

Domínios geomorfológicos na área de ocorrência dos depósitos de espongilito da região de João Pinheiro, Minas Gerais, Brasil

Geomorphological domains of spongillite deposits occurring in the João Pinheiro region, Minas Gerais State, Brazil

Ariana Cristina Santos Almeida

Professora, Doutora do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Ouro Preto.
arianasalmeida@gmail.com

Angélica Fortes Drummond Chicarino Varajão

Professora, Doutora do Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
angelica@degeo.ufop.br

César Augusto Chicarino Varajão

Professor, Doutor do Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
cesar_varajao@yahoo.com.br

Newton Souza Gomes

Professor, Doutor do Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
newton@degeo.ufop.br

Cecília Volmer-Ribeiro

Professora, Doutora Pesquisadora do Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
cvolkmer@fzb.rs.gov.br

Resumo

Importantes processos erosivos após o Cretáceo foram responsáveis pela evolução da paisagem na região de João Pinheiro, onde ocorrem os depósitos de espongilito. O avanço desses processos, aliados às rochas carbonáticas do substrato, permitiu o desenvolvimento de feições cársticas negativas, onde foram instaladas as lagoas formadoras dos depósitos de espongilito. Com base no tratamento de imagens de satélite aliado a trabalhos de campo, quatro morfodomínios geomorfológicos foram identificados na área: i) morfodomínio 1, representado por platôs associados aos arenitos do Grupo Areado, apresenta as maiores altitudes da área; ii) morfodomínio 2, que constitui uma área dissecada relacionada aos pelitos do Grupo Areado; iii) morfodomínio 3, representado por superfícies de erosão associadas às rochas do Grupo Bambuí e Pré-Bambuí, sendo sobrepostas por sedimentos terciários/quaternários, onde se encontram as lagoas; iv) morfodomínio 4, constitui vales em calha que contêm as principais drenagens da região (rios da Prata e Paracatu) segundo um padrão meandrante, com feição geomorfológica fluvial de rios *underfit*. Esses vales cortam a superfície de aplainamento (morfodomínio 3) que contêm sedimentos pleistocênicos, caracterizando o morfodomínio mais recente.

Palavras-chave: Domínios geomorfológicos, processamento de imagens de satélite, espongilito.

Abstract

Important erosive processes that took place after the Cretaceous Era were responsible for the evolution of the landscape in the João Pinheiro region where spongillite deposits occur. The progression of these erosive processes on the carbonate rocks led to the development of negative karstic features where the ponds present formed the spongillite deposits. Based on field studies and analysis of multispectral images, four geomorphological domains were identified: i) domain 1, represented by a plateau related to sandstones from the Areado Group that present the highest altitudes in the area; ii) domain 2, that constitutes a desiccated area related to pelites from the Areado Group; iii) domain 3, comprising a karstic planation surface associated with carbonate rocks from the Bambuí Group and Pré-Bambuí unit covered by Cenozoic sediments where the ponds occur; iv) domain 4, composed of gutter shaped valleys

enclosing meandering of underfit streams (of the Prata and Paracatu rivers). These valleys cut through the karstic planation surface (domain 3) where Pleistocene sediments occur and characterize the more recent morphological domain.

Keywords: Geomorphological domains, analysis of multispectral images, spongillite.

1. Introdução

A região estudada situa-se na porção noroeste do Estado de Minas Gerais, próximo ao município de João Pinheiro, perfazendo uma área de cerca de 77km² (Figura 1). Encontra-se inserida no bioma Cerrado, localizado principalmente no Planalto Central Brasileiro, abrangendo 196.776.853 ha do território brasileiro (Branco, 2000).

Mattos e Cunha (1977) apresentam uma subdivisão do Planalto Brasileiro em Planalto Oriental e Planalto Central, este

último caracterizado por um relevo suavizado resultante de vários ciclos erosionais, onde a área de estudo encontra-se inserida. Situa-se a SE do “Lineamento Transbrasiliiano”, que separa os dois compartimentos morfotectônicos denominados *Dois “Brasis” Geomorfológicos* (Saadi et al., 2005).

