

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDRO-
GRÁFICA DO RIBEIRÃO MESTRE D'ARMAS,
DISTRITO FEDERAL**

**GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF MESTRE D'ARMAS
WATERSHED, IN FEDERAL DISTRICT**

**João Paulo Sena-Souza¹; Glauber das Neves²; Alexandre Messias Reis³;
Ray Pinheiro Alves⁴; Fábio Luís de Souza Santos²; Tiago Borges Kisaka⁵;
Éder de Souza Martins⁶ & Antônio Felipe Couto Junior⁷**

¹Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro
Departamento de Geografia (GEA), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Asa
Norte, 70910-900 - Brasília – DF, Brasil.
jpsenasouza@gmail.com

²Universidade de Brasília (UnB), Campus de Planaltina (FUP)
Curso de Gestão Ambiental, Área Universitária n. 1, Vila Nossa Senhora de Fátima,
73.340-710 - Planaltina – DF, Brasil.
glauber.unb@gmail.com, fabio_santos92@hotmail.com

³Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro
Instituto de Geociências (IG), Curso de Geologia, Asa Norte,
70910-900 - Brasília – DF, Brasil.
alex.messias.reis@gmail.com;

⁴Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro
Instituto de Biologia (IB), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Asa Norte,
70910-900 - Brasília – DF, Brasil.
raypinheiroalves@gmail.com;

⁵Universidade de Brasília (UnB), Campus de Planaltina (FUP)
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural,
Área Universitária n. 1, Vila Nossa Senhora de Fátima,
73.340-710 - Planaltina – DF, Brasil.
tiagobk.df@gmail.com

⁶Pesquisador, Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rod. Brasília-Fortaleza, Planaltina, DF.
Caixa Postal 08223, CEP 73310-970.
eder@cpac.embrapa.br;

⁷Professor Adjunto, Universidade de Brasília (UnB), Campus de Planaltina (FUP)
Área Universitária n. 1, Vila Nossa Senhora de Fátima,
73.340-710 - Planaltina – DF, Brasil.
antoniofelipejr@gmail.com.

Recebido 30 de Julho de 2013, aceito 15 de Março de 2014

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi realizar o mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do ribeirão Mestre D'armas, DF. Foram utilizados Modelos Digitais de Elevação (MDE) do ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) (resolução de 30m) para delimitar a área de estudo, e da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 90m, para o mapeamento geomorfológico. Foi realizado um pré-processamento dos dados com filtragem de mediana, eliminação das células com maior variação e interpolação. A metodologia utilizada para a delimitação da bacia passou pelas seguintes etapas: preenchimento de depressões artificiais, mapa da direção de fluxo, mapa de fluxo acumulado e delimitação da bacia. Para o mapeamento geomorfológico foi utilizado o MDE da SRTM. Foram extraídos parâmetros morfométricos e combinados em uma composição colorida RGB, onde a altimetria ocupou o canal do vermelho (R), a declividade, o canal do verde (G) e a curvatura mínima o azul (B). Com base nessa composição colorida, as unidades do relevo foram mapeadas por meio de interpretação visual e vetorização digital. Foi gerado um limite para a bacia com 194,22km². As unidades geomorfológicas mapeadas foram: Topo de Chapada (6,72%); Rebordo (13,35%); Frente de Recuo Erosivo (10,60%); Rampa de Colúvio Proximal (31,68%); Rampa de Colúvio Distal (26,89%); Colina (2,36%); Depressão Fluvial (8,48%).

Palavras-Chave: relevo, parâmetros morfométricos, bacia de drenagem, unidades geomorfológicas.

Abstract: The objective of this study was the automatic delineation and geomorphological mapping of the Mestre D'armas watershed. Digital Elevation Models (DEM) from the ASTER (30m resolution) were used to delimit the study area, and SRTM (90m resolution) for geomorphological mapping. We conducted a pre-processing the data with median filtering, elimination of cells with greater variation and interpolation. The methodology used for the watershed delineation underwent the following steps: fill sinks, flow direction map, flow accumulation map and watershed delineation. For geomorphological mapping was used the SRTM DEM. Morphometric parameters were extracted and combined into a color composite RGB, where the altitude occupied the red channel, the slope of the green channel and the minimum curvature, blue (B). Based on this color composite, relief units were mapped by visual interpretation and digital vectorization. Generated was a limit to the bowl with 194.22 km². Geomorphological units were mapped: Top Chapada (6.72%); Flange (13.35%); Front Setback Erosive (10.60%); Colluvium Ramp Proximal (31.68%); Colluvium Ramp Distal (26.89%); Hill (2.36%); River Depression (8.48%).

Keywords: relief, morphometric parameters, drainage basin, geomorphological units.

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, abrangendo 24% do território nacional. Além disso, apresenta a maior biodiversidade e heterogeneidade de paisagens entre as savanas do mundo (Silva e Bates, 2002; Silva et al., 2006). Essa importante diversidade biológica atrelada ao uso indiscriminado de recursos naturais levou o Cerrado à lista dos 25 hotspots prioritários para a conservação ambiental (Myers et al., 2000). Tal fato reforça a importância de estudos sistemáticos sobre os diversos aspectos desse domínio, a fim de subsidiar políticas públicas e planejamentos futuros que visem à manutenção dos ecossistemas.

Para facilitar a gestão territorial do Cerrado, Arruda et al., (2008) dividiram o bioma em 22 ecorregiões com paisagens mais homogêneas. A delimitação de bacias hidrográficas dentro das ecorregiões aumenta ainda mais a escala de planejamento e estudos ecossistêmicos.

A bacia hidrográfica é a principal unidade de gestão territorial, segundo a Lei Federal nº 9.433/97. Os limites da bacia devem corresponder aos limites topográficos, sendo uma linha imaginária ligando os pontos mais elevados do terreno, cruzando a drenagem apenas no exutório (Christofoletti, 1980). Deste modo, a bacia hidrográfica pode ser considerado um sistema aberto com diversos elementos interagindo, podendo englobar diferentes paisagens. Martins et al., (2004a) considera a paisagem como um conjunto de elementos organizados hierarquicamente em função do espaço e tempo: clima, rocha, relevo, solo e organismos. Na escala temporal humana, os processos relacionados ao clima e às rochas são os mais estáticos na paisagem. Por outro lado, o solo e os organismos possuem funções mais dinâmicas na paisagem.

