



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CAMPUS PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

ANA CLARA ALVES DE MELO

**A COBERTURA DA TERRA DENTRO DO CONTEXTO DAS UNIDADES DE RELEVO
EM TRÊS BACIAS DA ECORREGIÃO DO PLANALTO CENTRAL**

**BRASÍLIA - DF
2018**

ANA CLARA ALVES DE MELO

**A COBERTURA DA TERRA DENTRO DO CONTEXTO DAS UNIDADES DE RELEVO
EM TRÊS BACIAS DA ECORREGIÃO DO PLANALTO CENTRAL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Linha de Pesquisa: *Manejo e Conservação dos Recursos Naturais*

Orientador: Dr. Antonio Felipe Couto Júnior

**BRASÍLIA - DF
2018**

M528c Melo, Ana Clara Alves de
 A cobertura da terra dentro do contexto das unidades de relevo em três bacias da ecorregião do Planalto Central. / Ana Clara Alves de Melo; orientador Antonio Felipe Couto Junior. -- Brasília, 2018.
 38 p.

 Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)
- Universidade de Brasília, 2018.

 1. Relação relevo-cobertura da terra. 2. paisagem. 3. ecorregião. 4. bacias hidrográficas. 5. limites ambientais.
I. Couto Junior, Antonio Felipe, orient. II. Título.

ANA CLARA ALVES DE MELO

**A COBERTURA DA TERRA DENTRO DO CONTEXTO DAS UNIDADES DE RELEVO EM
TRÊS BACIAS DA ECORREGIÃO DO PLANALTO CENTRAL**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Banca Examinadora:

Dr. Antonio Felipe Couto Junior - Presidente da Banca - UnB/*Campus* Planaltina

Dr. Eder de Souza Martins – Examinador Interno – Embrapa Cerrados

Dr. Vinicius Vasconcelos – Examinador Externo - UnB/Departamento de Ecologia

Brasília-DF, 26 de fevereiro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu agradeço a Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui. Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, que abdicou dos sonhos dela para que eu pudesse viver os meus. Te amo mãe! Agradeço ao meu namorado Bruno Ricardo, que tantas vezes me ajudou e me apoiou para que tudo isso fosse possível. Aos meus amigos, em especial, a minha melhor amiga, Lena, que foi essencial para que tudo isso desse certo! Miga, sua amizade me fortalece muito! Obrigada!

Ao meu orientador Antônio Felipe por toda a paciência e ensinamento. Obrigada pelas palavras de conforto, pelas palavras duras e por acreditar em mim. Tenho certeza que levarei todo esse ensinamento para minha vida profissional e pessoal.

Agradeço a Panela do Mestrado: Ana Luíza, Vander, Francisco, Daniella e Willian. Esse mestrado não teria graça sem vocês! Foram tantos perrengues ao longo desses dois anos que com vocês do lado a caminhada ficou bem mais fácil.

Agradeço também aos meus colegas do mestrado e doutorado do PPGCA. Nesses dois anos de mestrado conheci pessoas incríveis e o mais importante, aprendi coisas que levarei para a vida!

Ao Glauber Neves, pela ajuda em campo, que foi essencial para este trabalho e pelas sugestões e correções proposta para a geração do artigo. Muito obrigada!

Ao Decanato de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (DPG/UnB) pelo financiamento do trabalho através do edital nº 02/2017: Auxílio Financeiro a Discentes de Pós-Graduação para o Desenvolvimento de Dissertações e Teses.

Ao pessoal do projeto Aquaripária, em especial a Dr. Lidiamar Alburquerque, por que mesmo meu trabalho não estando diretamente ligado ao projeto, foi essencial para a minha permanência e conclusão do mestrado.

Enfim, agradeço de coração a todas as pessoas que me ajudaram sejam com palavras de conforto ou me motivando para que eu seguisse em frente. A finalização de mais essa etapa só foi possível por que eu tive pessoas fantástica do meu lado.

Eu finalizo os meus agradecimentos com duas frases que sempre caminham comigo: Nada é tão nosso quanto os nossos sonhos e tudo vale a pena quando a alma não é pequena.

Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

Let the environment guide our development.
Johan Rockstrom

RESUMO

O relevo plano e contínuo do Cerrado foi fundamental para políticas de ocupação que concorrem com a vegetação natural, tornando necessário desenvolver abordagens que conciliam os interesses humanos com os processos naturais. Assim, é necessário a caracterização do relevo e suas influências na ocupação humana. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as relações entre o relevo e a ocupação humana. Foram comparados parâmetros geomorfométricos dos relevos de três sub-bacias, pertencentes a uma região hidrográfica do Planalto Central (Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná), através de imagens digitais da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Para a delimitação das unidades de relevo, foi gerada a composição colorida nos canais RGB (altitude, declividade e curvatura mínima) e realizou-se avaliações entre as unidades de relevo equivalentes nas diferentes sub-bacias através do teste de Kruskal-Wallis. As unidades de relevo foram utilizadas como limite natural para a descrição do uso e cobertura da terra através da base digital do Projeto TerraClass Cerrado. Evidenciou-se que a altitude, declividade e curvatura mínima apresentaram diferenças significativas entre as bacias. Nos relevos planos, tais como as Chapadas, Rampas de Colúvio e as Mesas predominaram a agricultura e pastagem. Nos relevos dissecados, como as Frente de Recuo Erosivo, Colinas e Vales predominaram as coberturas naturais e pastagens. Os estudos integrados são importantes para definir estratégias de proteção e manutenção dos ecossistemas naturais e dos recursos hídricos. Esses resultados evidenciam que a ocupação humana é organizada pelas formas do relevo.

Palavras-chaves: Relação relevo-cobertura da terra; paisagem; ecorregião; bacias hidrográficas; limites ambientais;

ABSTRACT

The flat and continuous relief of the Cerrado was fundamental to occupying policies that compete with natural vegetation, making it necessary to develop approaches that reconcile human interests with natural processes. Thus, it is necessary to characterize the relief and its influences on human occupation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the relationship between relief and human occupation. Geomorphometric parameters of the reliefs of three sub-basins, belonging to a hydrographic region of the Planalto Central (Tocantins / Araguaia, São Francisco, and Paraná), were compared using Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) digital images. For the delimitation of the relief units, the color composition was generated in the RGB channels (elevation, slope, and minimum curvature) and evaluations were performed between the equivalent relief units in the different sub-basins through the Kruskal-Wallis test. Relief units were used as a natural boundary for the description of land use and coverage through the TerraClass Project's digital base. It was evidenced that the elevation, slope and minimum curvature presented significant difference between the basins. In flat reliefs such as the Chapadas, Rampas de Colúvio and the Mesas predominated agriculture and pasture. In the dissected reliefs, such as the Frente de Recuo Erosivo, Ambientes Colinosos, and Vales, natural coverings and pastures predominated. Integrated studies are important in defining strategies for the protection and maintenance of natural ecosystems and water resources. These results show that human occupation is limited by relief.

Keywords: Relief-land cover ratio; landscape; ecoregion; watersheds; environmental limits

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01: CONTEXTUALIZAÇÃO	11
CAPÍTULO 02: O RELEVO COMO ELEMENTO ORGANIZADOR DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA ECORREGIÃO DO PLANALTO CENTRAL	16
2.1. INTRODUÇÃO	16
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.2.1. Área de Estudo	17
2.2.2. Comparação dos parâmetros geomorfométricos entre as sub-bacias.....	18
2.2.3. Delimitação das unidade de relevo nas sub-bacias e comparação dos parâmetros geomorfométricos.....	19
2.2.4. Descrição do uso e cobertura vegetal nas sub-bacias em função das unidades de relevo	19
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
2.3.1. Comparação dos parâmetros geomorfométricos entre as sub-bacias.....	20
2.3.2. Delimitação das unidade de relevo nas sub-bacias e comparação dos parâmetros geomorfométricos.....	22
2.3.3. Descrição do uso e cobertura vegetal nas sub-bacias em função das unidades de relevo	24
2.3.4. Integração Relevo-Cobertura	27
2.4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXO 1	35
ANEXO 2	36
ANEXO 3	37
ANEXO 4	38

CAPÍTULO 01: CONTEXTUALIZAÇÃO

O crescimento das atividades humanas tem potencializado as discussões acerca dos limites de exploração e alteração do meio ambiente provenientes dos usos antrópicos (Olson et al., 2001; Steffen et al., 2015). Com isso, a abordagem dos limites planetários definiu um espaço de operação segura para a sociedade humana se desenvolver e prosperar, com base na compreensão do funcionamento e resiliência do sistema terrestre (Steffen et al., 2015).

Dentro dessa abordagem foram identificados nove processos, cada um dos quais estão sendo claramente modificados pela ação humana: as mudanças do clima, mudanças na integridade da biosfera, diminuição da camada de ozônio, acidificação do oceano, alterações no ciclo biogeoquímico do fósforo e do nitrogênio, mudanças no uso da terra, uso da água doce, acúmulo de aerossol na atmosfera e introdução de novas entidades (por exemplo, poluição química) (Steffen et al., 2015) (Figura 1).

Os limites planetários foram categorizados em três classes: abaixo do limite, que são as zonas consideradas “a salvo”, onde existe um espaço seguro para os seres humanos operarem; a zona de incerteza, que representa as lacunas do conhecimento científico e incertezas no funcionamento do sistema terrestre e; além da zona de incerteza, que são as zonas de alto risco, cujos limites planetários já foram transgredidos e, de certa forma, causaram danos ao sistema terrestre (Steffen et al., 2015) (Figura 1). Isso não significa que transgredir um limite instantaneamente levará a um resultado indesejável, mas quanto mais o limite for transgredido, maior o risco de mudanças, o que pode desestabilizar os processos do sistema terrestre, além de menos oportunidades para se preparar para essas mudanças (Steffen et al., 2015).

Dessa forma, as mudanças do sistema da terra, a nível global, estão na zona de incerteza, estando o limite das alterações na paisagem florestal entre 75% – 54%, sendo que já foi quantificada uma alteração de 62% nessa paisagem. Em nível de bioma, como a floresta tropical, essa zona de incerteza é entre 85% – 60%, contudo, ainda não foram quantificadas as alterações já realizadas (Steffen et al., 2015).

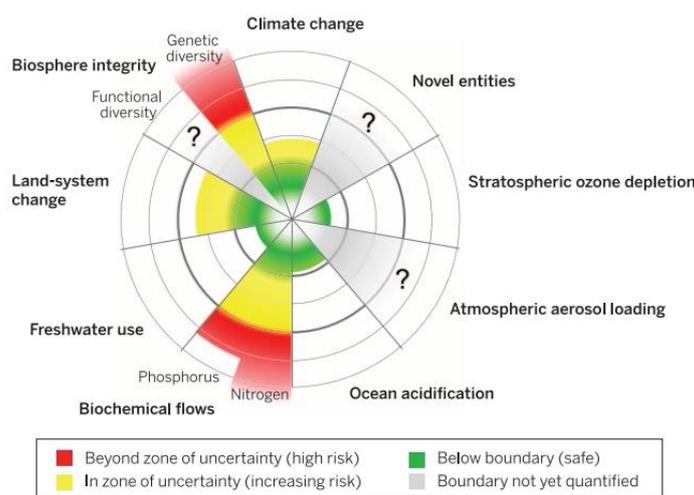


Figura 1. Os limites planetários: as mudanças do clima, mudanças na integridade da biosfera, diminuição da camada de ozônio, acidificação do oceano, alterações no ciclo biogeoquímico do fósforo e do nitrogênio, mudanças no uso da terra, uso da água doce, acúmulo de aerossol na atmosfera e introdução de novas entidades (por exemplo, poluição química) e as suas categorias de risco: em verde representa abaixo do limite, que são as zonas consideradas “a salvo”; amarelo representa a zona de incerteza; vermelho representa além da zona de incerteza e; cinza, que são os limites que ainda não foram quantificados. Fonte: Steffen et al., 2015

As mudanças no uso da terra estão relacionadas com pelo menos quatro dos nove processos identificados: as mudanças do clima, mudanças na integridade da biosfera, alterações no ciclo biogeoquímico do fósforo e do nitrogênio e uso da água doce (Steffen et al., 2015). Ou seja, a quantidade de terras cultiváveis, o total de florestas remanescentes, entre outros fatores, desempenha um papel importante na dinâmica do clima, na questão da biodiversidade, na hidrologia e nos ciclos biogeoquímicos.