Geotectonicamente, a área estudada está contida no Cráton São Francisco (Almeida, 1977), em rochas do Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico)

e Grupo Areado (Mesozóico). A unidade correspondente ao Pré-Bambuú, também cartografada na região de estudo (Oliveira et al., 2002), não apresenta relações estratigráficas muito bem definidas, uma vez que os contatos com as unidades adjacentes são tectônicos, através de cavalgamentos.

Na área estudada (Figura 1), observa-se o domínio de coberturas elúvio-colúviais (terciárias-quadernárias), compostas por sedimentos areno-argilosos

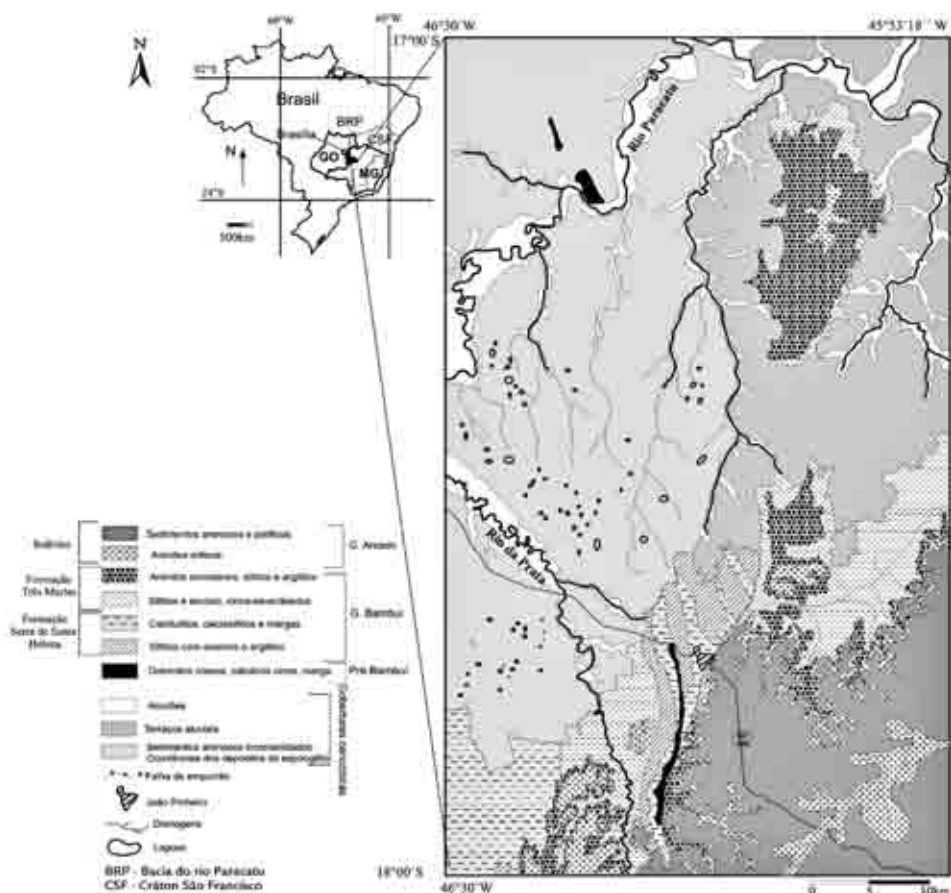


Figura 1
Mapa geológico da região de João Pinheiro (MG), mostrando a localização das lagoas com espongilto nas bacias dos rios da Prata e Paracatu (modificado de Oliveira et al., 2002).

inconsolidados. Estes se encontram distribuídos numa paisagem plana, correspondente a uma superfície de erosão em um ambiente cárstico, onde foram desenvolvidas lagoas/dolinas com depósitos de espongilto. Segundo o mapeamento da Oliveira et al. (2002), esses sedimentos cenozóicos têm como substrato as rochas do Grupo Bambuí e da unidade Pré-Bambuú e, nas adjacências, as rochas do Grupo Areado indiviso.

