

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

***CAMPUS PLANALTINA***

**PEDRO RIBEIRO MARTINS**

**RELAÇÕES ENTRE USO E COBERTURA DA TERRA E UNIDADES  
GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MESTRE  
D'ARMAS (DF)**

**PLANALTINA, DF**

**2015**

**PEDRO RIBEIRO MARTINS**

**RELAÇÕES ENTRE USO E COBERTURA DA TERRA E UNIDADES  
GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MESTRE  
D'ARMAS (DF)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Antonio Felipe Couto Júnior

**PLANALTINA, DF**

**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Martins, Pedro Ribeiro

Relações entre Uso e Cobertura da Terra e Unidades Geomorfológicas na Bacia do Ribeirão Mestre D'armas (DF) / Pedro Ribeiro Martins. Planaltina – DF, 2015. 39 f.

Monografia – *Campus* Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharel em Gestão Ambiental

Orientador: Dr. Antonio Felipe Couto Junior

1. Bioma Cerrado. 2. Bacia de drenagem. 3. Análise multitemporal. 4. Geomorfologia  
5. Gestão dos recursos naturais. I. Martins, Pedro Ribeiro, II. Título

**PEDRO RIBEIRO MARTINS**

RELAÇÕES ENTRE USO E COBERTURA DA TERRA E UNIDADES  
GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MESTRE  
D'ARMAS (DF)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 01 de Julho de 2015.

---

Dr. Antonio Felipe Couto Júnior – UnB/*Campus* Planaltina

---

Dr. Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento – UnB/*Campus* Planaltina

---

MSc. João Paulo Sena Souza – UnB/*Campus* Planaltina

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico este trabalho à minha família, pelo incentivo e todo apoio durante minha graduação.**

## AGRADECIMENTOS

À minha família, pela confiança e por todo apoio durante minha formação;

Ao meu orientador Dr. Antonio Felipe Couto Júnior, pela experiência, paciência, motivação e todas as oportunidades que me foram oferecidas desde o início da minha jornada acadêmica;

Aos fundadores e integrantes do Núcleo de Estudos em Ambientes Tropicais (NEAT), pela união e enriquecimento acadêmico e científico;

Aos meus grandes amigos de curso Leonardo, Rafael, Vander e William, por tornar este período menos estressante e mais alegre;

Ao meu primo Alexandre, pela parceria e todo auxílio nos momentos de dificuldade;

Aos amigos e egressos de Gestão Ambiental, João (Jhon) e Glauber, pelo conhecimento e toda disposição em ajudar;

À todos os professores do campus UnB de Planaltina – FUP que contribuem para a evolução do curso de Gestão Ambiental, e depositam sua confiança em nossa carreira;

Obrigado!

## RESUMO

Nas últimas décadas, mais da metade da extensão original do bioma Cerrado foi transformada em pastagens, culturas anuais e outros tipos de uso. Apesar dessa intensificação, nos últimos vinte anos observou-se uma estabilização em relação à abertura de novas áreas antropizadas, principalmente, devido às características do meio físico desse bioma. O monitoramento dessas alterações pode ser feito por meio de dados de sensores orbitais, que possibilitam o mapeamento das dinâmicas das coberturas da terra e seus padrões de distribuição espacial. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da paisagem da bacia do ribeirão Mestre D'armas, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra entre os anos de 1985 e 2014, e suas relações com o relevo. A partir dos dados adquiridos pelo projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), foi delimitada automaticamente a área de drenagem desta bacia. Foram mapeados os usos e coberturas da terra no intervalo estudado, tendo sido utilizados dados dos sensores *Thematic Mapper* (TM) e *Operational Land Imager* (OLI) a bordo dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente. Esses resultados foram avaliados em função do mapeamento geomorfológico realizado por Sena-Souza et al. (2014). A partir dos mapeamentos de cobertura da terra, constatou-se que as ocupações agropastoris são as principais responsáveis dentre as classes de uso da terra pela conversão de áreas naturais, padrão observado desde o início da ocupação do Cerrado. Com a sobreposição do mapeamento de cobertura ao de geomorfologia, observou-se que a unidade geomorfológica Rampa de Colúvio Proximal apresentou, em um período de 29 anos, uma perda de 10,68 km<sup>2</sup> de áreas naturais, sendo 7,25 km<sup>2</sup> por atividades agropastoris. Na unidade Rampa de Colúvio Distal, verificou-se uma conversão de 11,89 km<sup>2</sup> das áreas naturais, em sua maior parte, causada pelo adensamento urbano (8,35 km<sup>2</sup>). De 1985 a 2014, as áreas naturais da unidade Rebordo apresentaram uma perda de 9,86 km<sup>2</sup>, com um aumento de 29,37% de áreas antrópicas neste período. Por fim, na unidade Frente de Recuo Erosivo, as áreas naturais, apresentando uma perda de 10,67% de sua área total em 29 anos, devido ao padrão de relevo acidentado que não favorece atividades humanas. As atividades antrópicas ficaram concentradas nas áreas das Rampas de Colúvio e também nas Chapadas. Esse padrão de ocupação pode influenciar futuros problemas relacionados à erosão nessa bacia. Dessa forma, é importante o desenvolvimento de estudos de quantificação dos processos erosivos da bacia, como subsídio para o ordenamento territorial.

**Palavras-chave:** Bioma Cerrado, bacia de drenagem, análise multitemporal, geomorfologia, gestão dos recursos naturais.

## ABSTRACT

In the last decades, more than half of original area of the Cerrado biome has been transformed into pastures, annual crops and other uses. Besides this intensification, the last twenty years there was a stabilization relative to opening new land to human activity, mainly due to the physical characteristic of the biome. These shifts monitoring should use orbital data that allow the dynamic land cover mapping and their spatial distribution patterns. The present study aimed to evaluate landscape dynamic of the Mestre D'armas basin, establishing the relation between the land cover and its relation with the relief. The Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) data was used to generate automatically the drainage area. The land cover considered the period between 1985 and 2014 and used the Thematic Mapper (TM) and Operational Land Imager (OLI) onboard of the Landsat 5 and 8, respectively. These results were evaluated based on the geomorphological mapping by Sena-Souza et al. (2014). The land cover mapping evidenced that the crop and pasture activities were the most responsible for the land conversion of natural areas, similar pattern observed since the beginning of the Cerrado occupation. The Proximal Colluvium Ramp had lost 10.68 km<sup>2</sup> of natural areas in 29 years, of which 7.25 km<sup>2</sup> for agropastoral activities. In Distal Colluvium Ramp, there was a conversion of 11.89 km<sup>2</sup> of natural areas in the same period, mainly by urban expansion (8.35 km<sup>2</sup>). From 1985 to 2014, the natural areas in the Flange there were lost 9.86 km<sup>2</sup>, with an increase of 29.37% of anthropic areas in this period. Finally, in the Erosive Setback Front, natural areas have lost 10.68% of its total area in 29 years, due to its steep reliefs that are not very favorable for human activities. Human activities were concentrated in the areas of Colluvium Ramps and in the Chapadas. This pattern of occupation may influence future environmental problems, especially erosion. Thus, it would be important to develop quantification studies of the erosion processes in the basin, as a subsidy for land use planning.

**Keywords:** Cerrado, drainage basin, multi-temporal analysis, geomorphology, management of natural resources.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>11</b>
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Objetivo .....	13
<b>2. Área de estudo .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Material e métodos .....</b>	<b>19</b>
3.1. <i>Delimitação automática da bacia hidrográfica .....</i>	<i>19</i>
3.2. <i>Mapeamento multitemporal da cobertura da terra.....</i>	<i>20</i>
3.3. <i>Relação relevo-cobertura.....</i>	<i>22</i>
<b>4. Resultados e discussão .....</b>	<b>24</b>
4.1. <i>Resultado da delimitação automática da bacia hidrográfica.....</i>	<i>24</i>
4.2. <i>Resultados do mapeamento multitemporal da cobertura da terra .....</i>	<i>24</i>
4.3. <i>Resultados da relação relevo-cobertura .....</i>	<i>30</i>
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>37</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>37</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da bacia do ribeirão Mestre D’armas na imagem Landsat 8.....	14
<b>Figura 2.</b> Mapa geológico simplificado do Distrito Federal. ....	17
<b>Figura 3.</b> Domínios hidrogeológicos inseridos na bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	17
<b>Figura 4.</b> Domínios litológicos inseridos na bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	18
<b>Figura 5.</b> Mapa pedológico simplificado do Distrito Federal. ....	19
<b>Figura 6.</b> Composição colorida da imagem Landsat 8.....	21
<b>Figura 7.</b> Mapeamento geomorfológico da bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	23
<b>Figura 8.</b> Fluxograma para delimitação automática da bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	24
<b>Figura 9.</b> Distribuição das classes do primeiro nível categórico. ....	25
<b>Figura 10.</b> Distribuição das principais classes do segundo nível categórico. ....	27
<b>Figura 11.</b> Mapeamento do primeiro nível categórico entre os anos de 1985 e 2014.....	28
<b>Figura 12.</b> Mapeamento do segundo nível categórico entre os anos de 1985 e 2014. ....	29
<b>Figura 13.</b> Mapa de declividade da bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	30
<b>Figura 14.</b> Perfis topográficos da bacia do ribeirão Mestre D’armas. ....	31
<b>Figura 15.</b> Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Proximal. ....	32
<b>Figura 16.</b> Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Proximal. ....	32
<b>Figura 17.</b> Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Distal. ....	33
<b>Figura 18.</b> Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Distal. ....	34
<b>Figura 19.</b> Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rebordo. ....	35
<b>Figura 20.</b> Distribuição das classes do segundo nível categórico na unidade Rebordo. ....	35
<b>Figura 21.</b> Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Frente de Recuo Erosivo. ....	36
<b>Figura 22.</b> Distribuição das classes do segundo nível categórico na unidade Frente de Recuo Erosivo. ....	36

## 1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é reconhecido por ser o segundo maior bioma brasileiro e possuir a maior biodiversidade dentre as savanas do mundo. Com uma área aproximada de 206 milhões de hectares, engloba parte de mais de 10 estados brasileiros, localizado em maior parte no Planalto Central do Brasil. A cobertura vegetal do bioma Cerrado varia entre árvores e arbustos, arbustos e subarbustos, e entre subarbustos e estruturas herbáceas, compondo diferentes fisionomias que reúnem formações florestais, savânicas e campestres (SILVA et al. 2011).

Nas últimas décadas, mais da metade dos 2 milhões de km<sup>2</sup> originais do bioma Cerrado foram convertidos em pastagens, culturas anuais e outros tipos de uso. Estas transformações também trouxeram grandes danos ambientais como a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono, além de modificações climáticas regionais (KLINK e MACHADO, 2005). A compreensão dos processos de mudanças na cobertura da terra e de seus atributos voltadas para as atividades humanas apresentam-se como importante ferramenta para a gestão dos recursos naturais (LAMBIN et al., 1999). Tais alterações modificam a configuração espacial de diferentes tipos de usos, gerando impactos diretos sobre os ecossistemas, como por exemplo, o desflorestamento e a desertificação (VERBUG et al., 2004).

Os sensores orbitais foram os principais responsáveis para as pesquisas voltadas ao acompanhamento das mudanças da cobertura através da análise de parâmetros biofísicos, especialmente a vegetação (GALFORD et al., 2008). Seu conhecimento cartográfico padronizado e a hierarquização das escalas de mapeamento da cobertura da terra proporcionam o ordenamento territorial e caracterização ambiental (ARAÚJO FILHO et al., 2007).

