



ANÁLISE DO RELEVO A PARTIR DE IMAGENS SRTM DA PORÇÃO OESTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUARIBAS, SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Francisco Wellington de Araujo Sousa
Universidade Federal do Piauí

Iracilde Maria de Moura Fé Lima
Universidade Federal do Piauí

Gustavo Souza Valladares
Universidade Federal do Piauí

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar com base em imagens SRTM os aspectos geomorfológicos da Porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas. Com uma extensão territorial de aproximadamente 2.285,06 km², a área de pesquisa está inserida totalmente no semiárido nordestino, localizada na região sudeste do estado do Piauí. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi realizado levantamento bibliográfico, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto com o uso do *ArcGIS*, além de inspeções à campo. Constatou-se a partir dos procedimentos de mapeamento que a POBHG apresenta grandes altitudes, caracterizada por uma amplitude altimétrica situada entre 170 a 720 metros, e uma declividade com predomínio de relevo plano e suave ondulado. As técnicas de geoprocessamento constituíram ferramentas essenciais ao possibilitar a compreensão das características do relevo da POBHG. Portanto, a análise dos aspectos geomorfológicos compreende um processo de suma importância no entendimento de determinado espaço geográfico, fornecendo desse modo, subsídios ao planejamento ambiental.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental. Bacia hidrográfica. Geotecnologias.

ANÁLISE DO RELEVO A PARTIR DE IMAGENS SRTM DA PORÇÃO OESTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUARIBAS, SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Abstract

This work aimed to analyze, based on SRTM images, the geomorphological aspects of the western portion of the Guaribas river hydrographic basin. With a

territorial extension of approximately 2,285.06 km², the research area is fully inserted in the northeastern semi-arid, located in the southeast region of the state of Piauí. For the development of this research, a bibliographic survey, geoprocessing techniques and remote sensing were performed using ArcGis, in addition to field inspections. It was found from the mapping procedures that the POBHG has high altitudes, characterized by an altimetric amplitude between 170 and 720 meters, and a slope with a predominance of flat and soft wavy relief. Geoprocessing techniques were essential tools to enable the understanding of the characteristics of POBHG relief. Therefore, the analysis of geomorphological aspects includes a process of great importance in the understanding of a given geographical space, thus it provides subsidies for environmental planning.

Keywords: Environmental planning. River basin. Geotechnologies.

INTRODUÇÃO

Os estudos ambientais na ciência geográfica são de grande relevância para o conhecimento dos aspectos físicos como também humanos, pois estas pesquisas que na maior parte levam em consideração os aspectos socioeconômicos, ou seja, tratam da relação existente entre sociedade/natureza, são extremamente necessárias para a compreensão do espaço como um todo.

Desta maneira, as pesquisas baseadas na análise dos aspectos físicos, ao considerar o estudo integrado dos componentes que constituem a paisagem, possibilitam compreender o funcionamento e a dinâmica dos ambientes naturais e as alterações ocasionadas pelas atividades antrópicas (SANTOS e SOUZA, 2014).

Marques (2007) salienta que a visão holística da paisagem e a necessidade da compreensão das relações entre a natureza e sociedade criaram visões e enfoques para as pesquisas ambientais. Nesse bojo, os estudos em geografia física onde se considera a abordagem geomorfológica como caminho analítico primordial, possibilita o entendimento da dinâmica existente entre os aspectos físicos e as atividades desenvolvidas pela sociedade.

Conforme destaca Christofolletti (2007), os estudos sobre o relevo são essenciais na compreensão do ambiente natural, pois este elemento permite a integração com o clima, vegetação, água e solos, no contexto dos sistemas ambientais físicos, que se tornam o objeto de estudo da geografia física.

Nessa discussão, Silva (2007) corrobora ao apontar que as pesquisas que têm como base definir, classificar e analisar as formas de relevo, possibilitam o conhecimento sobre a forma e a natureza do substrato físico onde se realizam as atividades humanas. Estas análises podem ser utilizadas na organização do conhecimento ambiental, gerando informações relevantes para o planejamento territorial.

Nesse contexto, torna-se de extrema importância o uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto nas pesquisas ambientais,

SOUSA, F.W.A.; MOURA FÉ LIMA, I.M.; VALLADARES, G.S.

especialmente nos mapeamentos geomorfológicos. Essas ferramentas denominadas geotecnologias, constituem instrumentos que permitem uma análise precisa da superfície terrestre e os fenômenos e processos envolvidos (CAVALCANTI, 2000).

