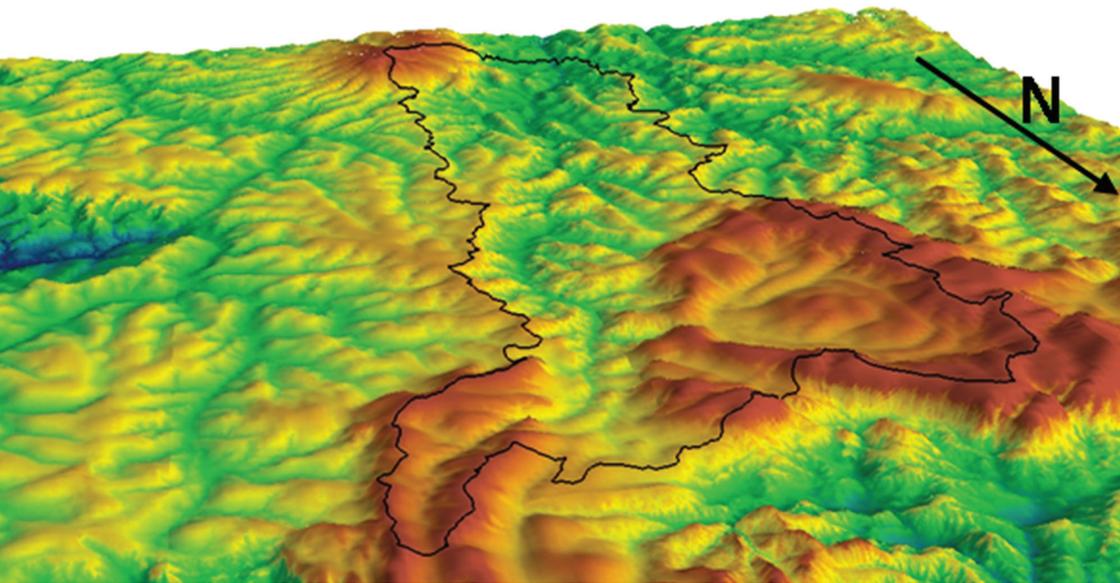


**Mapeamento Geomorfológico
da Bacia Hidrográfica do Rio São
Bartolomeu, escala 1:100.000**



ISSN 1676-918X
ISSN online 2176-509X
Março, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 314

Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, escala 1:100.000

João Paulo Sena-Souza
Éder de Souza Martins
Antonio Felipe Couto Júnior
Adriana Reatto
Vinicius Vasconcelos
Marisa Prado Gomes
Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Alexandre Messias Reis

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2013

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link:
http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2013/bolpd/bold_314.shtml

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898, Fax: (61) 3388-9879
<http://www.cpac.embrapa.br>
sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Claudio Takao Karia*
Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*
Secretárias: *Maria Edilva Nogueira*
Alessandra S. Gelape Faleiro

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Equipe de revisão: *Francisca Eljani do Nascimento*
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica: *Fábio Lima Cordeiro*

Editoração eletrônica: *Renato Berlim Fonseca*

Capa: *Renato Berlim Fonseca*

Impressão e acabamento: *Alexandre Moreira Veloso*
Divino Batista de Souza

1ª edição

1ª impressão (2013): tiragem 100 exemplares

Edição online (2013)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados

M386 Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu, escala 1:100.000 / João Paulo Sena-Souza et al. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013.60 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 314).

37 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X, 314).

1. Geomorfologia. 2. Sensoriamento remoto. 3. Cerrado.
4. Bacia Hidrográfica – Rio São Bartolomeu. 5. Distrito Federal. I. Sena Souza, João Paulo. II. Série.

551.4 - CDD-21

© Embrapa 2013

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	33
Referências	34

Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, escala 1:100.000

João Paulo Sena-Souza¹; Éder de Souza Martins²; Antonio Felipe Couto Júnior³; Adriana Reatto⁴; Vinicius Vasconcelos⁵; Marisa Prado Gomes⁶; Osmar Abílio de Carvalho Júnior⁷; Alexandre Messias Reis⁸

Resumo

A Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu pertence à Ecorregião do Planalto Central e situa-se no Bioma Cerrado. Essa bacia tem expressão agrícola e urbana e sua ocupação tem se dado de forma desordenada. Nesse enfoque, o estudo dos elementos da paisagem é essencial. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a geomorfologia da bacia hidrográfica do São Bartolomeu. Neste estudo, foram utilizados dados altimétricos com resolução espectral de 90 m. Parâmetros morfométricos foram extraídos desses dados e combinados em uma composição colorida RGB, em que 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. Foram identificadas as seguintes unidades geomorfológicas: Chapadas (23,6%), Frentes de Recuo Erosivo (17,7%), Rampas de Colúvio (23,7%), Depressões Dissecadas (30,8%), Mesas (2,2%), Cristas (0,4%), Colinas (0,1%) e Planícies fluviais (0,6%). Com base nas unidades mapeadas, foi elaborado um mapa de processos morfogenéticos mostrando áreas estáveis, deposicionais e erosivas na bacia.

Termos para indexação: Bioma Cerrado, elementos da paisagem, parâmetros morfométricos, mapa geomorfológico, ordenamento territorial.

¹Gestor Ambiental, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Geografia, jpsenasouza@gmail.com

²Geólogo, D.Sc. em Geologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, eder.martins@embrapa.br

³Engenheiro-florestal, D.Sc. em Geociências Aplicadas, professor da UnB, antoniofelipejr@gmail.com

⁴Engenheira-agrônoma, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Cerrados, adriana.reatto@embrapa.br

⁵Geógrafo, M.Sc. em Geografia, bolsista da Embrapa Cerrados, vinicius.vascoza@gmail.com

⁶Geógrafa, D.Sc., analista da Embrapa Cerrados, marisa.prado@embrapa.br

⁷Geólogo, D.Sc. em Zoologia, professor da UnB, osmarjr@unb.br

⁸Graduando em Geologia na UnB, bolsista PIBIC-CNPq, estagiário da Embrapa Cerrados, alex.messias.reis@gmail.com

Geomorphological mapping of the São Bartolomeu river basin, 1:100,000

Abstract

The watershed of the São Bartolomeu is located in the Cerrado Biome belongs to the Central Plateau Ecoregion. This basin has both agricultural and urban expression. The disorderly occupation requires more detailed mapping information to guide the development of public policies for land use. Therefore, the aim of this study was to map and characterize the geomorphology of the watershed of São Bartolomeu. We used altimetric data with spectral resolution of 90m. Morphometric parameters were extracted from these data and combined into a color composite RGB, where the altitude occupied the red channel (R), slope, channel green (G) and the minimum curvature, the blue channel (B). Based on this colored composition, the relief units were mapped using digital visual interpretation and vectorization. After field validation, the final map was drawn by identifying the following geomorphological units: Chapadas (23.6%), Erosive Fronts Retreat (17.7%), Ramps Colluvium (23.7%), Dissected Depressions (30.8 %), Tables (2.2%), Crests (0.4%), Hills (0.1 %) and River Plains (0.6%). Based on geomorphological units mapped, we developed a map of morphogenetic processes, showing stable areas, depositional and erosional in the basin.

Index terms: Cerrado Biome, landscape elements, morphometric parameters, geomorphological map, land management.

Introdução

O Bioma Cerrado apresenta a maior biodiversidade e heterogeneidade de paisagens entre as savanas do mundo, em compensação vem sofrendo com a expansão agrícola e urbana (SILVA; BATES, 2002). 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). Além disso, é o segundo maior bioma brasileiro com cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo 24% do território nacional (IBGE, 2004). Essa abrangência reforça a importância de estudos sistemáticos sobre os diversos aspectos desse domínio para subsidiar políticas públicas e planejamentos futuros que visem à manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados.