Em uma projeção do ano de 1990 até 2100, Sala et al. (2000) afirmaram que as mudanças no uso da terra irão ocorrer nas florestas tropicais e temperadas da América do Sul. Destaca-se que o processo de mudança na cobertura da terra é o principal fator em relação ao impacto global sobre a biodiversidade, principalmente devido a seus efeitos sobre a disponibilidade de habitat e extinções de espécies (Sala et al., 2000), sobretudo entre as florestas tropicais e as savanas.

Entre as savanas tropicais, o Cerrado destaca-se como o segundo maior bioma da América do Sul cobrindo cerca de 204,7 milhões de hectares na região central do Brasil, nos territórios de 11 unidades da federação brasileira (IBGE, 2004, Sano et al., 2008). Além disso, o Cerrado é um dos 25 hotspots de biodiversidade mundial (Myers et al., 2000).

A ocupação do Cerrado iniciou-se na década de 1920, com a indústria de Café, no estado de São Paulo (Sano et al., 2008), que se intensificaram com a introdução extensiva e mecanizada de outros grãos, tais como a soja (Sano et al., 2010; Jepson, 2005; Klink e Machado, 2005). As mudanças no uso da terra no Cerrado foram incentivadas por políticas estratégicas de ocupação do território nacional na década de 1970, direcionado para o desenvolvimento da atividade agropecuária voltada às demandas do mercado externo e interno (Brasil, 2015). Desta forma, o Cerrado teve um papel fundamental na produção de grãos, fibras, biocombustíveis e carne bovina, sendo que, em menos de quarenta anos a modernização da agropecuária no Cerrado resultou em rápidas mudanças no uso e cobertura da terra (Brasil, 2015).

Aproximadamente 45% dos 204,7 milhões de hectares da região do Cerrado já foram convertidos em pastagens cultivadas, áreas agrícolas e outros tipos de uso (Brasil, 2015). As três maiores classes de uso antrópico é a pastagem plantada (29,5%), seguida pela agricultura anual (8,5%) e perene (3,1%), que totalizam 41% do total do Cerrado (Brasil, 2015). Para Klink e Machado (2005), as principais consequências desta rápida conversão são a perda da biodiversidade, fragmentação de habitats, invasão de espécies, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais.

Com o seu potencial agropecuário, o Cerrado saiu do conceito de “terreno vazio” para o coração agrícola do Brasil, tornando o país o segundo maior produtor e o principal exportador de soja (Jepson et al., 2005). Devido a grande perda de sua vegetação natural (Brasil, 2015, Klink e Machado, 2005; Sano et al., 2010), torna-se necessário a descrição de sua dinâmica de ocupação para a tomada de decisão (Brannstrom et al., 2008).

Por causa da sua grande diversidade, o Cerrado foi dividido em 22 ecorregiões, com base nas características geomorfológicas, geológicas, pedológicas, precipitação, flora, vegetação e fauna e, de acordo com a representatividade de ecossistemas e habitats presentes na região (Arruda et al., 2008), destacando as áreas que são mais distintas ou que tem alta representatividade (Olson et al., 2001), cujas interações ecológicas são críticas para sua sobrevivência em longo prazo (Dinerstein et al., 1995). Ou seja, as ecorregiões são a regionalização dos grandes biomas. (Figura 2).

Dentre as 22 ecorregiões, destaca-se o domínio da ecorregião do Planalto Central, que tem a área equivalente a 157.160,8 km², correspondendo a 7,84 % do núcleo do Cerrado (Arruda et al., 2008) (Figura 2). Esta ecorregião é caracterizada por acentuada complexidade geomorfológica em diferentes níveis topográficos, com altitude variando entre 350 m nas calhas dos principais rios e cerca de 1.700 m no extremo norte, na Chapada dos Veadeiros (Arruda et al., 2008). Predominam-se as coberturas antrópicas, principalmente as pastagens. A cobertura vegetal natural concentra-se

em áreas de relevo acidentados e solos pobres. Além disso, esta região é um importante polo de agronegócio e agroindústria (Sousa, 2016; Sano et al., 2006).

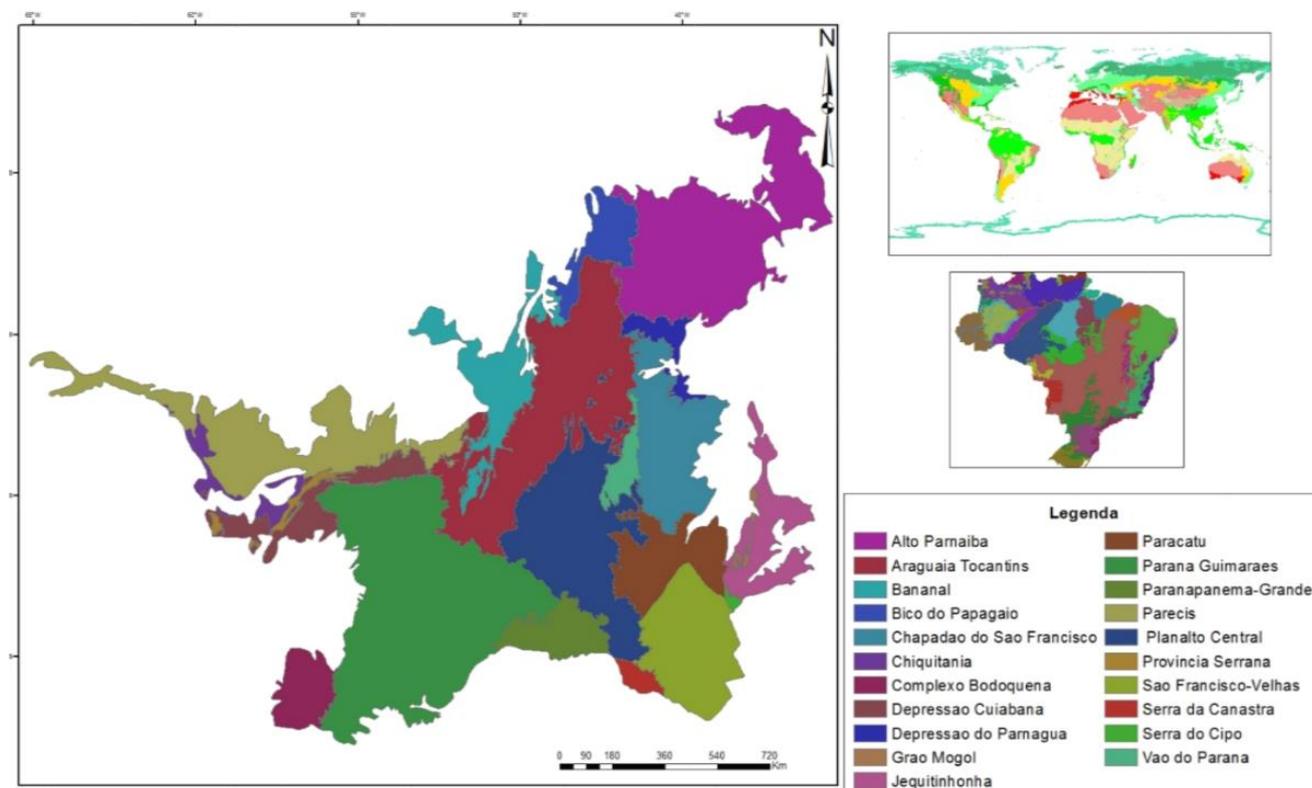


Figura 2. Ecorregiões do Cerrado, propostas por Arruda et al., 2008. Fonte: Adaptado de Arruda et al., 2008

Das 12 grandes bacias hidrográficas brasileiras, as águas do Cerrado vertem para oito delas (Lima, 2011), enquanto que três estão em domínio do Planalto Central: Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná (Arruda et al., 2008). Cabe destacar, que a Divisão Hidrográfica Nacional é subdividida em níveis e é composta por Regiões Hidrográficas, que compreendem um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas com características naturais, sociais ou econômicas homogêneas (Brasil, 2003). O nível 1 é composto pelas 12 grandes regiões hidrográficas do país. Quanto menor o nível, maior é a região hidrográfica.

Assumindo-se o planejamento ecorregional como metodologia de gestão, pode-se prever, corrigir e ordenar a ocupação territorial, implementar zoneamentos ambientais, bem como conservar novas áreas e recuperar as áreas antropizadas (Arruda et al., 2008). Para Porto e Porto (2008) todas as atividades humanas se desenvolvem na bacia e, o que ocorre ali é consequência das formas de ocupação do território. Dessa forma, este tipo de abordagem são ideais para o estudo de uso das terras, pois é possível compreender as inter-relações existentes entre diversos elementos da paisagem (Botelho, 1999).

A paisagem é constituída pela interação entre clima, rocha, relevo, solo e organismos, sendo que o relevo se encontra na posição central em relação às escalas espaciais e temporais, devendo ser considerado como limite ambiental para o ordenamento territorial e gestão dos recursos naturais (Martins et al, 2004). A representação do relevo pode ser alcançada por meio de mapeamento geomorfológico (Bishop et al., 2012), que é útil para o entendimento dos processos atuantes na superfície terrestre e da evolução da paisagem (Girão et al., 2016).

O mapeamento geomorfológico pode ser realizado através dos dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que permitem a caracterização geomorfométrica das classes

mapeadas (Valeriano et al., 2006). Para Carvalho e Bayer (2008), os produtos da SRTM, são imagens de radar, que se distinguem dos demais por serem capazes de reproduzir as três dimensões espaciais do relevo, em latitude, longitude e altitude.

Segundo Vasconcelos et al. (2012), os atributos mais utilizados na estratificação da paisagem são a altimetria, a declividade (primeira derivada) e a curvatura (segunda derivada). Os autores caracterizam a altimetria como uma superfície suavizada evidenciando fragmentos homogêneos relativamente maiores que a declividade e a curvatura. A declividade representa a taxa de variação espacial da altimetria que permite distinguir as rupturas no relevo. E, a curvatura que é uma taxa de variação espacial da declividade realçando um detalhamento das informações anteriores. Ou seja, a declividade é a variação da altitude no espaço, enquanto que a curvatura é a variação da declividade no espaço, onde será possível compreender o comportamento da água e erosão, por exemplo.

Sabe-se que os processos geomorfológicos afetam e são afetados pelas atividades humanas e que as estruturas são a chave para a compreensão de muitas formas de relevo e das ocupações antrópicas (Huggett, 2007). No entanto, a paisagem só pode ser compreendida através de um pensamento mais holístico, integrador e transdisciplinar, conforme afirmando por Naveh (2000). O autor afirma que a paisagem é o elemento integrador entre os seres humanos e as diversos processos que ocorrem no meio ambiente. Dessa forma, a integração dos processos físicos, químicos, biológicos, ecológicos e sócio-culturais permite a visualização da paisagem como uma totalidade integrada (Neves e Salinas, 2017). Logo, estudos integrados podem auxiliar na delimitação de estratégias de planejamento ambiental (Soares et al., 2016).

As pressões antrópicas se mostraram condicionadas pelo relevo, especialmente as atividades agropecuárias, predominante nos Planaltos, caracterizados por feições planas e contínuas, além de solos profundos e bem drenados, considerados fatores favoráveis para atividades agrícolas (Assis et al., 2016). Além disso, as fitofisionomias se desenvolvem em relevos específicos, como por exemplo, o Cerrado sentido restrito, encontrado apenas nas porções mais elevadas e planas do Parque Nacional da Serra da Canastra (Couto Junior et al., 2010)

Um estudo realizado no Parque Nacional Carapaó – Espírito Santo, Santos et al. (2016) estimaram a influência do relevo em Áreas de Preservação Permanente (APP). Os resultados indicaram que 55% das APPs da região estão em relevos com declividade superior a 20° e apresentam menor intervenção humana. Por outro lado, as APPs localizadas em ambientes mais planos apresentaram maiores níveis de degradação devido às atividades antrópicas desenvolvidas nesses ambientes.

Nesse contexto, observa-se a importância da compreensão da influência do relevo no uso e cobertura da terra. Essa abordagem evidencia que o relevo pode ser considerado como suporte ambiental para os diversos processos que ocorrem na paisagem, exercendo significativa parcela de influência sobre as alterações dos padrões espaciais da cobertura da terra. Partindo desse pressuposto, o objetivo deste estudo foi avaliar os padrões de relevo de diferentes bacias hidrográficas e suas relações com o uso e ocupação da terra, inseridas no domínio da ecorregião do Planalto Central, representativas de três regiões hidrográficas: alto curso Rio Maranhão (Tocantins/Araguaia); alto curso do Rio Preto (São Francisco); alto curso Rio Corumbá (Paraná).