Entre esses elementos, o relevo destaca-se como a interface entre os elementos mais estáticos e dinâmicos da paisagem. Deste modo, o relevo pode condicionar a distribuição espacial dos solos (Martins et al., 2007; Motta et al., 2002; Vasconcelos et al., 2012) e dos organismos (Couto Junior et al 2010; Bispo et al., 2010), incluindo a ocupação antrópica (Couto Junior et al., 2007). Além disso, o limite de uma bacia hidrográfica com seu conceito topográfico está atrelado ao relevo. Conseqüentemente, esse elemento mostra-se relevante para a compreensão da organização da paisagem e utilização dos recursos naturais.

Com isso, o mapeamento geomorfológico ao lado dos métodos de delimitação de bacias de drenagem tornaram-se frequentes nos estudos do meio físico de projetos de planejamento territorial (Silva et al., 2000). A importância desses estudos estimulou o desenvolvimento de tecnologias que possibilitaram a

integração de dados referentes à superfície terrestre.

Nesse contexto, o objetivo do presente artigo foi realizar o mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Mestre d'armas, no intuito de subsidiar o planejamento ambiental e o ordenamento territorial.

ÁREA DE ESTUDO

Localização

A bacia hidrográfica do Ribeirão Mestre D'armas está localizada na região administrativa de Planaltina, Distrito Federal, entre as coordenadas 8280479 e 8263926; 200419 e 223933 no Sistema de Projeção UTM, datum WGS 84, Zona 23 Sul (Figura 1). Possui uma área de aproximadamente 195 km².

O ribeirão Mestre D'armas é um dos principais afluentes do Rio São Bartolomeu, que faz parte da grande bacia do Rio Paraná. Além disso, a porção norte da bacia é limitada pela bacia do Rio Maranhão, na grande bacia do Araguaia-Tocantins. A bacia do Mestre D'armas é uma região hidrográfica estratégica para a gestão dos recursos naturais do Distrito Federal (DF). (Figura 1).

Características e Evolução da Paisagem

A área se encontra no domínio morfoclimático do Cerrado, caracterizado por Ab'Saber (1977). Segundo a classificação de Köppen o clima na bacia enquadra-se como tropical úmido de savana com inverno seco (Aw), de sazonalidade intensa com chuvas concentradas entre os meses de outubro e abril. A temperatura média anual é de 21-22 °C. A média anual da temperatura máxima oscila entre 27 e 28 °C enquanto a da mínima fica entre 16 e 17 °C em toda a bacia (Silva et al., 2008). A precipitação média anual é de aproximadamente 1500 mm mal

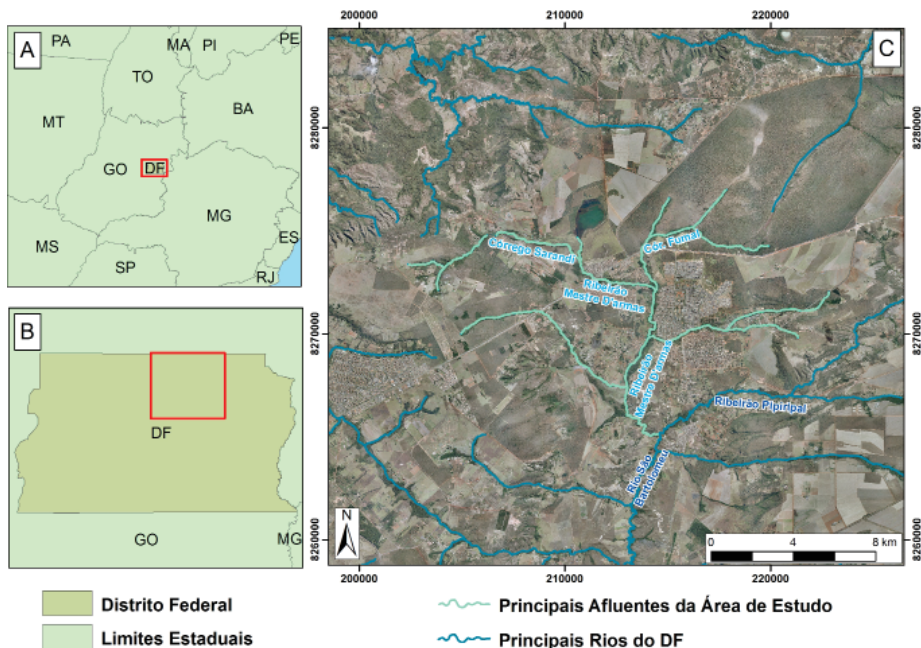


Figura 1 - Localização da drenagem do ribeirão Mestre d'Armas: no Brasil (A); no Distrito Federal (B); e na ortofoto SICAD de 2009 (C).

distribuídos entre os meses do ano. Os meses de junho, julho e agosto atingem média mensal de apenas 50 mm, enquanto o mês de janeiro pode alcançar 320 mm de chuva. A umidade relativa do ar é muito baixa nos meses de inverno, podendo atingir níveis inferiores a 15%.

A geologia da região é formada principalmente por rochas metassedimentares dos grupos Paranoá e Canastra, os quais se encontram em contato tectônico (Martins, et al., 2004c).

O Grupo Canastra é aparece em conjuntos de sericita filitos, clorita filitos, quartzo-sericita-clorita filitos, metarritmitos e filitos carbonosos. A maior parte dos afloramentos são bastante intemperizados e estão presentes no sudoeste da bacia.

