

## Os padrões geomorfológicos condicionam a organização espacial da ocupação antrópica da bacia do Rio Maranhão

Ana Clara Alves de Melo<sup>1</sup>  
Antônio Felipe Couto Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – Campus Planaltina  
CEP: 73300-000 Planaltina - DF, Brasil  
aanaclara\_alves@hotmail.com; afcj@unb.br.

**Abstract.** The high biological diversity and landscape heterogeneity of the tropical savannas reflect a high diversity of the potential anthropic uses of these territories. Despite the milestone of the highest diversity savanna in the world, the Cerrado lacks of systemic studies about the geomorphological features and the anthropic occupation. In order to evaluate this relation, the present work aimed to integrate the TerraClass Cerrado anthropic occupation in the context of the geomorphological unities of the Maranhão River Basin. The geomorphological unities were mapped with Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 30 meters spatial resolution dataset. The TerraClass Cerrado map (<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/>) was the anthropic occupation map that was evaluated regarding the geomorphological unities. There were characterized six geomorphological units from steeper terrain to the plateaus with a flatter surface. The plateaus and colluvium ramps had at least 55% cover of their surface covered by the anthropic occupation, in special the pasture. The front of erosive retreat maintained the about 88% of natural cover owing to the steeper relief. This work evidenced that the flat the terrain, the greater the human occupation. This approach highlights the geomorphological features as the boundaries to the environmental evaluation within the integrated natural resource management as subsidy for land planning public policies.

**Palavras-chave:** landscape, land uses, geomorphology, paisagem, usos da terra, geomorfologia

### 1. Introdução

A palavra geomorfologia deriva de três palavras gregas: γῆ (Terra), μορφή (forma), e λόγος (discurso) (Panizza, 1996; Hugget, 2005). Assim, a geomorfologia trata do estudo das características físicas da superfície da Terra e suas formas, como os rios, montanhas, planícies, praias e dunas (Goerl et al., 2012). De maneira geral a geomorfologia é uma área do conhecimento que trata do entendimento e avaliação/apreciação das formas do relevo e da paisagem. Observa-se, assim, que a geomorfologia trata da paisagem, especialmente a natural (Goerl et al., 2012).

A combinação das informações obtidas num modelo digital de elevação e em dados de sensoriamento remoto permite classificar geomorfologicamente alvos presentes na superfície através de procedimentos automatizados. Esses alvos são chamados unidades de relevo. Uma unidade de relevo é definida pela secção em um perfil bidimensional que possua forma, processo e litologia relativamente homogênea (Duarte e Sabadia, 2011).

Para orientar o processo de ocupação o estudo da geomorfologia é fundamental, pois assegura uma melhor avaliação das áreas de riscos ambientais e da adequabilidade de determinado local as atividades desenvolvidas pela população. Pois, cada característica ambiental reage de forma diferente à pressão imposta pelo crescimento das áreas urbanas (Silva et al., 2013).