A hipótese do trabalho foi avaliar a existência de diferença significativa entre parâmetros geomorfométricos de três sub-bacias representativas de três regiões hidrográficas. A hipótese de igualdade entre os parâmetros geomorfométricos foi testada entre as bacias e entre as unidades de relevo mapeadas por meio dos dados SRTM. As unidades de relevo mapeadas serviram de referência para a avaliação dos padrões espaciais do uso e cobertura da terra disponibilizados pelo mapeamento do projeto TerraClass Cerrado e suas relações com os padrões geomorfométricos encontrados nas sub-bacias e unidades de relevo.

Visando organizar a apresentação dessa abordagem que busca avaliar o potencial do relevo em influenciar o uso e cobertura da terra, foi realizada a presente contextualização sobre as

mudanças no uso da terra e no bioma Cerrado; a questão das ecorregiões e das regiões hidrográficas; a importância dos estudos integrados para o entendimento da paisagem e das relações relevo-cobertura da terra, culminando na questão que destaca o relevo como elemento organizador dos padrões de distribuição de uso e cobertura da terra. Após essa contextualização, no capítulo 2 é apresentado o artigo intitulado “O relevo como elemento organizador da ocupação antrópica na ecorregião do Planalto Central”, submetido à “Revista do Departamento de Geografia”. Por fim, foram apresentadas limitações e sugestões para trabalhos futuros que possibilitem a consolidação desta linha de pesquisa.

CAPÍTULO 02: O RELEVO COMO ELEMENTO ORGANIZADOR DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA ECORREGIÃO DO PLANALTO CENTRAL¹

2.1. INTRODUÇÃO

As mudanças nos sistemas de uso da terra mostram-se fortemente relacionadas com as mudanças do clima, mudanças na integridade da biosfera, alterações no ciclo biogeoquímico do fósforo e do nitrogênio e uso da água doce (Steffen et al, 2015). Além disso, as mudanças no uso e cobertura do solo afetam significativamente aspectos chave do funcionamento do sistema terrestre global (Manzatto et al., 2002). Os principais impactos dessas mudanças da cobertura da terra podem ser constatados sobre a diversidade biótica, perda da biodiversidade, invasão de espécies, degradação de ecossistemas e possivelmente modificações climáticas regionais (Klink e Machado, 2005; Sala et al., 2000). Na região tropical essas alterações antrópicas apresentam-se ainda mais intensas e ocasionam perda de biodiversidade, principalmente nos domínios das savanas (Sala et al., 2000).

Dentre as savanas tropicais, o Cerrado destaca-se por sua dimensão e por seu relevo plano e contínuo, que foi fundamental para o sucesso das políticas estratégicas de ocupação desse território na década de 1970 (Brasil, 2015), que permitiu que a implementação dessas políticas públicas conduzissem o Cerrado como o segundo maior produtor agrícola e o principal exportador de soja do país (Brannstrom et al., 2008; Jepson et al., 2005). Nota-se que devido a essa expansão, o bioma já perdeu aproximadamente 56% de sua vegetação natural (Klink e Machado, 2005; Sano et al., 2010). O Cerrado tem sido convertido, principalmente em pastagens cultivadas (29,5%), agricultura anual (8,5%) e agricultura perene (3,1%) (Sano et al., 2008; Brasil, 2015). Devido às suas características ambientais e às pressões ocasionados pela sua dinâmica de ocupação, o Cerrado foi inserido na lista de regiões prioritárias para conservação de diversidade biológica (Myers et al., 2000).

No Cerrado do Brasil central, as atividades agrícolas tendem a ocorrer nas regiões planálticas, sendo caracterizadas por solos profundos e bem drenados e o cultivo de pastagem nas áreas com relevo suave ondulado e solos de textura arenosa (Assis et al., 2016). Esse padrão espacial de ocupação agropecuária revela a concorrência das atividades antrópicas com a vegetação natural, savânica das porções mais elevadas e campestre, nas partes baixas (Couto Junior et al., 2010).

Considerando essa situação de conflito, torna-se necessário desenvolver abordagens que permitam a conciliação dos interesses humanos com os processos naturais. Nesse sentido, a abordagem da ecologia da paisagem possibilita uma visão integrada dos processos físicos, químicos, biológicos, ecológicos e socioculturais e suas relações (Naveh, 2000). Assim, trabalhar com unidade de paisagem permite a visualização desta como totalidade integrada (Neves e Salinas, 2017).

A compreensão da paisagem deve ser fundamentada nas interações entre clima, rocha, relevo, solo e organismos em escalas espaciais e temporais diversas, sendo o relevo o elemento integrador dessas dimensões (Martins et al., 2004; Bishop et al., 2012; Girão et al., 2016). Para Ab'Saber (2003) as paisagens têm o caráter de herança de processos (fisiográficos e biológicos), de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente. Ainda segundo o autor, as paisagens são uma herança, um patrimônio coletivo dos povos que, historicamente, os modificaram ao longo do tempo e do espaço. Neste contexto, as formas de relevo organizam os padrões de ocupação espaço-temporal dos organismos, principalmente, dos seres humanos, que também exercem pressão sobre os processos geomorfológicos (Hugett, 2007). A análise integrada

¹ Capítulo submetido em formato de artigo à Revista do Departamento de Geografia (USP).

das informações geomorfológicas com as informações de uso da terra, fornecem subsídios para a compreensão das ações antrópicas no meio natural (Fagundes e Lupinacci, 2016).

Dentro dessa visão sistêmica e integrada da paisagem, a heterogeneidade geológica, geomorfológica, pedológica e sua biodiversidade possibilitou a delimitação e caracterização de 22 ecorregiões (Arruda et al., 2008). Dentre essas ecorregiões, o Planalto Central ocupa cerca de 8% do território nuclear do Cerrado. Essa ecorregião é caracterizada por complexidade litológica e geomorfológica amplitude topográfica de mais de 1000 metros de altitude, que varia de 350 m (calhas dos principais rios) a cerca de 1.700 m (Chapada dos Veadeiros). Essa complexidade lito-estrutural influencia a organização da paisagem pela ação antrópica, principalmente, as pastagens, que cobrem cerca de 34% dessa ecorregião, de acordo com mapeamento do usos e cobertura vegetal do Cerrado (Brasil, 2015). A cobertura vegetal natural do Planalto Central (44%), encontra-se majoritariamente, nos relevos mais acidentados. Em relação à agricultura, essa ecorregião apresenta vocação para a produção de grãos, em função da excelência do clima, do elevado percentual de áreas com relevo suavizado e da elevada fertilidade física dos solos (Sano et al., 2006; Sousa, 2016;).

Sendo assim, constata-se a relevância da Ecorregião do Planalto Central para a produção agropecuária do Cerrado e do Brasil. Porém, para a manutenção dessa produção e a gestão racional dos recursos naturais, torna-se importante a caracterização de seus principais padrões do relevo e suas influências para a ocupação humana. Partindo do pressuposto que existem diferenças entre os padrões geomorfométricos do relevo no espaço, espera-se que também ocorram ocupações antrópicas compatíveis com esse relevo. Essa hipótese conduz à necessidade de subdivisão da Ecorregião do Planalto Central, como, por exemplo, os limites fisiográficos das três regiões hidrográficas que compõem essa ecorregião (Brasil, 2003: Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná).

Feitas essas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar as relações entre o relevo e a ocupação humana. Para isso, foram comparados parâmetros geomorfométricos dos relevos de três sub-bacias, sendo uma de cada região hidrográfica presente na Ecorregião do Planalto Central (Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná). A partir dessa avaliação do relevo, foram descritos os padrões espaciais de uso e cobertura dessas sub-bacias. Espera-se com este trabalho evidenciar diferenças de relevo dentro da Ecorregião do Planalto Central e ampliar a compreensão de suas influências sobre a ocupação humana.

2.2.MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área de Estudo

Para a indicação das três sub-bacias (Figura 1) foram utilizados os limites das Ottobacias de nível 5 da Agência Nacional de Águas (ANA), obtido por meio da página eletrônica de sua biblioteca virtual: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>. O critério para a escolha das sub-bacias levou em conta se elas estavam inseridas dentro da ecorregião do Planalto Central e se pertenciam a cada uma das regiões hidrográficas (Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná). Além disso, considerou-se também que elas estivessem dentro do estado de Goiás, para viabilização do campo e, que tivessem relativamente o mesmo tamanho. A partir destes critérios, foram selecionadas as ottobacias 64899 (RM), 74849 (RP) e 84965 (RC) (Figura 1). As dimensões das ottobacia estudadas são 915 km² no alto curso do Rio Maranhão (RM), 1338 km² no alto curso do Rio Corumbá (RC) e 1672 km² alto curso do Rio Preto (RP) (Figura 1).

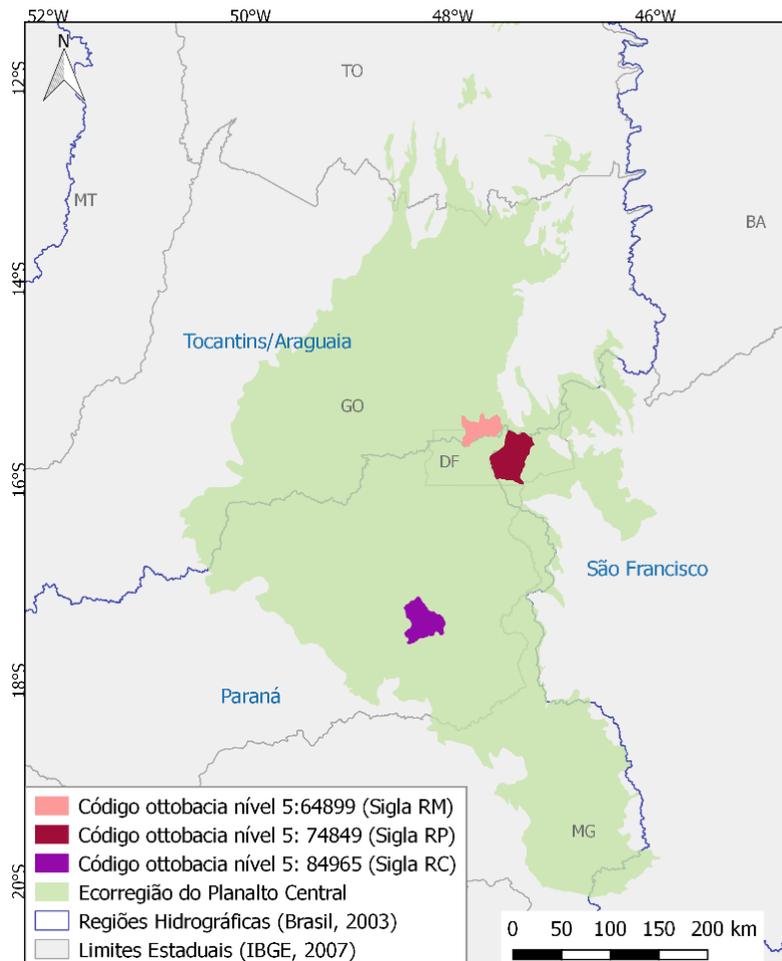


Figura 1. Sub-bacias referentes à ottobacias de nível 5, localizadas nas regiões hidrográficas do Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná, dentro do domínio da Ecorregião do Planalto Central.

As três bacias em estudo: Bacia do Rio Maranhão, Bacia do Rio Preto e Bacia do Rio Corumbá apresentam a diversidade litológica da Ecorregião do Planalto Central, abrangendo predominantemente a zona externa 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 Bacia do Rio Maranhão é classificada por clima predominantemente Tropical Semi-Úmido (Aw - Köppen), com duas estações bem definidas e precipitação média anual entre 750 mm a 2000 mm. A Bacia do Rio Preto é caracterizada por clima úmido e sub-úmido na Chapada de Brasília com média anual de precipitação de cerca de 1600mm.

A bacia do Rio Corumbá é caracterizada por precipitações anuais bastante variáveis, com médias entre 1.400 mm a 1.700 mm, concentradas entre outubro e abril, e temperaturas médias oscilando entre 18° e 22° (EPE, 2006). Em termos de compartimentação da estrutura geológica do território, a bacia apresenta apenas uma grande província lito-estrutural, a Província Estrutural do Tocantins, possuindo rochas ígnea, metamórfica e sedimentares (Lacerda Filho, 1999).