Desse modo, as geotecnologias constituem atualmente elementos essenciais nos estudos da geografia, pois auxiliam uma melhor interpretação e representação dos fenômenos que se manifestam no espaço geográfico, constituindo-se, portanto, ferramentas fundamentais para fins de ordenamento territorial, análise e monitoramento ambiental (ROSA, 2005; SILVA e ROCHA; AQUINO, 2016).

Nessa conjuntura, o presente trabalho teve como objetivo analisar com base em imagens SRTM os aspectos geomorfológicos da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas. A importância da pesquisa está relacionada a ampliação do conhecimento da área, auxiliando no processo de planejamento ambiental e ordenamento do território.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas (Figura 1) está localizada entre as coordenadas 06° 30' e 07° 20' de latitude Sul; 41° 40' e 40° 50' de longitude Oeste, perfazendo uma área de aproximadamente 2.285,06 km². Situa-se na região sudeste do estado do Piauí, na área da microrregião de Picos, que se situa no Território de Desenvolvimento Vale do Rio Guaribas, ao utilizar-se a classificação do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP) (BRASIL, 2006).

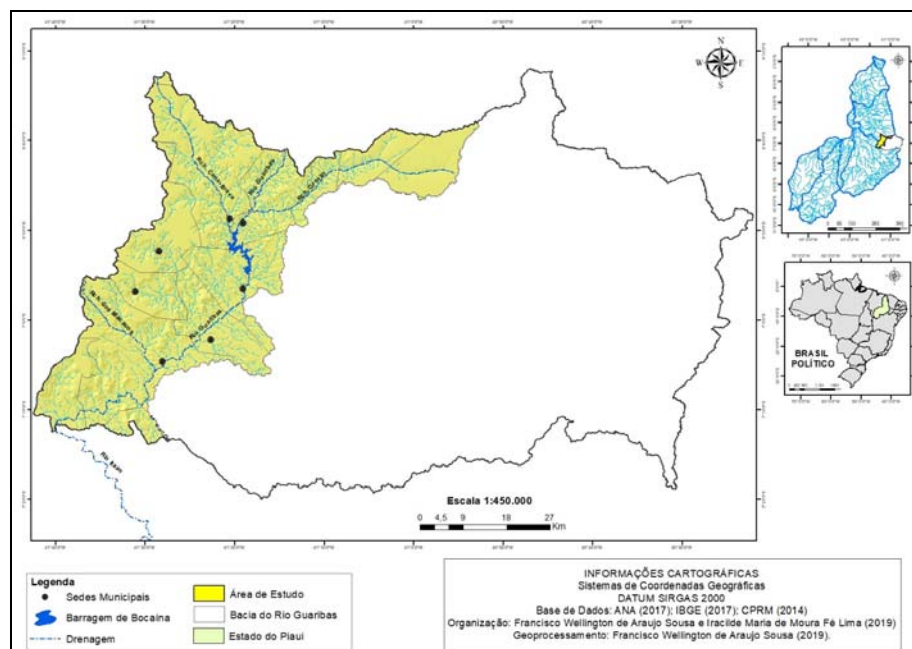


Figura 1 – Mapa de Localização da Porção Oeste da Bacia Hidrográfica do rio Guaribas.

Fonte: ANA (2017); CPRM (2014); IBGE (2017). Organização: Os autores (2020).

A POBHG engloba em parte doze municípios, a saber: Aroeiras do Itaim, Bocaina, Paquetá, Picos, Pimenteiras, Pio IX, Santana do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, São João da Canabrava, São José do Piauí, São Luís do Piauí e Sussuapara. Todos são pertencentes ao estado do Piauí e encontram-se inseridos na região semiárida do nordeste brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir dos seguintes procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto em laboratório, além de inspeções à campo. O levantamento bibliográfico foi baseado em leituras de livros e artigos sobre a temática abordada, assim como foi realizado uma pesquisa em *sites* de órgãos e outras fontes como suporte para a caracterização da área de estudo.