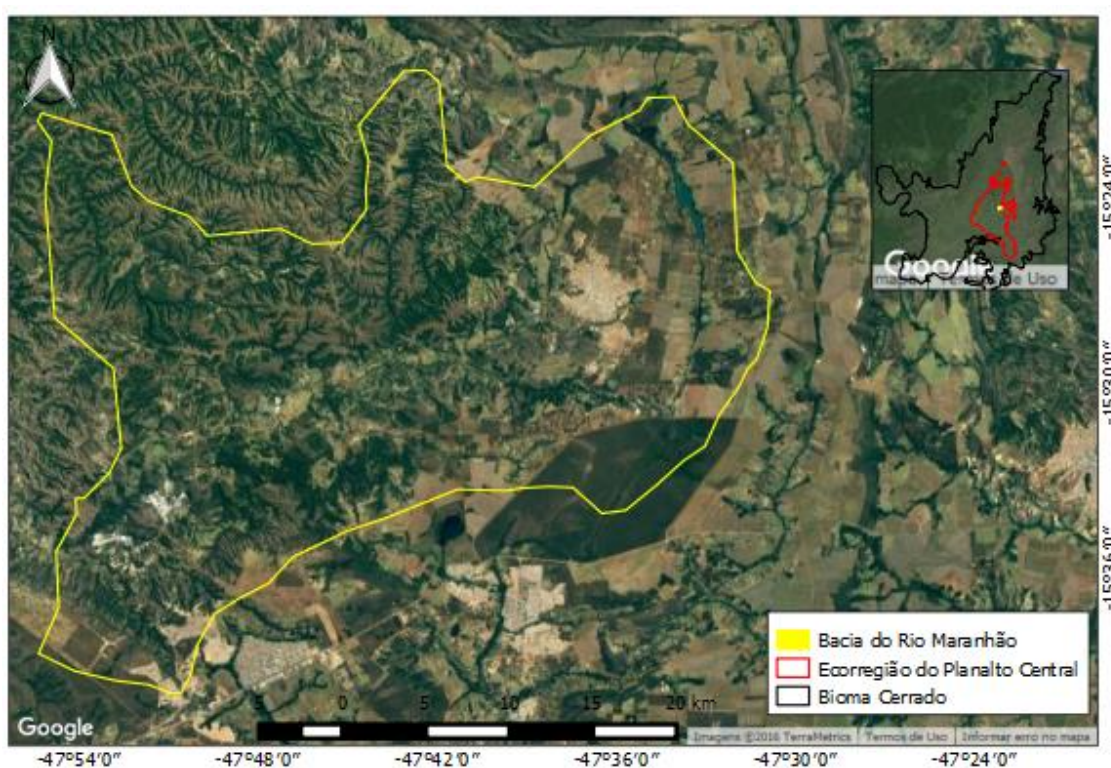
Desta forma, faz-se necessário compreender as relações entre os elementos constituintes do meio ambiente, entendendo os processos e fenômenos que envolvem este sistema complexo e suas inter-relações; principalmente com as diferentes formas de interferência antrópicas (Silva et al., 2013). Ou seja, o planejamento ecorregional e com base na bacia hidrográfica são unidades ideais para o planejamento de uso das terras, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes e os diversos elementos da paisagem (Arruda et al., 2008; Botelho, 1999; Silva, 2009).

Considerando a relevância do conhecimento dos padrões de relevo para a compreensão dos padrões espaciais das ocupações antrópicas para o Cerrado, a hipótese deste trabalho foi que as unidades geomorfológicas condicionaram a organização espacial da ocupação antrópica em uma bacia hidrográfica localizada na região nuclear do Cerrado. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi integrar os padrões de ocupação antrópica do TerraClass Cerrado dentro contexto das unidades de relevo da bacia do Rio Maranhão.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Maranhão possui área de 1.333 km<sup>2</sup>, estando inserida na região nuclear do Cerrado (Figura 1). Possui duas estações bem definidas: um verão úmido e quente e inverno seco frio e seco, podendo ser observado um período de cerca de 6 meses de deficiência hídrica climática.



**Figura 1.**Localização da área de estudo.

Quanto a geologia, apresenta a diversidade litológica da Ecorregião do Planalto Central, abrangendo predominantemente a zona externa e zona interna da Faixa Brasília (Pimentel et al., 2011). A zona externa é composta por unidades metassedimentares do mesoproterozóico – Grupo Paranoá e Canastra - e porções do embasamento Arqueano Paleoproterozóicos (Uhlein et al. 2012). A zona interna inclui unidades alóctones dos Grupos Araxá e Serra da Mesa e as porções do embasamento (Maciço de Goiás e remanescentes de *greenstone belts*) (Pimentel et al., 2000).

A bacia está inserida no domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, na região geomorfológica dos Planaltos e Depressões (IBGE, 2010). O domínio morfoestrutural compreende os maiores táxons da compartimentação do relevo e organizam fatos geomorfológicos numa escala regional segundo natureza das rochas e tectônica atuante, para as bacias o domínio é caracterizado por extensas áreas com planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas (IBGE, 2009).

As principais classes de solos encontrados são os Latossolos e os Cambissolos são mais predominantes na área de estudo, que também apresenta Argissolos, Chernossolos, Gleissolos, Neossolos e Plintossolos (Pinheiro et al., 2008).

## 2.2. Unidades de Relevo

Para o mapeamento dos padrões estruturais, foram utilizadas cenas da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30m. O SRTM foi uma missão a bordo do ônibus espacial Endeavour, no período de 11 a 22 fevereiro de 2000. O ônibus espacial *Endeavour* orbitou a Terra 16 vezes por dia durante a missão de 11 dias, completando 176 órbitas. O SRTM adquiriu dados topográficos de radar de mais de 80% da superfície terrestre do planeta entre as latitudes 60°N e 56°S, com pontos de dados publicados a cada 1 segundo de arco (aproximadamente 30 metros) (USGS, 2015).