O grupo Paranoá aparece em porções de Metarritmito Arenoso no alto dos domos de Sobradinho e do Pipiripal, além dos quartzitos médios presentes nas bordas das Chapadas. A primeira subdivisão é caracterizada por alternâncias de estratos centimétricos a métricos de quartzitos finos a médios com níveis geralmente mais delgados de metassiltitos argilosos, metalamitos siltosos e metalamitos micáceos (Freitas-Silva e Campos, 1999). Os Quartzitos Médios sustentam as áreas de chapada mais elevadas da bacia. Afloram nas bordas do domo de Sobradinho e ao longo das bordas do Domo Estrutural do Pipiripau.

Tem aspecto maciço e caracteriza-se por quartzitos finos a médios muito localmente grossos, brancos ou cinza claro (cinza escuro quando frescos), bem selecionados, maduros mineralogicamente, em geral muito silicificados e, onde encontram-se menos recristalizados, mostram grãos arredondados (Freitas-Silva e Campos, 1999).

A geomorfologia do Distrito Federal foi caracterizada por diversos autores (CODEPLAN, 1984; Novaes Pinto, 1986a, 1994; Dantas, 1992; Martins e Baptista, 1998; Martins et al., 2004b, 2004c). Todos esses trabalhos englobam a bacia em questão.

A compartimentação geomorfológica proposta por CODEPLAN (1984) separa a região em superfícies residuais de aplainamento e depressões interplanálticas dissecadas. Além disso, apresenta três tipos de escarpas: erosiva, adaptada e de falhamentos. Novaes Pinto (1986a) dividiu a paisagem da bacia em três macrounidades: região de chapadas, área de dissecação intermediária e região dissecada de vale.

Baseado na classificação de Ross (1992), Dantas (2003), descreve a geomorfologia da área de estudo como influência de diversos fatores, entre eles está o fator geológico-estrutural evidenciado pelo condicionamento das

drenagens.

Segundo King (1956) e Braun (1971), essas regiões mais elevadas se desenvolveram entre o Terciário Inferior e Médio, período que corresponde ao ciclo de erosão Sulamericano e entre o Terciário Médio e Superior, correspondente ao ciclo de erosão Velhas (Martins, et al., 2004b).

Martins et al. (2004b) apresentam de forma sistematizada um modelo de evolução geomorfológica para a região do Distrito Federal, que se aplica a bacia do ribeirão Mestre D'armas: A primeira etapa é a formação de superfícies desniveladas (Superfície Pós-Gondwana, Cretáceo Médio a Superior), com o desenvolvimento de uma superfície plana e desnivelada associada a clima árido e soerguimento regional, tendo quartzitos e metarritmitos preservando as regiões dômicas e ardósias e filitos nas porções mais rebaixadas. Em seguida, no Paleoceno a Mioceno Inferior, inicia-se a formação da superfície Sul-americana em condições climáticas úmidas e quentes, predominando o intemperismo químico e possibilitando a formação de couraças lateríticas entre o solo e o saprólito. No Mioceno Inferior, novamente em condições climáticas secas, houve um aprofundamento do nível de base da superfície Sul-americana causando o afloramento das couraças. Com elevada atividade biológica e em condições hidratadas, houve uma degradação da couraça e aprofundamento do saprólito no Plioceno. Já no Plioceno Superior, com intemperismo físico predominante, houve uma dissecação das superfícies residuais, com a formação de calhas por erosão e locais de sedimentação, formando as grandes rampas de colúvio. Por fim, no Quaternário ocorreram oscilações climáticas curtas com alternância entre processos erosivos atuantes das frentes de recuo e processos de pedogênese.

As classes de solos mais representativas da bacia são: Latossolo, Cambissolo e os Solos Hidromórficos.

Os Latossolos são solos muito intemperizados com alta concentração de minerais secundários: caulinita, óxidos e oxi-hidróxidos de Fe e Al (hematita, goethita, gibbsita) (Reatto, et al., 2004). Os perfis típicos de Latossolos contêm um horizonte A com transição difusa para um B latossólico, esse pode atingir mais de 2 metros de profundidade. Sua coloração varia do vermelho ao amarelo, passando pelo alaranjado. Apesar dos baixos níveis de nutrientes, são solos muito utilizados na agricultura, pois estão associados ao relevo plano e suave-ondulado, nos topos de chapadas ou ambientes de deposição.

Os Cambissolos apresentam pouca alteração físico-química nos horizontes sub-superficiais indicando um horizonte B incipiente. Apresentam maiores teores de silte e minerais primários, caracterizando pouca intemperização. Podem atingir de 0,2 a 1 m de profundidade. São encontrados em ambientes com relevo mais irregular, variando de ondulado a forte-ondulado, (Reatto, et al., 2004).

Os solos hidromórficos ocorrem em ambientes de oxirredução mal drenados que formam horizonte glei, característico dos Gleissolos. Pode ocorrer presença de mosqueados abundantes. São periodicamente ou permanentemente saturados em água e mostram a presença de lençol freático aflorante em grande parte do ano. Estão associados a superfícies côncavas em relevo plano ou suave-ondulado.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada na elaboração do presente trabalho foi dividida em duas etapas principais: delimitação automática e compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rebeirão Mestre D'armas. A primeira etapa teve o Modelo Digital de Elevação (MDE) ASTER como dado de entrada. Para a segunda etapa foi utilizado um MDE da SRTM (Figura 2).