Para a realização e confecção do mapeamento temático foi utilizado um conjunto de dados matriciais e vetoriais, a saber: arquivos *raster* da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) obtidos de forma gratuita no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil Topodata; *shapefiles* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os mapas gerados tiveram como referencial geodésico o Sistema de Referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o *Datum* oficial adotado no Brasil. Todo o mapeamento cartográfico foi realizado através do *software* ArcGis versão 10.2 (licença disponível no laboratório de Geotecnologias da Universidade Federal do Piauí-UFPI). Para a confecção do mapa hipsométrico e de declividade, inicialmente foi realizado a aquisição e tratamento dos dados de altimetria da missão SRTM, folhas 06S42_ZN, 06S405_ZN, 07S42_ZN e 07S405_ZN, no formato *geotiff*, 32 *bits*, resolução de 30 metros. Foi feito um mosaico dessas cenas, através das ferramentas *ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Dataset > Mosaic To New Raster*.

Posterior a esse procedimento, foi desenvolvido o recorte da área de pesquisa através da ferramenta *Spatial Analyst Tools, Extraction* e opção *Extract By Mask* utilizando como arquivo de entrada a imagem SRTM. O passo seguinte consistiu em reprojeter o arquivo para o sistema *Universal Transversal de Mercator* (UTM) por meio da ferramenta *"Data Management Tools > projections and transformations > raster > Project raster"*. Após esse procedimento foi realizado a classificação dos valores de altitude, considerando o intervalo de 90 metros.

Com as informações do Modelo Digital de Elevação (MDE) delimitadas no *software ArcGIS*, foi desenvolvido em seguida a aplicação do relevo sombreado, através das ferramentas *"Spatial analyst tools > surface > hillshade"* para uma melhor representação das classes de altitude no mapa gerado.

O mapa de declividade foi desenvolvido a partir das ferramentas *"Spatial Analyst Tools > surface > slope"*. Em seguida foi feita a delimitação de 5 classes que variam de plano a montanhoso/escarpado, tendo como referência as classes

SOUSA, F.W.A.; MOURA FÉ LIMA, I.M.; VALLADARES, G.S.

definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Identificação de classes de declividades do relevo

Tipo de morfologia	Declividade do relevo (%)
Plano	< 3
Suave ondulado	3 a 8
Ondulado	8 a 20
Forte ondulado	20 a 45
Montanhoso	45 a 75
Escarpado	> 75

Fonte: EMBRAPA (1979). Elaborado pelos autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características Fisiográficas da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas

No que se refere às características ambientais da POBHG, observa-se que esta encontra-se alicerçada num ambiente predominantemente de estrutura sedimentar, distinguidas nas rochas da Bacia do Parnaíba (de idade Paleozoica) e os depósitos recentes da era Cenozoica. As unidades geológicas constituintes da Bacia do Parnaíba correspondem à Formação Jaicós (7,79% da área da POBHG), Formação Pimenteiras (30%) e a Formação Cabeças (38,13%). Já as Coberturas Detrito-lateríticas abrangem 24,08% da área de pesquisa (Figura 2).

No que concerne ao clima da POBHG, toda sua extensão territorial encontra-se inserida na região semiárida do Nordeste brasileiro, que apresenta como principais características: elevadas médias anuais de temperatura (27°C) e uma evaporação em torno de 2.000 milímetros, sendo as precipitações pluviométricas com média anual inferior a 800 milímetros, concentradas em até três a cinco meses e distribuídas de forma irregular (BRASIL, 2005).

Os aspectos hidrográficos da Porção Oeste da Bacia Hidrográfica do rio Guaribas se caracterizam por rios e riachos efêmeros ou temporários, influenciados pelo clima da região. Desse modo, além do rio Guaribas, os principais canais fluviais da área pesquisada correspondem os riachos Cana-Brava e dos Macacos pela margem direita, e o riacho Grotão pela margem esquerda.

Com relação às características pedológicas da POBHG, a partir do mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL, e posterior atualização do IBGE, disponibilizado no portal eletrônico da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), pode-se constatar que na área de pesquisa ocorrem os seguintes tipos de solos: Argissolo Vermelho Eutrófico (16,5%), Latossolo Amarelo Distrófico (30,2%), Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (4,1%), Neossolo Litólico Distrófico (41,2%), Neossolo Quartzarênico Órtico (5%) e Plintossolo Pétrico Litoplântico (3%), conforme se observa na Figura 3.