Os dados foram disponibilizados pela *United States Geological Service* – USGS, o serviço geológico dos Estados Unidos, no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>. A órbita/ponto referente a bacia hidrográfica é 221/71.

A partir dos dados de altimetria, foram gerados os 8 parâmetros morfométricos do terreno, tais como: declividade, aspecto, curvatura mínima, *profile convexity*, *plan convexity*, *longitudinal convexity*, *cross sectional convexity* e máxima curvatura.

Foi realizada uma padronização, para gerar as análises estatísticas de forma a definir as três melhores bandas para a vetorização das unidades de relevo. Desta forma, o método empregado foi a análise de fração de ruído máximo (MNF), que promove a maximização do ruído ao invés da variância dos dados, o que proporciona um ordenamento que reflete a qualidade do sinal (Green et al., 1988). À vista disso, as bandas escolhidas foram aquelas que melhor definiram as unidades de relevo.

A segunda parte do mapeamento foi a vetorização digital em tela na escala de 1:100.000 por meio da interpretação visual que considerou os aspectos de cor, forma e textura, gerando polígonos que correspondem às unidades geomorfológicas.

## 2.3. Cobertura da terra

Para o mapeamento dos padrões funcionais, ou seja, o mapeamento do uso e ocupação da terra, foi utilizada a base de dados do TerraClass (MMA, 2015). O TerraClass é o mapeamento do uso e cobertura da terra nas áreas desmatadas no Bioma Cerrado para o ano de 2013 com metodologia derivada do projeto TerraClass Amazônia (MMA,2015).

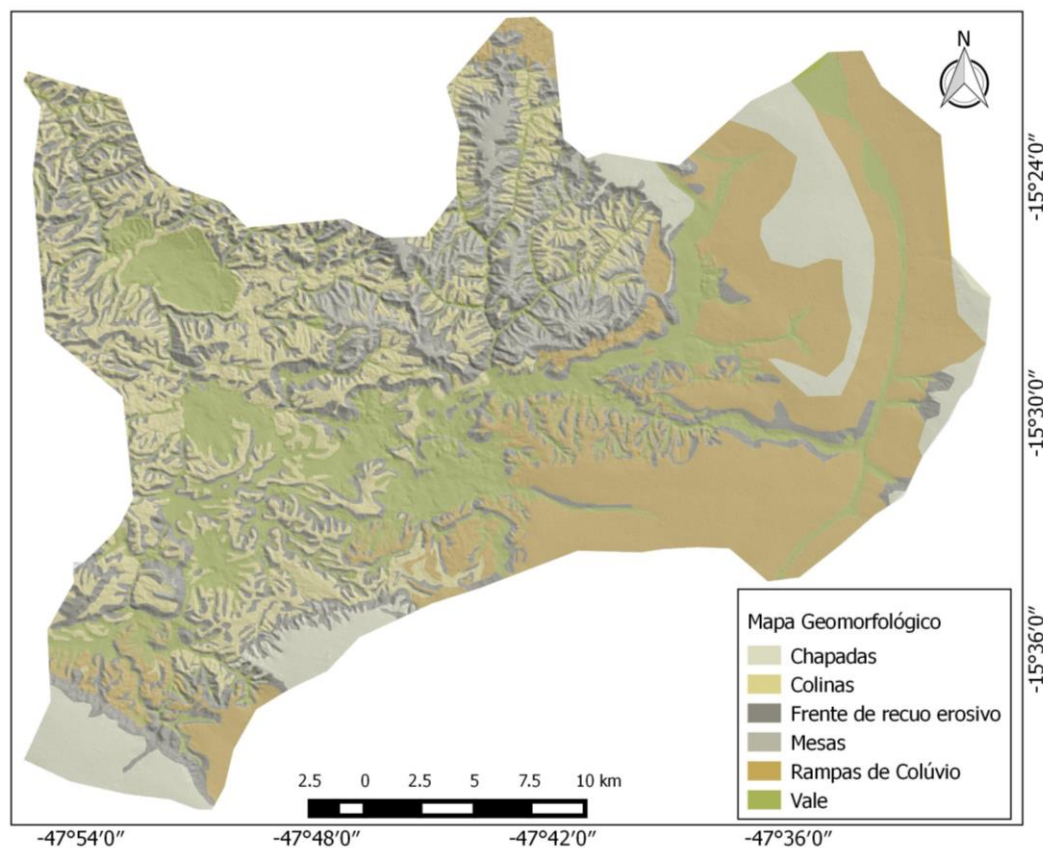
Foram utilizadas aproximadamente 121 cenas do *Landsat 8/OLI*, sendo que a área mínima mapeável foi de 6.25 ha e escala cartográfica compatível com 1:250.000. A partir dessas imagens foi gerado o mapeamento da cobertura da terra do Cerrado, que está disponível por meio da página eletrônica: <http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/> (MMA,2015). Esses dados do TerraClass Cerrado foram avaliados em função dos limites geomorfológicos, por meio de sobreposição de polígonos.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Unidades de Relevo