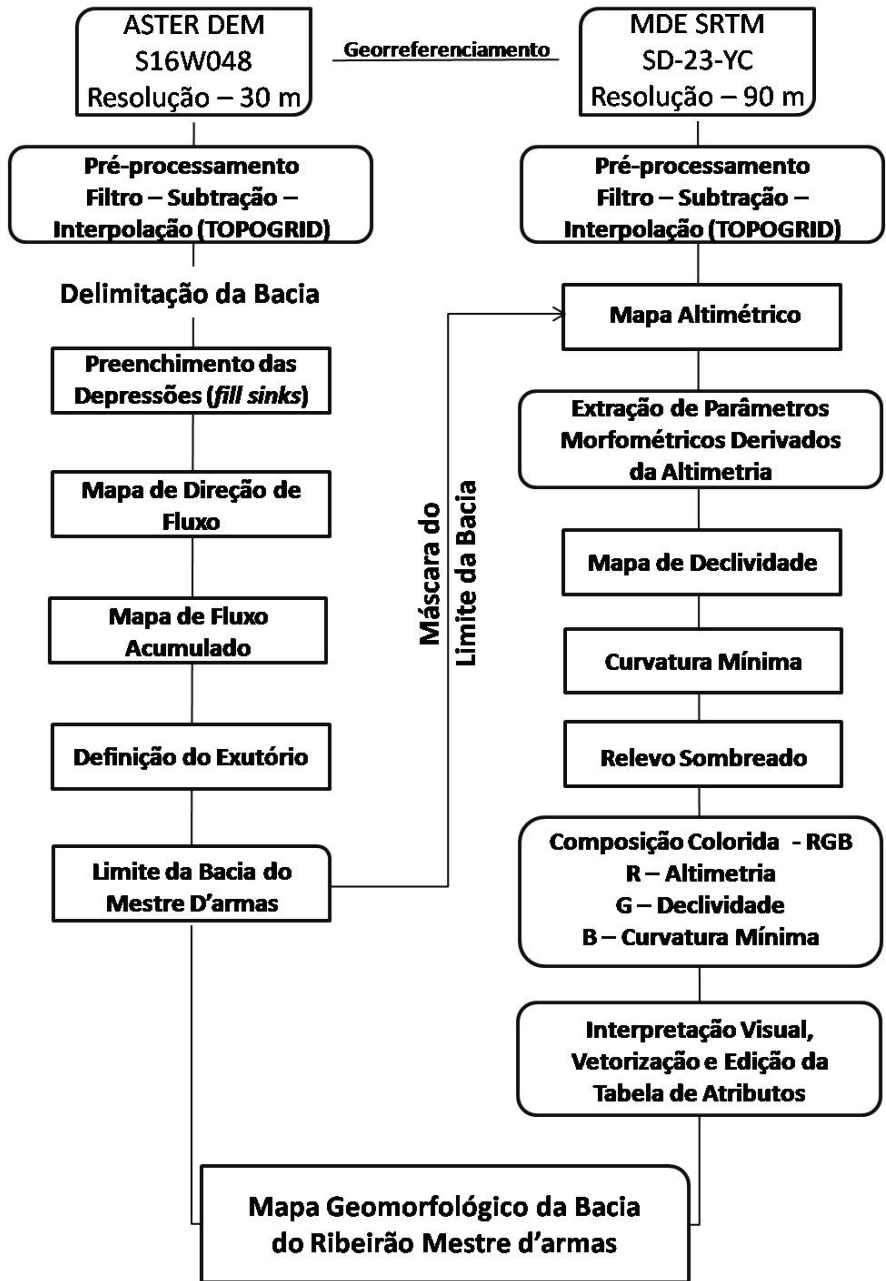


Figura 2 - Fluxograma Metodológico.

Pré-processamento dos dados de entrada: ASTER DEM e SRTM

Em 2009 foi lançado o Global de Digital de Superfície Modelo ASTER GDEM para substituir o Modelo Digital de Elevação SRTM. O ASTER GDEM seria um dos dados espaciais mais importantes para a análise morfométrica, com resolução espacial de 30m. Porém, os dados do ASTER DEM carregam diversos erros que nos valores do terreno, difíceis de serem corrigidos (Reuter et al., 2009). Segundo Reuter et al., (2009), o processamento necessário para melhorar a acurácia dos dados do ASTER é dispendioso e demorado, sendo indicado o emprego dos dados SRTM para os casos de avaliação morfométrica.

O ASTER DEM foi utilizado no presente trabalho para a delimitação automática da bacia de drenagem, pois os erros de difícil correção presentes nos dados não interferiram na interpolação dos limites topográficos da bacia.

A compartimentação geomorfológica foi realizada com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução espacial de 90 m. A SRTM foi uma missão que adquiriu dados topográficos de 80% da superfície da terra entre as latitudes 60° N e 57° S em apenas 11 dias no ano 2000 (Rabus, et al., 2003). A cena utilizada foi a SD-23-Y-C disponível para download no site da Embrapa Monitoramento por Satélite (Miranda, 2005)

Apesar de ser uma das mais importantes ferramentas de análise da superfície, o MDE da SRTM também apresenta limitações como a má definição dos corpos hídricos e aparecimento de vórtices e picos.

Portanto, tanto o ASTER DEM quanto o SRTM passaram por um processamento para melhorar a qualidade dos dados, passando pelas etapas a seguir (Guimarães et al. 2005): filtragem de mediana (kernel 5x5); subtração da imagem filtrada pela original; exclusão de pixels com variação superior a 10;

interpolação para 30 m por meio do método TOPOGRID (Hutchinson, 1989).

Delimitação Automática da Bacia Hidrográfica

Os limites da bacia devem corresponder aos limites topográficos, sendo uma linha imaginária ligando os pontos mais elevados do terreno, cruzando a drenagem apenas no exutório. O dado utilizado na delimitação da bacia foi o MDE proveniente do ASTER. O processo de delimitação passou pelas seguintes etapas: preenchimento de depressões (fill sinks), mapa da direção de fluxo (flow direction), mapa de fluxo acumulado (flow accumulation) e delimitação da bacia (watershed) (Alves Sobrinho et al., 2010) (Figura 3).