As ocupações agropastoris são as principais responsáveis dentre as classes de uso da terra pela conversão de áreas naturais do Cerrado, algo que ocorre desde o início do processo

de ocupação do bioma (SANO et al. 2008). Para a análise da dinâmica de antropização do Cerrado, é necessária a adoção de métodos efetivos de avaliação e monitoramento temporal por meio da detecção de mudanças temporais (SILVA et al., 2011).

A obtenção de imagens periódicas permite detectar e monitorar as mudanças que ocorrem na superfície da Terra. Por este motivo as imagens de satélites passaram a ser a ferramenta mais eficiente para o levantamento dos recursos naturais e aplicações que envolvem análises ambientais (MENESES e ALMEIDA, 2012), servindo como subsídio para um planejamento ambiental sustentável (SPAGNOLO et al., 2012).

A sustentabilidade envolve o equilíbrio entre a as dimensões ambiental, econômica e social. Sistemas não sustentáveis são aqueles onde a crescente degradação ambiental supera a capacidade da sociedade de substituir sistemas produtivos ou de controlar e mitigar os impactos. A avaliação ambiental, com o objetivo de focar em impactos antrópicos sobre áreas específicas, não pode ser eficazmente realizada sem a análise do uso e das mudanças de cobertura da terra (LAMBIN et al., 1999), o que ressalta a dependência por tecnologias de sensoriamento remoto para um manejo eficiente dos recursos naturais.

Segundo Campos (2004), fatores como clima, o tipo de vegetação, a evolução dos perfis de alteração, a estruturação neotectônica além das incisões de vales nas chapadas elevadas, são os principais responsáveis pela evolução morfodinâmica. Sendo assim, pode-se afirmar que a geologia é o principal condicionante da evolução da paisagem atual do Distrito Federal. De uma forma geral e prática, a geologia condiciona o relevo, que contribui na formação dos solos, que conseqüentemente determinará as vegetações a estes associados.

No bioma Cerrado, as paisagens naturais podem sofrer fragmentações por processos também naturais, como incêndios, inundações e ventos fortes. Contudo, tendo em vista a grande expansão populacional, a fragmentação das paisagens naturais se origina principalmente de

atividades antrópicas, que através de tecnologias aceleram e intensificam este processo, o que tem proporcionado diversos impactos ambientais (AQUINO; MIRANDA, 2008).

Tendo em vista a relevância do bioma Cerrado e os principais processos ligados às suas alterações ao longo do tempo, este estudo aborda o levantamento do uso e cobertura da terra da bacia do ribeirão Mestre D'armas entre os anos de 1985 e 2014 e suas relações com as unidades geomorfológicas.

## **1.2 Justificativa**

Por meio da integração de informações sobre a cobertura da terra e a geomorfologia local, é possível interpretar de forma mais concisa, a dinâmica de ocupação ao longo do tempo, ao invés de assumir qualquer diagnóstico precipitado sobre a área em estudo, bem como estimar futuros problemas. O comportamento ocupacional pode estar diretamente relacionado às vantagens que uma superfície pode proporcionar para determinado manejo, do mesmo modo que a falta de áreas favoráveis para ocupação podem se tornar um fator limitante. Diferenças topográficas, por exemplo, são determinantes no estabelecimento (ou não) de atividades antrópicas. Neste sentido, as descrições dos processos em que estes componentes se interagem destacam-se dentro no âmbito da caracterização e planejamento ambiental.

## **1.3 Objetivo**

### ***Objetivo Geral***

Avaliar a cobertura em relação as diferentes formas da superfície terrestre.

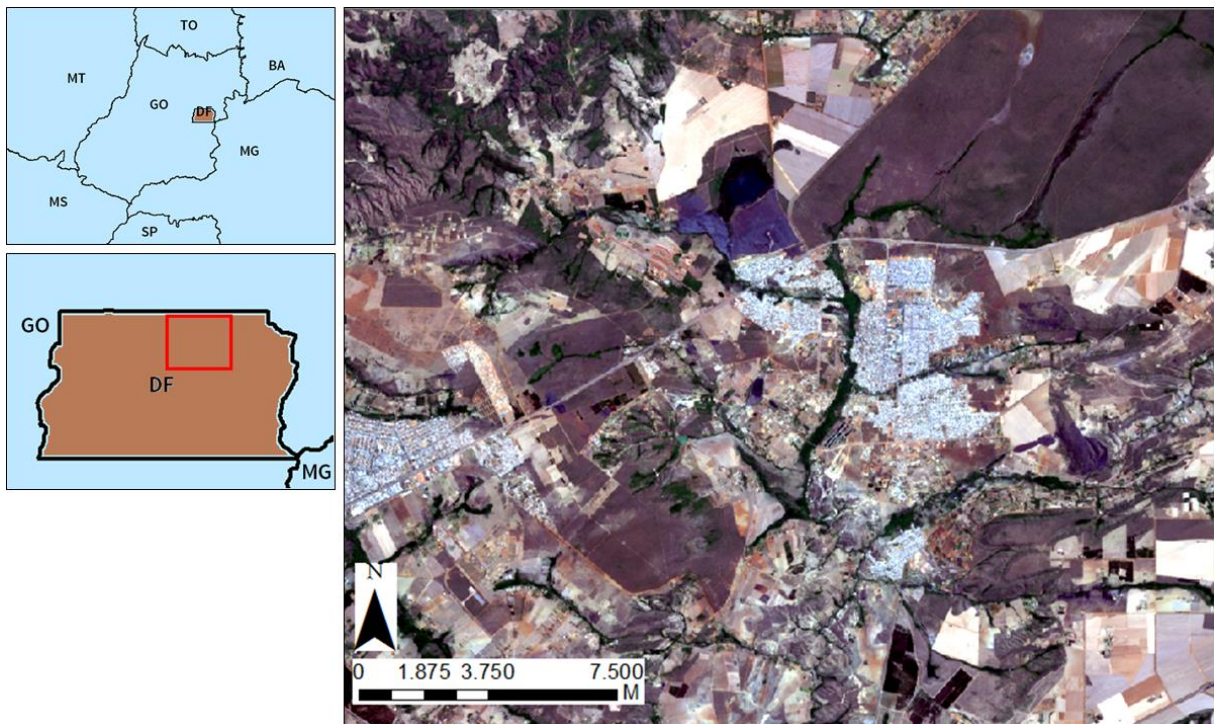
### ***Objetivos Específicos***

- Delimitar a bacia hidrográfica do ribeirão Mestre D'armas.
- Realizar o mapeamento de uso e cobertura da terra dos anos de 1985, 1999 e 2014 a partir de dados dos sensores *Thematic Mapper* e *Operational Land Imager*, em função do mapeamento geomorfológico realizado por Sena-Souza (2014).

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia do ribeirão Mestre d'Armas, é um dos principais tributários do Rio São Bartolomeu e situa-se na Região Administrativa de Planaltina-DF, a nordeste da cidade de Brasília. Possui uma área de aproximadamente 201 km<sup>2</sup> (Figura 1). Está localizada entre as coordenadas 8280479 e 8263926; 200419 e 223933 no Sistema de Projeção UTM, datum WGS 84, Zona 23 Sul.

Nesta bacia está contida boa parte da Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE. É uma importante reserva natural do DF que abriga uma grande diversidade biológica e possui uma contribuição hídrica fundamental ao bioma, onde ocorre um fenômeno de união de duas grandes bacias hidrográficas, a Tocantins/Araguaia e Platina.



**Figura 1.** Localização da bacia do ribeirão Mestre D'Armas na imagem Landsat 8 de 2014 (direita) e em relação ao Brasil e o estado do Distrito Federal (esquerda).

De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático que se aplica a região é tropical chuvoso (Aw), com verão quente e inverno seco. A região possui uma precipitação média anual da ordem de 1.300 mm. Com uma média de variação térmica anual de 21,5°C,

máxima de 28°C e mínima de 16°C, e uma média de umidade relativa do ar de 65% (SILVA et al., 2008).

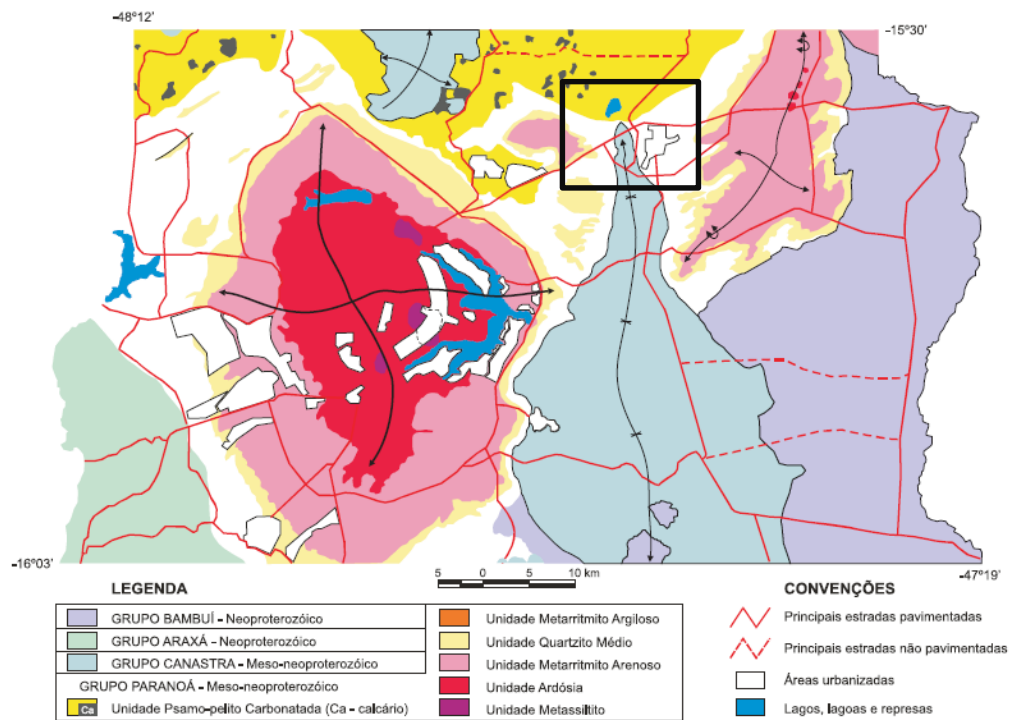
Segundo o trabalho realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA, 1978), em seu todo, o Distrito Federal pode ser considerado como um conjunto de superfícies planas, intercaladas com superfícies arrasadas, podendo-se considerar a existência de 3 superfícies de aplainamento. A Superfície Cretácea inferior, considerada como o mais antigo pediplano, é constituída por chapadas de topos aplainados e têm como solos predominantes o Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Estas chapadas se apresentam como porções protegidas nas bordas por quartzitos e/ou concreções lateríticas, que podem descer até os limites da Superfície Cretácea Média pelas encostas. A Superfície Cretácea Média surgiu de um ciclo regional de erosão posterior à formação do nível geral da primeira superfície, sofrendo as mesmas condições de intemperismo e erosões subsequentes. Tendo sua formação condicionada tanto por erosão como por alguma deposição, esta superfície de erosão é encontrada no alto curso do rio Descoberto, no alto curso do rio São Bartolomeu e no alto curso do rio Pípiripau, que percorrem especialmente sobre quartzitos, responsáveis por sustentar a topografia suave da área, além de ardósias e filitos. Com relevos planos e suave ondulados, possuem os mesmos solos que ocorrem na primeira superfície, além de conter a maior área contínua de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico do DF, localizada no divisor de águas dos rios São Bartolomeu e Preto. A terceira superfície, secciona micaxistos do grupo Araxá e filitos do Canastra, além de metassiltitos, ardósias, filitos e calcários do grupo Bambuí. Os relevos desta superfície apresentam formas acidentadas como nas bacias dos rios Maranhão, Descoberto e São Bartolomeu, e também formas mais suaves como na bacia do alto rio Preto. A bacia do rio Maranhão possui o terreno mais acidentado do DF, que corre sobre rochas do grupo Bambuí (ardósias, metassiltitos e calcários), o rio São Bartolomeu, que corre sobre filitos, possui relevos que variam desde ondulado até montanhoso,

enquanto o rio Preto, corre sobre ardósias do grupo Bambuí com relevos bem mais suaves que os demais.