A diversidade de paisagens no Cerrado impede que o planejamento regional seja realizado de forma homogênea. Assim, para facilitar a elaboração de políticas públicas em nível regional, o Bioma Cerrado foi dividido em 22 ecorregiões, cada uma delas com características geoambientais semelhantes (ARRUDA et al., 2008).

Entre as Ecorregiões do Cerrado mapeadas por Arruda et al. (2008), está o Planalto Central, que corresponde a 7,84% do bioma e encontra-se na região nuclear deste. O Planalto Central é diferenciado por uma ampla diversidade geomorfológica, caracterizada pelas superfícies de aplainamento Sul Americana e Velhas (KING, 1956; BRAUN, 1971). A superfície Sul Americana está preservada na forma de chapadas, enquanto a Superfície Velhas, mais recente, é formada pela dissecação regressiva da primeira superfície. Entre os remanescentes das superfícies aplainadas, ocorrem depressões interplanálticas dissecadas com relevo acidentado (MOTTA et al., 2002).

Com o intuito de desenvolver estudos detalhados para compreender as grandes áreas – como o Planalto Central –, este trabalho se desenvolveu na bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu, que tem grande diversidade geomorfológica e importância socioeconômica e ambiental. A bacia está

totalmente inserida na área da Região Integrada do Distrito Federal e Entorno (Ride).

Desde a chegada da nova capital federal, instalada dentro dos limites da bacia, a área vem sofrendo mudanças significativas no ambiente natural e antrópico. A população das cidades satélites e do entorno do DF cresceram 412% somente na década de 1990. Além disso, a produção agrícola também aumentou nas últimas décadas. As principais culturas são de milho, soja, feijão, tomate, algodão e pastagem nas áreas de relevo plano contínuo, com fruticulturas e horticulturas alojadas em terrenos menores. A bacia abriga desde agricultura de subsistência até grandes monoculturas. A irrigação do tipo pivô-central predomina nas áreas com disponibilidade hídrica, enquanto a agricultura de subsistência é cíclica. Tal fato se deve à sazonalidade da precipitação marcante da região (CPRM et al., 2003).

Ademais a bacia abriga importantes Unidades de Conservação, como o Parque Nacional de Brasília, o Jardim Botânico de Brasília, a Estação Ecológica de Águas Emendadas, além da Área de Proteção Ambiental do São Bartolomeu. Essas áreas ainda protegem a biodiversidade característica do Cerrado e mantêm a prestação dos serviços ambientais (ARRUDA et al., 2008).

Conhecer todos os elementos da paisagem e suas interações é essencial para o planejamento territorial. Segundo Martins et al. (2004a), a paisagem é constituída pela relação entre rocha, clima, relevo, solo e organismo ao longo do tempo. O estudo de um elemento da paisagem se relaciona com o entendimento dos demais. Portanto, o objetivo deste trabalho é caracterizar e mapear a geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu na escala 1:100.000 para oferecer subsídio a trabalhos sobre outros elementos da paisagem na área e auxiliar políticas públicas de ordenamento territorial.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu localiza-se entre as coordenadas 8.137.595,65 mN – 8.289.531,24 mN e 167.163,76 mE – 235.898,02 mE (WGS 84 UTM Zona 23 Sul). Abrange uma área de aproximadamente

2.670 km² no Distrito Federal e 2.810 km² no Estado de Goiás, totalizando uma área de drenagem de 5.480 km². A bacia faz parte dos municípios goianos Formosa, Planaltina de Goiás, Valparaíso de Goiás, Cidade Ocidental, Luziânia e Cristalina e abrange grande parte do Distrito Federal, envolvendo cidades satélites importantes, como Planaltina, Sobradinho, São Sebastião e Paranoá, além do Plano Piloto.

O Rio São Bartolomeu é formado pelos rios Pipiripau e Mestre d'Armas, nas proximidades de Planaltina, DF. A drenagem principal percorre aproximadamente 180 km predominantemente na direção N-S até desaguar no Rio Corumbá, onde divide os municípios de Luziânia e Cristalina, GO (Figura 1).

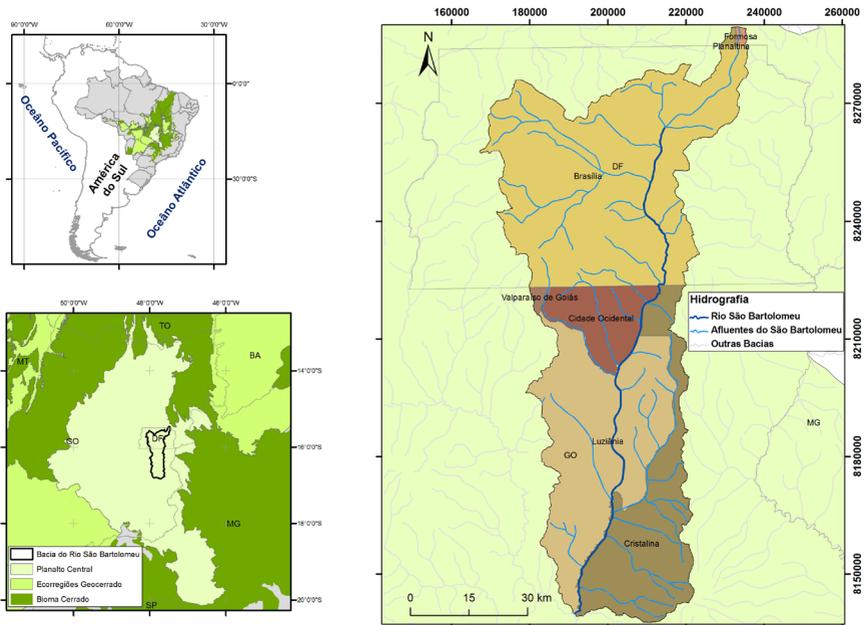


Figura 1. Mapa de localização e municípios da Bacia do Rio São Bartolomeu.

Geologia

A Bacia do São Bartolomeu está localizada na porção centro sul da Faixa de dobramentos Brasília. 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., 2004b) (Figura 2).

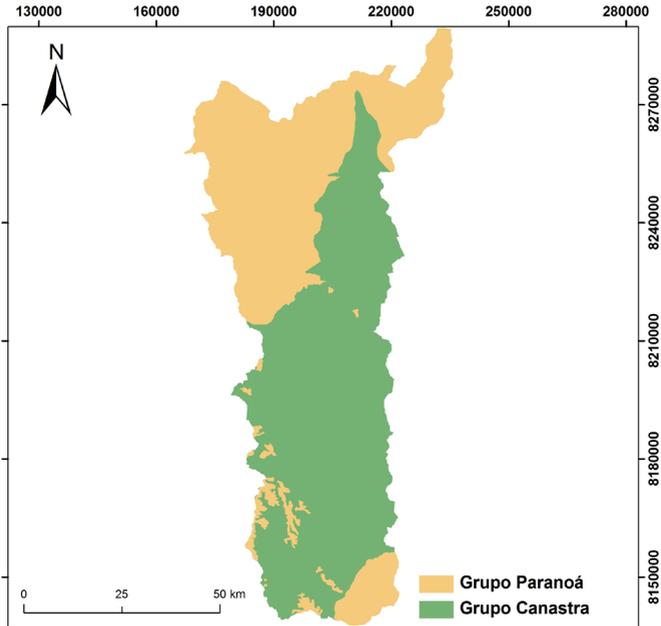


Figura 2. Mapa geológico simplificado da Bacia do São Bartolomeu.

Fonte: Adaptado de CPRM (2008).

O Grupo Canastra é dividido em três formações: Serra do Landim, Paracatu e Chapada dos Pilões. Apenas as duas primeiras aparecem de forma representativa na área de estudo.

A Formação Serra do Landim localiza-se na região de Cristalina e Luziânia e é formada por sericita xisto, quartzo-sericita xisto, calcita-clorita-sericita xisto e quartzo-sericita-clorita xisto (SCISLEWSKI et al., 2003).