2.2.2. Comparação dos parâmetros geomorfométricos entre as sub-bacias

Para a geração dos parâmetros geomorfométricos, foram utilizadas imagens digitais da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 1 segundo de arco, aproximadamente 30 metros (USGS, 2015), por meio da página eletrônica:

<https://earthexplorer.usgs.gov/>. Essas imagens apresentam valores de altitude e foram utilizadas para gerar os dados derivados de declividade e curvatura mínima. Esses três dados (altitude, declividade e curvatura mínima) foram utilizados para a comparação dos padrões de relevo entre as sub-bacias. Foram gerados 50 pontos aleatórios para cada sub-bacia, por meio do complemento “Pontos Aleatórios”, localizado na janela vetor e na função investigar do aplicativo QGIS. A partir desses pontos foi testada a igualdade dos parâmetros geomorfométricos por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com significância de 5%, por via do aplicativo R *core team* (2013). Caso a hipótese nula tenha sido rejeitada, é necessário um teste de *post hoc* para saber onde que se encontra esta divergência.

Adicionalmente, foi realizado o cálculo da densidade de drenagem das três sub-bacias, que é compreendida como o comprimento médio de rios de uma bacia hidrográfica por unidade de área, podendo ser expressa pela equação: $Dd = \sum L/A$, onde Dd é a densidade de drenagem; $\sum L$, o comprimento dos canais e A , a área da bacia (HORTON, 1945). Para isso, utilizou-se a base de dados do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG), por meio da página eletrônica: <http://www.sieg.go.gov.br/>. O cálculo do comprimento total (km), da área (km²) e da razão entre elas foi realizada na plataforma QGIS. Os valores de densidade de drenagem foram utilizados para complementar a compreensão da intensidade de dissecação das unidades de relevo mapeadas em cada bacia.

2.2.3. Delimitação das unidades de relevo nas sub-bacias e comparação dos parâmetros geomorfométricos

Para a delimitação das unidades de relevo, foi gerada a composição colorida nos canais RGB, com altitude, declividade e curvatura mínima, respectivamente. Essa composição foi empregada para realçar as feições das unidades de relevo, que foram mapeadas por meio de digitalização em tela, em formato vetorial, considerando cor, forma e textura. Após a delimitação das unidades de relevo, foram gerados 50 pontos aleatórios para cada unidade de relevo de cada sub-bacia, por meio do complemento “Pontos Aleatórios”, localizado na janela vetor e na função investigar do aplicativo QGIS. A partir desses pontos foram realizadas as avaliações entre as unidades de relevo equivalentes nas diferentes sub-bacias. Para isso, foi testada a igualdade entre os parâmetros geomorfométricos (altitude, declividade e curvatura mínima) por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com significância de 5%, utilizando o aplicativo R *core team* (2013). Caso a hipótese nula tenha sido rejeitada, é necessário um teste de *post hoc* para saber onde que se encontra esta divergência.

2.2.4. Descrição do uso e cobertura vegetal nas sub-bacias em função das unidades de relevo

As unidades de relevo delimitadas foram utilizadas como limite natural para a descrição dos padrões de uso e cobertura da terra de cada sub-bacia. Para isso, foi utilizada a base digital referente ao Projeto TerraClass Cerrado, que disponibiliza o mapeamento de uso e cobertura vegetal por meio da página eletrônica: <http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/download.php>. Sendo assim, foram apresentadas as proporções relativas das classes de uso e cobertura da terra por unidade de relevo.

Complementarmente, também foi realizada uma expedição de campo nas três sub-bacias, para o registro fotográfico por máquina fotográfica digital e câmera em aeronave remotamente pilotada referente à paisagem dos pontos utilizados para as análises dos parâmetros geomorfométricos.

2.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Comparação dos parâmetros geomorfométricos entre as sub-bacias

A composição colorida dos parâmetros geomorfométricos evidenciou três domínios de cores, que expressaram três ambientes geomorfológicos (Figura 2): as áreas mais rosa/roxo representaram ambientes mais elevados e planos; em azul foram evidenciados os ambientes mais rebaixados, caracterizados pelos vales e drenagens; o verde, expressou os ambientes mais íngremes, onde ocorrem transições entre as áreas planas para as áreas dissecadas.

As cotas de altimetria do rio Maranhão variam de 669 a 1312 m. Sendo que as cotas mais baixas (650 a 960 m) se encontram na parte oeste da bacia, e as cotas mais altas (1000 a 1280 m), na porção leste (Tabela 1). A média nesta bacia é de 969 m, com um desvio padrão de 113 m. Observa-se que nas maiores altitudes, o relevo é plano a ondulado, enquanto que nas cotas mais baixas, predominam as áreas fortemente ondulado a escarpado (Tabela 1). Os menores valores da curvatura mínima estão representados nos lugares mais encaixados da bacia, ou seja, nos cursos d'água, que apresentaram densidade de drenagem de 1,24 km.km⁻² (Tabela 1).

Já a bacia do Rio Preto possui altitude que varia entre 814 m a 1195 m e média de 949 m com desvio padrão de 67 m (Tabela 1). As áreas mais baixas da bacia encontram-se ao sul, enquanto que as mais altas estão na porção nordeste. Predominantemente, a bacia apresenta relevos do tipo plano a ondulado (Tabela 1). Entretanto, nas cotas até 950 m, pode apresentar um relevo forte ondulado a montanhoso (Tabela 1). Nesta bacia, os menores valores da mínima curvatura estão representados rupturas do relevo, que geraram densidade de drenagem de 0,493 km.km⁻² (Tabela 1).

Considerando a bacia do Rio Corumbá, ao longo dos corpos d'água, a altimetria é entorno de 588 m, enquanto que ao se afastar das massas de água, esse valor pode chegar a mais de 981 m, sendo que a média de altitude nesta área é de 756 m com um desvio padrão de 74 m (Tabela 1). Isso indica que ao redor do rio as áreas são mais baixas, tendo uma elevação de altitude conforme o afastamento das margens do rio. Além disso, a declividade da bacia varia de plano a suave ondulado, principalmente na parte superior; a ondulado, na parte inferior da bacia (Tabela 1). Ainda foi possível observar, áreas fortemente onduladas, sobretudo em áreas que formam domos e colinas, tendo como densidade de drenagem 0,730 km.km⁻² (Tabela 1).

Foi constatada de diferença significativa entre todas as variáveis geomorfométricas (altitude, declividade e curvatura mínima). A avaliação por pares evidenciou diferença significativa de altitude nas combinações RC x RM (p-valor < 0,0001) e RC x RP (p-valor < 0,0001). A declividade foi significativamente diferente nos pares RC x RP (p-valor = 0,0005) e RM x RP (p-valor = 0,0007). Em relação à curvatura mínima, os pares RC x RM (p-valor = 0,0135) e RC x RP (p-valor = 0,0139) foram estatisticamente diferentes. A integração dessas diferenças com os resultados de densidade de drenagem expressaram a ordem de dissecação (potencial erosivo) em escala local: RM>RC>RP. Esse ordenamento pode não expressar o potencial erosivo das respectivas regiões hidrográficas em que estão contidas, Tocantins, Paraná e São Francisco. A porção da região hidrográfica do São Francisco (RP) possui a menor área dentro contexto da ecorregião do Planalto Central, sendo caracterizada principalmente por áreas elevadas e mais aplainadas.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados variáveis geomorfométricas (altitude, declividade e densidade de drenagem por bacia)

	Altitude Média (m)	Desvio Padrão Altitude (m)	Altitude Mínima (m)	Altitude Máxima (m)	Declividade (%)	Densidade de drenagem (km.km ⁻²)
RM	969	113	669	1312	0 a 75%	1,24
RP	949	67	814	1195	0 a 20%	0,493
RC	756	74	588	981	0 a 40%	0,73

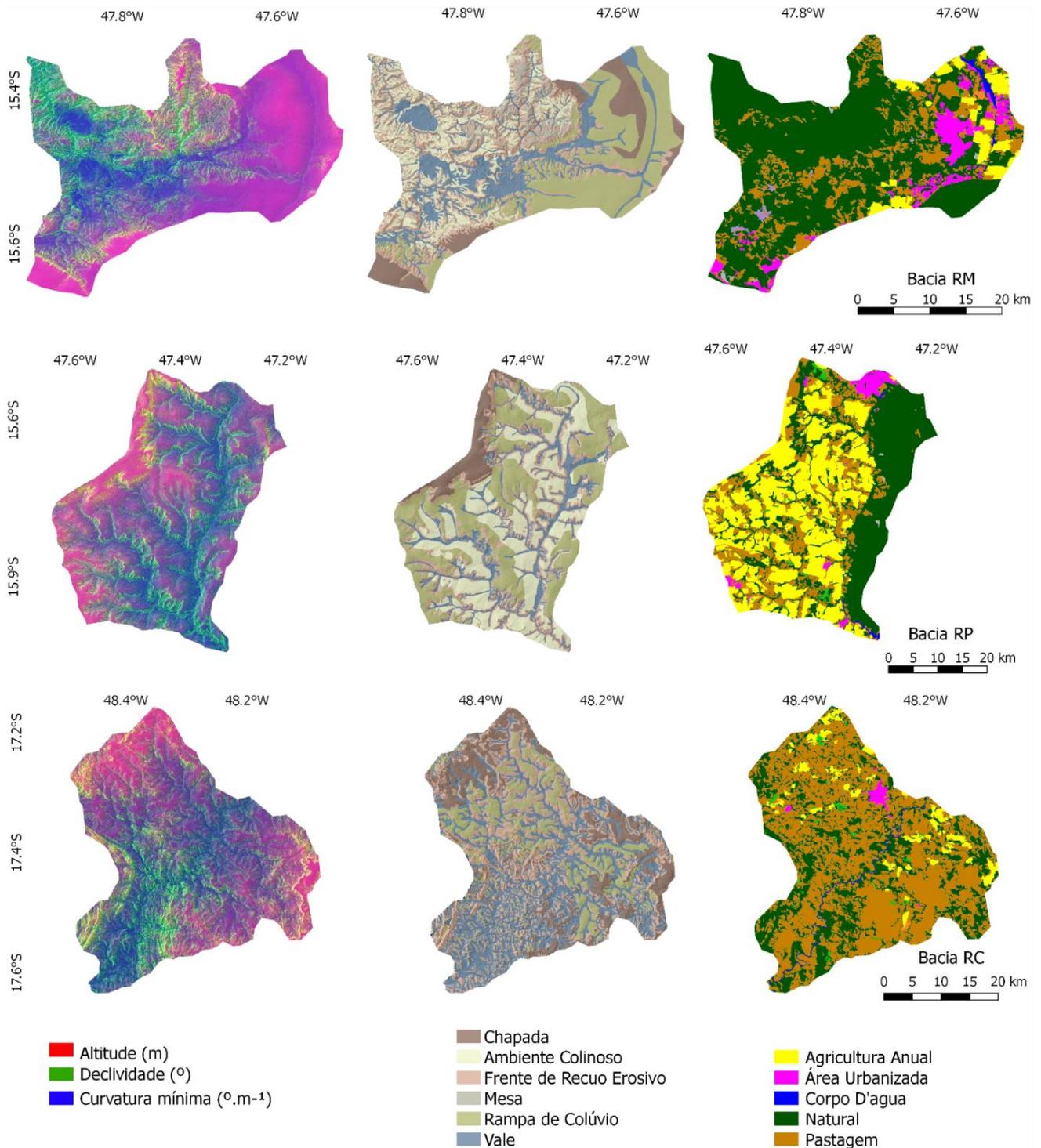


Figura 2. Composição colorida das variáveis geomorfométricas nos R/G/B, Altitude (m)/ Declividade (°)/ Curvatura mínima (°·m⁻¹), respectivamente, (primeira coluna à esquerda); unidades de relevo mapeadas (coluna central); o mapa de uso e cobertura vegetal (Fonte Brasil, 2015). Esses mapas podem ser melhor visualizados nos anexos 1, 2, 3 e 4, do presente documento.

2.3.2. Delimitação das unidades de relevo nas sub-bacias e comparação dos parâmetros geomorfométricos

Foram identificadas 6 unidades de relevo: Chapada, Rampa de Colúvio, Frente de Recuo Erosivo, Ambiente Colinoso, Mesas e Vale (Figura 2). Esse tipo de compartimentação geomorfológica permite adotar as unidades mapeadas como unidades de planejamento ambiental, onde cada uma dessas unidades apresentam potencialidades e limitações específicas (Cordeiro et al., 2017). As porções de cada compartimento podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Proporção das unidades de relevo em porcentagem referente a cada sub-bacia.

Unidade de Relevo (%)	RM	RP	RC
Chapada	9%	6%	18%
Ambiente Colinoso	16%	30%	-
Frente de Recuo Erosivo	23%	19%	29%
Rampa de Colúvio	27%	30%	16%
Mesa	4%	-	-
Vale	21%	15%	37%

As Chapadas são formadas pelas cotas de altitude mais altas da paisagem (Ab'Sáber e Costa Junior, 1950). Apresenta um padrão de relevo plano a suave ondulado com baixa densidade de drenagem e presença de Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo (Latrubesse, 2006; Sena-Souza 2013; 2014). Além disso, essas áreas são resistentes ao intemperismo e contribui para a sustentação da paisagem (Sena-Souza 2013; 2014).