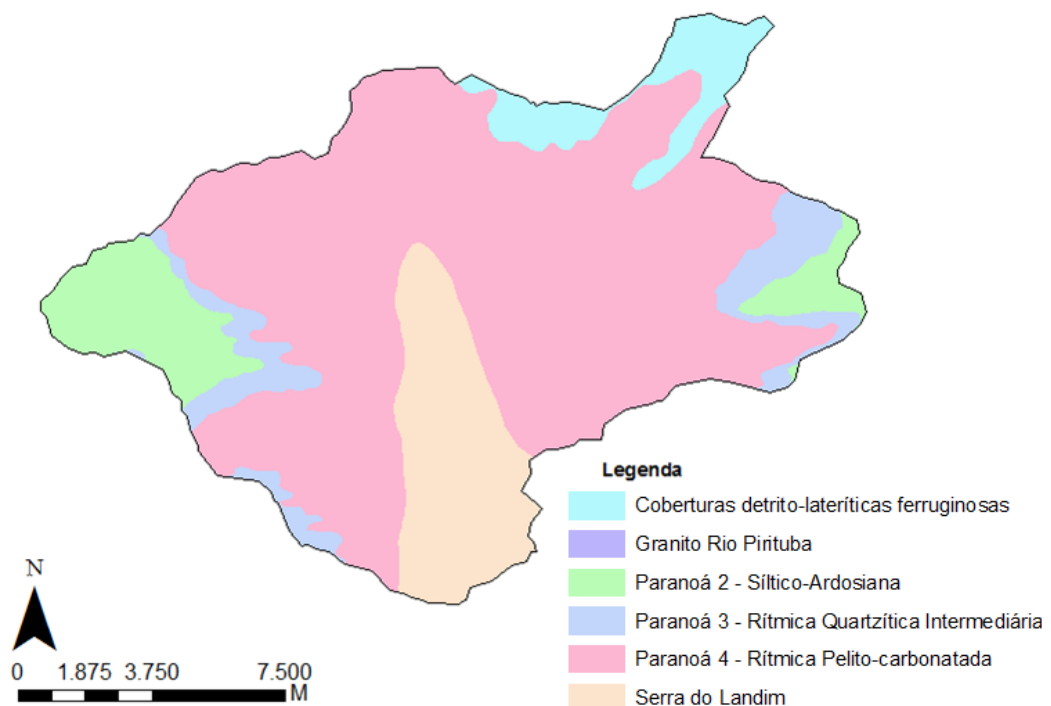
A geologia da região da bacia do ribeirão Mestre D'armas (Figuras 2, 3 e 4). é formada principalmente pelos grupos Paranoá e Canastra. O primeiro grupo é considerado de idade meso-neoproterozóica, sendo composto de rochas metapsamo-pelíticas e carbonatadas, o segundo grupo, também de idade meso-neoproterozóica, é constituído principalmente por clorita e sericita filitos, ocupando 15% da superfície do Distrito Federal, em geral com maior densidade de afloramentos quando comparado ao primeiro grupo (MARTINS, et al., 2004).

A área do Distrito Federal apresenta três macrounidades geomorfológicas, definidas como chapadas, áreas de dissecação intermediária e região corrugada de vales fluviais (NOVAES PINTO, 1987). Segundo Campos (2004), o substrato litológico apresenta um grande controle da evolução geomorfológica do Distrito Federal. As regiões das chapadas elevadas são controladas pela presença de tipos petrográficos atribuídos a unidades do grupo Paranoá, enquanto as regiões de dissecação intermediárias são controladas por rochas pelíticas como a unidade das ardósias e grupo Bambuí. Os vales dissecados estão ligados a unidades muito impermeáveis, o que representa maior potencial erosivo, condicionados por rochas dos grupos Canastra, Araxá e Unidade Psamo Pelito Carbonatada do Grupo Paranoá. Os rebordos e escarpas se destacam na transição ou contato entre litologias com alto contraste de erodibilidade.

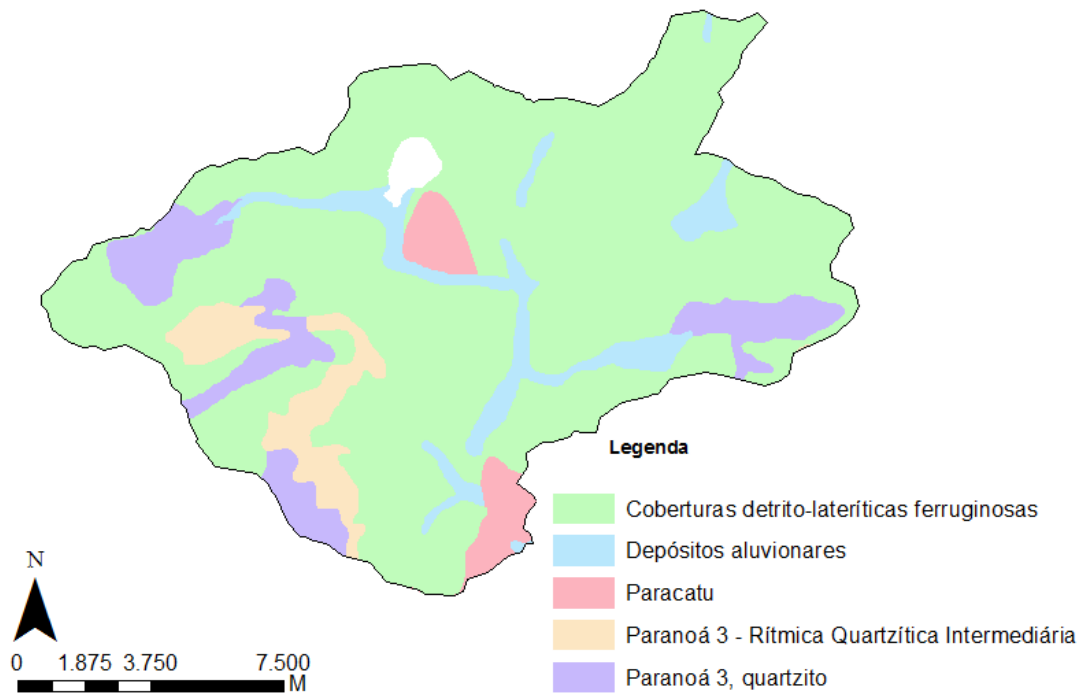




**Figura 2.** Mapa geológico simplificado do DF (MARTINS et al. 2004).



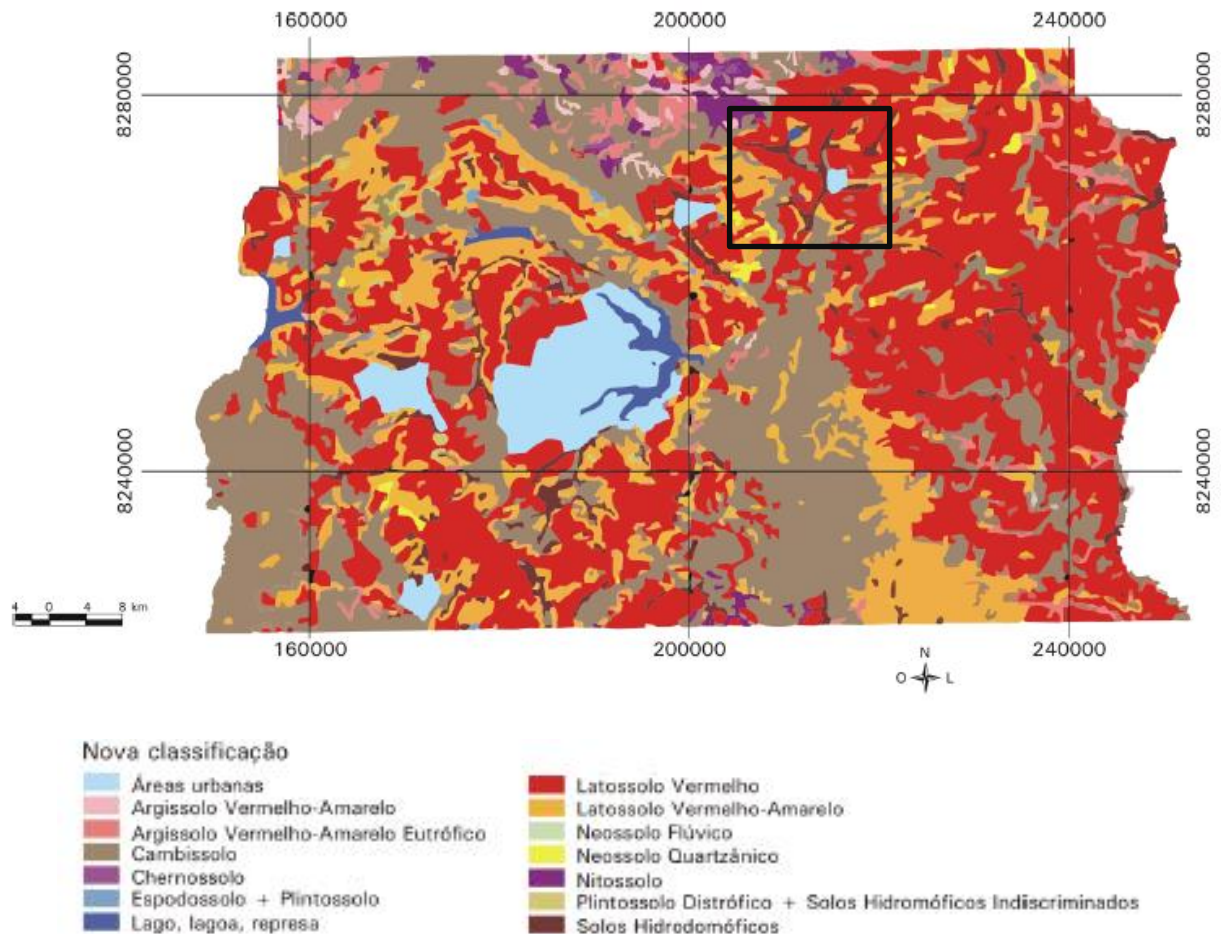
**Figura 3.** Domínios hidrogeológicos inseridos na bacia do ribeirão Mestre D'armas (Dados vetoriais adquiridos na CPRM – Serviço Geológico do Brasil).



**Figura 4.** Domínios litológicos na bacia do ribeirão Mestre D'armas (Dados vetoriais adquiridos no site da CPRM – Serviço Geológico do Brasil).

