

Uso do mapa de Declividade e do Modelo Digital de Elevação na análise do relevo do município de São Miguel do Tapuio – Piauí

Use of the Declivity map and Digital Elevation Model in the analysis of the relief of the municipality of São Miguel do Tapuio – Piauí

LEAL¹, J. M.; AQUINO², C. M. S.; SILVA³, F. J. L. T.
jografiaufrpi@gmail.com

Resumo

A cartografia apresenta-se como uma importante ferramenta de representação do espaço geográfico, sendo possível abordar variadas temáticas em pesquisas relacionadas à análise do relevo. Neste sentido, a presente pesquisa constituiu-se no uso dos mapas de Declividade e Modelo Digital de Elevação (MDE) na análise do relevo do município de São Miguel do Tapuio, onde estes apresentam eficácia no que concerne ao auxílio no ordenamento territorial. Utilizaram-se imagens SRTM para a elaboração dos referidos mapas. Para a definição das classes de declividade utilizou-se a metodologia da EMBRAPA (2009).

Palavras-chave: Declividade; MDE; Ordenamento territorial.

Abstract

The cartography presents itself as an important tool of representation of the geographic space, being possible to approach varied subjects in surveys related to the analysis of the relief. In this sense, this research is based on the use of the Declivity and Digital Elevation Model (MDE) maps in the analysis of the relief of the municipality of São Miguel do Tapuio, where these are effective in terms of territorial planning aid. SRTM images were used to elaborate these maps. For the definition of slope classes, the methodology of EMBRAPA (2009) was used.

Keywords: Declivity; MDE; Land use planning.

1. INTRODUÇÃO

Compreender o relevo é fundamental para planejar as ações no território que visem à manutenção do meio ambiente. Através desta compreensão é possível evitar diversos problemas estruturais de nível ambiental e social, como por exemplo, a erodibilidade e o uso inadequado do solo, outro suporte ao planejamento ambiental, e o mapeamento de topografia e declividade de um município (CHAVES et al. 2013).

Neste sentido, compreende-se que os dados topográficos fornecem variáveis fundamentais e são comumente requeridos nas análises ambientais (VALERIANO, 2008). A obtenção dos dados topográficos mais comuns são as cartas topográficas e os modelos digitais de elevação do SRTM.

¹Janaira Marques Leal, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Goiás, Goiânia-GO, Brasil.

²Cláudia Maria Sabóia de Aquino, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

³Francisco Jonh Lennon Tavares da Silva, Laboratório de Geomática, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

Vale ressaltar que embora o enfoque do presente estudo esteja pautado na análise de um elemento físico constituinte da paisagem, que é o relevo, a paisagem é considerada como um sistema formado por um conjunto de estruturas contendo tanto os fatores naturais quanto os socioeconômicos. Dessa forma, Souza (2000) fala que a paisagem é um sistema complexo que deriva das relações e interações de componentes do potencial ecológico e da exploração biológica, onde essas relações assumem um grau maior de complexidade quando incorporadas as variáveis socioeconômicas.

Portanto, para auxiliar na análise territorial é imprescindível a utilização de técnicas de Geoprocessamento e SIG, pois elas proporcionam uma apreensão mais próxima do real possibilitando um ordenamento mais coerente para a área estudada, integrando em um único banco de dados informações numéricas e espaciais, oportunizando a elaboração de estratégias no que concerne à organização físico-territorial dos locais estudados, facilitando, assim, as análises que favorecem uma melhor utilização dos recursos naturais.

Utilizando-se as técnicas de geoprocessamento, destaca-se a confecção do mapa de declividade derivado do MDE, que para a análise do relevo, os mapas de declividade emergem como produto de vital importância, uma vez que objetiva demonstrar as inclinações de uma dada área em relação a um eixo horizontal, servindo como fonte de informações para as formas de relevo, aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana, entre outros (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Assim, a presente pesquisa busca evidenciar o uso dos mapas de declividade e os modelos digitais de elevação (MDE) do relevo, como instrumentos de análise da paisagem, apresentando, portanto, o caráter experimental, buscando evidenciar a relevância dos diferentes graus de inclinação do terreno com o intuito de fornecer bases para o ordenamento territorial do município em questão.