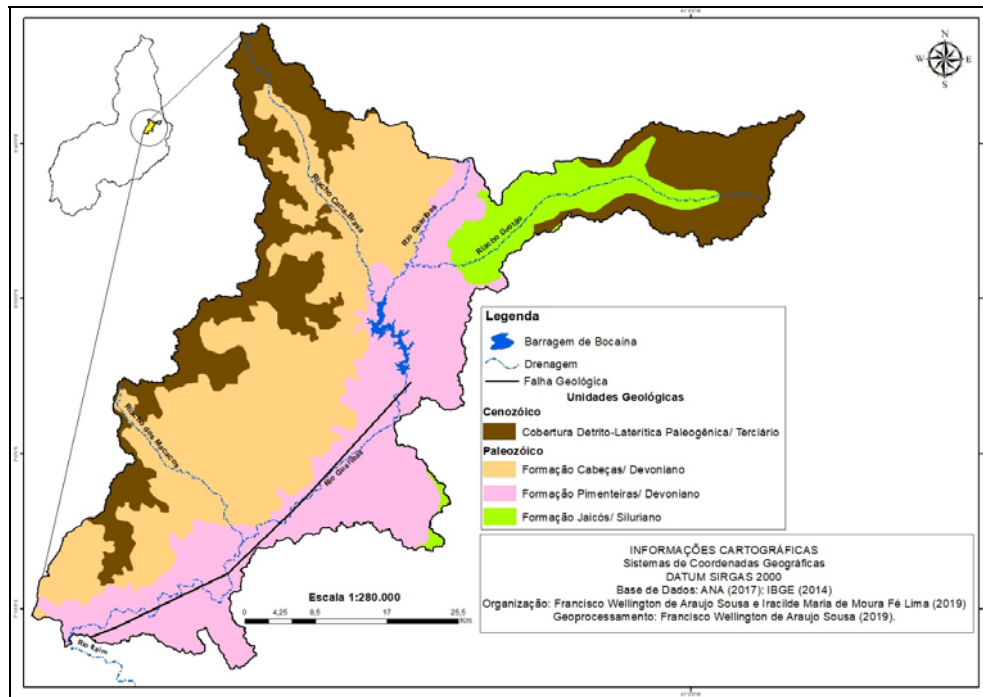


Figura 2 – Mapa da base geológica da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas.

Fonte: IBGE (2014), ANA (2017). Organização: Os autores (2020).

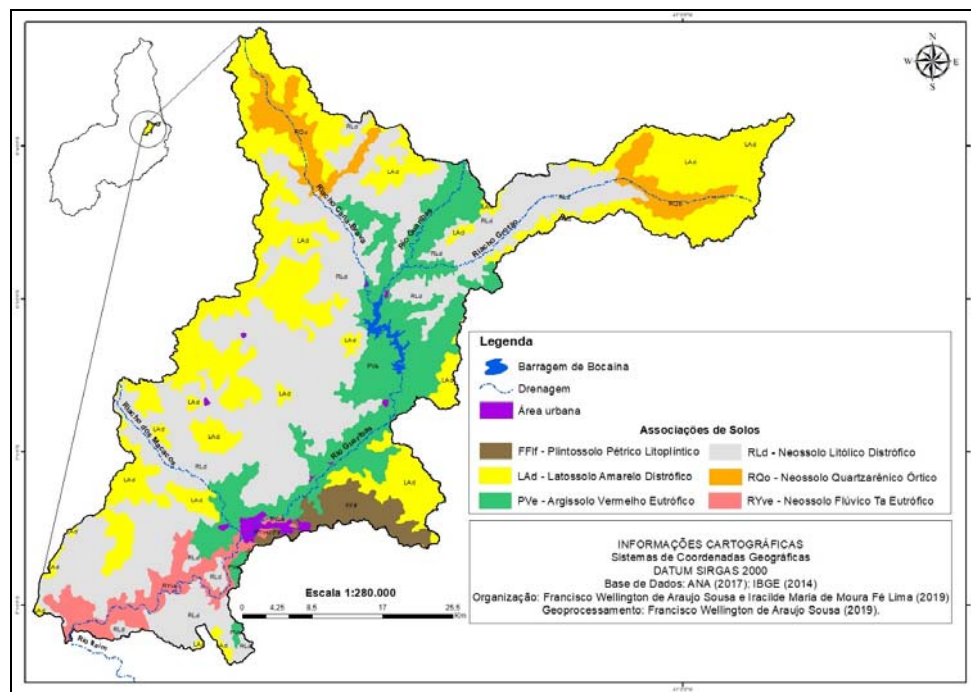


Figura 3 – Mapa de tipos de solos da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas

Fonte: IBGE (2014), ANA (2017). Organização: Os autores (2020).