As classes de solos mais predominantes na bacia do ribeirão Mestre D'armas são Latossolos Vermelhos, Cambissolos e os Solos Hidromórficos (Figura 3). Embrapa (1978) define os Latossolos vermelhos como solos bastante permeáveis, e de boa drenagem que varia de acordo com a textura. Possui um horizonte A moderado e B latossólico, com alta presença de oxi-hidróxidos de Fe e Al. A vegetação predominante neste tipo de solo é de Cerrado e Cerradão, sobre contínuos relevos planos e suave-ondulados, que ocorrem principalmente nas porções mais altas de chapada. A classe Cambissolo é caracterizada por solos pouco desenvolvidos, com uma transição clara entre os horizontes A, B e C. Nas regiões do Distrito Federal, em geral, seu horizonte B câmbico possui espessura quase sempre menor que 70 cm de coloração bruno-avermelhada, bruno-amarelada, vermelho-amarelada ou vermelha. A vegetação associada a essa classe de solo geralmente é de Campo Limpo, ocorrendo em superfícies mais onduladas. Os solos Hidromórficos incluem as classes Plintossolo e Gleissolo. São constituídos por um horizonte A bem desenvolvido e B com estrutura geralmente maciça.

Essas classes estão associadas as drenagens e pequenos córregos em relevos geralmente planos e suave-ondulados. A vegetação típica de áreas hidromórficas são as Matas de Galeria.



**Figura 5.** Mapa pedológico simplificado do DF (MARTINS et al. 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Delimitação automática da bacia hidrográfica

A primeira etapa deste trabalho se dá na aquisição do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 90 metros, originários da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) dos Estados Unidos no ano 2000. Os dados são distribuídos gratuitamente pelo governo norte-americano e disponibilizados pela página eletrônica do projeto Brasil em Relevo (MIRANDA, 2005).

Os dados de um MDE permitem, através dos valores de altimetria inseridos a cada pixel da imagem, uma reconstituição digital do relevo. Diversos estudos vêm sendo conduzidos com o objetivo de analisar informações da superfície terrestre por meio de dados do SRTM. Para a geração de bacias hidrográficas, deve-se seguir alguns passos que podem ser executados por meio das ferramentas de hidrologia do *software* Arcgis (DIAS et al., 2004): 1) Preenchimento de depressões (*fill sinks*): Sink é uma área rodeada por valores de altimetria superiores que podem ser associadas a uma depressão, esse passo tem o intuito de minimizar essas imperfeições que comprometem o fluxo da drenagem.; 2) Direção do fluxo (*flow direction*): Permite definir a direção de escoamento da água em cada pixel, determinada pela declividade do terreno; 3) Fluxo acumulado (*flow accumulation*): A partir da direção do fluxo, determina a quantidade de pixel que está contribuindo para a geração da drenagem; 4) Conversão da drenagem para o formato matricial; 5) Definição do exutório; 6) Geração automática da bacia (*watershed*).

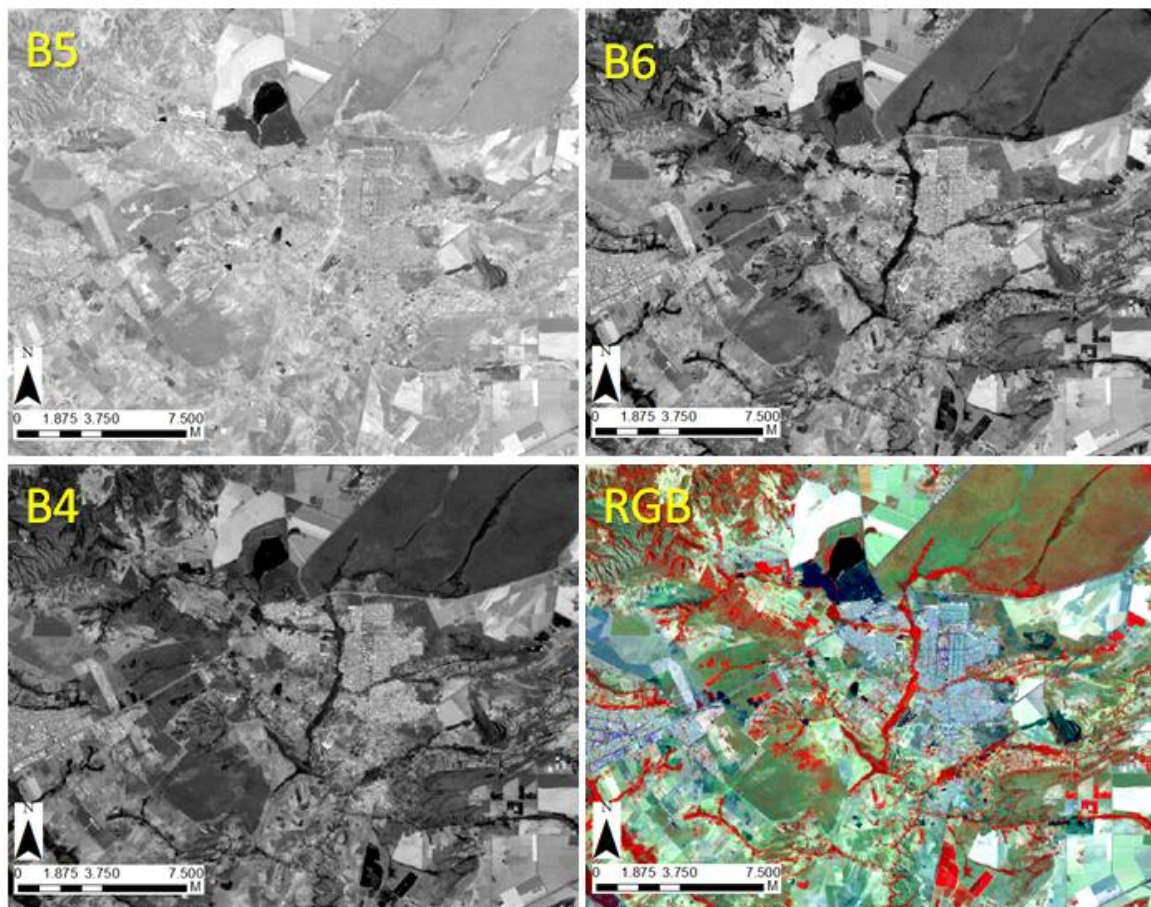
### **3.2. Mapeamento multitemporal da cobertura da terra**

Neste trabalho foram utilizados dados dos sensores *Thematic Mapper* (TM) e *Operational Land Imager* (OLI) a bordo respectivamente dos satélites Landsat 5 e 8. As imagens utilizadas possuem resolução espacial de 30 metros e são referentes a períodos do ano com baixo índice de chuvas, procurando evitar maiores interferências nas imagens, como a presença de nuvens. Os dados recolhidos estão disponíveis para download gratuitamente pela USGS *Global Visualization Viewer* (GloVis).

Para realização do mapeamento, faz-se necessária uma fotointerpretação adequada, o que exige uma manipulação específica na composição de cores e bandas espectrais de um sensor. As combinações de cores e bandas para mapeamentos de cobertura já têm sido utilizadas por diversos autores. Sano et al. (2010) apresenta resultados de análise de cobertura em largas

escalas no bioma Cerrado, utilizando a composição colorida para identificar as classes temáticas do mapeamento de cobertura da terra.

Neste estudo, foi utilizada a combinação das bandas 4, 5 e 3 (infravermelho próximo no canal vermelho; infravermelho de ondas curtas no canal verde; e vermelho no canal azul;) do Landsat 5 TM, que correspondem a sequência 5, 6 e 4 do Landsat 8 OLI (Figura 4). Essa diferença de numeração se deve ao sucessor apresentar bandas adicionais. Nas imagens de sensores orbitais a interação macroscópica é a resposta da intensidade em que um objeto reflete a radiação eletromagnética em razão do tamanho da onda e a textura da superfície do material. A textura pode ser verificada pelas variações verticais de altura da superfície de um material, podendo explicar as diferenças observadas nas imagens entre as diversas formas de relevo, os tipos de dosséis da vegetação, ou corpo d'água (MENESES, 2012).



**Figura 6.** Composição colorida de imagem Landsat 8. Acima, as bandas B5 = infravermelho próximo, B6 = infravermelho de ondas curtas e B4 = vermelho, e abaixo a composição RGB. Em destaque a bacia do ribeirão Mestre D'armas.



A partir deste processo é realizada a vetorização. Para isso, foram definidos dois níveis categóricos no mapeamento. O primeiro nível se divide em Natural e Antrópico. No segundo nível, as classes de cobertura natural foram formações Campestres, Savânica e Florestal, e as de cobertura antrópica definidas como ocupação Agropastoril, Pivô Central, Reflorestamento e Área Construída.

### **3.3. *Relação relevo-cobertura***

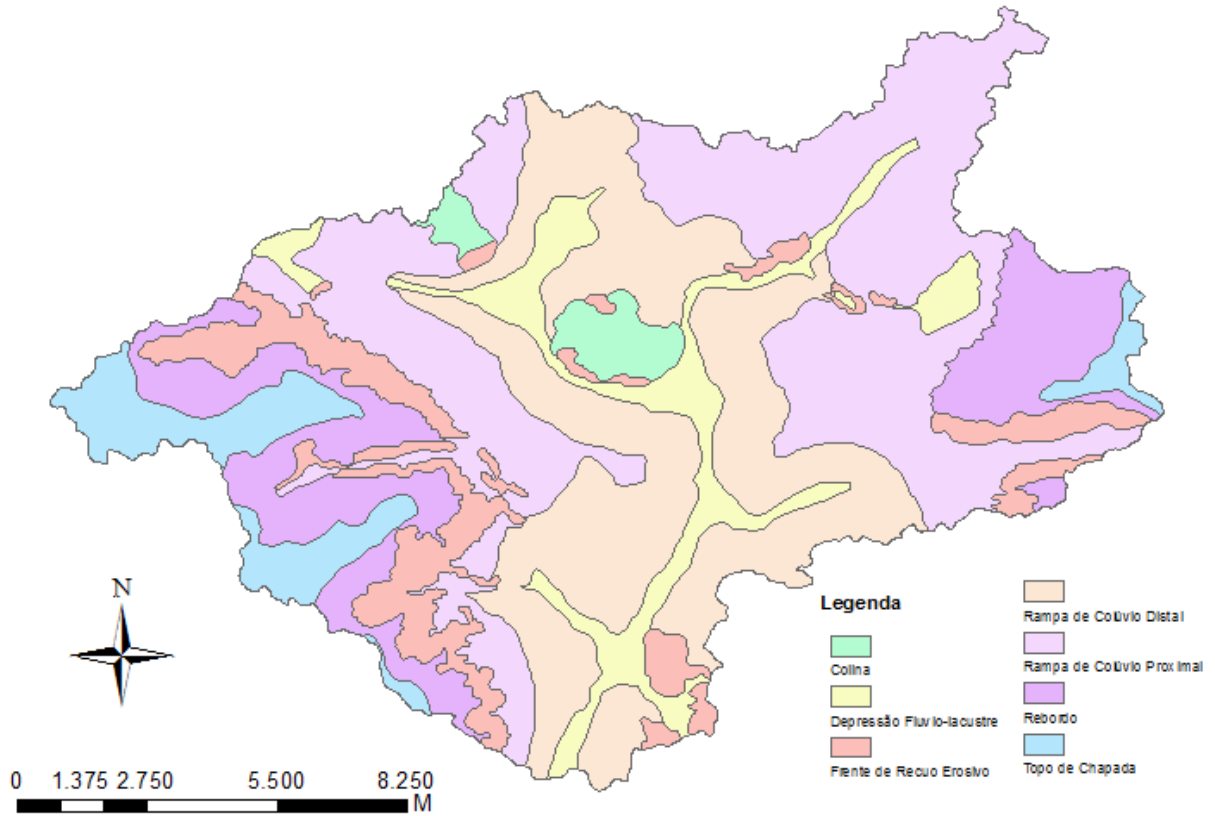
Para uma posterior correlação entre cobertura e relevo, foi necessária a aquisição dos dados vetoriais do mapa geomorfológico da bacia (Figura 6), realizado por Sena-Souza et al. (2014). Esses autores identificaram sete unidades geomorfológicas, sendo elas: Topo de Chapada; Rebordo; Frente de Recuo Erosivo; Rampa de Colúvio Proximal; Rampa de Colúvio Distal; Colina; Depressão Fluvial.