A partir da realização da presente pesquisa, espera-se proporcionar uma sustentação para a consecução de uma análise mais ampla e completa da paisagem especialmente porque o relevo é a base para a sustentação da evolução das paisagens, bem como uma das primeiras variáveis a ser considerada em sua análise, visto que a geomorfologia assume um papel relevante para o planejamento, uma vez que relevo é a base para as atividades humanas e se apresenta como âncora nos estudos voltados à análise dos sistemas naturais, pautando-se no uso de novas tecnologias para a representação da paisagem a partir da integração de mapas cartográficos digitais, deixando em evidência a importância do mapa de declividade e dos modelos digitais de elevação (MDE).

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

A área de estudo escolhida para a realização da presente pesquisa foi o município de São Miguel do Tapuio, que está localizado na microrregião de Campo Maior, compreendendo uma área de 5.283 km², tendo como limites os municípios de São João da Serra, Castelo do Piauí e Buriti dos Montes ao norte, ao sul com Pimenteiras, Assunção do Piauí e Aroazes, a oeste com São João da Serra, Alto Longá, Prata do Piauí, Aroazes e Santa Cruz dos Milagres, cuja sede municipal possui as coordenadas 05° 30'13" de latitude sul e 41° 19'24" de longitude oeste, distando aproximadamente 227 km da capital piauiense, Teresina (AGUIAR, 2004).