O preenchimento das depressões teve o intuito de corrigir as falhas com aspecto de uma depressão, denominadas “sinks”. São postos margeados por uma elevação muito superior. Essas falhas aparecem principalmente em locais próximos às drenagens e em encostas íngremes e podem causar propagação de erros em estudos hidrológicos (Jenson e Domingue, 1987). É possível observar o resultado do preenchimento das depressões comparando o valor da altitude mínima do ASTER MDE antes (Figura 3, A) e depois (Figura 3, B) do uso da função “fill sinks”. Com estes dados preenchidos é gerada a Direção de Fluxo, que indica a direção de descida mais acentuada a partir de cada célula, mostrando o comportamento da água em um pixel em relação a seus vizinhos (Figura 3, C). Esta direção foi obtida por meio da função “flowdirection” utilizando o método D8, que gera uma grade regular onde cada ponto apresenta um valor referente a uma direção entre oito direções (Tarboton et al., 1997).

Para gerar o mapa de fluxo acumulado são utilizadas informações de direção de fluxo, comprimento da rampa e curvatura horizontal. Indica o nível de confluência do escoamento para cada pixel. Portanto, o mapa de fluxo acumulado apresenta a quantidade de pixels que contribuíram para a água chegar a um pixel (Figura 3, D).

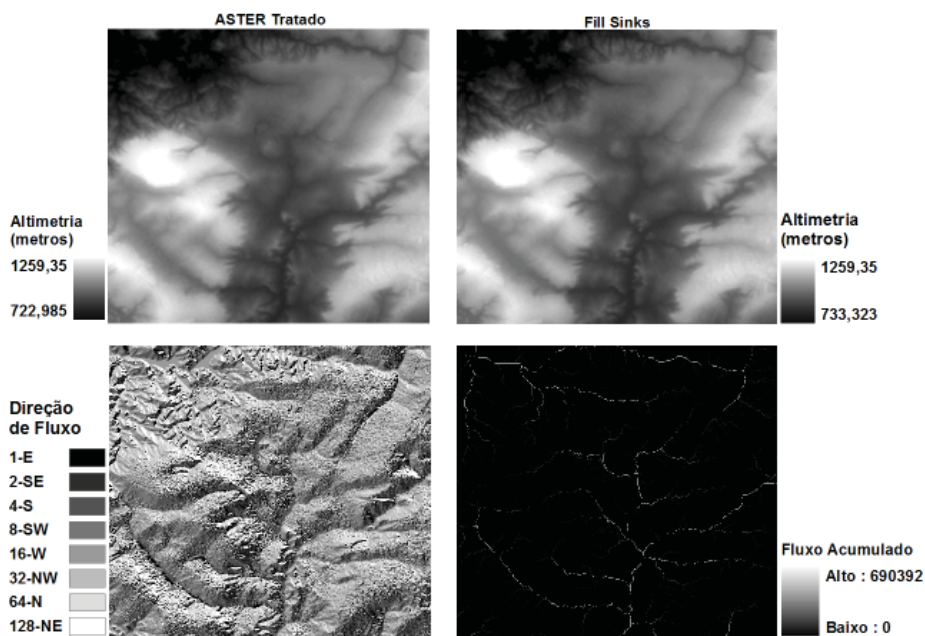


Figura 3 - Etapas do processo de delimitação automática de bacia: Dado de entrada (A); MDE com preenchimento das depressões artificiais (B); Mapa de direção de fluxo (C); Mapa de fluxo acumulado (D).

Mapeamento Geomorfológico

Foram gerados parâmetros morfométricos do terreno derivados da altimetria, dentro dos limites da bacia definidos na etapa anterior. Os parâmetros morfométricos derivados utilizados nessa análise foram declividade, curvatura mínima, aspecto e relevo sombreado. Os dois últimos serviram para auxiliar a interpretação visual e na estética dos resultados. Os parâmetros declividade e curvatura mínima, em conjunto com a altimetria, foram combinados em uma composição colorida RGB. Essa técnica realça as feições do relevo permitindo a sua interpretação com maior facilidade e com o máximo de informações possíveis na imagem. A composição colorida de parâmetros morfométricos vem sendo utilizada no mapeamento de solos (Hermuche, et al., 2002), mapeamento

de unidades geomorfológicas (Borges, et al. 2007; Castro, et al., 2009; Lima, et al., 2009; Passo, et al., 2010; Sena-Souza et al., 2013), e mapeamento de formas específicas do relevo (Saha et al., 2011; Vasconcelos et al., 2012).

Na composição colorida dos parâmetros morfométricos os dados de altimetria preenchem o canal do vermelho e a declividade, o verde. Essa ordem foi definida por convenção, já que a altimetria e a declividade definem as principais feições geomorfológicas. O canal do azul é preenchido de acordo com as características de cada área de estudo e com a escala de trabalho. Para a bacia do ribeirão Mestre D'armas foi utilizada a curvatura mínima, que realça as partes côncavas do terreno, contrastando com o padrão multiconvexo das chapadas da região.

A delimitação geomorfológica foi feita por meio de vetorização digital em tela, que consiste na identificação e interpretação dos padrões de cores e texturas na imagem, gerando polígonos que correspondem às unidades geomorfológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Delimitação da Bacia e Composição Colorida dos Parâmetros Morfométricos

O uso do MDE ASTER e o método utilizado na delimitação resultaram em um limite para a bacia do ribeirão Mestre D'armas com 194,22 km². O contorno permitiu extrair os valores morfométricos utilizados na composição colorida RGB.

Os valores representados pela composição colorida estão dispostos na **Figura 4**. A Altimetria, representada pela com vermelha, apresenta uma amplitude de 337 m, com as cotas mais altas em torno de 1254 m. A Declividade preenche o canal do verde e evidencia as áreas com maior variação de altitude. O maior valor de declividade é 15,7%. Os menores valores de Curvatura Mínima estão nos fundos de vales. O valor mínimo (-1,46 °/m) está na área mais encaixada da bacia.

A composição colorida dos parâmetros morfométricos agrupou todos os valores apresentados, mostrando características do relevo em uma só imagem. Desse modo, pode ser considerada uma base relevante para o mapa geomorfológico (Figura 4).