Os Rebordos se localizam entre os Topos de Chapadas e as Frentes de Recuo Erosivo, de aspecto retilíneo, esta unidade está associada a classes de Latossolo Amarelo, mais rasos e menos drenados em comparação aos topos. Outros estudos também consideram o conjunto de Topos de Chapadas e Rebordos como unidade Chapadas, oriundas do ciclo de erosão Sul-americana.

As Frentes de Recuo Erosivo possuem relevos íngremes os quais apresentam maiores variações de altitude, que acabam por conduzir processos de erosão. Geralmente se distribuem entre as unidades de Rebordo e a Rampa de Colúvio Proximal, com a predominância de Cambissolos.

As Rampas de Colúvio podem apresentar subdivisões, sendo a distância da Frente de Recuo Erosivo e altimetria que as determinam como Rampa de Colúvio Proximal ou Rampa de Colúvio Distal. A Proximal é composta pelo material erodido em um período mais recente, com predominância de Latossolos Vermelho-Amarelos, e na medida em que se distancia da Frente

de Recuo Erosivo, os Latossolos Vermelhos aparecem e se aprofundam em direção à Rampa de Colúvio Distal.

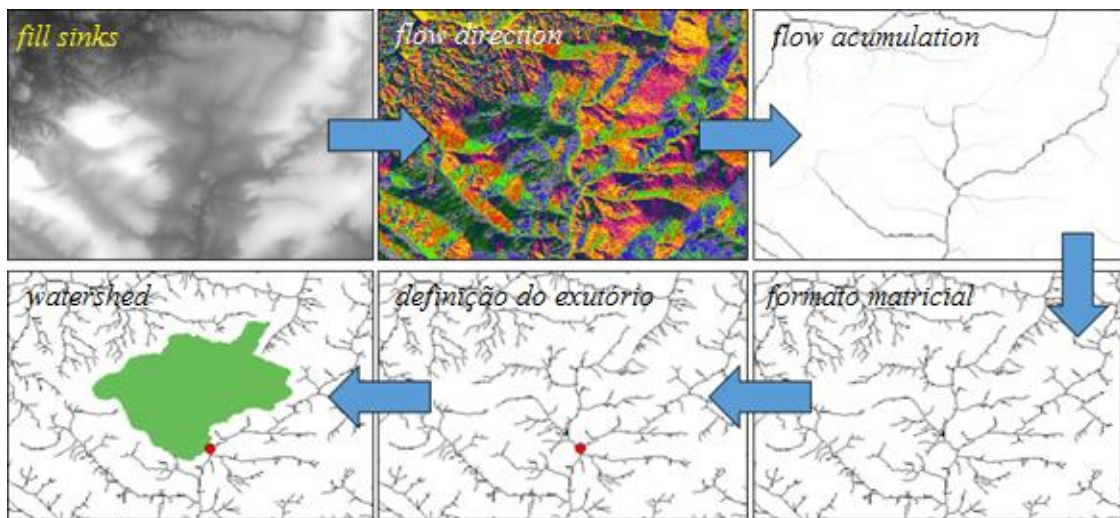


**Figura 7.** Mapeamento geomorfológico da bacia do ribeirão Mestre D'armas. Adaptado de Sena-Souza et al. (2014).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultado da delimitação automática da bacia hidrográfica

Cumpridas as etapas para delimitação automática da bacia do ribeirão Mestre D'armas, foi obtido o limite topográfico para análise multitemporal de sua cobertura (Figura 7), realizada por meio de vetorização digital em tela.



**Figura 8.** Fluxograma para delimitação automática da bacia do ribeirão Mestre D'armas.

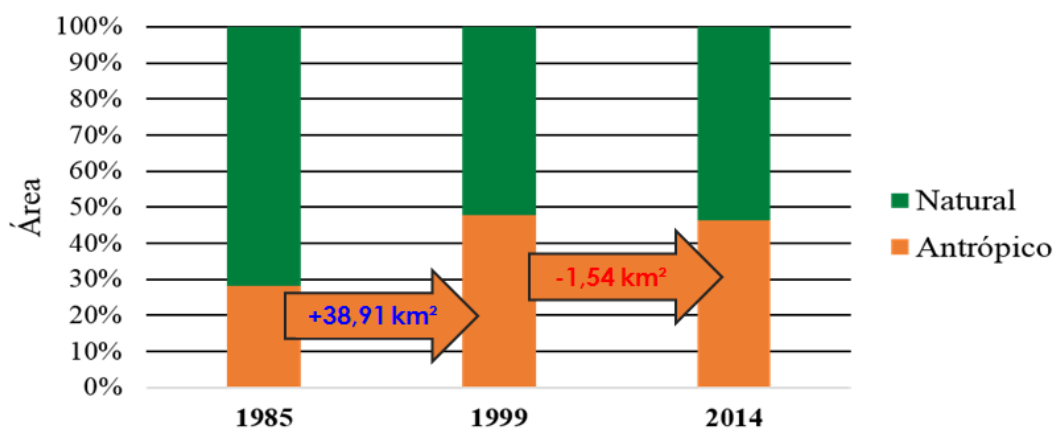
### 4.2. Resultados do mapeamento multitemporal da cobertura da terra

A partir da análise multitemporal da cobertura, podemos identificar as principais modificações e tendências de ocupação ocorridas na bacia entre as datas de análise. No mapeamento referente ao ano de 1985, a área total de cobertura natural foi de 143,24 km<sup>2</sup>; a de cobertura antrópica 56,07 km<sup>2</sup>; e os corpos d'água representaram uma área de 2 km<sup>2</sup>. Em 1999, com mudanças bastante visíveis, a área de cobertura natural foi de 104,05 km<sup>2</sup>, a de cobertura antrópica 94,98 km<sup>2</sup> e os corpos d'água sem grandes modificações. Já no ano de 2014 coberturas naturais e antrópicas apresentam 1,78 km<sup>2</sup> e 1,54 km<sup>2</sup> de expansão em relação a 1999, respectivamente. Estes dados não dizem necessariamente que áreas naturais cresceram neste período, esse aumento pode estar relacionado ao erro que das diferenças visuais entre as composições coloridas das diferentes datas. Por exemplo, se uma imagem antiga e uma mais nova tiverem datas de diferentes sazonalidades, pode ocorrer de uma formação natural aparentar



estar mais ou menos abrangente em um mesmo local, devido a forma como este componente (vegetação) refletiu ao sensor naquele dado momento do ano. Outra possibilidade, como exemplo, foi o que ocorreu em uma das áreas de maior ocorrência de eucaliptos na bacia, que em 1985 representava a maior abrangência dessa classe de cobertura, mas que com o passar dos anos, após terem sido removidos, teve a área gradualmente tomada por campos naturais (partindo-se da lógica de que a forma natural mais abrangente e mais próxima de uma área descampada passe a ocupa-la com o tempo).

Entre os anos de 1985 e 1999, foi observada a maior taxa de conversão de áreas naturais por ocupações agropastoris e expansão urbana. Áreas naturais sofreram uma perda de 39,19 km<sup>2</sup> (27,36%) de seu espaço inicial no território, por outro lado, áreas antrópicas tiveram um aumento de 38,91 km<sup>2</sup> (69,39%). Neste primeiro período, de 14 anos, a cobertura natural sofreu uma queda média de 1,39%/ano. Em 1985 áreas antrópicas e naturais representavam, respectivamente, 56,07 e 143,24 km<sup>2</sup> (27,85% e 71,15%) da área total da bacia, valores que se alteraram para 94,98 e 104,05 km<sup>2</sup> (47,18% e 51,68%) em 1999 (Figura 8).



**Figura 9.** Distribuição das classes do primeiro nível categórico na bacia do ribeirão Mestre D'armas.

No segundo período, de 1999 à 2014, houve uma “estabilização” nos processos de expansão antrópica sob áreas naturais (Figura 9). Dentre os principais fatores que condicionam

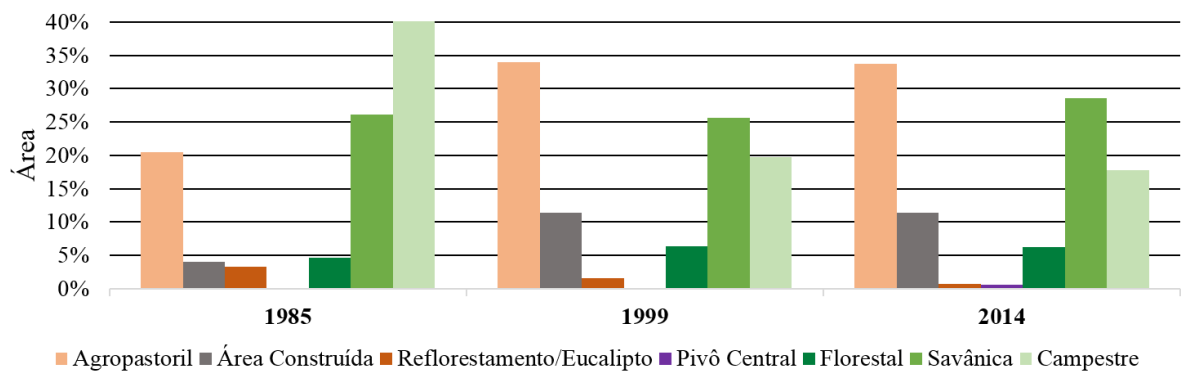
a ocupação do solo em suas diferentes formas estão a unidades geomorfológicas e consequentemente a composição dos solos locais.

No mapeamento do segundo nível categórico (Figura 11), de 1985 a 1999, foi possível verificar que as maiores transformações de áreas naturais em áreas antrópicas se deram principalmente em função de atividades agropastoris e urbanização, apresentando respectivamente um aumento de 27,21 e 14,98 km<sup>2</sup> de suas áreas neste intervalo de 14 anos. Neste processo ocupacional, as áreas naturais que obtiveram maior declínio foram as Formações Campestres, que em 1985, com 81,31 km<sup>2</sup> representavam 40,38% da área total da bacia (maior extensão dentre as formações naturais), e em 1999 teve este valor reduzido a 39,71 km<sup>2</sup> (19,72% da área total da bacia), o que significa uma perda de mais de 20% de sua área inicial.