Os dados foram compatibilizados em uma composição colorida RGB, em que o dado altimétrico preenche o canal do vermelho (R), a declividade corresponde ao verde (G) e, a banda *plan convexity* corresponde ao azul (B).

Desta forma, o mapeamento do relevo possibilitou a identificação de seis unidades geomorfológicas para a bacia do Rio Maranhão, conforme observado na Figura 2.



**Figura 2.** Mapa geomorfológico da bacia do Rio Maranhão.

Observou-se a predominância das Rampas de Colúvio (27,21%), que representam a transição das áreas planas elevadas, para áreas dissecadas de menores altitudes. Com formação associada as drenagens, o grau de dissecção das Rampas de Colúvio aumentam à medida que se aproximam dos cursos d'água (Assis, 2016; Sena-Souza et al., 2013).

A Frente de Recuo Erosivo corresponde a 23,27% da área da bacia do Rio Maranhão. São áreas que possuem declive acentuado que caracteriza o relevo bastante íngreme com compartimentos individualizados (Assis, 2016; Sena-Souza et al., 2013).

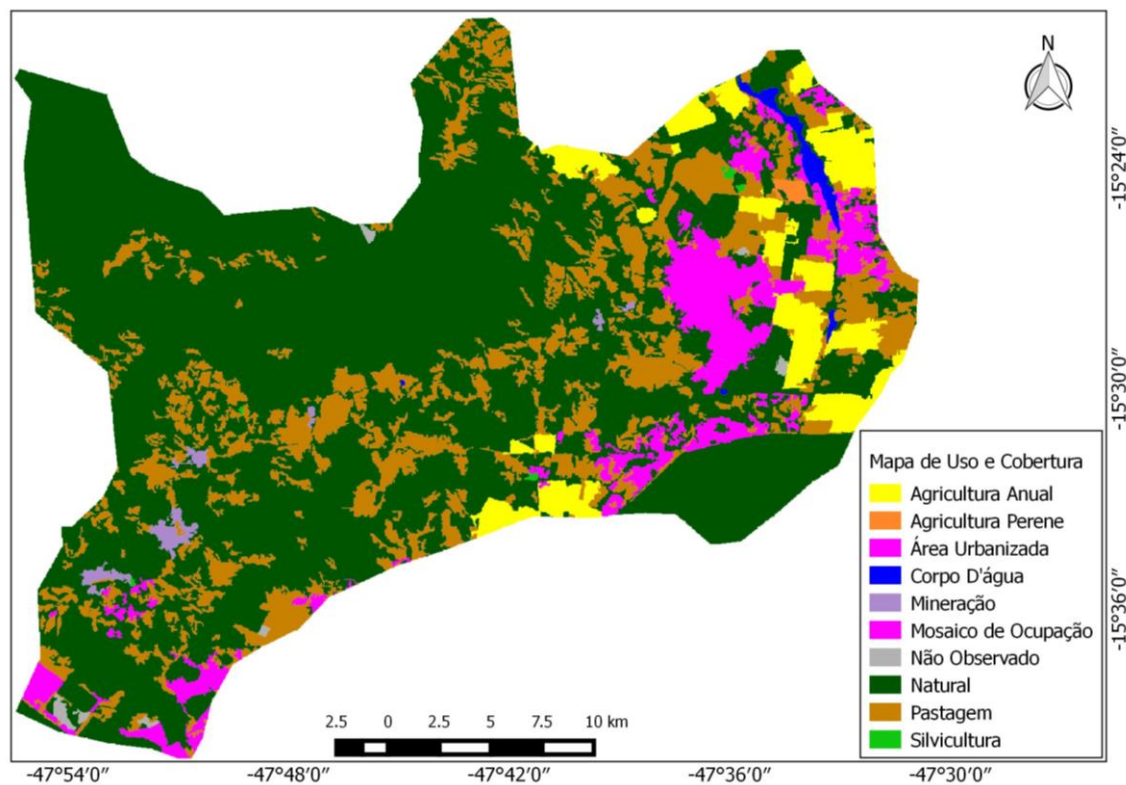
A terceira unidade mais representativa dessa área, foram os Vales (20,52%). Esse relevo é moldado no decorrer dos principais cursos d'água, com áreas de menores altitudes e declividade em relação as demais unidades de relevo (Assis, 2016; Sena-Souza et al., 2013).