A Frente de Recuo Erosivo possui declive acentuado que caracteriza o relevo bastante íngreme com compartimentos individualizados (Sena-Souza, 2013). São as partes mais declivosas e representam as rupturas de relevo (Sena-Souza, 2013). São as áreas de erosão das superfícies planas, configurando em divisor dos relevos mais antigos de altitudes elevadas para os mais recentes, com menores altitudes (Latrubesse, 2006). Os solos variam entre Argissolos, Cambissolos e Latossolos.

As Rampas de Colúvio representam a transição das áreas planas elevadas, para áreas dissecadas de menores altitudes (Assis et al., 2016). Com formação associada às drenagens, o grau de dissecação das Rampas de Colúvio aumentam à medida que se aproximam dos cursos d'água (Assis et al., 2016). Os solos são do tipo Latossolo e característicos dos relevos suave ondulados.

Os Ambientes Colinosos foram identificados apenas nas bacias do Rio Maranhão e do Rio Preto. De acordo com Sena-Souza (2014), os Ambientes Colinosos são remanescentes de Chapadas que estão no final do processo de erosão e transformação em Rampa de Colúvio. Apresenta encosta suave ou margeada por Frente de Recuo Erosivo. Ou seja, apresentam um relevo mais acidentado devido aos processos de dissecação. Os solos dessa unidade variam entre Latossolo Amarelo e Cambissolo.

As Mesas representam resquícos de Chapadas preservadas, principalmente por possuírem maior resistência ao intemperismo e aos processos de dissecação do relevo. Além disso, apresentam declividade baixa e são caracterizadas por estarem circundadas pelas unidades de Frente de Recuo Erosivo (Assis et al., 2016; Sena-Souza et al., 2013).

Os Vales apresentam dissecação média, com predomínio de Argissolos e Cambissolos. Além disso, essas áreas marcam a erosão das unidades antigas locais ou regionais, estando associadas a redes de drenagem e associadas aos ambientes hidromórficos (Latrubesse, 2006; Sena-Souza et al., 2014).

Através do perfil esquemático foi possível identificar as unidades de relevo, sendo as chapadas as unidades mais altas, as frentes de recuo erosivo nas rupturas do relevo; as colinas com um ambiente mais movimentado e; os vales com as menores altitudes (Figura 3):

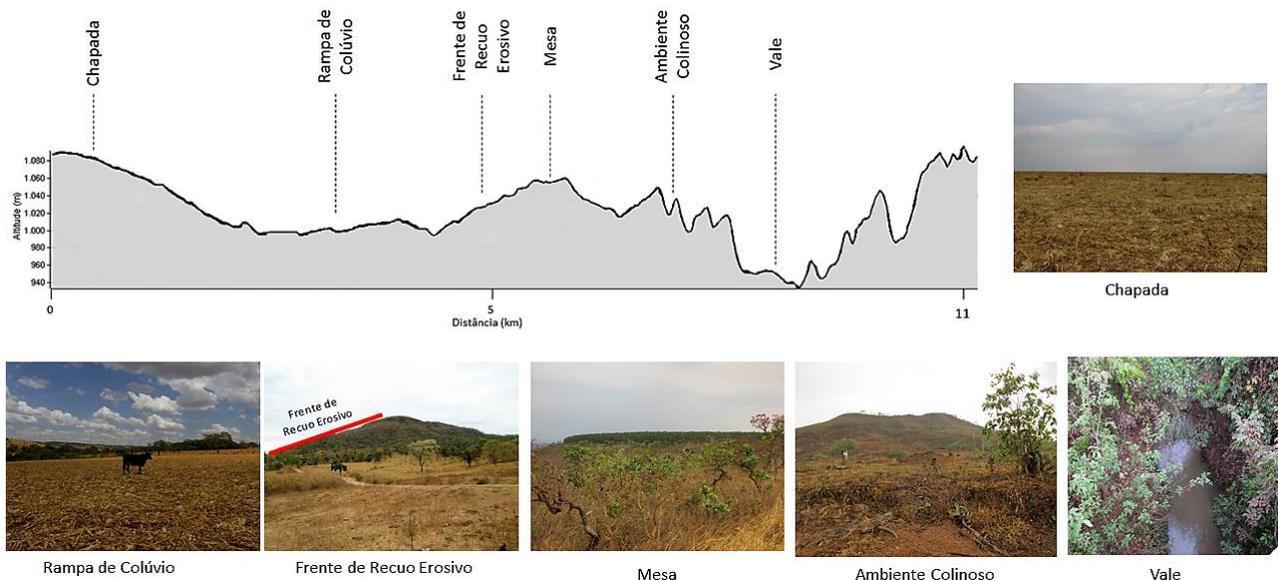


Figura 3. Perfil esquemático das unidades de relevo mapeadas

Observa-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 porção leste observa-se grandes áreas de chapadas, com um relevo mais plano. A bacia do Rio Preto apresenta áreas de transição entre as áreas planas elevadas para áreas dissecadas com menores altitudes. E, a bacia do Rio Corumbá é formada por áreas com baixas altitudes e declividades, formadas especialmente por vales, devido ao curso do rio.

O teste de Kruskal Wallis evidenciou que a Altitude foi estatisticamente diferente em todas as unidades de relevo, exceto nos Ambientes Colinosos (p-valor = 0,7381) (Tabela 3). Para a Declividade todas as unidades de relevo foram estatisticamente diferentes (Tabela 3). Já para a Curvatura Mínima, a igualdade ocorreu na Frente de Recuo Erosivo (p-valor = 0,0979) e Rampa de Colúvio (p-valor = 0,1807) (Tabela 3). Para a unidade Mesa, não foi realizado nenhum teste, pois essa unidade foi identificado apenas na bacia do Rio Maranhão.

Tabela 3. Teste de Kruskal Wallis para comparação dos parâmetros geomorfométricos por unidades de relevo mapeados nas sub-bacias do Rio Maranhão, Rio Preto e Rio Corumbá.

	Altitude		Declividade		Curvatura mínima	
	chi-squared	p-valor	chi-squared	p-valor	chi-squared	p-valor
Chapada	99.435	< 0,0001	65.807	0,0372	27.423	< 0,0001
Frente de Recuo	83.619	< 0,0001	50.439	< 0,0001	46.474	0,0979
Rampa	113.4	< 0,0001	28.246	0,0007	34.223	0,1807
Colina*	1201	0,7381	2414	< 0,0001	2004	0,0002
Vale	86.173	< 0,0000	22.786	0,0100	22.045	0,0200

* A unidade relevo Colina foi encontrada apenas nas sub-bacias do Rio Maranhão e Rio Preto, tendo sido avaliada apenas em relação a essa combinação. Neste caso, foi utilizado o teste U.

A avaliação por pares indicou que nas Chapadas houve diferença nas combinações RC x RM (p-valor = 0,0000) e RC x RP (p-valor = 0,0000), para altitude; RC x RP (p-valor = 0,0205) para a declividade; e nos pares RC x RP (p-valor = 0,0000) e RM x RP (p-valor = 0,0000), para a curvatura mínima.

Na Frente de Recuo Erosivo houve diferença na altitude nos pares RC x RM e RC x RP ambos com o p-valor igual a 0,0000. Para a declividade, todos os pares se diferenciaram: RC x RM

(p-valor = 0,0001); RC x RP (p-valor = 0,0012); RM x RP (p-valor = 0,0000). Com relação a Curvatura Mínima não houve diferença em nenhum par.

Na Rampa de Colúvio houve diferença em todos os pares para a altitude e declividade. Ao contrário da curvatura mínima que não diferenciou nenhum par.

Nos Vales, com relação a altitude, houve diferenciação nos pares RC x RM e RC x RP ambos com p-valor = 0,0000. Com relação a declividade, houve diferença nos pares RC x RP e RM x RP cujo p-valor foi igual 0,0001 e 0,0000, respectivamente. E, para a Curvatura Mínima a diferença ocorreu nos pares RC x RM e RM x RP, com os valores de p-valor foram iguais a 0,0000 e 0,0028, respectivamente.

Desta forma, as bacias do Rio Maranhão e do Rio Preto apresentaram valores superiores de altitude aos observadas na bacia do Rio Corumbá em todas as unidades de relevo. As bacias RM e RP apresentaram valores semelhantes em quase todas as unidades de relevo. Além disso, a bacia RM foi a que apresentou maiores dissecações nas unidades de relevo, pois o seu desvio padrão foi maior do que as demais bacias.

Os valores médios de Declividade foram superiores na bacia RM na unidade de relevo Frente de Recuo Erosivo, com alto grau de dissecação. No entanto, nas Rampas de colúvio, RC apresentou valores mais elevados. Nas Colinas, RM foi maior e mais dissecado que RP. Já nos vales, RP foi a bacia que apresentou menores valores e menores dissecações.

Os valores médios de Curvatura mínima foram inferiores na bacia RP em quase todas as unidades de relevo; enquanto que RM apresentou valores médios maiores. Além disso, RC e RM foram as bacias que apresentaram maiores dissecações.

2.3.3. Descrição do uso e cobertura vegetal nas sub-bacias em função das unidades de relevo

Na bacia do Rio Maranhão, predominaram três classes: Pastagem com 19%, Natural com 68% e Agricultura Anual com 6% (Figura 2; Anexo 2). As demais classes obtiveram menos de 3% de áreas (Figura 2, Anexo 2). Já na bacia do Rio Preto, a Agricultura Anual apresentou 39% de áreas, seguido das áreas Naturais, com 37% e a Pastagem, com 21% (Figura 2, Anexo 3). Os demais usos foram menos de 2% de ocupação cada (Figura 2, Anexo 3). Na bacia do Alto Rio Corumbá, as classes predominantes foram a Pastagem (57%), Natural (35%) e Agricultura Anual (5%) (Figura 2, Anexo 4). As demais classes apresentaram menos de 1% de uso (Figura 2, Anexo 4).

Nas Chapadas, em média 38% dos usos foram de Pastagem, seguido da Agricultura Anual (30%) e em terceiro, as áreas Naturais (25%) (Figura 4). As áreas de chapadas apresentam grande potencial para o uso agrícola, pelo fato dessa unidade apresentar relevo plano, contínuo, solos profundos e bem drenados, características essenciais para os cultivos agrícolas (Assis et al., 2016). Isso pode ser observado na bacia RP, que apresentou 60% de áreas de agricultura (Figura 4). No entanto, na bacia RC, por ser uma bacia mais dissecada e com menores altitudes prevaleceu as Pastagens (60%) (Figura 4). Enquanto que na bacia RM, as áreas de chapadas apresentaram 40% de áreas naturais (Figura 4).

Nas Frentes de Recuo Erosivo as áreas naturais apresentaram 60% de cobertura, seguido da Pastagem (31%) e da Agricultura Anual (6,7%) (Figura 4). Esse tipo de ambiente, por apresentar maiores declividade, ser mais íngreme, dissecado e mais compartimentado é impróprio para atividades agrícolas pois são áreas instáveis, representando a ruptura do relevo, o que pode ocasionar casos de erosões e escorregamentos. Observa-se esse padrão na bacia RM, que cerca de 88% dessa unidade são áreas de cobertura natural (Figura 4). As demais bacias apresentaram menos de 50% de cobertura natural (Figura 4).

As Rampas de Colúvio foi o ambiente que apresentou maior diversidade de classes de usos. No entanto, as Pastagens (34,6%) foram as mais representativas neste ambiente; seguido das áreas naturais (33%) e da Agricultura Anual (22%) (Figura 4). Nesses ambientes predominam as Pastagens, devido ao fato de o relevo não ser tão plano quanto as Chapadas e nem tão íngreme

quanto as demais unidades. É um relevo mais ondulado, o que é um facilitador para esse tipo de usos. No entanto, apresentam potencial agrícola também, pois são áreas contínuas e, por não ser tão dissecada, possuem maior facilidade de manejo. A bacia RC foi a que apresentou maior área de Pastagem (68%), pois nessa bacia as Rampas de Colúvio não apresentam certa continuidade, além de serem circundadas pelas Frentes de Recuo Erosivo e pelos Vales (Figuras 2 e 4). Já a bacia RP apresentou 46% de áreas agrícolas que, ao contrário da bacia RC, essa unidade apresenta continuidade facilitando o manejo para a produção agrícola (Figuras 2 e 4). Já na bacia RM, essa unidade apresentou usos bem equilibrados, desde grandes áreas naturais (45%), a usos agropecuários (35%) e urbanos (20%) (Figura 4). Isto ocorre por que essa unidade é um dos maiores ambientes dessa bacia e sua continuidade e suavidade possibilita esses múltiplos usos.