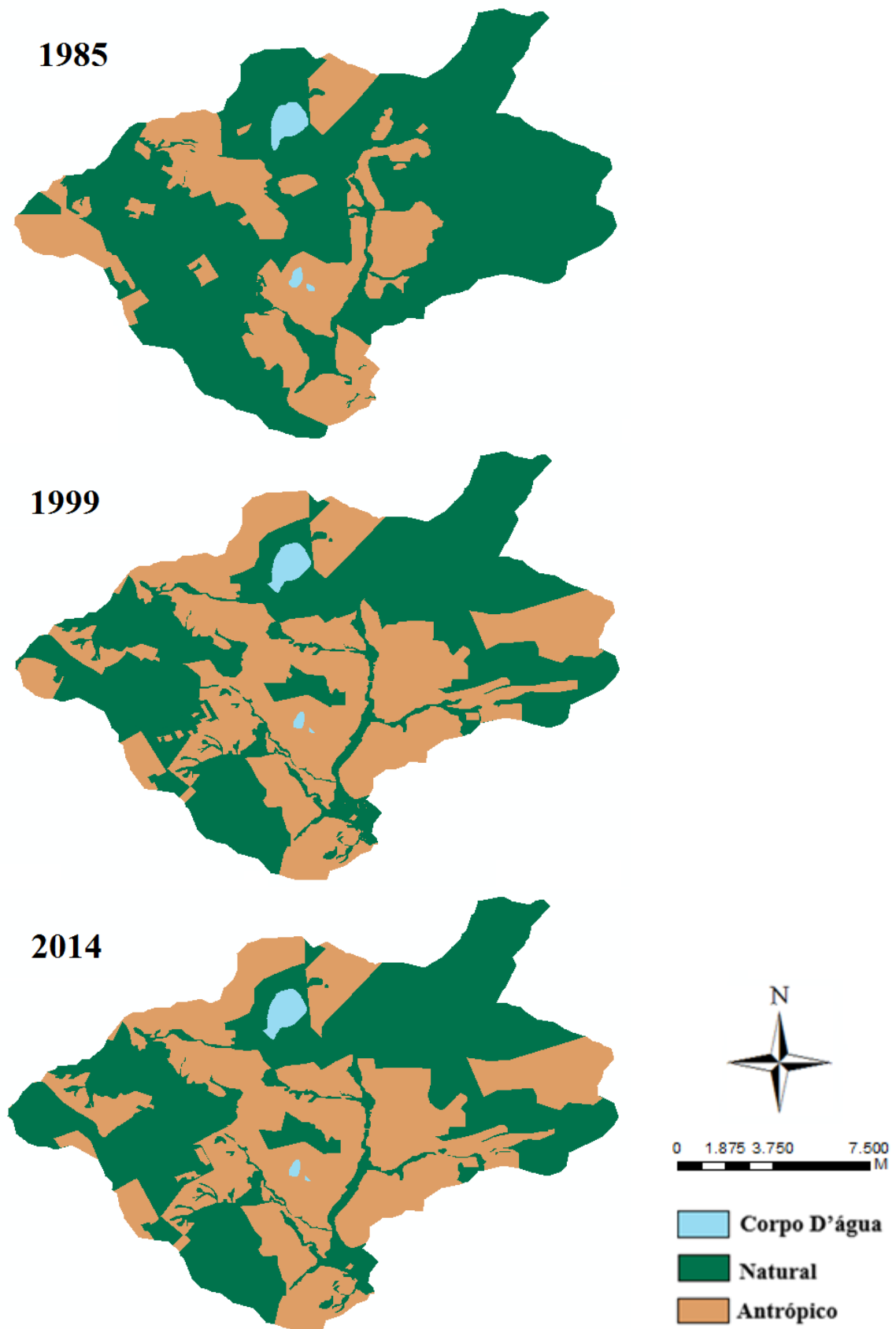
Em 1985, as formações savânicas abrangiam uma área de 52,51 km<sup>2</sup> e florestais 9,42 km<sup>2</sup>. De 1985 até o ano de 1999, a perda observada em formações savânicas foi inferior a 1 km<sup>2</sup>, enquanto formações florestais demonstraram um aumento de 3,3 km<sup>2</sup> de sua área.

De 1999 a 2014, podemos destacar um comportamento bem distinto do que foi observado no período de 1985 a 1999. Enquanto o primeiro período de análise reflete ápices de expansão agropastoril e o estabelecimento de novas áreas urbanas, no segundo período verifica-se uma menor quantidade de alterações. Dentre as modificações observadas, constatou-se que a conversão de formações campestres em agropecuária ainda persistia, mas em valores mais sutis. A extensão de áreas campestres em 1999 era de 39,71 km<sup>2</sup> e em 2014 de 35,66 km<sup>2</sup> (redução de 4,04 km<sup>2</sup> no intervalo de 15 anos), números bastante inferiores aos do primeiro período analisado, em que formações campestres tiveram 41,60 km<sup>2</sup> de área convertida. Os territórios ocupados por atividades agropastoris reduziram de 68,37 km<sup>2</sup> para 67,87 km<sup>2</sup>, mas mantendo-se como as áreas mais extensas na bacia. Áreas construídas diminuíram de 23,02

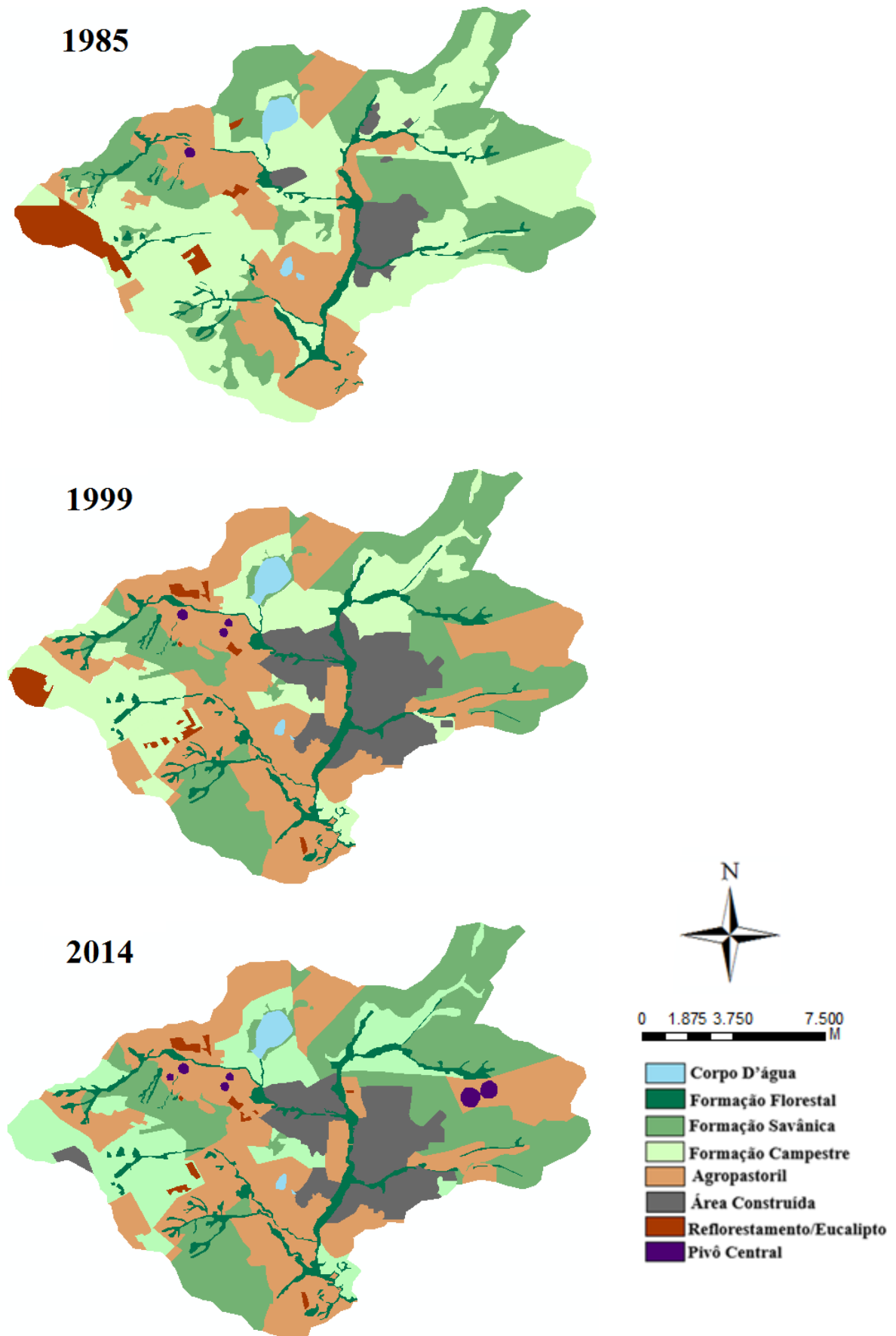
para 22,82 km<sup>2</sup>, em razão de assentamentos irregulares e ocupações inadequadas que acabaram sendo removidas ou talvez realocadas, bem como a preservação mais efetiva das zonas de amortecimento, como verificado na área da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), que hoje mantém sua área de cerrado praticamente intacta. Isso também justifica o aumento das formações savânicas mapeadas, que saltaram de 52,51 km<sup>2</sup> de extensão em 1999 para 57,47 km<sup>2</sup> em 2014.



**Figura 10.** Distribuição das classes do segundo nível categórico na bacia do ribeirão Mestre D'armas.



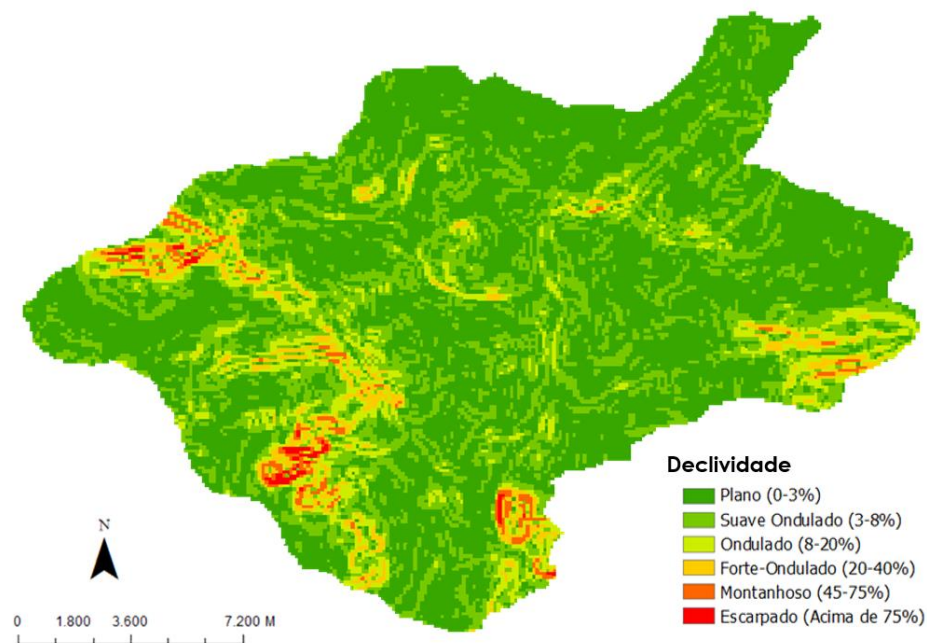
**Figura 11.** Mapeamentos do primeiro nível categórico entre os anos de 1985 e 2014 na bacia do ribeirão Mestre D'armas.