A vegetação da área de pesquisa se caracteriza pela predominância da caatinga, que apresenta em grande parte da região um rarefeito revestimento das espécies vegetais, com fisionomias compostas por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio, com cerca de três a sete metros. As espécies encontradas são caducifólias, que conforme salienta Ab’ Saber (2003) se adaptaram ao clima semiárido através da perda da folhagem, como forma de conter os efeitos da evapotranspiração muito intensa.

Análise do relevo da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas

O relevo da POBHG apresenta altitudes variáveis (Figura 4), caracterizado por modelados de dissecação, acumulação e aplainamento. As menores altitudes (170 – 260 m), correspondem a 2,7% da área de pesquisa, encontradas ao longo da planície do rio Guaribas, principalmente no seu baixo curso. Compreende, portanto, áreas com superfícies de acumulação, de declives predominantemente planos, resultantes da acumulação fluvial, como se observa na figura 5.

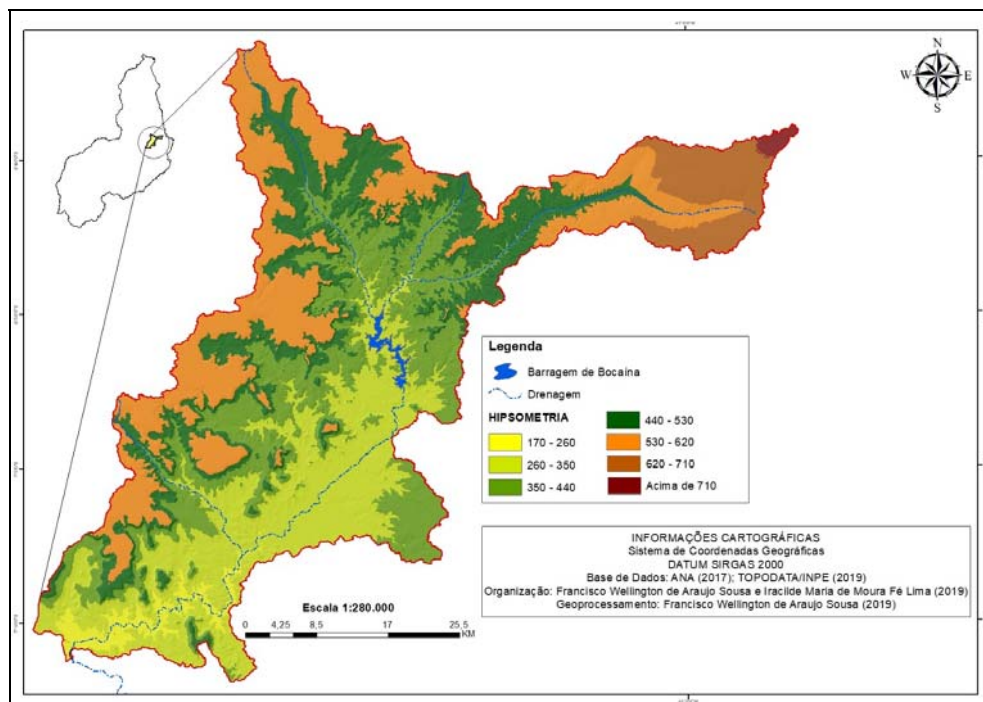


Figura 4 – Mapa hipsométrico da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas.

Fonte: ANA (2017); Topodata/INPE (2019). Organização: Os autores (2020).



Figura 5 – Fotografia da área de planície do Guaribas no município de Picos

Fonte: Sousa (dez. 2018).

As áreas com altitudes que variam de 260 a 440 metros (46,8% do total da POBHG), apresentam terrenos aplainados por dissecação, que se encontram arrasados por processos erosivos generalizados em diferentes formas de relevo. Os morros e as colinas compreendem algumas das formas de relevo residuais que podem apresentar essas cotas altimétricas. Com base na interpretação visual do relevo sombreado, apoiada nas inspeções de campo pode-se identificar esse conjunto de formas predominantes, como se observa na Figura 6.