Segundo Almeida et al. (2009a), a grande similaridade sedimentológica dos depósitos de espongilto, associados às suas características texturais e mineralógicas, sugere que a provável fonte dos sedimentos que compõe esses depósitos está relacionada ao retrabalhamento dos arenitos do Grupo Areado. Essa afirmação é suportada, ainda, pela direção SE-NW do sistema de drenagens da região associada à ocorrência dos arenitos do

Grupo Areado na porção SE da área.

Nesse sentido, procurou-se identificar as diferentes feições geológicas e a compartimentação geomorfológica da região com base na interpretação de imagens de sensoriamento remoto, de maneira a explicitar os morfodomínios existentes, buscando a compreensão do contexto no qual estão inseridas as lagoas, onde se encontram os depósitos de espongilto e os sedimentos associados.

2. Materiais e métodos

Esse trabalho teve como base o mapa geológico (1:250.000) do Projeto São Francisco, executado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) em 2002 (Oliveira et al., 2002). As imagens Landsat-TM7 (órbita 220, ponto 72; 23/03/2001) foram georreferenciadas no programa ER-Mapper® v.6.4, utilizando-se o Datum Córrego Alegre e, em seguida, processadas, utilizando-se de

3. Resultados e discussão

Em termos geomorfológicos, a área de estudo constitui um planalto dissecado recoberto por vegetação de cerrado. Nesse planalto foram identificados quatro morfodomínios (Figuras 2 e 3):

a) Morfodomínio 1: caracterizado por platôs que dominam a paisagem, associados aos arenitos do Grupo Areado, com altitude média de 980 a 1.000m. Esses platôs são delimitados por rebordos erosivos bem marcados.

b) Morfodomínio 2: situado abaixo dos platôs, constitui uma área dissecada

técnicas de PDI (Processamento Digital de Imagens) como aumento de contraste, composição colorida e principais componentes, para obtenção do melhor realce das unidades geológicas adjacentes, fisiografia e atividades antrópicas, por meio do ER-Mapper v.6.4.

Os produtos assim obtidos foram posteriormente associados a um modelo digital do terreno (SRTM). Para

tal, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 9.3 para o tratamento do modelo digital e para a geração do mapa altimétrico e perfis topográficos.

Os produtos assim obtidos foram interpretados, definindo-se os domínios geomorfológicos da área. A seguir, tais produtos foram checados em trabalhos de campo.

formada por colinas com topos variando de 650 a 900m, cujo substrato é formado por pelitos e arenitos do Grupo Areado.

c) Morfodomínio 3: dominando a paisagem com altitude média de 560 a 600m, é representado por uma superfície de erosão. Está associado às rochas dos grupos Bambuí e Pré-Bambuí sobrepostas por coberturas Cenozóicas, onde se encontram as lagoas.

d) Morfodomínio 4: representado por um vale em calha de profundidade de 10 a 20m na cota de altitude de 540m.

Nele os rios da Prata e Paracatu, em grande parte, apresentam padrão meandrante, com planícies de inundação, além de diversos meandros abandonados.

O Morfodomínio 1, que caracteriza a unidade de maior altitude da região, tem, como destaque, os platôs que ocorrem na porção sul (Figura 2). A serra de João Pinheiro e a serra da Maravilha sobressaem na área de planalto dissecado, porém apresentam altitudes inferiores aos platôs.