A Formação Paracatu encontra-se no Distrito Federal, à leste do Domo de Brasília. Apresenta rochas do tipo sericita filitos, clorita filitos, quartzo-sericita-clorita-filitos, metarritmitos e filitos carbonosos

(MARTINS et al., 2004b). São rochas pouco resistentes ao intemperismo, estando associadas à áreas de depressão dissecada em morros e vales encaixados.

O Grupo Paranoá está presente nas partes mais preservadas da bacia, representadas pelos domos e chapadas. As principais rochas são do tipo Metassiltito, presente na chapada do Pípiripau; Quartzito médio e Metarritmito Arenoso, presentes nos domos; e Ardósia, encontrada na depressão do Paranoá (FREITAS-SILVA; CAMPOS, 1998; MARTINS et al., 2004b; 2004c). São rochas mais resistentes à ação do intemperismo. Ambos os grupos são de idade Meso-neoproterozoica.

Observa-se uma forte relação entre os aspectos geológicos e geomorfológicos na bacia (Figura 3).

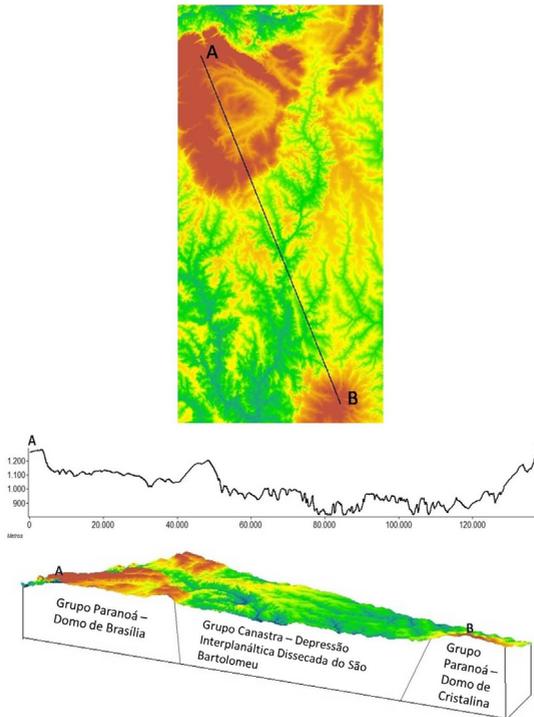


Figura 3. Esquema da relação entre os grupos geológicos existentes e as feições do relevo por meio de um perfil topográfico A-B na área de estudo.

Clima

A área se encontra no domínio morfoclimático do Cerrado, caracterizado por Ab'Saber (1977).

O clima na região da Bacia do Rio São Bartolomeu é caracterizado por uma sazonalidade intensa, com chuvas concentradas entre os meses de outubro e abril. Enquadra-se como clima tropical úmido de savana, com inverno seco (Aw), segundo a classificação de Köppen. Existe ainda uma variação local com clima tropical de altitude (Cwa e Cwb) nas porções mais elevadas da bacia.

A temperatura média anual é de 21 °C a 22 °C nas cotas mais altas e 20 °C a 21 °C nas porções mais baixas. A média anual da temperatura máxima oscila entre 27 °C e 28 °C, enquanto a da mínima fica entre 16 °C e 17 °C em toda a bacia (SILVA et al., 2008).

A precipitação média anual é de aproximadamente 1.500 mm mal 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 (MARTINS et al., 2004c).

A umidade relativa do ar é muito baixa nos meses de inverno, podendo atingir níveis inferiores a 15%.

Geomorfologia

Com base na hierarquia do relevo proposta pelo IBGE (2009), considerando os dois primeiros níveis categóricos, a Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu está inserida na área do domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozoicos e na região geomorfológica do Planalto do Distrito Federal.

O domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozoicos são grandes áreas compostas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas. Existe um padrão de falhas e dobramentos com presença de metamorfitos e granitoides associados (IBGE, 2009).

A região geomorfológica do Planalto do Distrito Federal é caracterizada por extensas chapadas e planaltos contínuos sustentados por couraças lateríticas (CASSETI, 2005).

A maioria dos trabalhos que caracterizam a geomorfologia na região da Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu é referente ao Distrito Federal (DF). Estudos sobre a geomorfologia dessa bacia na porção do DF explicam os padrões geomorfológicos de toda a área de estudo, já que os padrões de relevo se mantêm na extensão goiana.

Martins (2000) e Steinke et al. (2007) elaboraram trabalhos apresentando os principais estudos geomorfológicos realizados no DF. Os principais trabalhos são relativos a Codeplan (1984), Novaes Pinto (1986a; 1986b), além do estudo realizado por Dantas (2003) referente à área da Ride.

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 na porção do DF em três macrounidades: região de chapadas, área de dissecação intermediária e região dissecada de vale.

Segundo Dantas (2003), a geomorfologia da área de estudo foi influenciada por diversos fatores, entre eles está o fator geológico-estrutural, evidenciado pelo condicionamento das drenagens. O mesmo autor, baseado na proposta de classificação do relevo de Ross (1992), divide a área nas seguintes unidades morfoesculturais: Planaltos Retocados, representados pelas chapadas elevadas do alto São Bartolomeu; Vales Encaixados, nas áreas de dissecação fluvial mais acentuadas; Domos Estruturais, representada pelo Domo de Cristalina no extremo sudeste da bacia.

Evolução geomorfológica

A bacia hidrográfica do São Bartolomeu localiza-se no centro-leste do Planalto Central, onde ocorrem algumas das áreas mais elevadas dessa ecorregião. Segundo King (1956) e Braun (1971), essas regiões elevadas se desenvolveram entre o Terciário Inferior e Médio, que corresponde ao ciclo de erosão Sulamericano, e o Terciário Médio e Superior, correspondente ao ciclo de erosão Velhas (MARTINS et al., 2004b).

Novaes Pinto (1986b) caracterizou as superfícies de aplainamento da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu. Segundo a autora, houve um extenso aplainamento regional sobre rochas metamórficas dos grupos Araxá, Bambuí, Canastra e Paranoá. Tal aplainamento foi resultado de eventos morfoclimáticos que começaram no Cretácio Superior. Nesses estudos, foram identificadas superfícies residuais paleogênicas, com cotas maiores a 1.100 m de altitude, com topos aplainados e bordas protegidas da erosão por quartzitos e couraças lateríticas. Em níveis topográficos menos elevados (1.000 m a 1.100 m de altitude), estão os remanescentes da superfície, sustentado por rochas menos resistentes ao intemperismo. Por último foi descrita a superfície inferior existente na bacia, com cota entre 800 m e 1.000 m, que representa as depressões com encaixe fluvial de idade pleistocênica. Na Figura 4, é apresentada a hipsometria da bacia ilustrando as superfícies citadas.

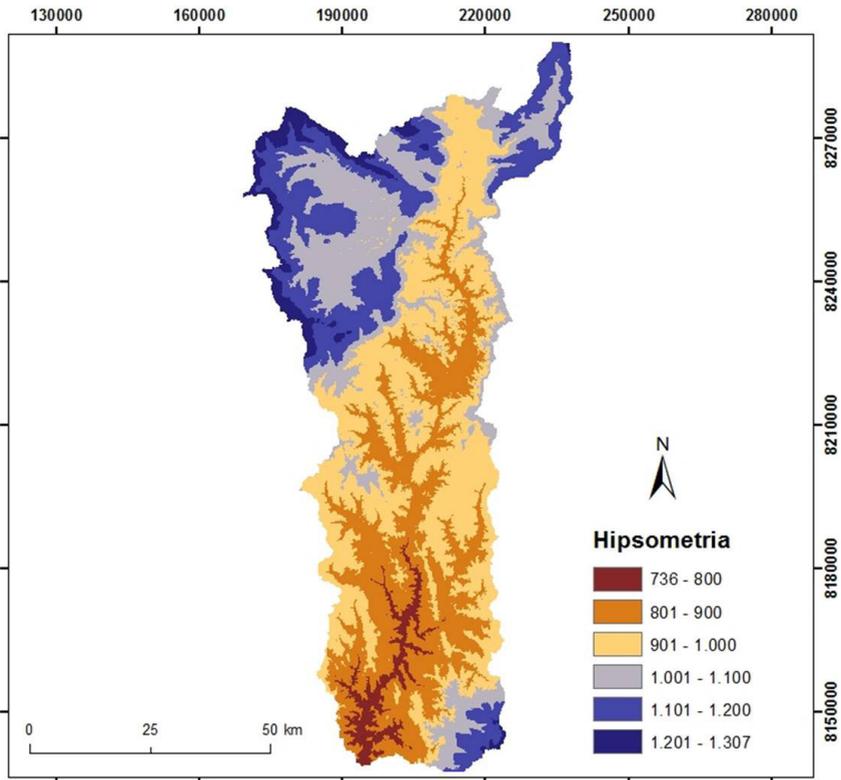


Figura 4. Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu.