Nos Ambientes Colinosos predominou-se as áreas naturais (37%), seguido da agricultura anual (19%) e pastagem (9,3%) (Figura 4). Como o relevo apresenta forte declividade a vegetação natural é a cobertura predominante nesse tipo de ambiente, como é o caso da bacia do Rio Maranhão (87%) (Figura 4). No entanto, como acontece na bacia do Rio Preto, o relevo não é tão dissecado quanto na bacia do rio Maranhão pode apresentar cultivos agrícolas (57%) (Figura 4).

Nas Mesas 81% foram áreas Naturais e 17% de Pastagem (Figura 4). Isto porque essas áreas são resquícios de Chapadas, e, por não apresentarem certa continuidade, como as Chapadas e as Rampas, predominam outros tipos de atividades que não sejam agricultura.

Os vales apresentaram 56,3% de áreas naturais e 36% de áreas de pastagem (Figura 4). Como esse tipo de ambiente está associado aos cursos hídricos, são áreas importantes para serem preservadas para a manutenção das matas ciliares. Além disso de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012), essas áreas se encaixam nas APP's, que tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Observa-se que na bacia RC, 55% dessa unidade são áreas de pastagens, cuja intensificação pode ocasionar processos erosivos nas margens do rio e o assoreamento dos canais (Figura 4).

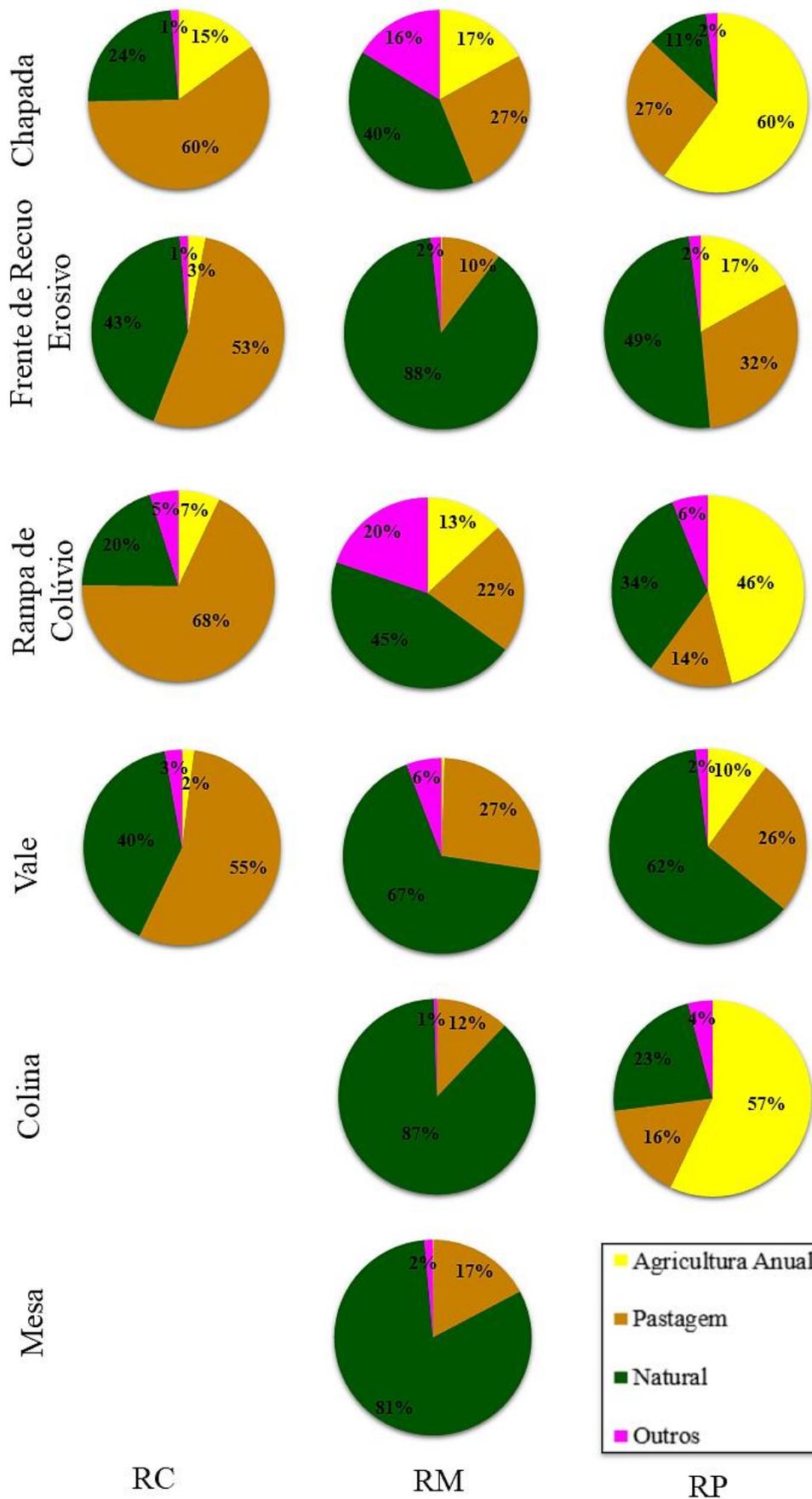


Figura 4. Porcentagem dos uso e ocupação do solo em função do relevo para a ottobacias do Rio Corumbá (RC); Rio Maranhão (RM) e Rio Preto (RP).

2.3.4. Integração Relevo-Cobertura

A bacia do Rio Maranhão é uma bacia mais preservada, apresentando um relevo mais íngreme e dissecado, onde predominam as áreas de cobertura natural. Já na bacia do Rio Preto, predominam as atividades de agricultura anual, pois apresenta áreas planas, elevadas e contínuas. E, na bacia do Rio Corumbá, observa-se a predominância de usos antrópicos, em especial para a pastagem, formada por áreas com baixas altitudes e declividades, características dos vales, devido ao curso do rio.

A densidade de drenagem é uma importante variável para a análise geomorfométrica das bacias hidrográficas pois representa o grau de dissecção topográfica (Christofolletti, 1981). De acordo com a classificação de Beltrame (1994), as bacias RM e RC apresentaram média densidade de drenagem (0,50 a 2,00 km/km²: RM:1,24 km/km² e RC: 0,73 km/km²). Enquanto que a bacia RP apresentou baixa densidade de drenagem (<0,50 km/km²: RP: 0,493 km/km²). Segundo Christofolletti (1969), valores elevados de Dd indicam áreas com pouca infiltração e melhor estruturação dos canais, além de estarem relacionadas com o grau de dissecção das bacias. Horton (1945) também destaca importantes fatores para a determinação da Dd, o regime de chuva, o relevo, a capacidade de infiltração do solo e a resistência à erosão. Assim, os valores encontrados para as bacias RM e RC sugerem que há um elevado escoamento superficial associado a uma alta dissecção.

As áreas de Chapadas e Rampas de Colúvio foram as que obtiveram maior extensão de atividades antrópicas, pelo fato de serem áreas planas facilitando o manejo e a mecanização dessas áreas. Esses resultados podem ser confirmados através do estudo de Assis et al. (2016) e Sena-Souza (2013,2014) que afirmaram que este tipo de ambiente apresenta potencial para uso agrícola devido ao relevo plano e contínuo, além de solos profundos e bem drenados que são essenciais para os cultivos agrícolas. Cita-se por exemplo, o Café que ocupa principalmente as cotas mais altas do relevo e os plantios de cana-de-açúcar que são cultivadas em área mais plana justamente devido a facilidade de mecanização (Justino et al., 2017).

As Frente de Recuo Erosivo foram as unidades de relevo que apresentaram maiores porcentagens de áreas naturais. Por estarem situadas nas rupturas de relevo, são áreas mais difíceis de serem manejadas, além de contribuírem para os processos erosivos. De acordo com o artigo 4º da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012), a largura da faixa da mata ciliar a ser preservada está relacionada à largura do curso d'água e não deve ser inferior a 30 metros chegando a cerca de 500m e em encostas com declividade < 100%, equivalente a 45°. Dessa forma, parte das APPs estão diretamente relacionadas com as Frente de Recuo Erosivo. Esses resultados podem ser confirmados através do estudo de Santos et al. (2016), onde ele classificou as áreas de APP com o relevo, e chegou à conclusão de que as áreas de APP estão em melhor estado de conservação nas encostas, montes e montanhas. Da mesma forma, as fitofisionomias se desenvolvem em relevos específicos, como por exemplo, o Cerrado Sentido Restrito, encontrado apenas nas porções mais elevadas e planas do Parque Nacional da Serra da Canastra (Couto Junior et al., 2010) e as Matas Ciliares que se localizam principalmente nas áreas de maior declive do terreno (Justino et al., 2017). Conforme Assis et al. (2016), por ser a unidade de relevo mais acidentado, a Frente de Recuo Erosivo concentra a cobertura de vegetação natural, que é preservada devido as dificuldades de acesso para mecanização da área. Desta forma, a preservação dessa unidade é essencial, tanto para o cumprimento da Lei, quanto por vantagens ecológicas devido a preservação das matas ciliares.

Os ambientes colinosos apresentaram tanto áreas naturais, quanto áreas de agricultura anual. Para Trentin e Robaina (2012) este tipo de unidade, que apresenta um relevo fortemente ondulado pode ser utilizado para pecuária e áreas agrícolas, porém com técnicas conservacionistas e práticas de manejo do solo. No entanto, os autores afirmam ainda a necessidade de preservação da mata nativa junto as áreas de maior declividade e cuidados com os solos.

As Mesas, cujas áreas são favoráveis para pecuária, reflorestamento e podem ser usados para fruticultura com práticas de manejo (Trentin e Robaina, 2012). Por serem áreas relativamente pequenas impossibilita outras atividades tais como a agricultura.

Nos Vales predominaram tanto as áreas naturais, quanto as pastagens. Como essas áreas são mais baixas e o solo hidromórfico, as pastagens que melhor condizem com esse tipo de ambiente, pelo fato de não necessitar de tanta mecanização. Santos et al. (2016) ressalta que neste tipo de ambiente, que estão relacionados com os cursos de água e nascentes, as áreas conservadas abaixo de 1100m que inclinam menos de 45° são as mais afetadas pelas atividades humanas, principalmente as atividades de pastagens. É importante salientar que a Lei de Proteção da Vegetação Nativa instituída pela lei 12651/2012 estabelece que toda a vegetação natural presente ao longo das margens dos rios e ao redor de nascentes e de reservatórios deve ser preservada. Assim, por serem áreas associadas às áreas de proteção da vegetação nativa, tem-se a necessidade da manutenção da mata ciliar e da vazão dos cursos. Assim como na Frente de Recuo Erosivo, a sua não preservação pode acarretar uma série de problemas ambientais, tais como os processos de infiltração de água no solo, processos de escorregamentos e até a disponibilidade hídrica na bacia.

Para Soares et al. (2016), a associação de cobertura vegetal, declividade e características físicas do solo são fatores importantes na tomada de decisão em relação ao manejo adequado das sub-bacias, pois este tipo de análise integrada possibilita o planejamento de ações corretivas e preventivas. Além disso, os autores concluíram a necessidade de estudos integrados devendo ser definidas e implementadas estratégias que busquem conciliar o uso e ocupação da terra com a proteção e manutenção dos ecossistemas naturais e dos recursos hídricos. Por fim, esses resultados evidenciam o efeito do relevo sobre o uso e ocupação da cobertura da terra, sendo que as unidades de relevo vão dar suporte físico e ambiental para as atividades humanas e limitá-las.

2.4. CONCLUSÕES

1 Existe diferença significativa entre os parâmetros geomorfométricos do relevo (altitude, declividade e curvatura mínima) dentro da ecorregião do Planalto Central em função das regiões hidrográficas existentes.

2 A análise estatística utilizada (teste de Kruskal-Wallis) mostrou-se efetiva para este tipo de estudo. Assim, nas sub-bacias do estudo, o relevo se mostrou como um elemento condicionante nos padrões de distribuição da cobertura da terra.

3 A bacia do Rio Maranhão apresentou um relevo mais íngreme e dissecado, predominando as áreas de cobertura natural. Já na bacia do Rio Preto, predominaram as atividades de agricultura anual, pois apresenta áreas planas, elevadas e contínuas. E, na bacia do Rio Corumbá, observou a predominância de pastagem, pois é formada por áreas com baixas altitudes e declividades.