**Figura 12.** Mapeamentos do segundo nível categórico entre os anos de 1985 e 2014 na bacia do ribeirão Mestre D'armas.

### 4.3. Resultados da relação relevo-cobertura

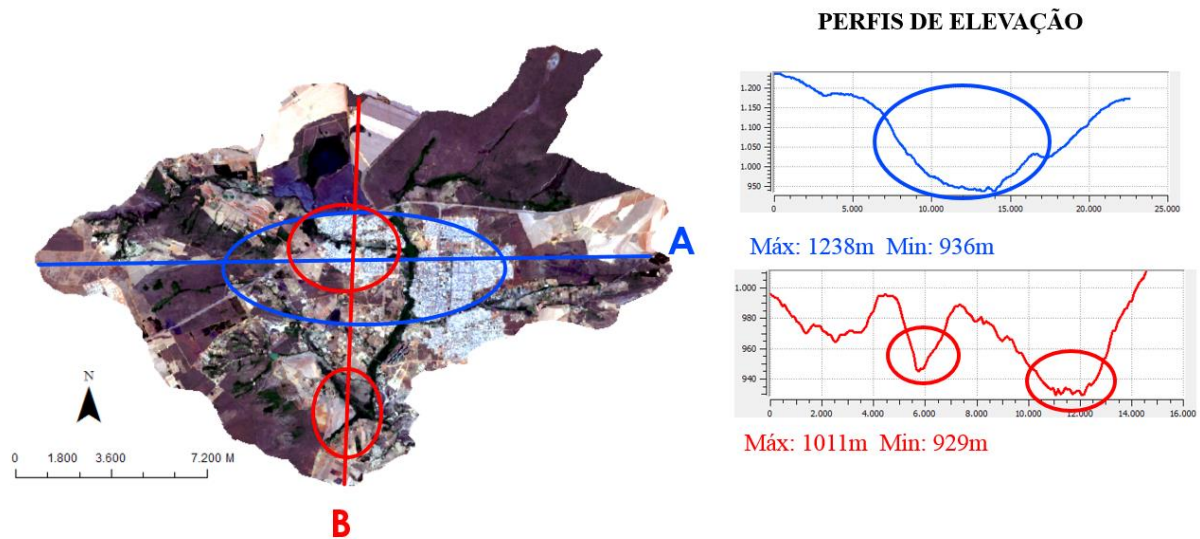
De maneira geral, as áreas da bacia do ribeirão Metsre D'armas apresentam características topográficas favoráveis para ocupação e desenvolvimento de atividades humanas. À exceção das áreas com terrenos muito ondulados, ou das próprias escarpadas, onde culminam maiores riscos de erosão, o conjunto de superfícies da bacia não apresenta muitas variações significativas de declividade, a ponto de este único fator, impedir a expansão de novas áreas antrópicas, e que, apesar de algumas transições mais abruptas do relevo, tanto as partes altas como as baixas apresentam grandes áreas ocupadas (Figura 12).



**Figura 13.** Mapa de Declividade da bacia do ribeirão Mestre D'armas.

Considerando as características topográficas mínimas para o estabelecimento das ocupações humanas, destaca-se a proximidade aos rios, o que significa, facilidade ao acesso a água. Dessa forma, os resultados evidenciam o maior adensamento urbano na bacia se encontra próximo às unidades geomorfológicas de menor altimetria, como as próprias depressões fluviais e rampas de colúvio distal.

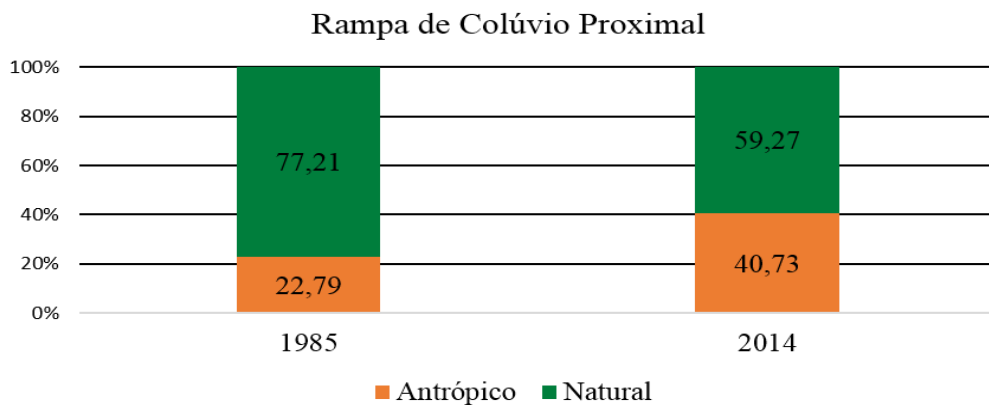
Para evidenciar esses padrões de ocupação humana, foram traçados dois perfis topográficos (Figura 13), onde são apresentados os dois principais conjuntos de relevo. O primeiro foi composto pelas unidades geomorfológicas mais altas e planas, e outro pelas unidades mais baixas, destacando-se a porção das rampas de colúvio, com a maior ocupação urbana predominância de terrenos planos à ondulados (Perfil A). Observa-se que os terrenos mais acidentados estão associadas as principais rupturas do relevo, seja pelas próprias unidades de frente de recuo erosivo ou naturalmente pelo formato estrutural das drenagens (Perfil B).



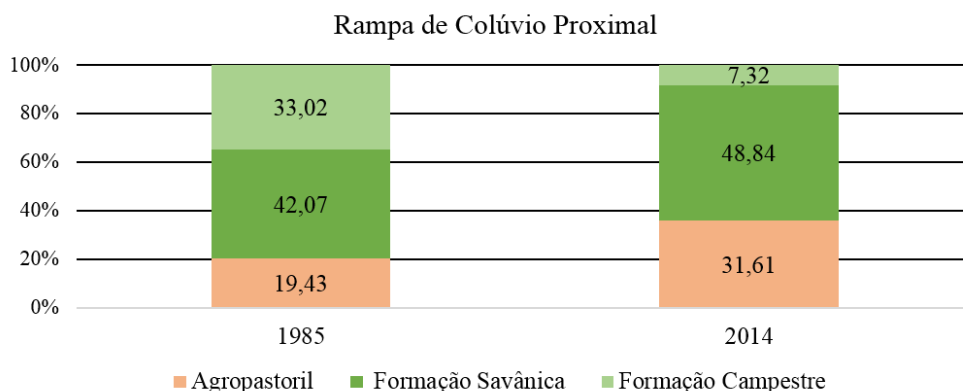
**Figura 14.** Perfis topográficos e variações de altimetria.

As unidades geomorfológicas com maior distribuição na bacia do ribeirão Mestre D'armas são, respectivamente, Rampa de Colúvio Proximal (31,68% da área total da bacia), Rampa de Colúvio Distal (26,89%), Rebordo (13,35%) e Frente de Recuo Erosivo (10,60%). Sendo as unidades mais abrangentes da bacia, estas foram selecionadas para explicar a relação relevo-cobertura. Devido à pouca variabilidade observada na distribuição das classes de cobertura entre os anos de 1999 e 2014, foram feitas as sobreposições apenas dos mapas de cobertura dos anos de 1985 e 2014, a fim de analisar a dinâmica de ocupação e a influência do relevo nesse processo.

A partir da sobreposição dos mapas, constatou-se que no ano de 1985, as classes naturais se estendiam por 45,98 km<sup>2</sup> das áreas de Rampa de Colúvio Proximal, distribuídas em 25,05 km<sup>2</sup> de formações savânicas, 19,67 km<sup>2</sup> campestres e 1,26 km<sup>2</sup> florestais. Atividades agropastoris e áreas construídas compunham as principais extensões antrópicas, ocupando 11,57 e 1,58 km<sup>2</sup> respectivamente. Em 2014, as classes naturais cobriam 35,29 km<sup>2</sup> das áreas de Rampa de Colúvio Proximal, onde podemos destacar a perda de 15,31 km<sup>2</sup> de áreas campestres ocorrida desde 1985 nessa mesma unidade geomorfológica, tendo em vista o aumento da atividade agropastoril, que no período de 24 anos passou a ocupar 18,83 km<sup>2</sup> (Figuras 14 e 15).



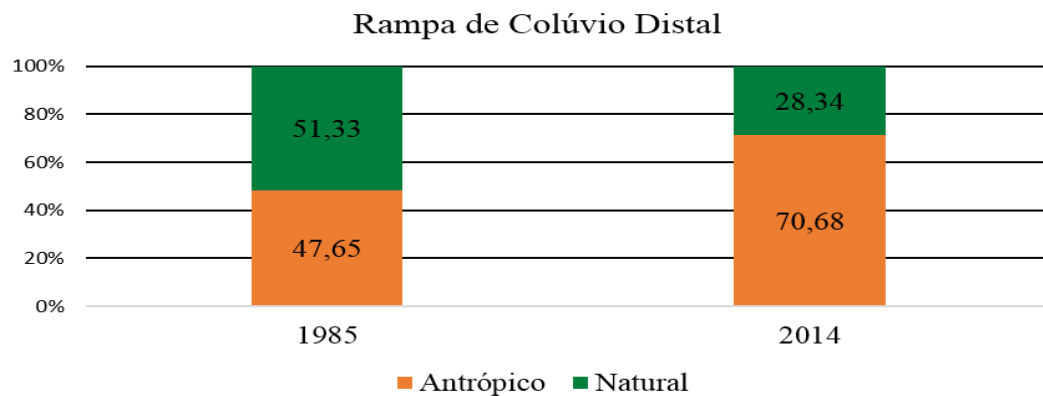
**Figura 15.** Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Proximal.



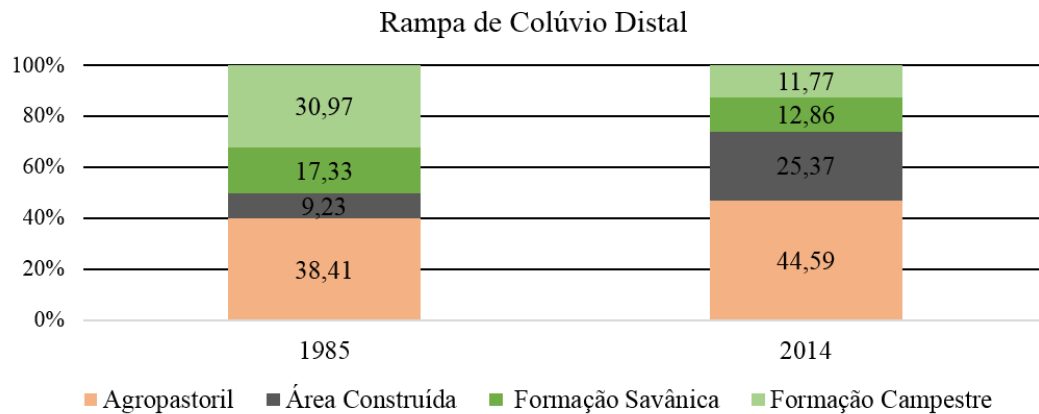
**Figura 16.** Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Proximal.



As Rampas de Colúvio Distal apresentaram a maior cobertura antrópica por unidade geomorfológica. Em 1985, áreas agropastoris e construídas somavam uma extensão de 24,64 km<sup>2</sup> na unidade, no entanto, classes de cobertura natural ainda predominavam, com 26,55 km<sup>2</sup> de abrangência (formações campestres 16,02 km<sup>2</sup>, savânicas 8,97 km<sup>2</sup> e florestais 1,56 km<sup>2</sup>). Em 24 anos, aproximadamente 36,56 km<sup>2</sup> (70%) foram ocupadas por classes antrópicas, sendo principalmente ocupações agropastoris, com 23,07 km<sup>2</sup> de extensão, e áreas construídas, com 13,12 km<sup>2</sup> (Figuras 16 e 17). Essa expansão se deve aos aspectos favoráveis que o relevo da unidade fornece, a exemplo da sua superfície, que apresenta poucas ondulações e não comprometem o manejo agropastoril ou o desenvolvimento urbano, o que sem uma gestão territorial adequada, pode desencadear futuros problemas por conta da alta impermeabilização dos solos, como a redução de infiltração de águas pluviais e recarga dos aquíferos e a elevação do escoamento das águas superficiais, que podem acarretar desde grandes lixiviamentos e assoreamentos dos corpos d'água, até problemas de mobilidade urbana e saúde pública.