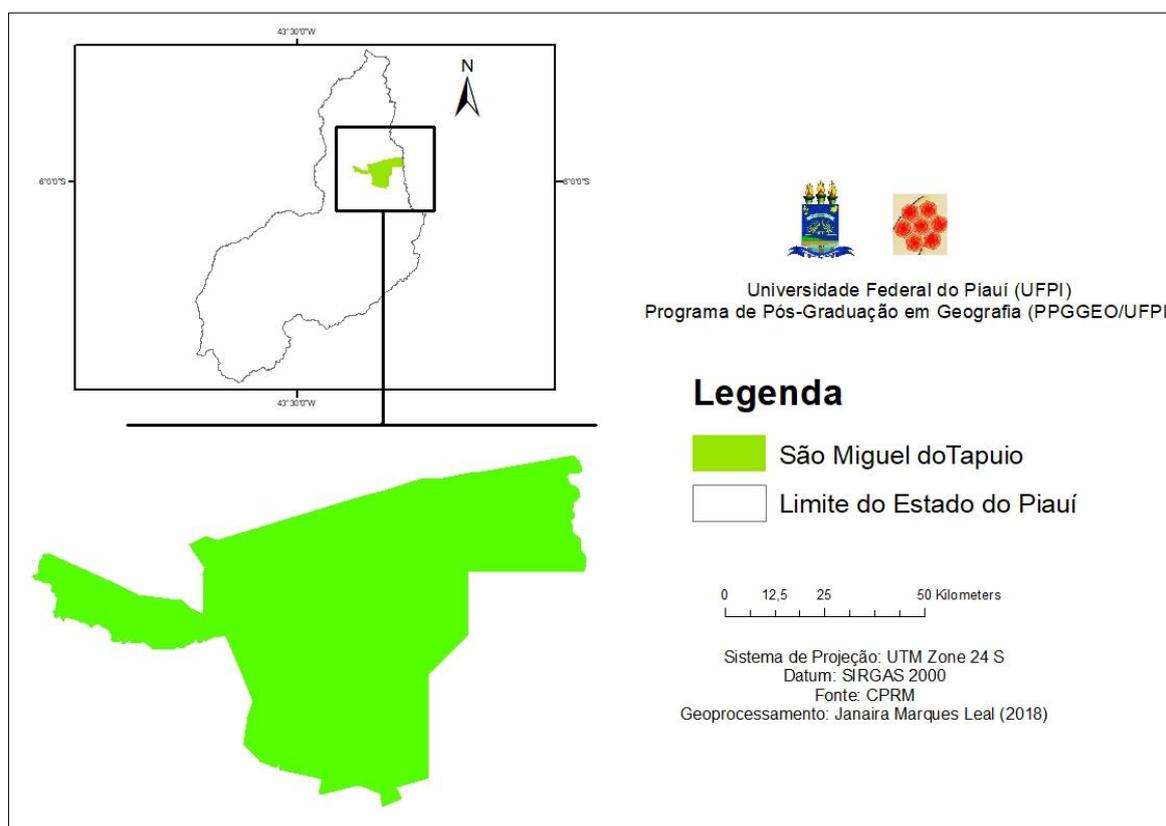


Figura 1 – Localização da área de estudo. **Fonte:** CPRM (2009).

2.2 Caracterização geoambiental da área de estudo

A caracterização da área de estudo se faz necessário, uma vez que uma análise de uma determinada paisagem só é possível quando se tem o conhecimento dos elementos constituintes da mesma.

Neste sentido, geologicamente o município de São Miguel do Tapuio apresenta diferentes litologias que podem ser distinguidas em: rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba e as coberturas colúvio-eluviais, sendo este último caracterizado como os sedimentos mais recentes compostos por areia, argila, cascalho e laterito (CPRM, 2006). As unidades geológicas encontradas no município são: Formação Cabeças (18,6%), Formação Longá (5,7%), Formação Pimenteiras (17,9%), Formação Poti (5,7%), Formação Serra Grande (36,7%) e Depósitos Colúvio-eluviais (15,1%).

Quanto aos aspectos geomorfológicos, de acordo com mapeamento realizado pelo INDE (2014), a geomorfologia da área encontra-se dividida como Patamares do Parnaíba (55,4%), Serras grade e Ibiapaba (21,2%), Tabuleiros do Parnaíba (14,3%) e Vãos do Médio Parnaíba (8,9%).

Com relação aos tipos de solos presentes na área de estudo, baseando-se pelo mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibilizado no site do INDE disponível no endereço eletrônico (<http://www.inde.gov.br/>) em sua adaptação afirma que os tipos de solos presentes no município de São Miguel do Tapuio são classificados em Plintossolos Pétricos Concrecionários (3,2%), Plintossolos Argilúvicos Distróficos (1,6%), Latossolos Amarelos Distrófico (23,3%), Neossolos Litólicos Distróficos (46%) e Neossolos Quartzarênicos Órticos (25,7%).

No concerne ao clima da área estudada, de acordo com Aguiar (2004), o município de São Miguel do Tapuio apresenta clima quente tropical, com uma precipitação pluviométrica média anual (com registro de 1.000 mm, na sede do município), cerca de 5 a 6 meses como os mais chuvosos e período restante do ano de estação seca. Os meses de fevereiro, março e abril correspondem ao trimestre mais úmido da região.

Ainda, a área de estudo é drenada pelo rio São Nicolau e os riachos Ingarana, dos Campos, Vitória, Iningá, Tamboril, Esquisito e Bambuzeiro, e com vegetação composta por campo cerrado e cerradão associado com caatinga arbórea e arbustiva (CEPRO, 1990).

2.3. Procedimentos metodológicos

Para a realização da caracterização geoambiental da área de estudo, realizou-se um levantamento bibliográfico acerca dos aspectos físicos da área, bem como o uso de dados vetoriais e matriciais, utilizados a partir de critérios técnicos para inserir e criar novas informações a partir dos objetivos delineados preliminarmente, tanto para os dados matriciais quanto para os dados vetoriais. Esses dados e arquivos foram obtidos através do INDE (2014),

CPRM (2006) e RADAMBRASIL (1973). Realizou-se ainda uma etapa de campo onde foram aferidos os dados apresentados na presente pesquisa.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi utilizado para determinação das classes de declividade, obtidos a partir da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), onde estes são distribuídos gratuitamente no site do Banco de dados Topodata/INPE: (<<http://www.dsr.inpe.br/topodata>>).