4 Considerado os limites das unidades de relevo e a densidade de drenagem das bacias estudadas, foi possível inferir dissecção na seguinte ordem decrescente: Rio Maranhão (RM), Rio Corumbá (RC) e Rio Preto (RP).

5 Nas áreas com relevo mais plano e altitude elevadas, tais como as Chapadas, Rampas de Colúvio e Mesas, foi observado predominantemente agricultura e pastagem.

6 Nos relevos mais íngremes e dissecados, tais como as Frentes de Recuo Erosivo, Ambientes Colinosos e Vales, predominaram as pastagens e as áreas de cobertura natural.

7 Apesar da utilização de uma base consolidada e confiável do mapeamento de uso e cobertura da terra do Cerrado (Brasil, 2015), cabe ressaltar que esse mapeamento representa o ano 2013, essa base atenua a representação dos processos dinâmicos da cobertura da terra. Sendo assim, indica-se o emprego de séries temporais de longa duração (e.g. sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* - MODIS), para caracterização dos padrões temporais da cobertura da terra e quantificação dos processos ecossistêmicos em função das unidades de relevo.

8 A presente abordagem metodológica evidencia as relações entre os aspectos estruturais e funcionais da paisagem, possibilitando a avaliação em diferentes escalas, de acordo com os níveis das otobacias, e a integração dos elementos da paisagem. Essa visão sistêmica, pode servir como subsídio para a geração de políticas públicas de gestão de recursos naturais que considerem os limites naturais da paisagem e conciliem a ocupação antrópica e manutenção dos ecossistemas naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER A.N., COSTA JÚNIOR, M. Contribuição ao estudo do Sudoeste Goiano. **Boletim Paulista de Geografia**, v.2, p.3-26, 1950.

AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 3. ed. **Ateliê Editorial**, 2003. 151p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>. Acesso em: 04. abril.2016.

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**. 1 ed. Brasília: Embrapa, v. 1, p. 229-270, 2008.

ASSIS, T., MARTINS, E.S., & COUTO JÚNIOR, A.F. Relações Entre o Relevo e Agroecossistemas na Ecorregião Paraná-Guimarães (The Relationship Between Relief and the Agroecosystems in Paraná-Guimarães Ecoregion). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, 2016.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas**: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

BISHOP, M. P.; JAMES, L. A.; SHRODER, JR; J. F.; WALSH, S. J. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. **Geomorphology**, v. 137, n. 1, p. 5-26, 2012.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações/** Antônio José Teixeira Guerra, Antônio Soares da Silva, Rosângela Garrida Machado Botelho (organizadores) – Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

BRANNSTROM, C.; JENPSON, W.; FILIPPI, A. M.; REDO, D; XU, Z.; GANESH, S. Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implication for land-use policy. **Land Use Policy**, v.25, p.579-595, 2008.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: **Projeto TerraClass Cerrado**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/download.php>. Acesso em: 01.abril.2016.

BRASIL. Conselho Nacional De Recursos Hídricos, Resolução N° 32, de 15 de outubro de 2003. **Divisão Hidrográfica Nacional**. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=74. Acesso em: 20. Jan. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 20.jan.2018.

CARVALHO, T. M.; BAYER, M. Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p.35-41, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p

CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F.H.; MAIA, R. P. Caracterização Geoambiental e Compartimentação Geomorfológica da Serra do Quincuncá e Entorno, Nordeste do Brasil (Geo-Environmental Characterization and Geomorphological Compartmentalization of Quincuncá Mountain Range and its Surroundings, Northeast of Brazil). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 34, p. 106-121, 2017.

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.

DINERSTEIN E, OLSON DM, GRAHAM DJ, WEBSTER AL, PRIMM SA, BOOKBINDER MP, LEDEC G. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington (DC): **World Bank**.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. AAI dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Sondotécnica, 2006. 34p.

FAGUNDES, A.; LUPINACCI, C.M. Urbanização e Alterações geomorfológicas: O Caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Lavapés – Rio Claro (SP) (Urbanization and Geomorphological Changes: The Case of Lavapés Stream Watershed – Rio Claro (SP)). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 33, p. 47-62, 2017.

GIRÃO, R.S.; MELLO, L.C.; FERNANDES, P.J.F. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São João (RJ) por análise de imagens orientada a objeto e mineração de dados. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.1, p.03-21, 2016.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. Amer. Bull**, v.56, n.3, p. 275-370, 1945.

HUGGET, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. London: Routledge, 2007, 483p.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**. 2004. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 28 fev. 2017.

JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, v.171, n.2, p.99-111, 2005.

JUSTINO, R.C.; MARTINES, M.R.; KAWAKUBO, F.S. Classificação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Utilizando Técnicas de Mineração de Dados (Land-use and land-cover classification using data mining techniques). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 33, p. 36-46, 2017.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p-147-155,2005.

LACERDA FILHO, J. V. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1999. 200p.

LATRUBESSE, T. M. C. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia, 2006. 128 p.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Cienc. Cult.** [online]., vol.63, n.3, pp. 27-29, 2011.

MANZATTO, C.V.; RAMALHO FILHO, A.; COSTA, T.C.C.; SANTOS, M.L.M.; COELHO, M.R.; SILVA, E.R.; OLIVEIRA, R.P. Potencial de Uso e Uso Atual das Terras. In: Manzatto, C. V.; Junior Freitas, E.; Peres, J.R.R. (Org.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MARTINS, E. S., REATTO, A. CARVALHO JUNIOR, O.A. GUIMARÃES, R.R. **Ecologia de paisagens: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina DF: Embrapa Cerrados, 2004. 33p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-8, 2000.

NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and Urban Planning**, v. 50, n. 1–3, p. 7–26, 2000.

NEVES, C.E.; SALINAS, E. A Paisagem na Geografia Física Integrada: Impressões Iniciais Sobre sua Pesquisa no Brasil entre 2006 e 2016 (Landscape in Integrated Physical Geography: Initial Impressions on its Research in Brazil Between 2006 and 2016). **Revista do Departamento de Geografia**, Volume Especial – Eixo 6, p. 124-137, 2017.

OLSON, D.M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D. et al. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. **BioScience**, v. 51, n. 11, 2001.

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.

PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v. 22 n.63, 2008

R Core Team (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SALA, E. O.; CHAPIN III, F. S.; ARMESTO, J. J. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. **Science**, v. 287, p.1770-1774, 2000.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.153-156, 2008.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.166, p.113-124, 2010.

SANO, E.E.; DAMBRÓS, L.A.; OLIVEIRA G.C.; BRITES, R.S. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In: Ferreira Júnior, L. G. (Eds.) **Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: prioridades, estratégias e perspectivas**. Goiânia: UFG, 2006. p.76–93.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L.G. Mapeamento de Cobertura vegetal do bioma Cerrado. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Embrapa Cerrados – Planaltina – DF, 2008.

SANTOS, A. R.; CHIMALLI, T.; PELUZIO, J. B. E.; SILVA, A. G.; SANTOS, G. M. A. D. A.; LORENZON, A. S.; TEIXEIRA, T. R.; CASTRO, N. L. M.; RIBEIRO, C. A. A. S. Influence of relief on permanent preservation areas. **Science of the Total Environment**, n. 541, p. 1296-1302, 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.

SENA-SOUZA, J. P.; NEVES, G.; REIS, A. M; ALVES, R. P.; SOUZA SANTOS, F. L.; KISAKA, T. B.; MARTINS, E. S.; COUTO JÚNIOR, A. F. Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Mestre D’armas, Distrito Federal. **Espaço & Geografia**. v.17, n.1, p. 71-95, 2014.

SOARES, L.S.; LOPES, W.G.R.; CASTRO, A.C.L.; ARAUJO, G.M.C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado (Morphometric analysis and prioritization of watersheds as an integrated environmental planning instrument). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

SOUSA, S.B. Mapeamento da cobertura vegetal do estado de Goiás, ano base 2015: uma abordagem utilizando dados gratuitos e softwares livres. **Linguagens do Cerrado**, v. 6, n. 1, 2016.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K. ROCKSTROM, J. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**. vol 347, 2015.

TRENTIN, R., ROBAINA, L.E.S. Unidades geoambientais na bacia hidrográfica do rio itu – oeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.23, p. 267-287, 2012.

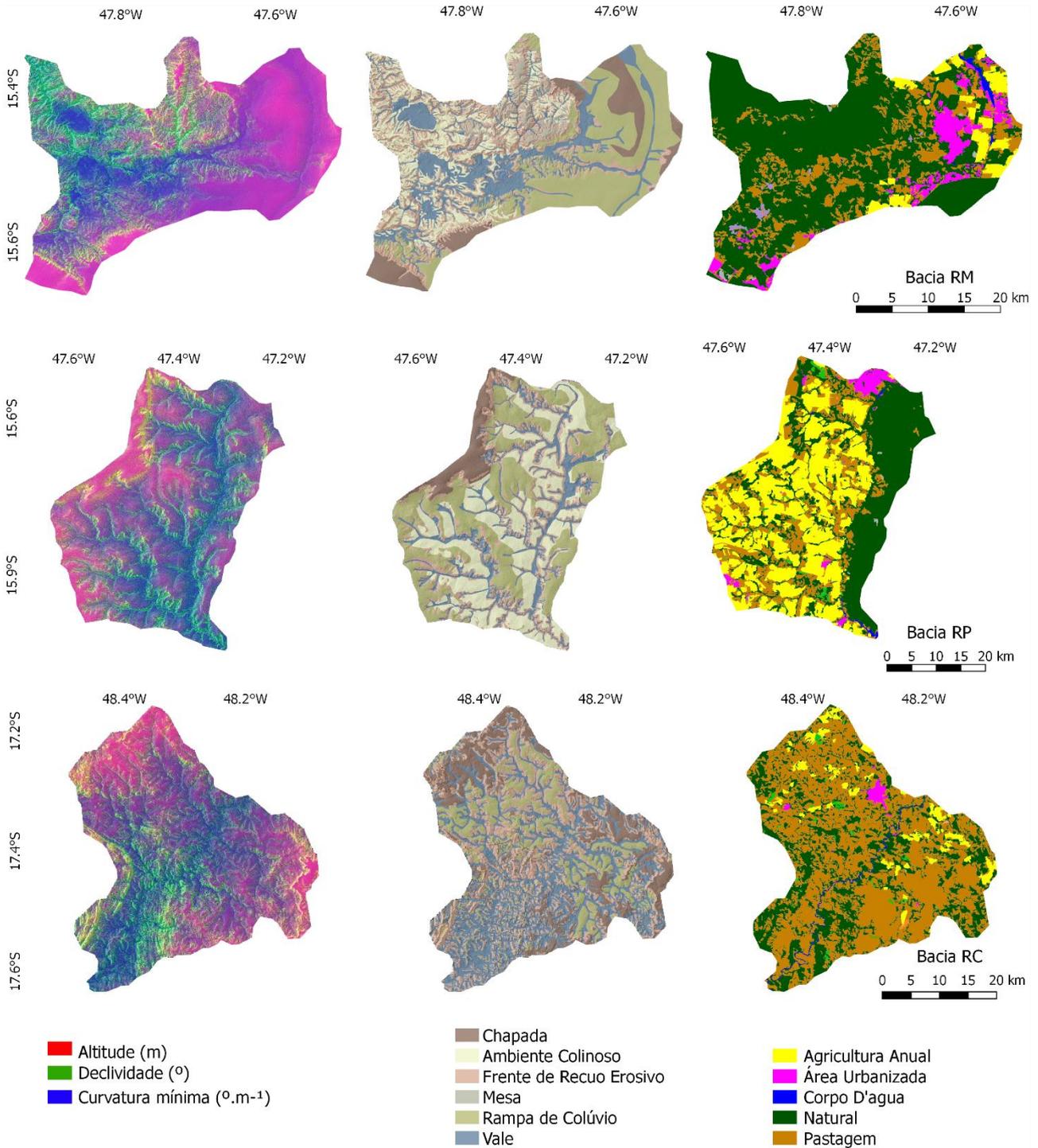
UHLEIN, A.; FONSECA, M. A.; SEER, H. J.; DARDENNE, M. A. Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília – Setores Setentrional e Meridional. **Gnomos**, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2012.

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

VALERIANO, M. M.; KUPPLICH, T. M.; STORINO M.; AMARAL, B. D.; MENDES JR., J. N.; LIMA, D. J. Modelin small watersheds in Brazilian Amazonia with shuttle radar topographic mission - 90 m data. **Computers & Geosciences**, v. 32, n. 8, p. 1169-1181, 2006.