Motta et al. (2002) relacionaram os solos com o relevo considerando três superfícies geomórficas em áreas do Planalto Central. A primeira superfície corresponde ao peneplano elaborado pelo ciclo de erosão Sul-Americano, cujos remanescentes constituem as chapadas atuais com pouca declividade e altitude mais elevada. A segunda superfície se estende em forma de plano inclinado a partir das bordas da primeira superfície em direção aos cursos d'água. Corresponde a um pediplano pleistocênico de acomodação suave, acarretado pela dissecação da primeira superfície pelo ciclo de erosão Velhas. A terceira superfície é caracterizada por uma topografia mais acidentada do que as anteriores, com predominância de relevos

ondulado e forte-ondulado, corresponde às áreas de dissecação mais recente.

Com base na literatura, Martins et al. (2004b) apresentam um modelo de evolução geomorfológica para a região do Distrito Federal, que se aplica à Bacia do São Bartolomeu: 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 (Figura 5).

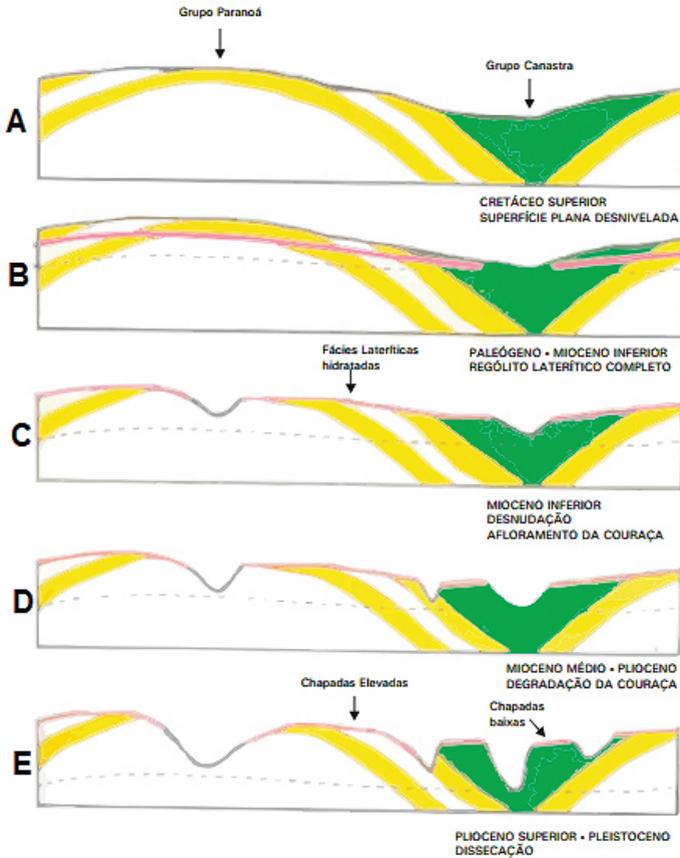


Figura 5. Esquema de evolução geomorfológica proposto por Martins et al. (2004b).

Solos

As classes de solos mais representativas da Bacia do São Bartolomeu são: Latossolo (51% da área total da bacia), Cambissolo (43%) e os Solos Hidromórficos (5%) (Figura 6).

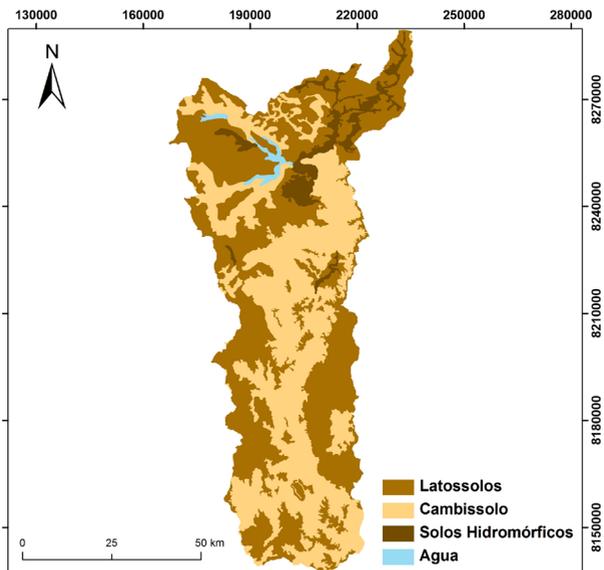


Figura 6. Mapa de solos simplificado da Bacia do São Bartolomeu.

Fonte: Adaptado de Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (2012).

Latossolos

Os Latossolos são solos muito intemperizados com alta concentração de minerais secundários: caulinita, óxido 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 m de profundidade. Sua coloração varia do vermelho ao amarelo, passando pelo alaranjado (LEPSCH, 2011).

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.

Cambissolos

Os Cambissolos apresentam pouca alteração físico-química nos horizontes subsuperficiais, indicando um horizonte B incipiente.

Apresentam maiores teores de silte e minerais primários, caracterizando pouca intemperização. Podem atingir de 0,2 m a 1 m de profundidade.

São encontrados em ambientes com relevo mais irregular, variando de ondulado a forte-ondulado (REATTO et al., 2004).

Solos Hidromórficos

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.

Fitofisionomia

Segundo Ribeiro e Walter (2008), o Bioma Cerrado possui uma vegetação diversificada, dividida em três tipos fitofisionômicos principais: formações florestais, savânicas e campestres. A formação florestal se subdivide em Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; a formação savânica, em Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda; e a formação campestre, em Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (Figura 7). A Bacia do São Bartolomeu abriga todos os tipos fitofisionômicos descritos para o Cerrado.



Figura 7. Diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado.
Fonte: Ribeiro e Walter, 2008.

Confecção do mapa geomorfológico

Para a confecção do mapa geomorfológico da Bacia do São Bartolomeu, na escala 1:100.000, foram considerados os seguintes procedimentos metodológicos, os quais estão expressos na Figura 8: (1) reconhecimento das feições da área de estudo; (2) aquisição e processamento dos dados em SIG; (3) delimitação da bacia de drenagem; (4) composição colorida com parâmetros morfométricos; (5) vetorização digital em tela das unidades geomorfológicas; (6) validação do mapa em campo e (7) elaboração do mapa final.