As colinas (16,25%) apresentam um relevo acidentado e são mais frequentes no meio da bacia. As chapadas, que são áreas com relevo mais plano a suave ondulado, representou cerca de 8,39%. E, por fim, as mesas (4,23%), que apresentam declividade baixa e são caracterizadas por estarem circundadas pelas unidades de Frente de Recuo Erosivo (Assis, 2016; Sena-Souza et al., 2013)

Desta forma, observou-se que a bacia do Rio Maranhão, possui duas características bem distintas: na parte oeste evidencia um relevo mais íngreme e dissecado, enquanto que na parte leste, há grandes áreas de chapadas, com um relevo mais plano.

### 3.2. Cobertura da terra

Em relação ao uso e cobertura da terra, constatou-se o predomínio de áreas de coberturas naturais, e, quanto ao uso antrópico, percebe-se a forte presença de pastagens (Figura 8). Constata-se, que a bacia do Rio Maranhão é uma bacia preservada, com a presença de coberturas naturais, em mais da metade da bacia (67,5%).

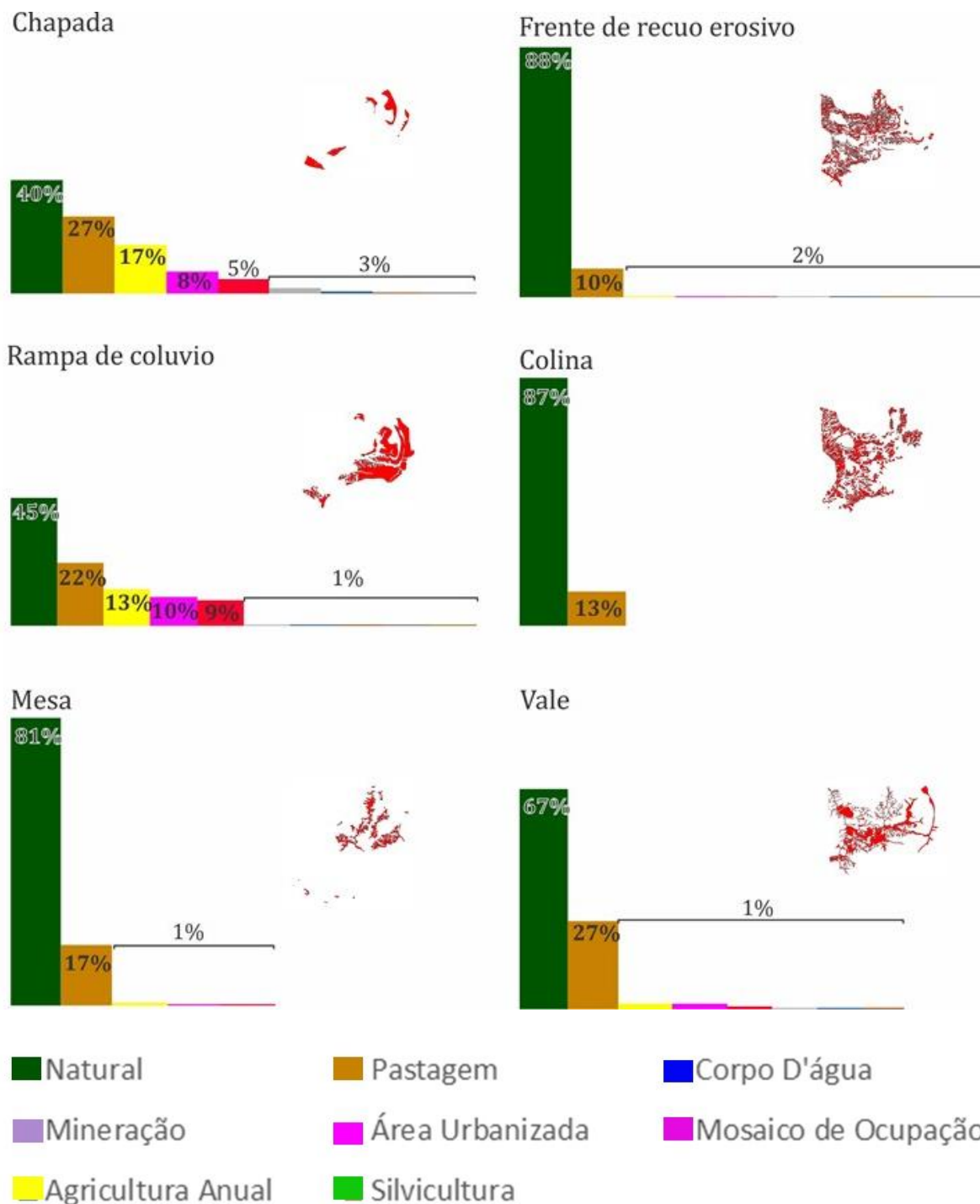


**Figura 3.** Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do Rio Maranhão

Devido às características geomorfológicas atuarem como fator condicionante para a distribuição espacial dos solos (Motta et al., 2002; Martins et al., 2007) e determinarem os padrões de cobertura vegetal e usos agrícolas (Couto Junior et al., 2010), foi realizada uma sobreposição do mapeamento geomorfológico com o mapeamento de uso e cobertura da terra.

Foi possível observar que as colinas, frente de recuo erosivo e as mesas apresentaram áreas com mais de 80% de cobertura natural, enquanto que vale apresentou 60% e as rampas de colúvio e as chapadas apontaram menos de 45% de áreas naturais. As áreas de frente de recuo erosivo são mais naturais, revelaram cerca de 12% de áreas para uso antrópico. Isso ocorre devido estas áreas possuírem riscos de erosão, o que torna necessário à sua preservação (Neves et al., 2015), além do fato da dificuldade de acesso para a mecanização da área (Assis et al. 2016) (Figura 4).