A imagem Principal Componen-

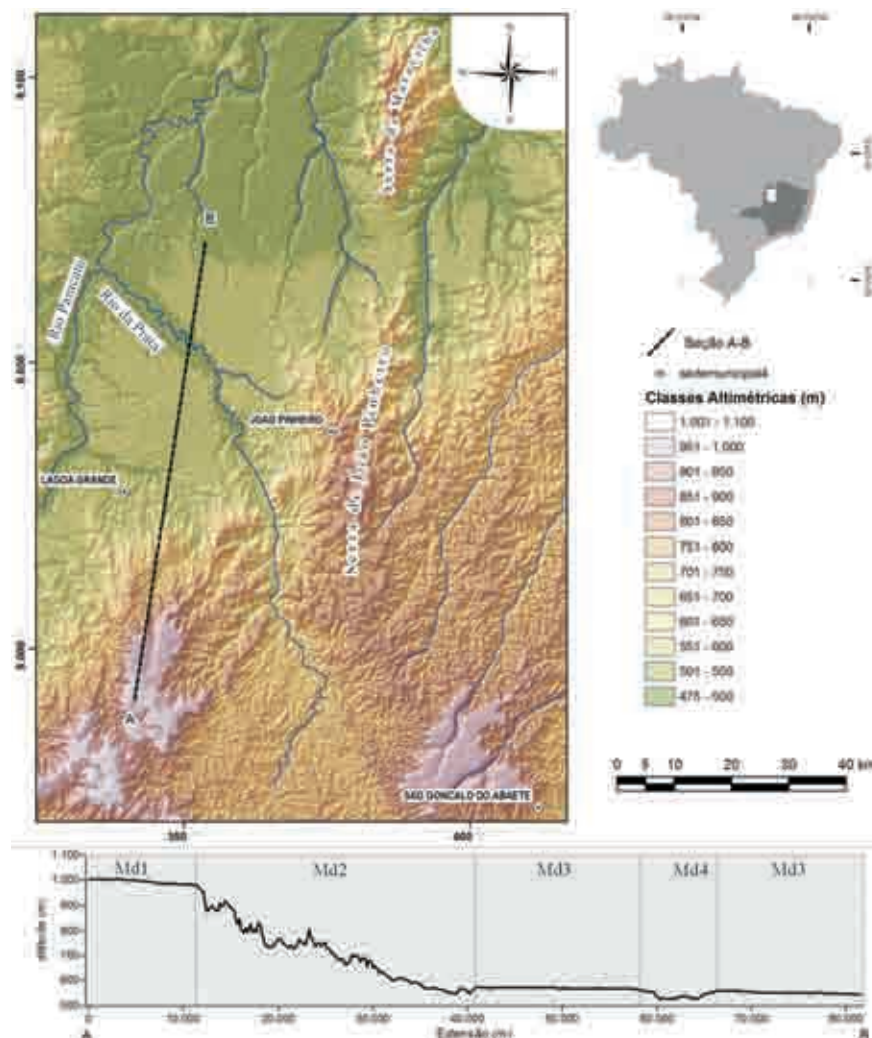


Figura 2
Modelo digital de terreno (SRTM) e perfil topográfico da região de João Pinheiro, mostrando ser essa uma área de planalto dissecado onde são evidenciados quatro morfodomínios (Md1, Md2, Md3 e Md4).

te 3 (PC3) sobreposta ao MDT-SRTM (Figura 4) evidencia as estruturas geológicas presentes no Morfodomínio 2, em especial a zona de cisalhamento, que corresponde à serra de João Pinheiro, a qual apresenta direção preferencial NS. É

evidente o contraste entre essa zona com as regiões aplainadas recobertas pelas coberturas cenozóicas (Morfodomínio 3) e com o fundo dos vales (Morfodomínio 4) formados pelas drenagens principais (rios da Prata e Paracatu).

As lagoas associadas à superfície de erosão (Morfodomínio 3) apresentam-se circulares a alongadas, às vezes em grupos, entre as drenagens. Seu diâmetro médio está em torno de 130m e profundidade de 2,0m. Sua forma pode estar rela-



Figura 3
Fotografia da região de João Pinheiro, MG, destacando os morfodomínios 1 (platôs) e 3 (área aplainada).

cionada a dolinas e uvalas que são típicas de regiões cársticas maduras. Segundo Oliveira (2001), a região de Paracatu e João Pinheiro estaria relacionada a um sistema fluvial denominado fluvio-carste, que é caracterizado por uma baixa densidade de drenagem e pela coalescência das lagoas nos períodos chuvosos.