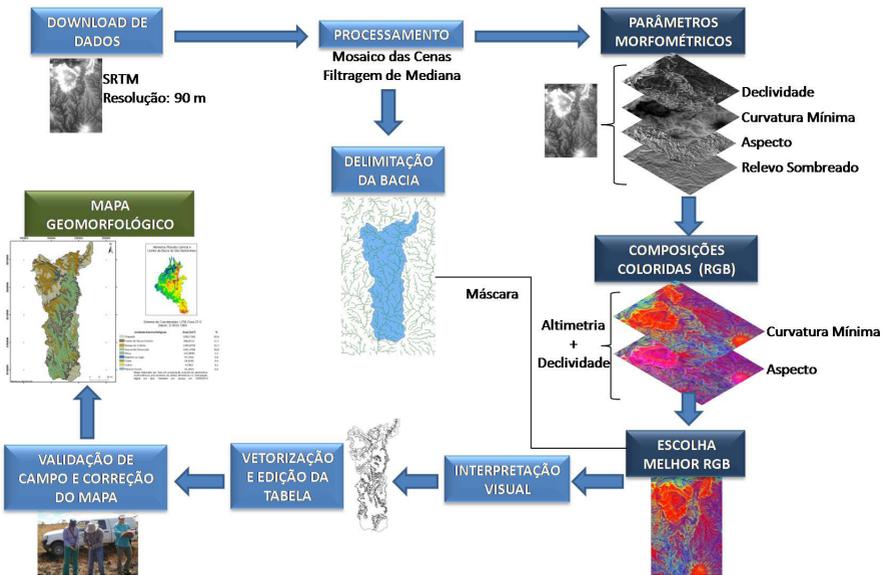


Figura 8. Fluxograma metodológico.

Aquisição e processamento do dado SRTM

A primeira etapa para a compartimentação geomorfológica da bacia foi a aquisição do Modelo Digital de Elevação (MDE) da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) disponível no site da Embrapa Monitoramento por Satélite (MIRANDA, 2005). A resolução espacial desse MDE é de 3arcsec (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).

Elaborou-se um mosaico com as cenas envolvendo a área de estudo (SD-22-Z-D, SD-23-Y-C, SE-22-X-B e SE-23-V-A) (Figura 9).

Apesar de ser uma das mais importantes ferramentas de análise da superfície, o MDE da SRTM apresenta limitações como a má definição dos corpos hídricos e aparecimento de vórtices e picos. Portanto, trabalhos que utilizam esses dados realizam procedimentos que visam à eliminação de valores espúrios e ruídos. A escala de trabalho e a metodologia de mapeamento geomorfológico da Bacia do São Bartolomeu permitiram que fosse realizado apenas o filtro de mediana com abertura de 9x9 para suavizar a diferença entre os pixels.

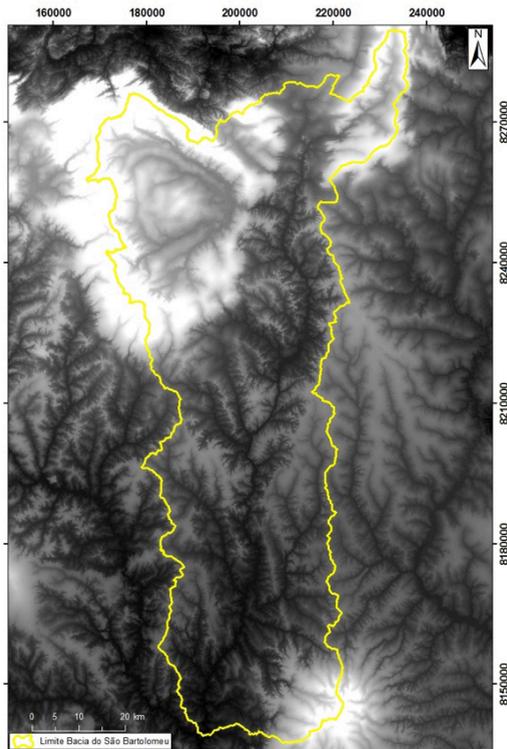


Figura 9. Mosaico SRTM para a Bacia do São Bartolomeu.

Delimitação da bacia de drenagem

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). O limite da bacia, segundo Sobrinho et al. (2010), foi gerado por meio do dado SRTM seguindo as etapas: preenchimento de depressões, mapa da direção de fluxo, mapa de fluxo acumulado e delimitação da bacia (Figura 10).



Figura 10. Principais etapas realizadas na delimitação da bacia do São Bartolomeu.

Fonte: Adaptado de Sobrinho et al. (2010).

Composição colorida dos parâmetros morfométricos

A partir dos dados de altimetria do MDE, foram gerados parâmetros morfométricos do terreno (declividade, aspecto, curvatura mínima, relevo sombreado) (Figura 11). Esses dados foram compatibilizados em uma composição colorida RGB, em que o dado altimétrico preenche o canal do vermelho (R) e a declividade corresponde ao verde (G). O terceiro canal é preenchido de acordo com o objetivo do trabalho e as características da área de estudo. Hermuche et al. (2002) utilizaram o aspecto no canal do azul para mapear os solos com base nos padrões do relevo de uma bacia hidrográfica. Outro parâmetro muito utilizado nesta metodologia é a Curvatura Mínima, escolhida após comparação com o parâmetro utilizado no exemplo anterior (Figura 12).

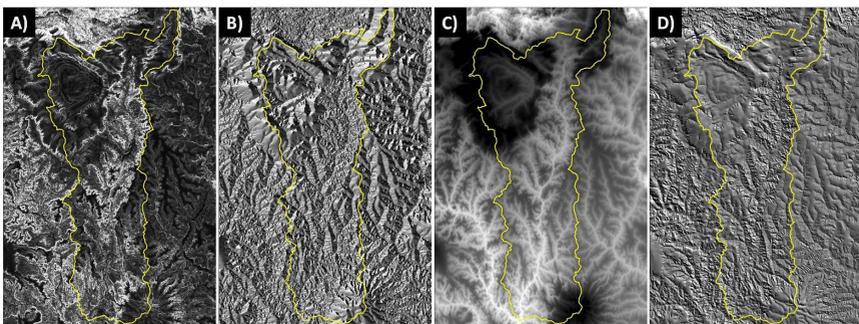


Figura 11. Parâmetros morfométricos derivados do MDE: Declividade (A), Aspecto (B), Curvatura Mínima (C) e Relevo Sombreado (D).

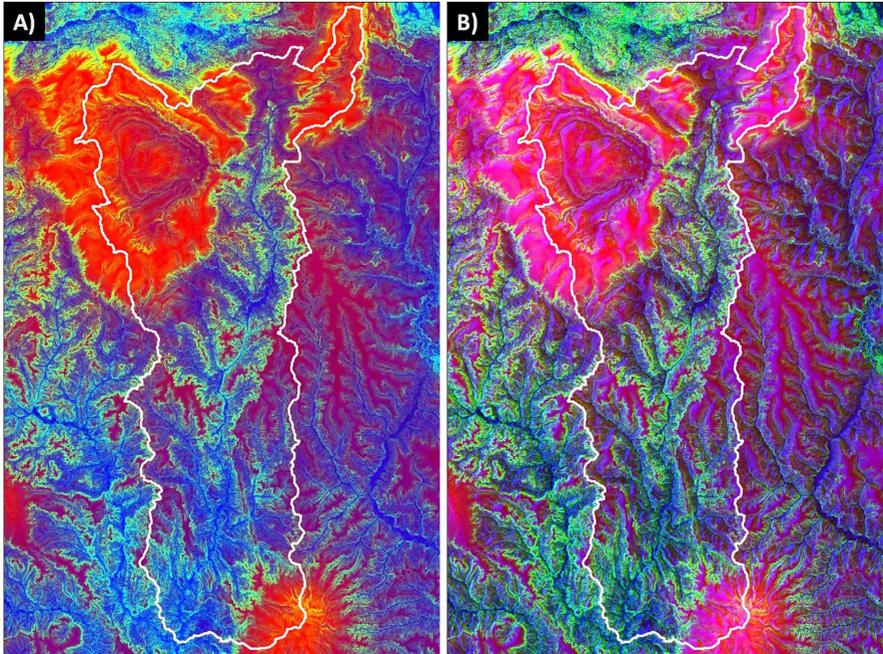


Figura 12. Comparação entre RGB utilizando a Curvatura Mínima no canal do azul (A) e o Aspecto no canal do azul (B).