Foram obtidos os dados refinados da resolução espacial original (~90m) no formato GRID para (~30m). Para Valeriano (2008), a elaboração de MDE's está relacionada ao armazenamento de cotas altimétricas em arquivo digital composto por linhas e colunas. Neste sentido, para que se confeccionasse o MDE do município de São Miguel do Tapuio, utilizaram-se as cartas TOPODATA de índices 05S435_ZN, 05S42_ZN e 06S42_ZN.

Em decorrência da utilização de mais de uma cena, devido à grande extensão territorial do município estudado, foi feito um mosaico para uni-las, através do aplicativo *ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Dataset > Mosaic To New Raster*, do *Software ArcGis 10.2*. Posteriormente, para que se obtivesse um maior entendimento da área de estudo, o MDE foi reclassificado em nove classes altimétricas, estas variando de 82 a 900 metros.

A partir dessa reclassificação foi possível a divisão das áreas mais elevadas e das mais rebaixadas do recorte espacial escolhido na presente pesquisa. Neste sentido, a partir das imagens SRTM foi possível gerar o mapa temático de declividade. Para que se fizesse possível a geração do mapa de declividade, utilizou-se a ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst tools > Surface > Slope* do *software ArcGis 10.2*.

O mapa foi gerado em porcentagem (PERCENT) estabelecendo cinco classes, estas variando de plano a montanhoso seguindo a classificação da EMBRAPA (2009) e recebendo adaptações de acordo com os declives apresentadas na área de estudo, onde as classes foram delineadas da seguinte forma: de 0 – 3%; de 3 – 8%; de 8 – 20%; de 20 – 45%; de 45 – 75%, sendo estas denominadas de Plano, Suave Ondulado, Ondulado, Forte Ondulado e Montanhoso, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Intervalos de Declividade com respectivas denominações das classes, no município de São Miguel do Tapuio, Piauí. **Fonte:** EMBRAPA (2009).

Intervalo de declividade	Classe atribuída
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave Ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte Ondulado
45 – 75	Montanhoso

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O relevo do município de São Miguel do Tapuio é marcado por baixos índices de declividade, como é apresentado no mapa da Figura 2.

