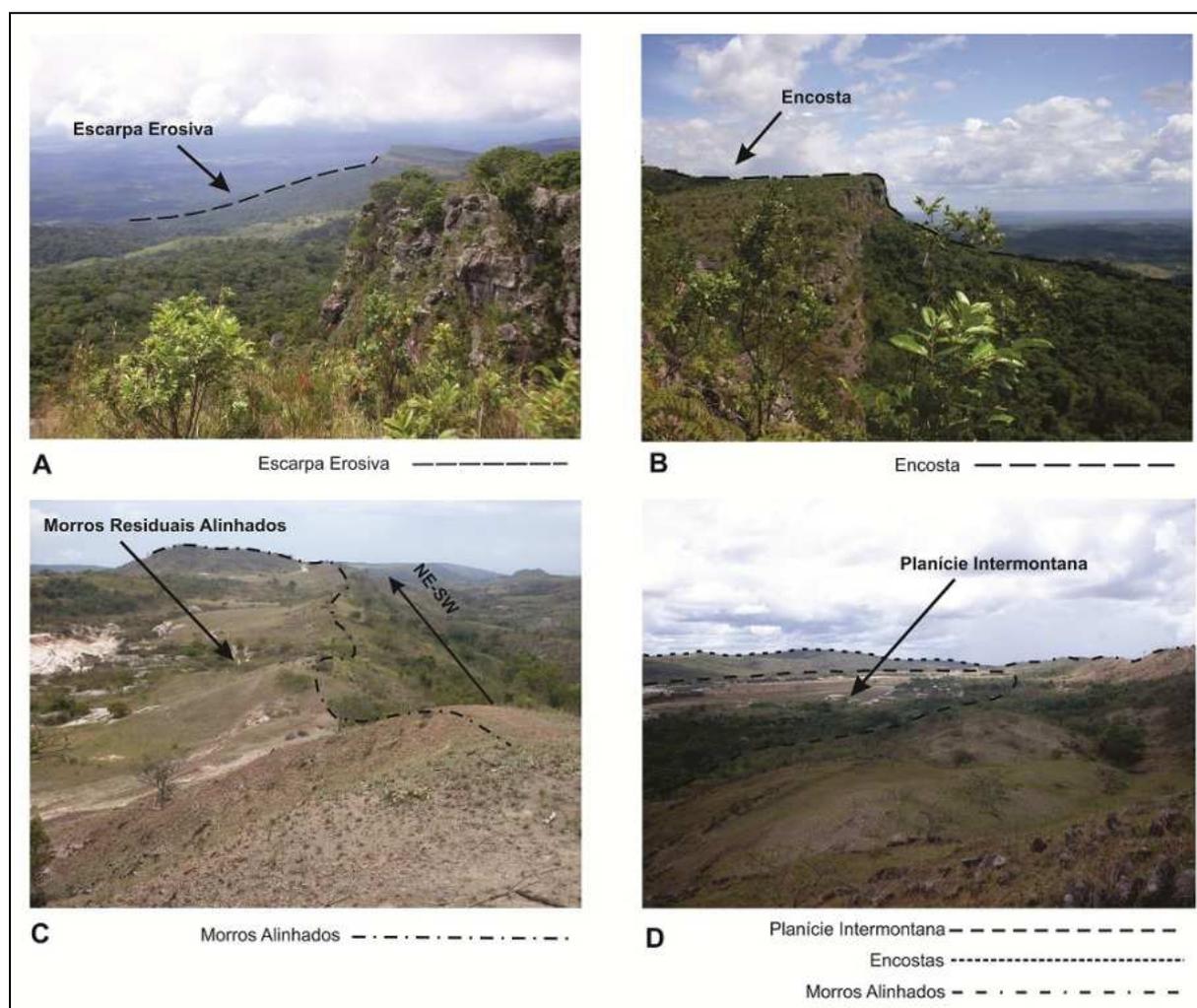


Figura 03: Formas de Relevo existentes no topo Serra do Tepequém: A) Escarpa Erosiva; B) Encosta, bordejada pela Escarpa Erosiva; C) Morros Residuais Alinhados, em direção preferencial NE-SW e D) Planície Intermontana.