Essa técnica realça as feições do relevo, permitindo a sua interpretação com maior facilidade e com o máximo de informações possíveis na imagem. Diversos autores utilizaram essa metodologia na caracterização do relevo (CASTRO et al., 2009; 2010; HERMUCHE et al., 2002; LIMA et al., 2009; 2010; PASSO et al., 2010).

Elaboração do mapa geomorfológico

De acordo com a Taxonomia do Mapeamento Geomorfológico proposta pelo IBGE (2009), o mapa elaborado para a bacia apresenta as unidades geomorfológicas (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis categóricos encontrados na bacia.

Níveis categóricos da Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Alto São Bartolomeu		
Primeiro nível	Segundo nível	Terceiro nível
Domínio morfoestrutural	Região geomorfológica	Unidades geomorfológicas
Cinturões móveis Neoproterozoicos	Planalto do Distrito Federal	Chapadas
		Frentes de Recuo Erosivo
		Rampas de Colúvio
		Depressões Dissecadas
		Mesas
		Cristas
		Colinas
		Planícies Fluviais

Fonte: IBGE (2009).

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 (Figura 13).

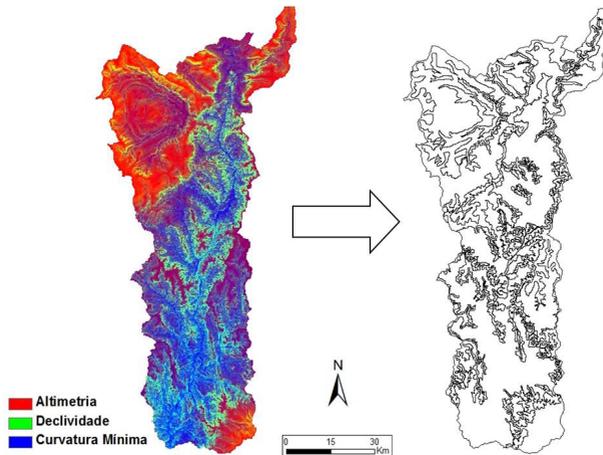
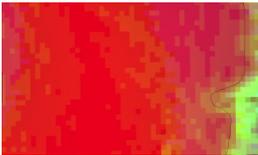
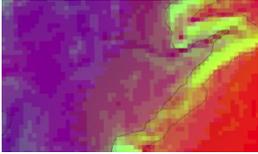
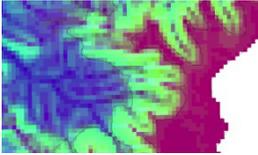
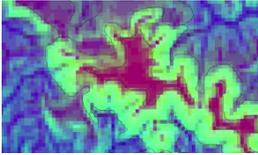
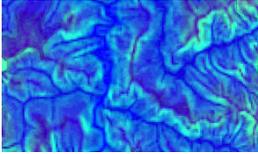


Figura 13. Composição colorida (à esquerda) e vetores (polígonos) gerados com base nos padrões de cores da imagem.

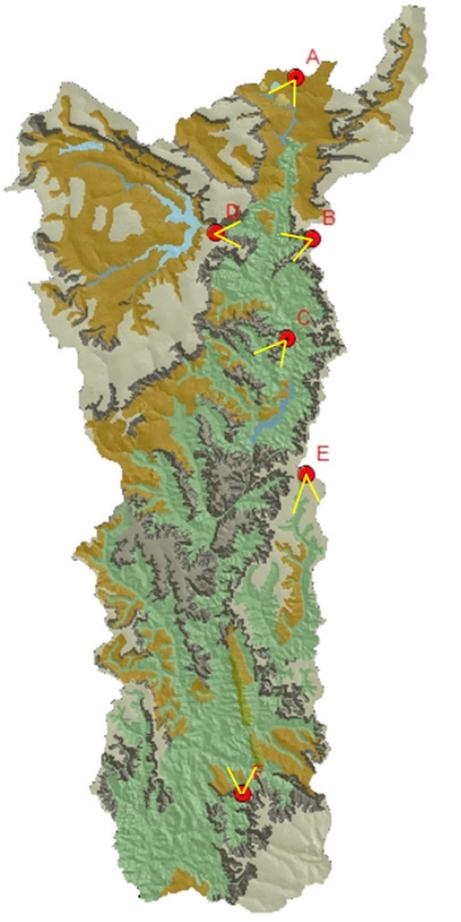
Na Tabela 2, mostram-se alguns padrões de cores associados a padrões de relevo da área.

Tabela 2. Chave para identificação de unidades geomorfológicas em composição colorida de dados altimétricos (R-Altimetria/G-Declividade/B-Curvatura Mínima).

Unidades geomorfológicas identificadas	Características	Padrão de cores na composição colorida
Chapada	A cor vermelha mostra áreas elevadas com relevo plano a suave-ondulado, característico das Chapadas	
Chapada, Frente de Recuo Erosivo, Rampa de Colúvio	Transição de uma Chapada para uma Rampa de Colúvio. A cor roxa mostra um relevo suave-ondulado, porém em altitudes inferiores às cores vermelhas	
Chapada, Frente de Recuo Erosivo, Depressão Dissecada	A cor verde representa a ruptura do relevo separando, na imagem, uma chapada (mais rebaixada) de uma depressão dissecada	
Mesa, Frente de Recuo Erosivo, Depressão Dissecada	A cor roxa, aqui, representa o mesmo padrão de relevo de chapada, porém é caracterizado como Mesa por estar cercado em todos os lados pela Frente de Recuo (em verde)	
Depressão Dissecada	Esse padrão de cores mostra um relevo acidentado com colinas (roxo e verde) e vales encaixados (azuis), caracterizando a Depressão Dissecada	

Validação do mapa em campo

O mapa foi validado em expedição a campo onde foram observadas as paisagens mostradas na Figura 14.



Fotos: João Paulo Sena-Souza

Figura 14. Feições do relevo observadas em campo. (A) Foto tirada de uma rampa de colúvio em direção a colina; (B) fotografia da depressão dissecada e frente de recuo erosivo do lado leste da bacia; (C) exemplo de uma Mesa cercada pela depressão dissecada; (D) vista da depressão dissecada a partir da barragem do Paranoá; (E) chapada no grupo Canastra, divisora da bacia de estudo com a do Rio Preto, afluente do Rio São Francisco; (F) foto sobre o domo de Cristalina com vista para a depressão dissecada com rampas de colúvio ao fundo

Resultados e Discussão

Unidades geomorfológicas

A metodologia adotada permitiu identificar as seguintes unidades geomorfológicas: Chapadas, Frentes de Recuo Erosivo, Rampas de Colúvio, Depressões Dissecadas, Mesas, Colinas, Cristas e Planícies Fluviais (Figura 15). As características morfométricas de cada unidade estão representadas na Tabela 3 na forma de histogramas de frequência.