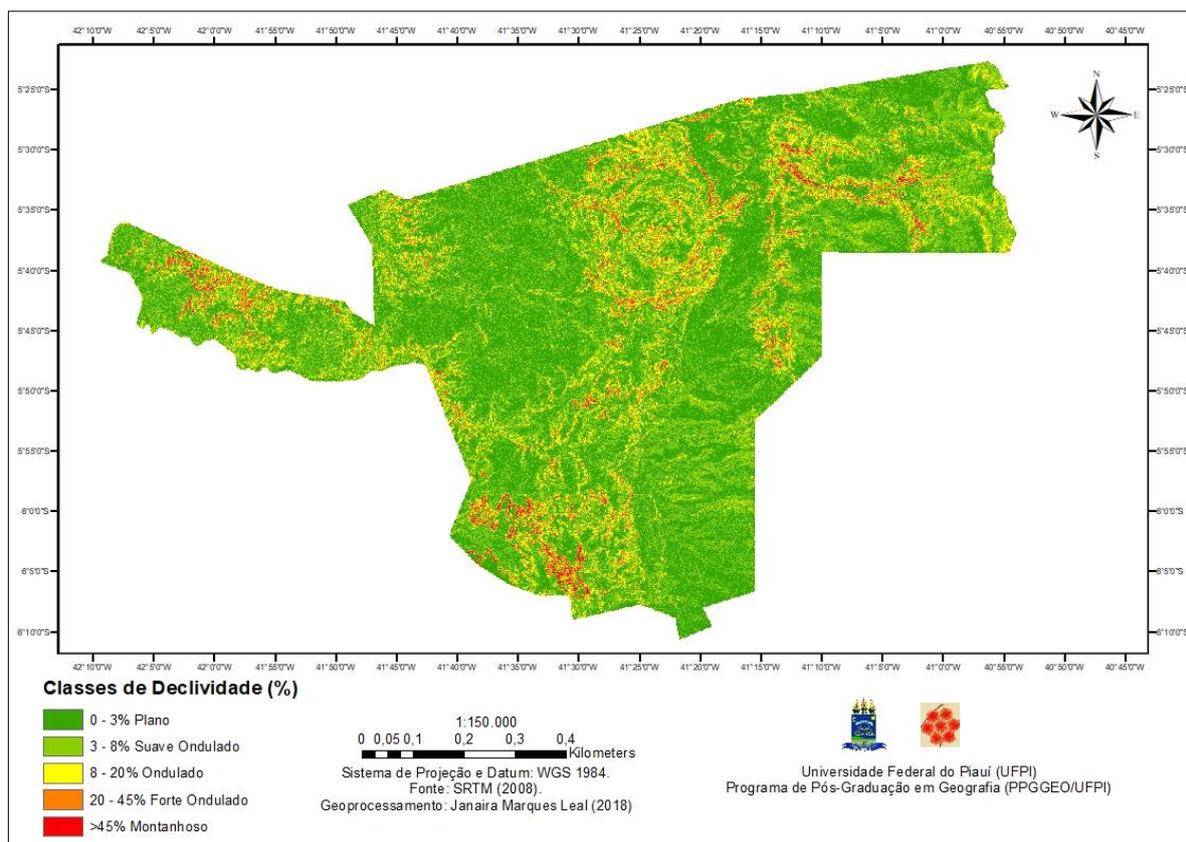


Figura 2 – Classes de declividade do município de São Miguel do Tapuio, Piauí. **Fonte:** Dados SRTM.

Sabe-se que a declividade exerce influência importante no processo erosivo, tendo em vista que a variação da erosão desempenha um importante papel quando comparado a outros fatores. Neste ínterim, corrobora-se que o grau de declive do terreno, de acordo com Oliveira

et al. (2007), apresenta uma influência direta sobre a percentagem de perda do solo por erosão, visto que quanto maior o seu gradiente maior a intensidade de escoamento das águas sob o efeito da gravidade e, portanto, menor o seu tempo disponível para a infiltração no solo.

É possível notar através da Tabela 2 que 53,4% da declividade da área estudada caracteriza-se como plana, com declives entre 0 e 3%, seguido pela classe suave ondulado compreendendo 35,8% da área com intervalos de declive entre 3 e 8%; na terceira posição tem-se a classe ondulado referente a 9,8% da área com classe de declive atribuída entre 8 a 20%; os outros dois intervalos referentes a classe forte ondulado e montanhoso somam cerca de 0,702% da área total do município estudado, compreendendo uma área de 39,8 e 0,11 respectivamente.

Tabela 2 – Intervalos de Declividade com respectivas denominações das classes, áreas e porcentagens correspondentes a cada uma, no município de São Miguel do Tapuio, Piauí. **Fonte:** Pesquisa direta.

Intervalo de Declividade	Classe atribuída	Área	%
0 a 3	Plano	2807,2	53,4
3 a 8	Suave Ondulado	1879,7	35,8
8 a 20	Ondulado	518,5	9,8
20 a 45	Forte Ondulado	39,8	0,7
45 a 75	Montanhoso	0,11	0,002
Total		5.245,3	100

As áreas referentes à classe plana variam entre 0 a 3%, equivalendo a 53,4% da área total estudada, uma área de 2807,2 Km², possuindo uma topografia horizontalizada em sua maioria, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Essa área corresponde aos patamares do Parnaíba, possuindo uma declividade que não apresenta muita restrição ao uso.

Observa-se que o município apresenta uma classe de 3 a 8% equivalente a 35,8% da área total do município de São Miguel do Tapuio, denominada de suave ondulado, ou seja, predominando os processos de acumulação dos sedimentos resultantes dos agentes externos que esculpem a paisagem ali existente.

Nas áreas que equivalem à classe que varia entre 8 e 20% (ondulada), apresentam características de relevo ligeiramente inclinado, nos quais o escoamento superficial para a maior parte dos solos é médio ou rápido.