CONCLUSÃO

A paisagem que compõe a Serra do Tepequém tem características singulares e bastante relevantes para os estudos da interpretação das formas de relevo e dos constituintes fisiográficos presentes. A partir da análise dos produtos obtidos verifica-se um acentuado desnível altimétrico no topo da serra em razão de várias formas de relevo. A interpretação do produto integrado via técnica IHS, valorizou uma diferenciação textural dos elementos, evidenciando uma rugosidade que diferencia variadas formas de relevo no topo da serra, dentre as quais se destaca; 1) escarpa erosiva, 2) encosta, 3) morros residuais alinhados na direção NE-SW e 4) planície intermontana. Portanto, os estudos que integram técnicas fotointerpretativas em imagens de sensores remotos e produtos integrados via integração IHS, a fim de melhor caracterizar as feições morfoestruturais e geomorfológicas, constituem-se em um passo importante para o entendimento da evolução da paisagem local.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R. S.; BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **Contribuição de Estruturas Geológicas no Modelado das Formas Erosivas Lineares (voçorocas) na Serra do Tepequém, Roraima.** In: NASCIMENTO, R. S. C.; HORBE, A. M. C.; ALMEIDA, C. M. (Org.) *Contribuições À Geologia da Amazônia.* SBG – Núcleo Norte. Belém, 2011. pp. 71-79.
- ARAÚJO, C. C.; YAMAMOTO, J. K.; MADRUCCI, V. : **Análise Morfoestrutural em Área de Ocorrência de Arenito Asfáltico, Bacia do Paraná, São Paulo.** Revista do Instituto Geológico, v. 24 São Paulo, 2003. pp. 25-41.
- BARBOSA, R. I.; **Distribuição das Chuvas em Roraima.** In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Eds.) *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima.* Ed. INPA. Manaus, 1997. pp. 325-335.
- BESERRA NETA, L. C.; COSTA, M. L.; BORGES, M. S. **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, 2007. v.5, pp.89-100.
- BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **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, 2008. pp. 168-192.
- BRICEÑO, O. H.; SCHUBERT, C. **Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, Southeastern Venezuela.** Geomorphology. Elsevier Science Publishers. n° 3. Amsterdam, 1990. pp. 125-141.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa **Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (integrais), 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. Superintendência Regional de Manaus. Manaus, 1999. 166 p. CD-Rom.
- COSTA, M. L. & BESERRA NETA, L. C. **Textura e Mineralogia de Solos na Serra do Tepequém: Diversidade e Litodependência.** In: NASCIMENTO, R. S. C.; HORBE, A. M. C.; ALMEIDA, C. M. (Org.) *Contribuições À Geologia da Amazônia.* SBG – Núcleo Norte. Belém, 2011. pp. 57-70.
- EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER, F. L.; **Estudo Preliminar da Distribuição Pluviométrica e do Regime Fluvial da Bacia do Rio Branco.** In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.) *Roraima 20 Anos: As Geografias de um Novo Estado.* Ed. UFRR. Boa Vista, 2008. pp. 142-167.

- FITZ, P. R. **Geoprocessamento Sem Complicação**. Ed. Oficina de Texto. São Paulo, 2008. 160 p.
- FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento Remoto para Geomorfologia**. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. Ed. Oficina de Texto. São Paulo, 2008. pp. 31-71.
- GARCÍA-PALOMO, A.; ZAMORANO, J. J.; LÓPEZ-MIGUEL, C.; GALVÁN-GARCÍA, A.; CARLOS-VALÉRIO, V.; ORTEGA, R.; MACÍAS, J. L. **El Arregolo Morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México Central**. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. Vol. 25, nº 1. Ciudad de México, 2008. pp. 158-178.
- GUERRA, A. T. **Estudo Geográfico do Território Federal de Roraima**. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1957. 252 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produtos de Sensoriamento Remoto adquiridos do Satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite – Satélite Avançado de Observação da Terra)**. DVD, 2009.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Banco de Imagens do Satélite CBERS 2B, DGI (Divisão de Geração de Imagens). São José dos Campos, 2010.
- LUZARDO, R. O Metamorfismo da Serra do Tepequém (Estado de Roraima). Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas. UFAM. Manaus, 2006. 91p.
- MENESES, M. E. N. S.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. **Os Lagos do Lavrado de Boa Vista – Roraima: fisiografia, físico-química das águas, mineralogia e química dos sedimentos**. Revista Brasileira de Geociências. Nº 37, vol. 3. 2007. pp. 478-489.
- 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. **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, 1975 pp. 15-136.
- SANTOS, A. R.; VENEZIANE, P.; PARADELLA, W. R.; MORAES, M. C. **Radar Aplicado ao Mapeamento Geológico e Prospecção Mineral: aplicações**. INPE/ADIMB. São José dos Campos, 2000a. 103 p.
- SILVA, E. L. **A Vegetação de Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Eds.) Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. Ed. INPA. Manaus, 1997. pp. 401-415.
- SILVA, D. A.; NASCIMENTO, F. A.; SILVA, L. D.; BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **Características Geomorfológicas e a Atuação Antrópica na Formação da Atual Paisagem em Boa Vista, Bonfim e Pacaraima**. Revista Acta Geográfica. Ano III, nº 6. Ed. UFRR. Boa Vista, 2009. pp. 55-64.
- TAVARES JÚNIOR, S. S. **Utilização de Imagens de Sensoriamento Remoto, Dados Aerogeofísicos e de Técnicas de Integração Digital para o Estudo Geológico do Norte do Estado de Roraima – Brasil**. Tese de Doutorado em Sensoriamento Remoto apresentada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2003. pp. 226.
- VENEZIANI, P. & ANJOS, C. E.: **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia**. 2ª versão. Ed. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. São José dos Campos, 1982. 54 pg.