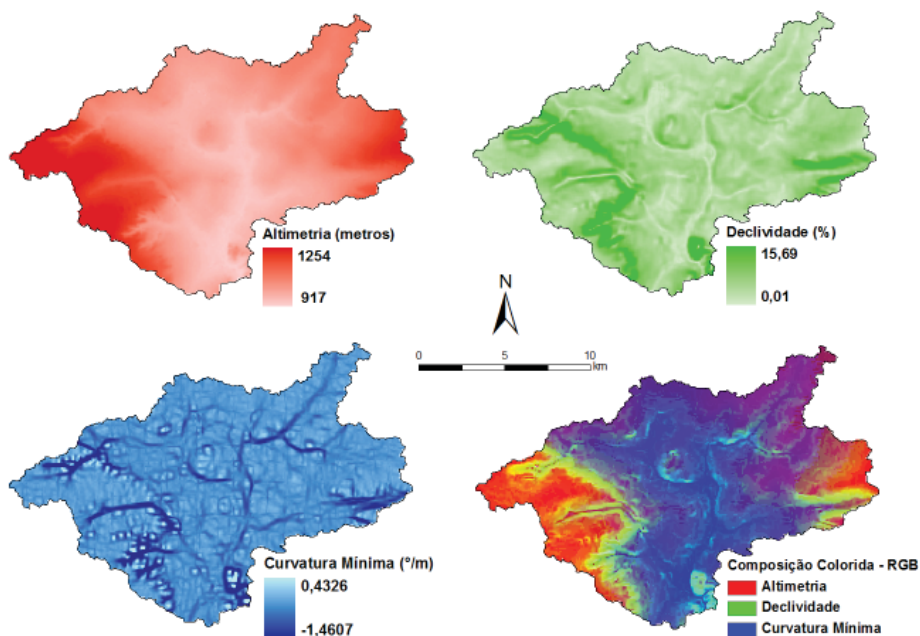


Figura 4 - Mapas dos parâmetros morfométricos utilizados na composição colorida e resultado da junção das informações (RGB).

Mapa Geomorfológico

As unidades geomorfológicas mapeadas por meio da interpretação visual da composição colorida de parâmetros morfométricos foram: Topo de Chapada (6,72% da área total da bacia); Rebordo (13,35%); Frente de Recuo Erosivo (10,60%); Rampa de Colúvio Proximal (31,68%); Rampa de Colúvio Distal (26,89%); Colina (2,36%); Depressão Fluvial (8,48%) (Figura 5). É possível observar o padrão transversal de cada unidade geomorfológica no perfil

topográfico da **Figura 5**.

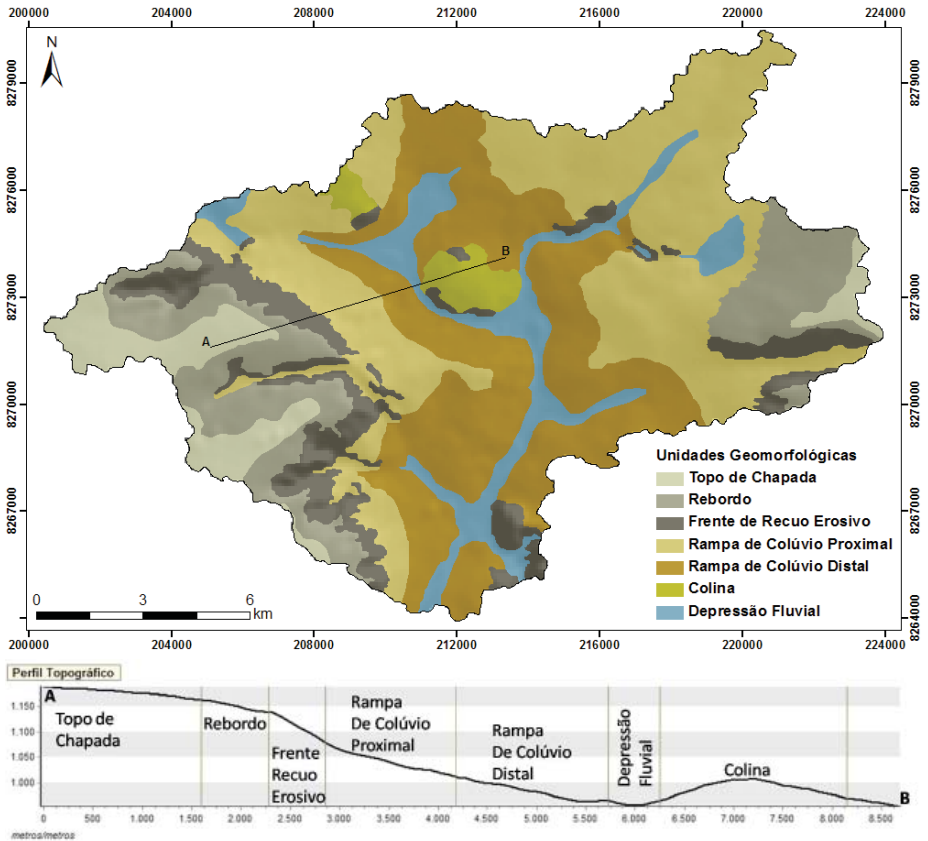


Figura 5 - Mapeamento Geomorfológico da bacia do ribeirão Mestre D'armas e perfil topográfico representativo mostrando o padrão transversal das unidades mapeadas.

Os conceitos das unidades geomorfológicas deste trabalho têm características descritivas e genéticas, baseadas no conceito de etchplanação (Braun; 1970), proposto por Novaes Pinto (1994) para a região do Distrito Federal. A descrição mostra o caráter morfológico e a relação de cada unidade com os demais aspectos da paisagem, enquanto o aspecto genético relaciona com as superfícies de aplainamento.