Figura 6 – Painel de fotos que destacam formas de relevo residuais. Em: A - Colina; B – Morros.

Fonte: Sousa (dez. 2019).

Os terrenos que apresentam altitudes entre 440 a 620 metros (44% do total da POBHG), também se caracterizam por áreas com intensa dissecação. Observa-se um arrasamento dos terrenos com superfícies de aplainamento e a presença de

SOUSA, F.W.A.; MOURA FÉ LIMA, I.M.; VALLADARES, G.S.

relevos residuais, como as chapadas, os planaltos rebaixados tabuliformes e as feições ruiformes. É formada por topografias com declives planos, suave ondulados e em algumas áreas apresentam o aspecto forte ondulado.

No que se refere às chapadas (Figura 7), estas formas de relevo consistem vastas superfícies planálticas, por vezes horizontais, com cotas que variam entre 400 e 700 metros. Estão profundamente entalhados por uma rede de vales encaixados, constituídos em grande parte por camadas de arenito. Ao ocorrer uma sucessão de chapadas denomina-se chapadão (GUERRA; GUERRA, 2011).

As altitudes mais elevadas com valores altimétricos entre 620 e acima de 700 m correspondem a 6,5% da área de pesquisa, e são representadas pela formação Jaicós e pelos Depósitos detrítico-lateríticos. São encontradas na porção Nordeste da POBHG, o que corresponde ao Planalto da Ibiapaba (Figura 8).



Figura 7 – Fotografia destacando chapadas em São José do Piauí
Fonte: Sousa (jan. de 2020).



Figura 8 – Fotografia destacando Planalto da Ibiapaba em São Luís do Piauí
Fonte: Sousa (dez. 2019).

A declividade do relevo da área de pesquisa é caracterizada por apresentar uma predominância de baixos índices de inclinação do terreno, que correspondem as áreas planas e suave onduladas.

Desse modo, com base nas informações da Tabela 1, infere-se que 76,3 % da área possui relevo plano a suave ondulado, com 1.743,18 km² e estando distribuída em toda a área da POBHG. Também distribuída em toda a extensão da área de pesquisa, a classe ondulada (8 a 20% de declive) compreende 14,8%, equivalente a 337,41 km². Já a classe forte ondulado e montanhoso possuem em conjunto uma área de 204,47 km², o que corresponde a 7,3 % e 1,6 % respectivamente. A Figura 9 apresenta o mapa clinográfico da POBHG, com as respectivas classes divididas em porcentagem.

Tabela 1. Distribuição das classes, áreas e porcentagem da declividade na área de pesquisa

Classes de Declividade (%)	Área	
	km ²	(%)
0 - 3	1.147,13	50,2
3 - 8	596,05	26,1
8 - 20	337,41	14,8
20 - 45	167,65	7,3
> 45	36,82	1,6
Total	2.285,06	100

Organização: Os autores (2020).

Ao estabelecer uma relação das características do relevo da POBHG com os demais componentes do meio físico (solos e vegetação), alguns aspectos devem ser abordados. Verifica-se que nas áreas ao longo da planície do rio Guaribas, onde se observa as menores altitudes, especificamente no baixo curso, há o predomínio dos Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos como também ocorrem os Argissolos Vermelhos Eutróficos. A vegetação nas áreas de planície apresenta uma fisionomia mais densa, devido as características de umidade.

Destaca-se que, a POBHG é caracterizada pelo predomínio de áreas com relevo plano e suaves ondulados, que em sua maior parte encontram-se bem dissecados. A forte dissecção dos terrenos garante ao ambiente da região a existência de solos com grande vulnerabilidade aos processos erosivos, principalmente os Neossolos Litólicos Distróficos. Esses solos estão em sua maior parte revestidos por uma vegetação rarefeita, com fisionomias arbustivas e presença de cactáceas.

SOUSA, F.W.A.; MOURA FÉ LIMA, I.M.; VALLADARES, G.S.