O sistema de drenagem do Morfodomínio 3 apresenta uma direção principal SE-NW, que é corroborada pelos estudos de proveniência dos sedimentos hospedeiros dos depósitos de espongilito (Almeida et al., 2009a). Esses autores concluíram que as rochas do Grupo Areado, ocorrentes na porção SE da área, re-

presentam a principal fonte de sedimentos desses depósitos. Datações de C¹⁴ (Almeida et al., 2009b) mostraram que esses depósitos foram depositados há pelo menos 28.000 anos AP, no Pleistoceno Superior.

O Morfodomínio 4 é caracterizado por vales em forma de calha, nos quais estão inseridos os rios Prata e Paracatu, apresentando um padrão meandrante. Trata-se de uma feição geomorfológica fluvial definida como rio *underfit* (Davis, 1913; 2008; Dury, 1964; 1965), na qual as drenagens atuais cortam suas planícies fluviais segundo um padrão meandrante. Tais drenagens encontram-se localizadas em vales muito maiores do que os

seus cursos. Mais precisamente, segundo Dury (1964), essa feição fluvial, onde os meandros estão inseridos no vale em calha, é classificada como uma variante de rio *underfit* tipo *Manifest*.

O desenvolvimento de rios *underfit* pode ser relacionado a mudanças climáticas que acarretam uma redução significativa da energia primitiva da corrente, levando os cursos a buscarem uma nova trajetória (Goudie, 2006). Tais evidências são corroboradas pelos estudos paleoambientais na área (Almeida et al. 2009b), que mostraram variações climáticas desde o Pleistoceno Superior (28.000 anos AP).