Os **Topos de Chapadas** da área estudada representam as partes mais preservadas quando se trata de evolução geomorfológica. São remanescentes da superfície de aplainamento Sul-Americana (King, 1956; Braun; 1970) formada por processo de etchplanação. São caracterizadas por relevo plano e suave ondulado com padrões multiconvexos e processos dinâmicos estáveis. Abrigam principalmente Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo formados por material de origem autóctone (in situ). Devido a tais peculiares, existe um grande potencial de uso agrícola paralelo ao potencial de recarga de nascentes. Nos Topos de Chapadas, o Fe se desloca até o interior e se dirige para as bordas por acepção lateral, onde encontra a zona de déficit hídrico formando uma couraça maciça ferruginosa. Essa couraça laterítica é resistente ao intemperismo e contribui para a sustentação da paisagem. Entre os Topos de Chapadas e as zonas erosivas são encontradas unidades geomorfológicas com aspecto retilíneo, denominadas Rebordo.

Os **Rebordos** delineiam grande parte dos limites entre os outros compartimentos (Martins e Baptista, 1998). Estão associados a classes de Latossolo Amarelo, mais rasos e menos drenados que os solos dos topos. São sustentadas nas suas bordas por quartzitos do grupo Paranoá. Além disso, as condições ambientais e climáticas favorecem o acúmulo de Ferro (Fe) em forma de hematita (Fe_2O_3) entre o Rebordo e a Frente de Recuo Erosivo (Penteado, 1976; Martins, 2000). Essa feição não é individualizada em trabalhos com escalas menores. Em outras propostas o conjunto de Topos de Chapadas e Rebordos constituem as Chapadas formadas pelo ciclo de erosão Sul-americana.

As **Frentes de Recuo Erosivo** são as porções com maior grau de declividade e representam as rupturas do relevo. Aparecem em porções com variação abrupta de altitude. Geralmente estão presentes entre o Rebordo e a Rampa de Colúvio Proximal. O relevo íngreme ou escarpado proporciona maiores índices de erosão.

A principal classe de solo observada nas frentes de recuo é a dos Cambissolos. São controlados pelos quartzitos e couraças dos limites das Chapadas.

O material proveniente da Frente de Erosão da superfície Sul-americana são depositados em patamares que formam uma unidade geomorfológica de deposição denominada de Rampa de Colúvio. Nesta escala de trabalho foi possível distinguir dois níveis de patamares separando a unidade em **Rampa de Colúvio Proximal** e **Rampa de Colúvio Distal**. A principal característica que distingue as subdivisões é a altimetria e a proximidade da Frente de Recuo Erosivo. A Proximal é formada por um material erodido em um período mais recente. O solo com maior presença é o Latossolo Vermelho-Amarelo na base da Frente de Recuo Erosivo. O Latossolo Vermelho aparece e se aprofunda gradativamente em direção à Rampa de Colúvio Distal.

As Rampas de Colúvio são caracterizadas por relevo plano e suave ondulado com uma leve inclinação em direção às linhas de drenagens (Figura 6). Sua formação está associada ao ciclo de erosão Velhas (Novaes Pinto, 1986b)

As **Colinas** são remanescentes de Chapadas que estão no final do processo de erosão e transformação em Rampa de Colúvio. A pedologia presente nessa unidade é constituída por Latossolo Amarelo ou Cambissolo. Tem um padrão multiconvexo e apresenta encosta suave ou margeada por Frente de Recuo Erosivo.

As **Depressões Fluviais** são formadas pela ação recente da água. São as partes mais baixas da bacia com características morfométricas côncavas. Seguem as linhas de drenagem e estão associadas aos ambientes hidromórficos.

CONCLUSÕES

É notória a relação entre os padrões de relevo e os outros elementos da paisagem. A compartimentação geomorfológica representa a elaboração de dados primários que oferecem conhecimento acerca da composição e dinâmica da paisagem na área de estudo. Ao mesmo tempo, apresenta metodologias atuais eficientes de processamento digital de imagem para o mapeamento das unidades geomorfológicas.

A distribuição espacial da geomorfologia mostrou um potencial de uso do solo em grande parte da bacia, considerando a representatividade das unidades com baixa declividade, como as Rampas de Colúvio. A quantificação e espacialização desses dados geomorfológicos podem influenciar na escolha de áreas para expansão urbana e/ou agrícola. Por outro lado, foram mapeadas algumas áreas íngremes e outras com influência da drenagem que também são representativas. Tais áreas influenciam na escolha de locais de preservação para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos e da paisagem em geral.

São necessários estudos temáticos da paisagem (pedológico, hidrológico, geológico, etc.) aliados ao mapeamento geomorfológico para complementar o processo de gestão do território.

Espera-se que os dados apresentados neste trabalho sejam somados ao conjunto de dados relacionados ao estudo da paisagem do Distrito Federal, especialmente na região administrativa de Planaltina-DF, auxiliando pesquisas que visem elaboração de políticas públicas com foco na gestão dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. Os Domínios Morfoclimáticos na América do Sul: Primeira Aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, p. 1-22, 1977.
- ALVES SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 46-57, 2010.
- BISPO, P. C; VALERIANO, M. M; KUPLICH, T. M. Relação entre as variáveis morfométricas extraídas de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e a vegetação do Parque Nacional de Brasília. **Acta bot. bras.** v. 24, n. 1, p. 96-103. 2010.
- BORGES, M. E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; ARCOVERDE, G. F. B.; GOMES, R. A. T. Emprego do Processamento digital dos parâmetros morfométricos no mapeamento geomorfológico da bacia do Rio Preto. **Espaço & Geografia**, v. 10, n. 2, p. 401-429, 2007.
- BRASIL. **Lei Federal 9433**, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política nacional de recursos hídricos [On Line] <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 01 nov. 2012.
- BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-39, 1970.
- CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; R., A.; LIMA, L. A. S.; RODRIGUES, L. N.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; BORGES, M. E. S.; VASCONCELOS, V.; GOMES, M. P. Compartimentação Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Buriti Vermelho, Distrito Federal, DF. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - CPAC**, Planaltina, DF, v. 244, p. 23, abril 2009.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília, DF. 1984.
- COUTO JUNIOR, A. F; CARVALHO JUNIOR, O. A; MARTINS, E. S; SOUZA, V. V; FARIAS, M. F; ENCINAS, J. I. Relação Entre Uso e Ocupação do Solo e os