Compreende-se que os níveis de declividades menos acentuados, caracterizados com 20 a 45%, o equivalente a 0,7% da área total do município e classe denominada de forte

ondulada, encontra-se situada nos tabuleiros do Parnaíba, feições geomorfológicas mais elevadas e consequentemente mais susceptíveis à erosão.

As áreas mais declivosas com valores superiores a 45% determinam áreas com uma vertente bastante inclinada com altas susceptibilidades à erosão, não sendo recomendadas para o uso agrícola.

A Figura 3 aponta um mosaico com a diversidade do relevo do município de São Miguel do Tapuio em alguns pontos, apresentando assim as classes de declividade apresentadas anteriormente.



Figura 3 – Relevo do município de São Miguel do Tapuio, Piauí. **Fonte:** Pesquisa de campo (2018).

De acordo com o mosaico de fotos na Figura 3, a primeira fotografia (A) apresenta-se como um interflúvio demonstrando a classe de declividade correspondente a 0 a 3% (plano), definindo assim a maior parte do município estudado, com altitudes que variam entre 100 a 200 m. Na segunda fotografia (B), nota-se a presença da classe plana onde nota-se a potencialidade para plantação de lavoura, e mais atrás a classe ondulado com altitudes que variam entre 400 e 500 m, com percentagem de 8 a 20%, sendo a terceira classe com maior extensão no município. A terceira foto (C) nota-se ainda a presença da classe plana, com

vastas áreas mais rebaixadas. Na fotografia (D) nota-se ainda a presença da classe ondulada, com áreas mais íngremes e afloramentos rochosos e relevo mais dissecado.

A Figura 4 ilustra as classes altimétricas do município em questão, que possui um modelado com diferentes altitudes que variam de 74 a 900m.