VASCONCELOS, V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E.S.; COUTO JUNIOR, A. F.; GUIMARÃES, R. F.; Gomes, R. A. T. Sistema de classificação geomorfométrica baseado em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no Parque Nacional Serra da Canastra. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p.171-186, 2012.

ANEXO 1



Composição colorida das variáveis geomorfométricas nos R/G/B, Altitude (m)/Declividade (°)/Curvatura mínima (°.m⁻¹), respectivamente, (primeira coluna à esquerda); unidades de relevo mapeadas (coluna central); o mapa de uso e cobertura vegetal (Fonte Brasil, 2015).

ANEXO 2

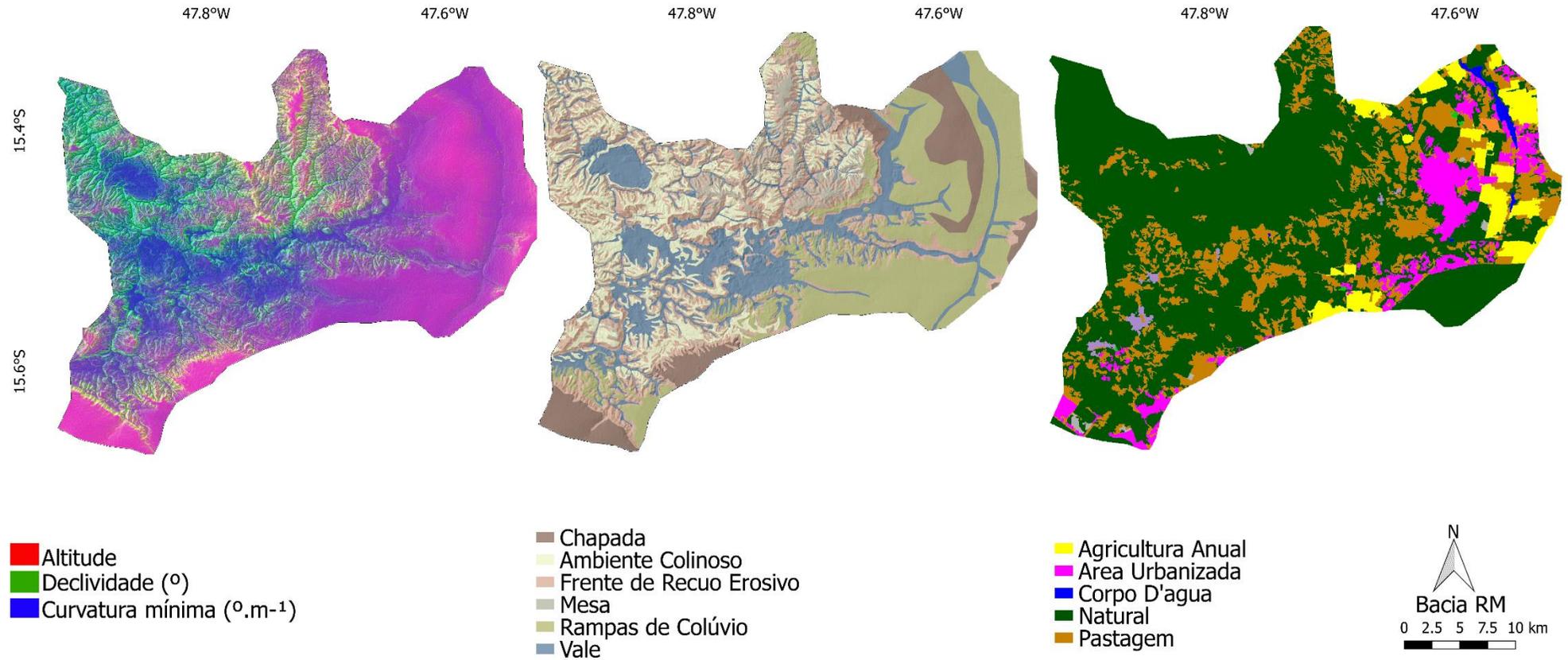


Figura referente à bacia do Rio Maranhão (RM): Composição colorida das variáveis geomorfométricas nos R/G/B, Altitude (m)/ Declividade (°)/ Curvatura mínima (°·m⁻¹), respectivamente, (primeira coluna à esquerda); unidades de relevo mapeadas (coluna central); o mapa de uso e cobertura vegetal (Fonte Brasil, 2015).

ANEXO 3

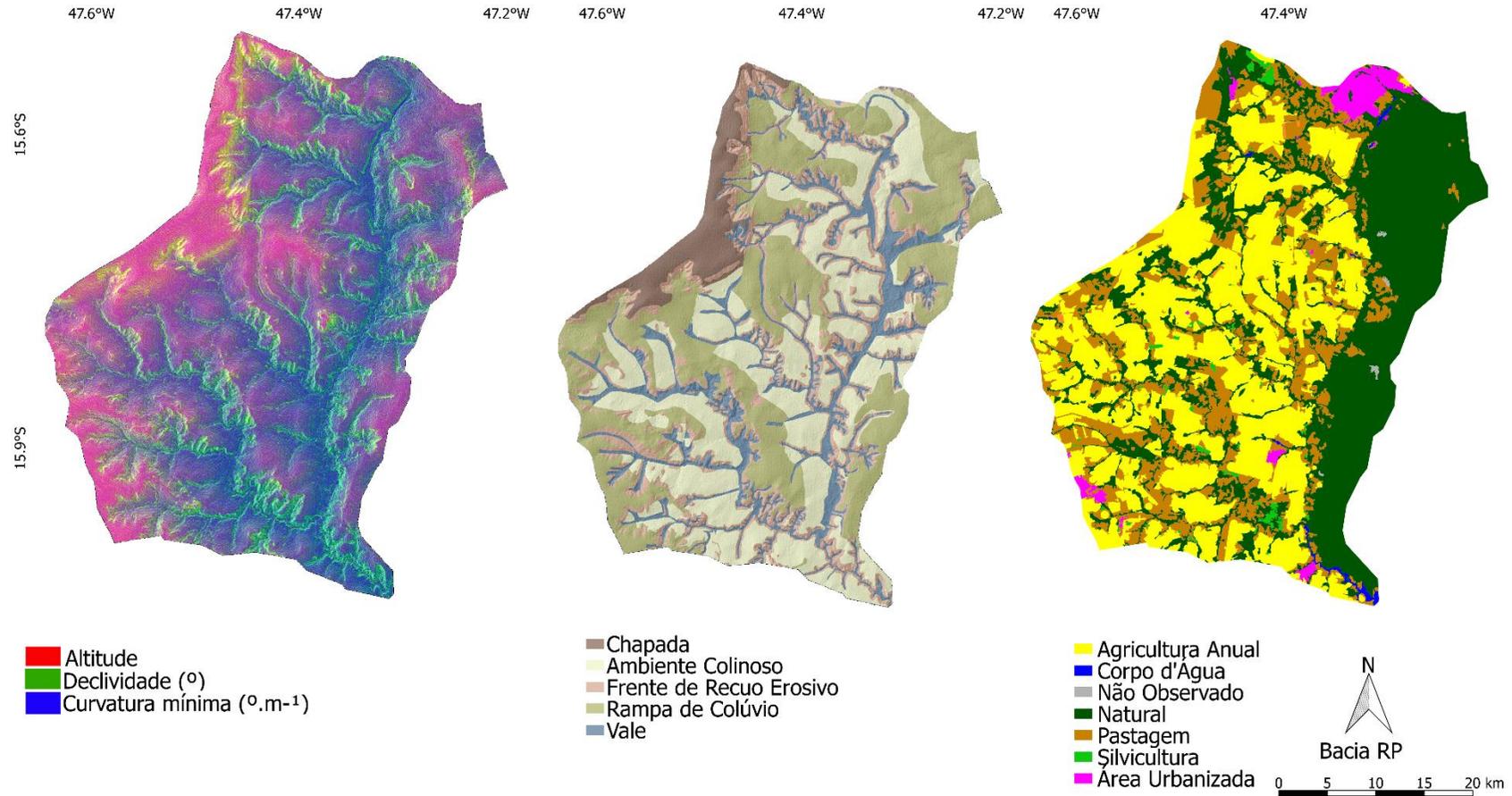
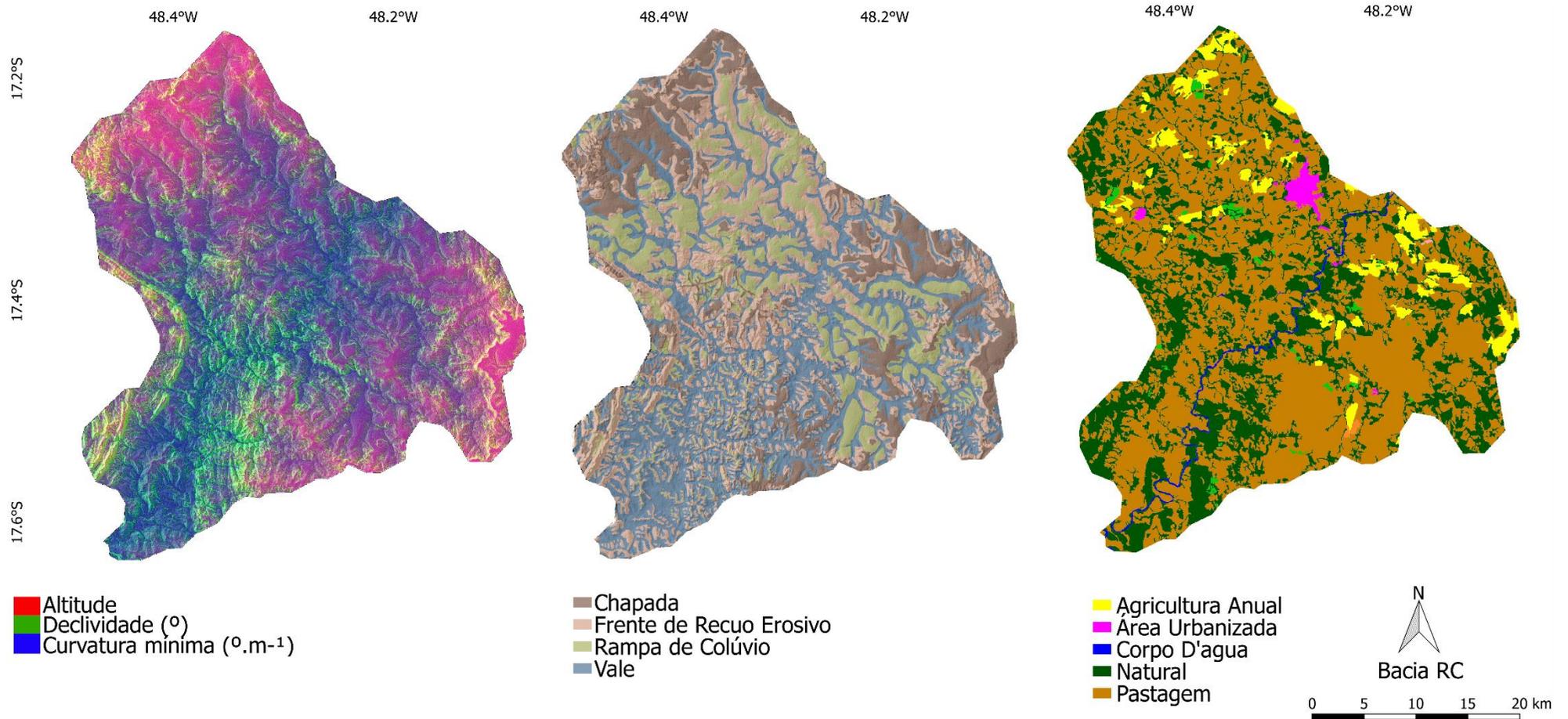


Figura referente à bacia do Rio Preto (RP): Composição colorida das variáveis geomorfométricas nos R/G/B, Altitude (m)/ Declividade (°)/ Curvatura mínima (° . m⁻¹), respectivamente, (primeira coluna à esquerda); unidades de relevo mapeadas (coluna central); o mapa de uso e cobertura vegetal (Fonte Brasil, 2015).

ANEXO 4



Composição colorida das variáveis geomorfométricas nos R/G/B, Altitude (m)/ Declividade (°)/ Curvatura mínima (° · m⁻¹), respectivamente, (primeira coluna à esquerda); unidades de relevo mapeadas (coluna central); o mapa de uso e cobertura vegetal (Fonte Brasil, 2015).