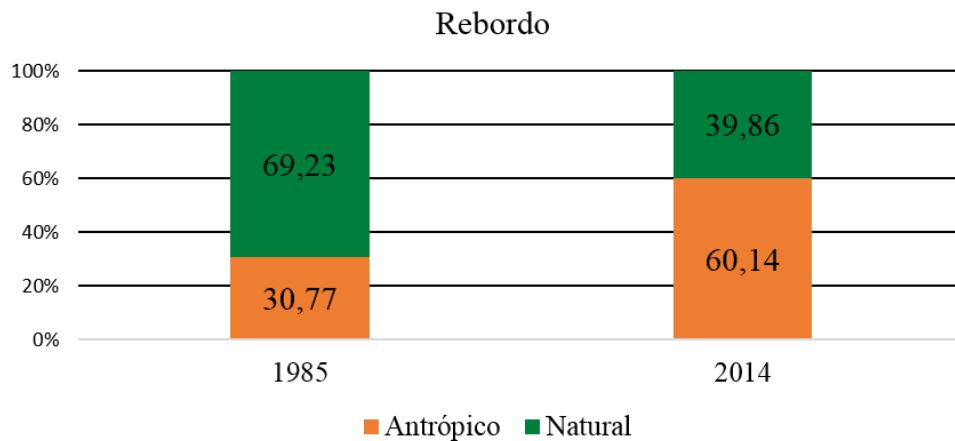


**Figura 17.** Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Distal.

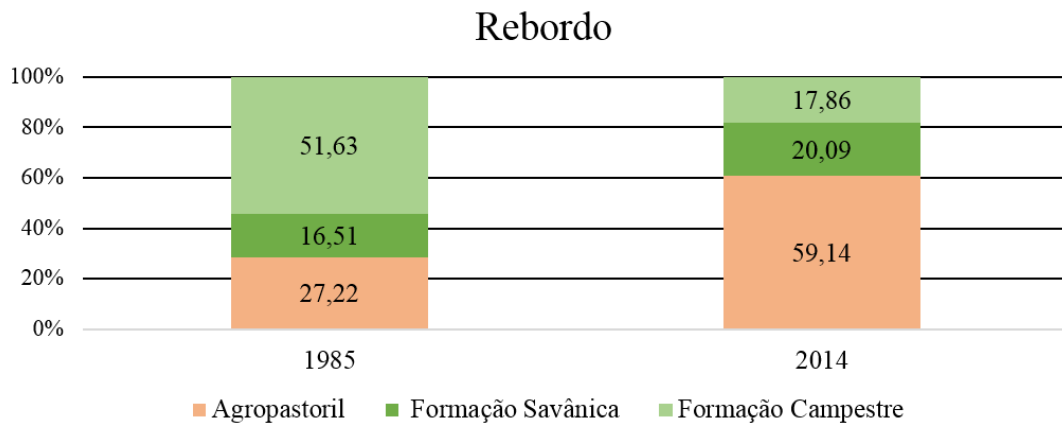


**Figura 18.** Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Rampa de Colúvio Distal.

Em 1985, formações campestres e savânicas foram as classes mais presentes nas áreas de Rebordo, totalizando 23,23 km<sup>2</sup> de extensão, enquanto 9,14 km<sup>2</sup> eram ocupados por atividade agropastoril e 1,19 km<sup>2</sup> por plantações de eucaliptos (Figuras 18 e 19). No ano de 2014, áreas antrópicas passam a ocupar mais da metade das áreas de Rebordo. Ocupações agropastoris, pivôs centrais e eucaliptos somam 11,96 km<sup>2</sup> de abrangência, com destaque nas grandes plantações ao leste da bacia e a concentração de pastos e pequenos cultivos a oeste. É importante ressaltar, que caso esse padrão de ocupação se prolongasse, a capacidade de recarga dos reservatórios subterrâneos poderia ser comprometida, visto que as unidades de Rebordo fazem parte de um grande conjunto de chapadas, que constituídas por solos mais profundos e bem drenados, são responsáveis especialmente por reabastecer boa parte dos recursos hídricos no bioma Cerrado.

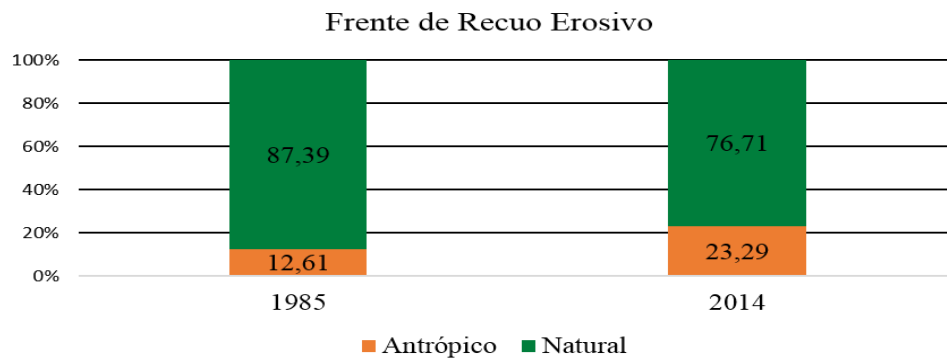


**Figura 19.** Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Rebordo.

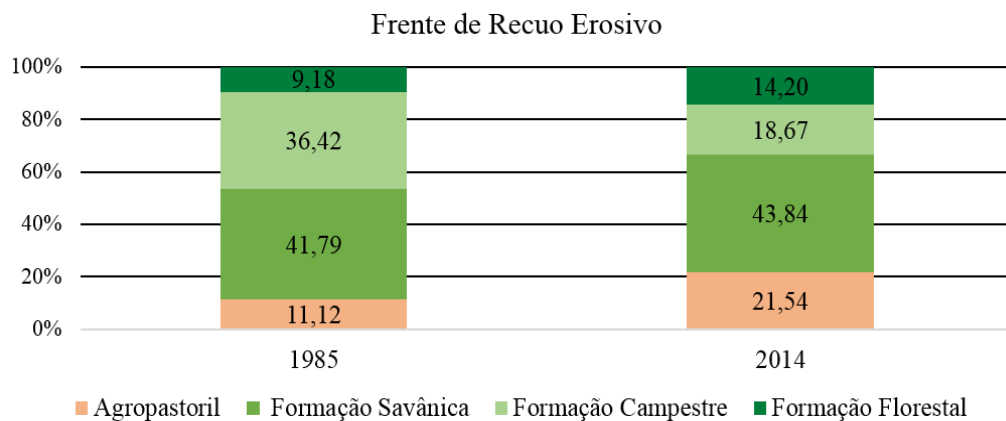


**Figura 20.** Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Rebordo.

A unidade Frentes de Recuo Erosivo apresentou maior estado de preservação dentre as demais, com 17,93 km<sup>2</sup> (87,39%) de cobertura natural (8,57 km<sup>2</sup> de formações savânicas, 7,47 km<sup>2</sup> campestres e 1,88 km<sup>2</sup> de formações florestais) (Figuras 20 e 21). Naturalmente, essa unidade geomorfológica apresenta maiores limitações para ocupação, relacionada a constantes processos erosivos, sua declividade e variações abruptas de altimetria são desfavoráveis para o estabelecimento de atividades antrópicas. No ano de 2014, boa parte da cobertura natural havia se mantido, abrangendo 15,74 km<sup>2</sup> (76,71%), enquanto 4,78 km<sup>2</sup> (21,54%) de áreas antropizadas são representadas por pequenas propriedades rurais.



**Figura 21.** Distribuição das classes do primeiro nível categórico na unidade Frente de Recuo Erosivo.



**Figura 22.** Distribuição das principais classes do segundo nível categórico na unidade Frente de Recuo Erosivo.

Nota-se que, entre os anos de 1999 e 2014, a desaceleração da expansão antrópica na bacia do ribeirão Mestre D'armas se justifica não somente pela falta de novas áreas favoráveis para ocupação, mas também por se observar que áreas em proteção legal (como a Estação Ecológica de Águas Emendadas - ESECAE e as Áreas de Proteção Permanente – APP) parecem estar significativamente preservadas ao longo desses anos.

Do ponto de vista ambiental, é importante ressaltar, principalmente aos ambientes de maior vulnerabilidade, como determinados tipos de relevos, solos e vegetação, possuem papéis peculiares na manutenção ecossistêmica e que demandam ações cada vez mais efetivas de preservação e gestão territorial.

## 5. CONCLUSÃO

A análise multitemporal da cobertura da terra demonstrou que a bacia do ribeirão Mestre D'armas obteve uma perda de 18,58% de sua cobertura natural desde 1985 até 2014. O fator mais significativo na redução de paisagens naturais na bacia foi a expansão de atividades agropastoris e áreas construídas, que apresentaram um aumento de 13% e 7,34% neste período.

Haja visto que quanto menor a disponibilidade de áreas adequadas para se ocupar, menores são as modificações ao longo do tempo, percebe-se que esta bacia se aproxima de seu limite de suporte para a expansão de novas áreas antrópicas, apesar de estarem mantidas boa parte das coberturas naturais.

As atividades antrópicas ficaram concentradas nas áreas das Rampas de Colúvio e também nas zonas de Chapada. Esse padrão de ocupação pode influenciar futuros problemas relacionados a recarga hídrica, visto que as chapadas são as principais responsáveis pela infiltração e distribuição das águas para as bacias hidrográficas da América do Sul. Dessa forma, também seria muito relevante o desenvolvimento de estudos de quantificação dos processos erosivos da bacia, como subsídio para o ordenamento territorial.

### Referências Bibliográficas

AQUINO, F. B.; MIRANDA, G. H. B. M. Consequências Ambientais da Fragmentação de Habitats no Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. [S.l.]: Embrapa, v. 1, 2008. Cap. 13, p. 383-398.

ARAÚJO FILHO, M.; MENESES, P.R.; SANO, E.E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, n.2, p.171-179, 2007.

CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases Para A Gestão Dos Recursos Hídricos Subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**, n.34(1), p. 41-48. 2004.

DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. Utilização do Radar Interferométrico para Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas. **Bahia análise & dados**, v. 14, n.2, p. 265-271. 2004.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. **Boletim técnico**, 53, 455p.1978.

GALFORD, G. et al. Wavelet analysis of MODIS time series to detect expansion and intensification of row-crop agriculture in Brazil. **Remote Sensing of Environment**, 112, 2008. 576-587.

KLINK, C.; MACHADO, R. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, 19, 2005. 707-713.

LAMBIN, E. et al. **Land-Use Land-Cover Change (LUCC): Implementaion Strategy**. International Geosphere-Biosphere Programme; International Human Dimensions Programme on Global. Estocolmo, p. 126. 1999.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Evolução Geomorfológica do Distrito Federal. **Documentos. Embrapa Cerrados**. p. 9-57. 2004.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília, 2012.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 9 jul. 2015.

NOVAES PINTO, M. Superfícies de aplainamento do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia**, n.49 (2), p. 9-26. 1987.

RIBEIRO, J. F.; WALTER B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. [S.l.]: Embrapa, v. 1, 2008. Cap. 6, p. 151-212.

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

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.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. [S.l.]: Embrapa, v. 1, 2008. Cap. 3, p. 69-87.

SILVA, G. B. S.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANO, E. E. Monitoramento e detecção de desmatamentos no bioma cerrado matogrossense utilizando

imagens de multisensores. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2849-2855, 2011.

SPAGNOLO, T. F. O.; GOMES R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F. Dinâmica da expansão agrícola do município de São Desidério-BA entre os anos de 1984 e 2008, importante produtor nacional de soja, algodão e milho. **GeoUERJ**, 24:603-618, 2012.

VERBUG, P. et al. Landscape level analysis of the spatial and temporal complexity of land-use change. In: DEFRIES, R.; ASNER, G.; HOUGHTON, R. **Ecosystems and Land Use Change**. 2004. p. 217-230.