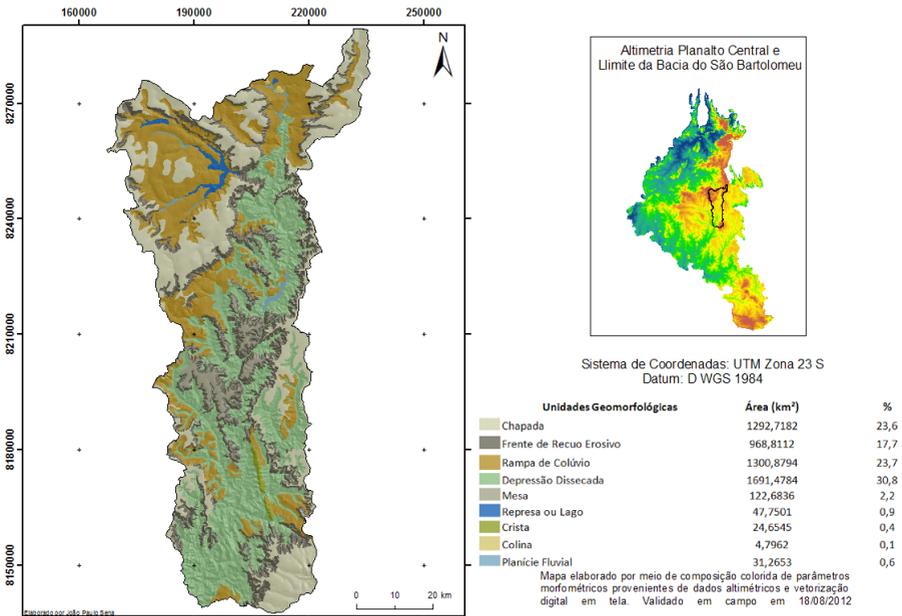
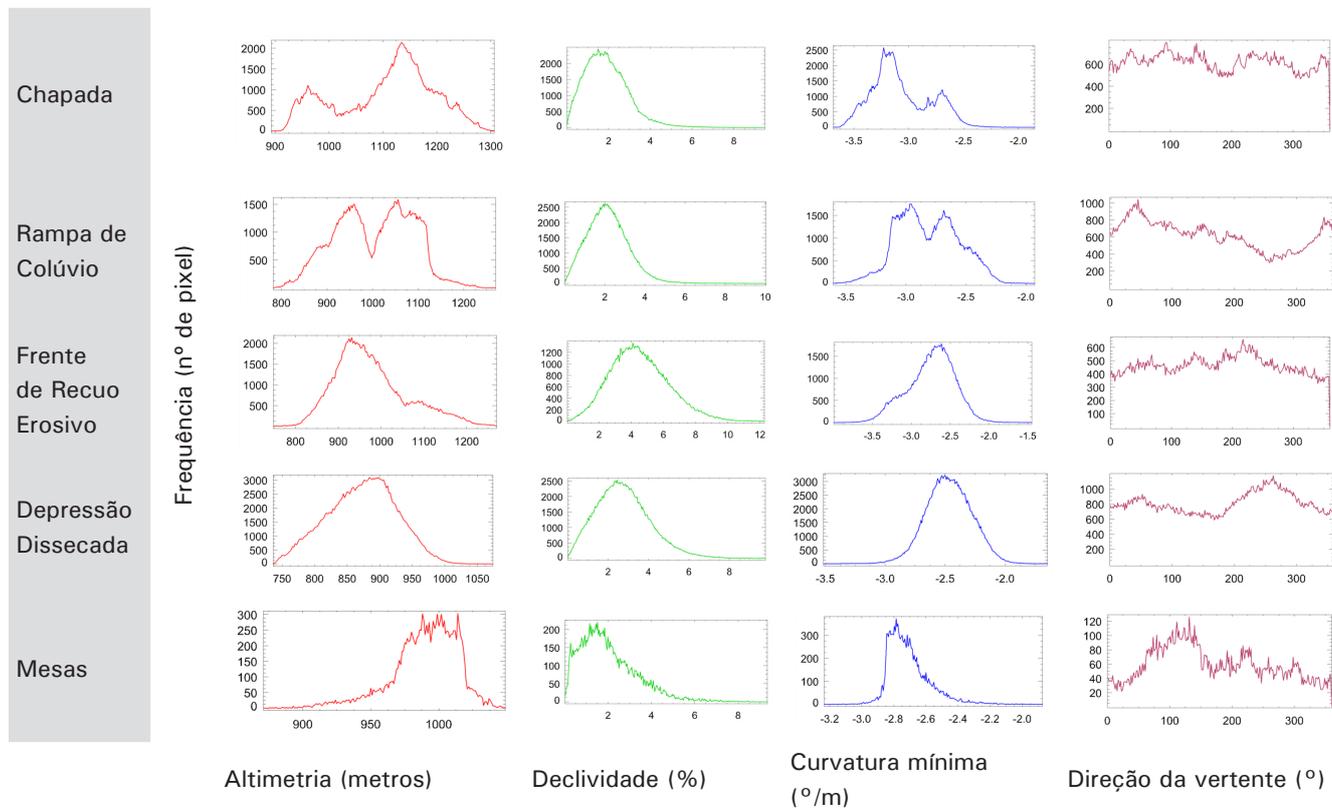


Figura 15. Mapa geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu. Chapada (1.292 km²), Frente de Recuo Erosivo (968 km²), Rampa de Colúvio (1.300 km²), Depressão Dissecada (1.691 km²), Mesa (122 km²), Crista (24 km²), Colina (4 km²) e Planície Fluvial (31 km²).

Tabela 3. Histogramas de frequência dos parâmetros morfométricos nas principais unidades geomorfológicas mapeadas.



As Chapadas da área estudada representam as partes mais preservadas quando se trata de evolução geomorfológica. São caracterizadas por relevo plano e suave-ondulado com padrões multiconvexos e processos dinâmicos estáveis, abrigando principalmente os solos da classe Latossolo formado 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. O histograma de frequência de altimetria mostra uma curva bimodal para as chapadas, apresentando uma diferenciação entre as chapadas mais elevadas, 1.100 m e 1.300 m – controladas principalmente por quartzitos do grupo Paranoá –, e as chapadas rebaixadas sobre o Grupo Canastra, 1.000 m e 1.100 m, sobre rochas mais facilmente intemperizáveis e bordas controladas por couraças lateríticas. Não apresenta direção preferencial de vertente, reforçando a característica de relevo plano.

As Rampas de Colúvio são caracterizadas por relevo plano e suave-ondulado com uma leve inclinação em direção às linhas de drenagens. Estão localizadas entre as Frentes de Recuo Erosivo e as Depressões Dissecadas. São áreas que recebem a deposição do material erodido. Essas características levam a um predomínio da classe de solo Latossolo, com material de origem alóctone, pois é uma área de deposição. São áreas com grande potencial agrícola. Assim como as Chapadas, essa unidade também apresenta uma curva bimodal no histograma de frequência altimétrica diferenciando as rampas, que ocorrem entre 1.050 m e 1.150 m sobre o Grupo Paranoá, entre os domos de Brasília e do Pípiripau, e as rampas do Grupo Canastra, encontradas no interior da Depressão Dissecada com altitude variando de 900 m a 1.000 m. Existe uma direção preferencial de deposição entre 0° e 100°, ilustrada no histograma de frequência de direção da vertente. No interior das rampas de colúvio do Alto São Bartolomeu, são encontradas colinas suaves residuais da antiga superfície de aplainamento.

As Frentes de Recuo Erosivo são as partes mais declivosas e representam as rupturas do relevo, estando nos limites entre as

unidades estáveis e deposicionais. É nessa unidade que se encontram as maiores variações altimétricas. Aparece desde 800 m até 1.100 m de altitude. O relevo íngreme ou escarpado causa maiores índices de erosão, ou seja, processos dinâmicos erosivos. A principal classe de solo observada nas frentes de recuo é a dos Cambissolos, com presença de Latossolo Amarelo nos rebordos de chapadas com menor declividade. A direção preferencial da vertente (250°) é inversa a dos ambientes coluvionares e mostra uma tendência semelhante à da Depressão Dissecada, talvez por essa última apresentar uma predominância de processos erosivos.

As partes mais baixas da área de estudo estão nas Depressões Dissecadas, com altitude média de 850 m. Essa unidade guarda um relevo ondulado a forte-ondulado caracterizado com colinas e morretes. O alto grau de dissecação se dá principalmente pelo material de origem pouco resistente a erosão e ao intemperismo. É uma região de vales encaixados por onde corre o alto curso do Rio São Bartolomeu. A classe de solo predominante é Cambissolo. No interior da depressão, existe um padrão colinoso de erosão ativa intercalado com ambientes de deposição com características das Rampas de Colúvio, porém a escala de trabalho não permite a separação desses ambientes. A direção da vertente aponta uma preferência para 250° .