Por outro lado, as áreas de chapadas, foram as que obtiveram maior extensão de atividades antrópicas, devido ao fato de serem áreas mais planas, o que facilita a mecanização. É importante observar, que as áreas urbanizadas e as mosaicos de ocupações (assentamentos, áreas rurais) representam apenas 35% de cobertura em toda a bacia, sendo mais expressivos na Chapada e Rampas de Colúvio (Figura 4).



**Figura 4.** Distribuição das classes de cobertura da terra em função das unidades de relevo da bacia do Rio Maranhão.

#### 4. Conclusão

O presente trabalho evidenciou que quanto mais plano é o relevo maior foram as ocupações antrópicas. No caso da bacia do Rio Maranhão, as chapadas e as rampas de colúvio foram as mais planas e, por isso, aquelas que apresentaram as maiores proporções de atividades antrópicas, ocupando pelo menos 55% em cada uma dessas unidades de relevo. A principal atividade antrópica nessas unidades de relevo (chapada e rampa de colúvio) foi a pastagem, com característica de manejo extensivo.

Por outro lado, as frentes de recuo erosivo e as colinas foram os ambientes com maior predominância de cobertura natural, possivelmente devido a seu relevo mais dissecado, o que dificulta a mecanização de atividades agrícolas.

Essa abordagem evidencia o relevo como limite para as avaliações ambientais e possibilita a compreensão dos potenciais usos e ocupações no Cerrado. Estudos como este visam subsidiar o poder público para o desenvolvimento de estratégias de gestão integrada de recursos naturais, ordenamento territorial e planejamento ambiental.

### Referências Bibliográficas

Arruda, M. B.; Proença, C. E. B.; Rodrigues, S.; Martins, E. S.; Martins, R. C.; Campos, R. N. Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica do Bioma Cerrado. In: Sano, S.; Almeida, S. P. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa, 2008. Cap 8, p. 229-270.

Assis, T. Relações entre o relevo e a organização espacial do uso e cobertura do solo no sudoeste do estado de Goiás. 2016. xi, 42 f., il. Dissertação (Mestrado em Geologia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

Assis, T.; Couto Júnior, A. F.; Martins, E.S. Relações entre o relevo e os agroecossistemas na ecorregião Paranaíba-Guimarães. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n. 02, p.430-439, 2016.