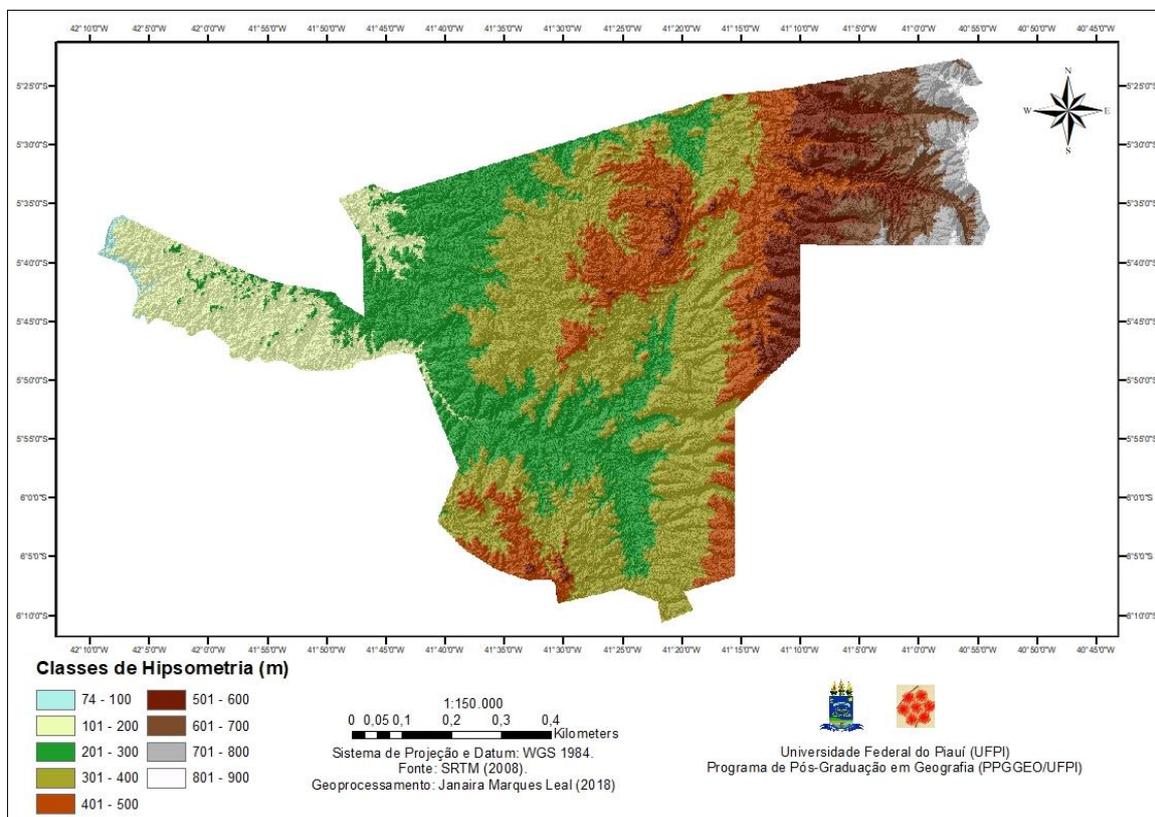


Figura 4 – Classes hipsométricas do município de São Miguel do Tapuio, Piauí. **Fonte:** Dados SRTM.

As classes altimétricas existentes no município de São Miguel do Tapuio expõem altitudes que em média apresentam diminuição no seu índice de leste para oeste, em detrimento da sua localização geográfica próxima a borda da bacia sedimentar Piauí-Maranhão.

Neste sentido, verifica-se que nas áreas situadas abaixo dos 400 metros, pode-se observar a partir da interpretação do relevo sombreado (elaborado a partir do MDE) formas de relevo que caracterizam a paisagem como uma área de Patamares, que foram dissecados ao longo da história geológica. A partir da interpretação visual do Relevo sombreado, associado às Figuras 2 e 3, podem-se identificar 3 (três) áreas que apresentam um conjunto de formas predominantes: colinas, morros e morrotes.

Desta forma, o relevo do município de São Miguel do Tapuio, Piauí, que em sua maioria apresenta declividades inferiores a 20%, apresenta um panorama bastante interessante para as análises geomorfológicas que visam ao ordenamento territorial, tendo em vista que

mediante os resultados obtidos é possível concluir que o local apresenta boa aptidão, diante o fator declividade, para cultivos agrícolas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação dos mapas de declividade constitui uma forma de representação do relevo, indicando a inclinação das vertentes e aspectos relativos à dissecação do mesmo, onde estes, aliados ao MDE, proporciona ao poder público uma visão do real, podendo assim, através destas variáveis, analisar o uso que lhe é atribuído e até mesmo planejar sua ocupação.

Compreende-se que os resultados até aqui alcançados através dos métodos e procedimentos computacionais, subsidiam uma compreensão integrada da natureza e auxiliam o ordenamento territorial adequado ao uso e ocupação da terra, fornecendo uma previsão de possíveis problemas ambientais futuros.

Portanto, acredita-se que a o uso dos referidos mapas apresentam-se como uma importante ferramenta de trabalho no desenvolvimento de pesquisas voltadas à análise do relevo com fins ao ordenamento territorial, uma vez que eventuais dúvidas que possam surgir no campo podem ser parcialmente sanadas com os produtos cartográficos digitais, podendo assim, subsidiar uma intervenção do poder público.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de São Miguel do Tapuio**. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico socioeconômico do município de São Miguel do Tapuio, Piauí**. Teresina, 1990.

CHAVES, M. E. D. LOURENÇONI, D. SOARES J. F; FERREIRA, E; PENA, M. R.S; MIRANDA L. H. Geomorfologia e Planejamento Ambiental: Mapeamento do Relevo e Delimitação das Classes de Declividade no Município de Campos Gerais – MG. In: X Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2013, Poços de Caldas-MG. **Anais do X Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2013**. p 1-6.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. Teresina, 2006.

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. **Dados vetoriais geomorfológicos e pedológicos**. Disponível em <<http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

OLIVEIRA, A.M.M.; PINTO, S.A.F.; LOMBARDI NETO, F. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v.5, p.63-86, 2007.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995.

SOUZA, M. J.N. de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N.; MORAIS, J. O.; LIMA, L. C. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Recebido em: 06/08/2019

Aceito para publicação em: 01/10/2019