São encontrados resquícios de Chapadas com topo plano e pequena expressão espacial na escala de trabalho denominados de Mesas. Essas unidades são rodeadas por Frentes de Recuo Erosivo e são estruturas sustentadas por couraça laterítica sobre saprólitos do Grupo Canastra (PENTEADO, 1976) (Figura 16). Apresenta altitude média de 1.000 m e declividade quase nula. A direção preferencial da vertente é 100° . Geralmente são encontrados Latossolos Amarelos nos topos das mesas.



Figura 16. Exemplo de concreção ferruginosa em borda de mesa.
Foto: João Paulo Sena-Souza

As Colinas mapeadas na porção superior da bacia são ambientes convexos residuais de baixa amplitude com presença de Latossolo Amarelo em meio aos Latossolos Vermelhos das rampas de colúvio.

As Cristas são formas alongadas de relevo residual com alto grau de declividade nas encostas. Ocorrem em rochas metassedimentares apresentando direção de fraturas ou dobramentos.

Em algumas áreas próximas aos cursos d'água formam-se zonas hidromórficas com declividade muito baixa relacionada ao ambiente de deposição fluvial. Essas áreas foram classificadas como Planícies Fluviais.

Processos morfogenéticos

Os processos morfogenéticos representam a ação responsável pela formação dos modelados do relevo. Esses processos passam pelo intemperismo, transporte e acumulação do material formador da paisagem (CASSETI, 2005).

Com base nas unidades geomorfológicas mapeadas, foi possível realizar uma aproximação dos processos morfogenéticos atuantes na bacia. Os processos foram classificados como estáveis, erosivos

e deposicionais. Além disso, a unidade relacionada à Depressão Dissecada foi classificada como erosivo/deposicional, pois ocorrem ambientes deposicionais não mapeáveis no interior do ambiente predominantemente erosional (Figura 17, Tabela 4).

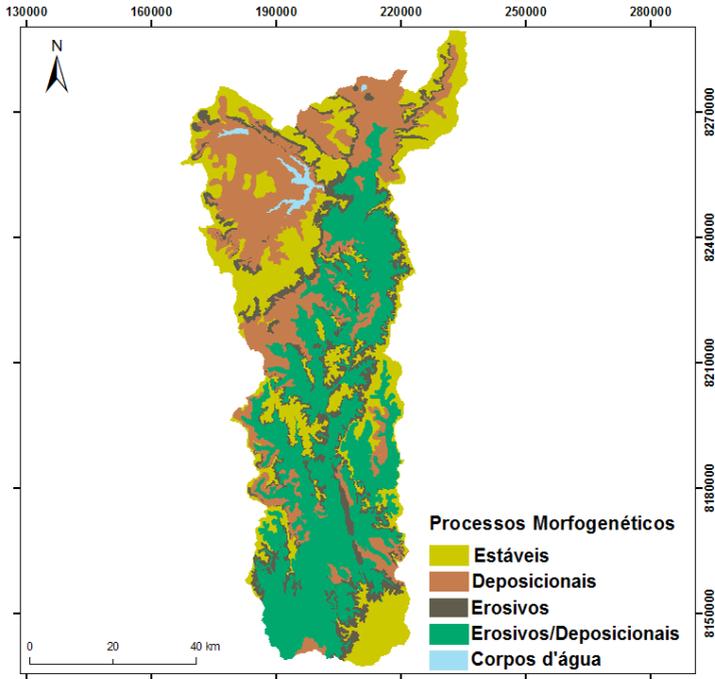


Figura 17. Mapa de processos morfogenéticos da Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu.

Tabela 4. Porcentagem e unidades geomorfológicas presentes.

Processo morfogenético	Unidades geomorfológicas	Área na bacia (%)
Erosivos	Frente de Recuo Erosivo	
	Colinas	18,2
	Cristas	
Deposicionais	Rampa de Colúvio	
	Planície Fluvial	26,3

continua...

Tabela 4. Continuação.

Processo morfogenético	Unidades geomorfológicas	Área na bacia (%)
Alternância Erosivo/ Deposicional	Depressão Dissecada	30,8
	Chapadas	25,8
Estáveis	Mesas	

Conclusões

O emprego de atributos morfométricos na análise geomorfológica se mostra cada vez mais eficiente permitindo a identificação de várias unidades que foram constatadas em campo. Além disso, foi possível observar uma relação entre aspectos pedológicos, geológicos e geomorfológicos.

Na Bacia do São Bartolomeu, foram caracterizadas as seguintes unidades geomorfológicas: Chapadas (23,6%), Frentes de Recuo Erosivo (17,7%), Rampas de Colúvio (23,7%), Depressões Dissecadas (30,8%), Mesas (2,2%), Cristas (0,4%), Colinas (0,1%) e Planícies Fluviais (0,6%).

A superfície Sulamericana está representada nas Chapadas e nas Mesas, enquanto a superfície de aplainamento Velhas aparece nas Rampas de Colúvio, com um limite claro entre as duas superfícies representado pela Frente de Recuo Erosivo.

O mapa das unidades geomorfológicas possibilitou a elaboração da espacialização dos processos morfogenéticos. Os processos são estáveis nas Chapadas e Mesas, deposicionais nas Rampas de Colúvio e Planícies Fluviais, e erosivos nas Frentes de Recuo Erosivo. As Depressões Dissecadas apresentam processos de deposição e de erosão.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, p. 1-22, 1977.
- ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S. C.; CAMPOS, R. N.; MARTINS, RENATA C.; MARTINS, E. S.. Ecorregiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. v. 1. p. 229-270.
- BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-39, 1971.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 14 Jan. 2012.
- 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**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 244).
- CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; LOPES, C. A.; PASSO, D. P.; LIMA, L. A. S.; CARDOSO, W. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do Município de Luís Eduardo Magalhães, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 288).
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CODEPLAN. Atlas do Distrito Federal. Brasília, DF, 1984.
- CPRM; EMBRAPA; SCO-MI. **Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno: Fase I**. Rio de Janeiro, 2003.
- CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 18 fev. 2012.
- 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, 2003. v. 2, 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, 1998. v. 1, p. 45.

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. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2002. (Embrapa-CPAC. Documentos, 68). p. 23.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Brasília, 2004. Disponível em: <www.mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 28 ago 2012.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

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**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 255) p. 24.

Lima, L. A. S.; Martins, E. S.; Gomes, M. P.; Reatto, A.; Lopes, C. A.; Xavier, D. R.; Passo, D. P.; Castro, K. B.; Carvalho Júnior, O. A.; Gomes, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Cocos, Oeste Baiano, escala 1:50.000**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 284). p. 30.

MARTINS, E. S. **Petrografia, mineralogia e geomorfologia de rególitos lateríticos no Distrito Federal**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2000.

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

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. **Evolução geomorfológica do Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004b. p. 57.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. **Unidades de paisagem do Distrito Federal, escala 1:100.000**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004c. p. 22.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 869-878, Junho 2002.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KANT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NOVAES PINTO, M. Caracterização morfológica do curso superior do rio São Bartolomeu-Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 48, n. 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, n. 3, p. 237-257, 1986b.
- 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**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 283). p. 29.
- 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**, Amsterdam, 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**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2004. (Embrapa-CPAC. Documentos, 120). p. 29.
- 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**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. v. 1, p. 151-199.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992.

SCISLEWSKI, G.; FRASCA, A. A. S.; ARAÚJO, V. A.; RODRIGUES, J. B.; GONÇALVES, H. S. Geologia. In: CPRM; EMBRAPA; SCO-MI. **Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno: Fase I.** Rio de Janeiro, 2003.. p. 9-15.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. **Base cartográfica e mapas temáticos do Estado de Goiás.** Goiânia, 2012. Disponível em: <www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 01 Jul. 2012.

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.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. v. 1, p. 69-87.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience**, Washington, v. 52, p. 225-234, 2002.

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.

STEINKE, V. A.; SANO, E. E.; STEINKE, E. T.; NASCIMENTO, R. O. O desenvolvimento dos estudos geomorfológicos no Distrito Federal. **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 1, p. 107-120, abril 2007.

Embrapa

Cerrados

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10847