Botelho, R.G.M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: Guerra, A.J.T.; Silva, A.S.; Botelho, R.G.M., (Org). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap.8, p.269-300.

Couto Junior, A. F.; Vasconcelos, V.; Carvalho Junior, O. A.; Martins, E. S.; Santana, O. A.; Freitas, L. F.; Gomes, R. A. T. Integração de Parâmetros Morfométricos e Imagem ASTER para a Delimitação das Fitofisionomias da Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 11, n. 1, p.57-68, 2010.

Duarte, C. R.; Sabadia, J. A. B. Emprego de imagens SRTM para geração de mapas auxiliares ao mapeamento geológico – estudo de caso Folha Santana do Cariri. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 3264-3271. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A58MUP>>. Acesso em: 31 out. 2016.

Goerl, R. F.; Kobiyama, M; Santos, I. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p.103-111, 2012.

Green A.A; Berman, M.; Switer, P.; Craig, M.D. A transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal. **IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing**. v. 26, n. 1, p 65–74, 1988.

Hugget, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. London: Routledge, 2005, 386p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico em geociências n. 5: Manual Técnico de Geomorfologia**. 2º Edição, p.182, 2009.

IBGE-Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Atlas nacional do Brasil, domínios morfoestruturais e morfoclimáticos – compartimentos do relevo**. 1 ed, 2010

Martins, E. S.; Carvalho Junior, O. A.; Vasconcelos, V.; Couto Junior, A. F.; Oliveira, S. N.; Gomes, R. A. T; Reatto, A. Relação SoloRelevo em Vertentes Assimétricas no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 8, n. 1, p. 45-62, 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento de Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013/mma/sfb**.Brasília: MMA, 2015.

Motta, P. E. F; Carvalho Filho, A.; Ker, J. C.; Pereira, N. R; Carvalho Junior, W.; Blancaneaux, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, n. 6, p. 869-878, 2002.

Neves, G.; Sena-Souza, J. P.; Gomes, M. P.; Reatto, A.; Nardotto, G. B.; Martins, É. S.; Couto Junior, A. F. Relação entre a dinâmica da expansão das atividades agropastoris e o relevo da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, Planalto Central Brasileiro. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 2015-2022. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM49HE>>. Acesso em: 31 out. 2016.

Panizza, M. Environmental Geomorphology. In: Panizza, M (Org.). **Developments in Earth Surface Processes**, Amsterdam: Elsevier, 1996. Cap 1, p. 1-8.

Pimentel, M.M.; Rodrigues, J. B.; Dallagiustina, M. E. S.; Junges, S.; Matteini, M.; Armstrong, R. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil, base on SRHIMP and LA\_ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: A review. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 31, n. 4, p. 345-357, 2011.

Pimentel, M.M.; Fuck, R. A.; Jost, H.; Ferreira Filho, C. F.; Araújo, S. M. **The Basement of Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. Tectonic Evolution of South America**. v.31, n.1 p. 195-229, 2000.

Pinheiro, L. C. S. J.; Castro, A. S.; Martins, E. S. Levantamentos das classes de solo existentes nas ecorregiões inseridas no limite do Cerrado Contínuo. In: IX Simpósio Nacional Cerrado -II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. **Anais...** Brasília, 2008. Disponível: <<http://www.cpac.embrapa.br/download/743/t>>. Acesso em: 31.out.2016.

Sena-Souza, J. P. et al. **Mapeamento geomorfológico do Rio São Bartolomeu, escala 1:100.000**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa Cerrados, Planaltina DF. 2013.

Silva, G. J. F.; Gomes, L. C. F.; Silva, V. M. A.; Farias, A. A.; Sousa, L. H. G. Análise de relevo e uso do solo no município de Taperoá - PB utilizando técnicas de geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR). 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4427-4434. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GMGC>>. Acesso em: 31 out. 2016.

Silva, M. K. A. **Análise Geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro**. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia. 2009.

Uhlein, A.; Fonseca, M. A.; Seer, H. J.; Dardenne, M. A. Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília – Setores Setentrional e Meridional. **Gnomos**, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2012.

USG-United States Geological Service. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global**. 2015. Disponível em: <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>. Acesso em: 18.set.2016.