Nas áreas com relevo plano e altitudes que variam de 500 a 700 metros, verifica-se um maior predomínio dos Latossolos Amarelo Distróficos. Esses solos são encontrados principalmente nos topos de chapadas, localizados na porção Oeste da área de pesquisa, assim como nas áreas de planaltos (com altitudes acima dos 600 metros) na porção Nordeste da POBHG. A vegetação dessas áreas que apresentam cotas altimétricas elevadas possui um porte mais arbóreo, ou seja, uma fisionomia mais densa.

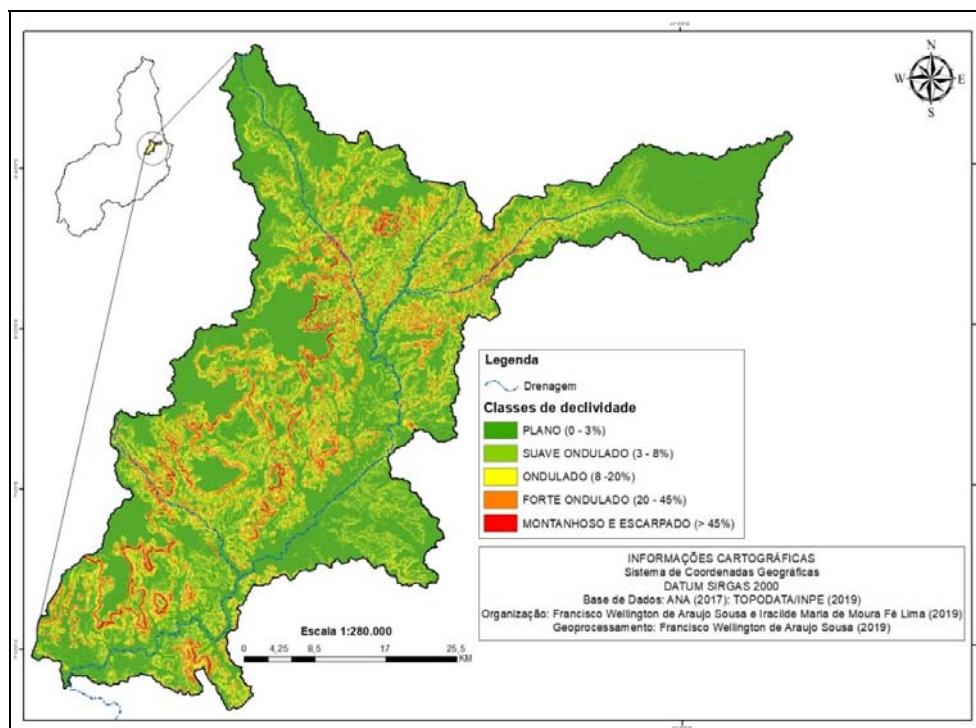


Figura 9 – Mapa clinográfico da Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas.

Fonte: ANA (2017); Topodata/INPE (2019). Organização: Os autores (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos procedimentos realizados com base nas imagens SRTM e no geoprocessamento, foi possível compreender algumas características do relevo da POBHG. Constatou-se que a área de pesquisa apresenta grandes altitudes, caracterizada por uma amplitude altimétrica situada entre 170 a 720 metros, e uma declividade do terreno com predomínio de relevo plano e suave ondulado, que se encontram em grande parte bem dissecados.

Portanto, as técnicas de geoprocessamento associado ao sensoriamento remoto consistiram então ferramentas essenciais que permitiram entender as características geomorfológicas, sendo, portanto, indispensáveis aos estudos ambientais, principalmente no que se refere ao entendimento da paisagem como auxílio para o planejamento ambiental.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva: Território Vale do Rio Guaribas**. Brasília, DF: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006.
- CAVALCANTI, A. P. B. **Geoprocessamento**. Teresina – PI: Edição do autor, 2000.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. *In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 415-440.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *In: Reunião Técnica de Levantamento de solos*, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979. 83 p.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. *In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 23-50.
- ROSA, F. S. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n.16, p. 81-90, 2005.
- SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Abordagem Geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. **Boletim Goiano Geografia**. (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014.
- SILVA, J. X. Geomorfologia e Geoprocessamento. *In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 365-391.
- SILVA, F. J. L. T.; ROCHA, D. F.; AQUINO, C. M. S. Geografia, Geotecnologias e as novas tendências da geoinformação: indicação de estudos realizados na região Nordeste. **InterEspaço**, Grajaú/MA, v. 2, n. 6, p. 176-197, mai./ago. 2016.