- Aspectos Geomorfológicos no Município de Águas Lindas de Goiás. **Espaço e Geografia**. v. 10, n 1 125-141, 2007.
- COUTO JUNIOR, A. F.; SOUZA, V. V.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; SANTANA, O. A.; FRETAS, L. F.; GOMES, R. A. T. Integração de Parâmetros Morfométricos e Imagemaster para a Delimitação das Fitofisionomias da Serrada Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 11, n. 1, 2010.
- DANTAS, M. E. Geomorfologia. In: CPRM; EMBRAPA; SCO-MI **Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal: fase I**. Rio de Janeiro: [s.n.], v. 2, 2003. p. 1-29.
- FREITAS-SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: IEMA; SEMATEC; UNB **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal**. Brasília: IEMA; SEMATEC; UnB, v. 1, 1998. p. 45.
- GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T. Detection of karst depression by aster image in the Bambuí Group, Brazil. In: **Remote Sensing Symposium - SPIE**, 2005, Brugges, Belgium. Proceeding of the SPIE- Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology. 2005. v. 5983. p. 1-12.
- HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; MARTINS, É. S.; DRUCK, S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SANTOS, N. B. F.; REATTO, A. Morfometria como suporte para elaboração de mapas pedológicos: Bacias Hidrográficas Assimétricas. **Documentos Embrapa - CPAC**, Planaltina, v. 68, p. 23, 2002.
- HUTCHINSON, M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, vol. 106, p. 211-232, 1989.
- JENSON, S.K.; DOMINGUE, J.O. Extracting topographic structure from digital

- elevation data for geographical information system analysis. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol. 54, p. 1593-1600, 1987.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.
- LIMA, L. A. S.; MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CASTRO, K. B.; VASCONCELOS, V.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Compartimentação Geomorfológica e suas relações com os solos na Bacia do Alto rio Preto, GO. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - CPAC**, Planaltina, DF, v. 255, p. 24, 2009.
- MARTINS, E. S. 2000. **Petrografia, mineralogia e geomorfologia de rególitos lateríticos no Distrito Federal**. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia. Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil. **Documentos. Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF, p. 33. 2004a.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Evolução Geomorfológica do Distrito Federal. **Documentos. Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF, p. 57. 2004b.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Unidades de Paisagem do Distrito Federal, escala 1:100.000. **Documentos. Embrapa Cerrados**. [S.l.], p. 22. 2004c.
- MARTINS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M. Compartimentação Geomorfológica e sistemas morfoodinâmicos do Distrito Federal. In: IEMA; SEMATEC; UNB **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal**. Brasília: IEMA; SEMATEC; UnB, v. 1, p. 89-137. 1998.
- MARTINS, E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; VASCONCELOS, V.; COUTO JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, S. N.; GOMES, R. A. T.; REATTO, A. Relação Solo-Relevo em

- Vertentes Assimétricas no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n° 1, p. 45-62. 2007.
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 18 jan. 2012.
- MOTTA, P. E. F; CARVALHO FILHO, A; KER, J. C; PEREIRA, N. R; CARVALHO JUNIOR, W; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 869-878, jun. 2002.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, vol. 403, p. 853-858, 2000.
- NOVAES PINTO M. (1994) Caracterização geomorfológica do Distrito Federal, in: NOVAES PINTO, M. (org.), **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**, Editora da Universidade de Brasília, Brasília, cap. 9, p. 285-344
- NOVAES PINTO, M. Caracterização morfológica do curso superior do rio São Bartolomeu-Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 48 (4), p. 377-397, 1986a.
- NOVAES PINTO, M. Superfícies de Aplainamento na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal/Goiás. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 48 (3), p. 237-257, 1986b.
- OLIVEIRA, S.N.; CARVALHO JR, O.A.; SILVA, T.M.; GOMES, R.A.T.; MARTINS, E.S.; GUIMARÃES, R.F.; SILVA, N.C. Delimitação automática de bacias de drenagens e análise multivariada de atributos morfométricos usando Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Corrigido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.8, n.1, p.3-21, 2007.

- PASSO, D. P.; CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; LIMA, L. A. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. Caracterização Geomorfológica do Município de São Desidério, BA, Escala 1:50.000. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - CPAC**, Planaltina, DF, v. 283, p. 29, junho 2010.
- PENTEADO, M. M. Tipos de Concreções Ferruginosas nos compartimentos geomorfológicos do Planalto de Brasília. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 16, n. 32, p. 39-53, 1976.
- RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission: a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.
- REATTO, A.; MARTINS, E. S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; CARVALHO JUNIOR, O. A.. Mapa Pedológico Digital - SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma Síntese do Texto Explicativo. **Documentos Embrapa Cerrados**, 2004. 29.
- REUTER, H. I., NELSON, A., STROBL, P., MEHL, W., JARVIS, A. 2009. A First Assessment Of Aster Gdem Tiles for Absolute Accuracy, Relative Accuracy and Terrain Parameters, IEEE **International Geoscience and Remote Sensing Symposium**.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.
- SAHA, K.; WELLS, N. A.; MUNRO-STASIUK, M. An object-oriented approach to automated landform mapping: A case study of drumlins. **Computers & Geosciences**, v.37, p.1324-1336, 2011.
- SENA-SOUZA, J. P.; MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; REATTO, A.; VASCONCELOS, V.; GOMES, M. P.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; REIS, A. M. Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, escala 1:100.000. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - CPAC**, Planaltina,

- DF, v. 314, p. 39, 2013.
- SILVA, F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 536-548, 2006.
- SILVA, J.; BATES, J. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bioscience**, v. 52, p. 225-233. 2002
- 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, J. X. Geomorfologia, Análise Ambiental e Geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 1, n. 1, p. 48-58, 2000.
- TARBOTON, D.G. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. **Water Resources Research**, vol. 33, n. 2, p. 309-319, 1997.
- VASCONCELOS, V; CARVALHO JUNIOR, 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, (Abr-Jun) p.171-186, 2012.