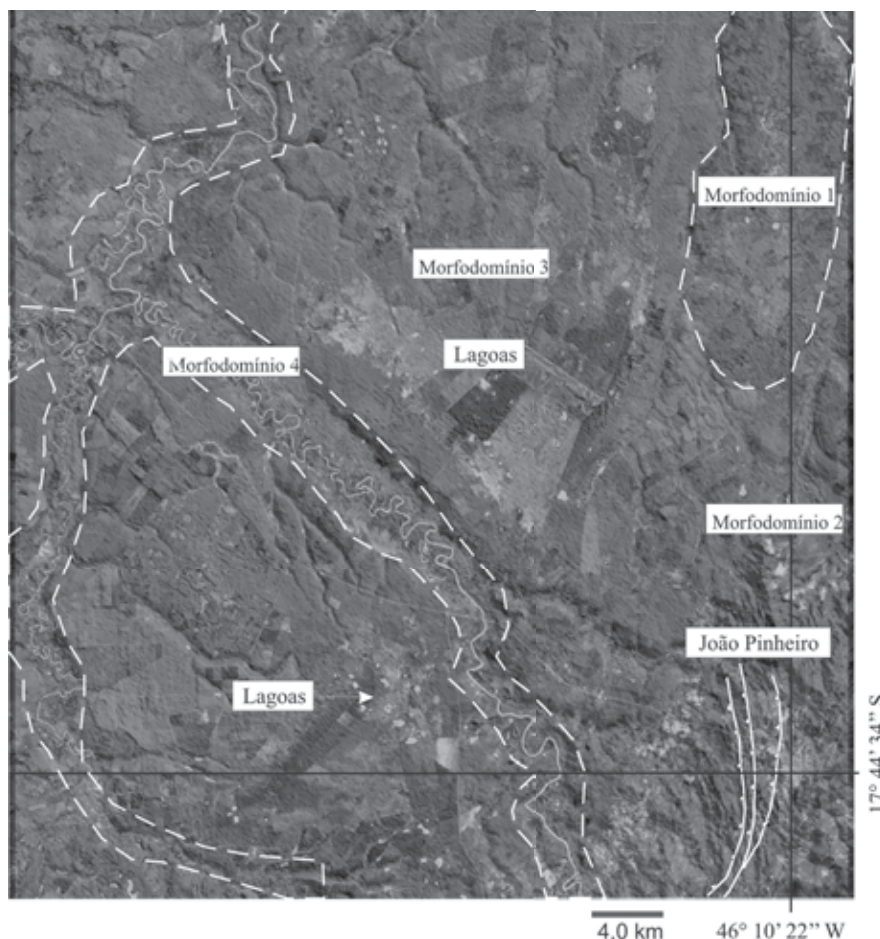


Figura 4
Imagem Principal Componente 3 (PC3) da região de João Pinheiro associada ao MDT-SRTM, evidenciando a zona de cisalhamento de direção NS e os Morfodomínios 2, 3 e 4.

Segundo Oliveira (2001), o vale do rio da Prata estaria relacionado a uma feição cárstica de grande proporção denominada polje, que, na região, teria se desenvolvido sobre a área de ocorrência de uma grande lineação magnética. O termo polje, de origem eslava, significa um campo plano e aluvial (Ford & Williams, 1989). Gams (1978), diante de várias definições geomorfológicas, concluiu que poljes são grandes depressões fechadas com base plana, drenagem cárstica e com, pelo menos, um dos lados com alta

declividade. Essas depressões, geralmente, são alongadas e paralelamente orientadas segundo uma feição estrutural. A hidrologia dos poljes está relacionada com drenagens subterrâneas, porém pode assumir um caráter aberto. Tal caráter é capturado por uma rede fluvial, quando o fluxo for muito grande e exceder o nível do lençol freático (Sweeting, 1972; Roglic, 1974; Ristic, 1976; Jennings, 1985; Bonacci, 1987; Ford & Williams, 1989). Com relação aos processos e fatores que determinam a origem dos poljes, ainda há

muitas controvérsias. Geralmente a base plana dos poljes é mantida por uma fina camada de sedimentos aluvionais sobre rochas calcárias. O emprego desse termo, para a região objeto desse estudo (Oliveira, 2001), baseou-se, simplesmente, na sua feição morfológica, sem ter uma evidência comprovada da sua gênese.

Considerando que os vales em calha cortam a superfície de aplainamento (Morfodomínio 3) que contém os sedimentos pleistocênicos, pode-se sugerir que o Morfodomínio 4 é o mais recente.

4. Conclusões

Estudos de campo associados a tratamentos de imagens multiespectrais e SRTM contribuíram para o conhecimento do contexto geológico-geomorfológico da região de João Pinheiro. Nessa região, encontram-se as lagoas com os depósitos de espongilitos.

A evolução da paisagem na região de João Pinheiro desenvolveu-se a partir de processos erosivos significativos, que dominaram a região após o Cretáceo, gerando a formação de um planalto dissecado. Nesse planalto, quatro morfodomínios foram identificados.

Os platôs, que constituem o Mor-

fodomínio 1, são relevos residuais, testemunhos de erosão dos arenitos do Grupo Areado. O Morfodomínio 2, situado abaixo dos platôs, constitui uma área dissecada, onde, sobre pelitos do Grupo Areado, foram esculpidas colinas com altitudes variadas. A partir do avanço dos processos erosivos, sobre as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí e Pré-Bambuí (Morfodomínio 3), desenvolveram feições cársticas negativas, instalando-se lagoas que contêm os depósitos de espongilito, cujos sedimentos hospedeiros datam do Pleistoceno/Holoceno (Almeida et alli., 2009b). Assim

sendo, a idade de formação das lagoas pode ser pleistocênica ou anterior à esse período.

O Morfodomínio 3 constitui-se em uma superfície de aplainamento, cujas drenagens apresentam uma direção preferencial SE-NW, corroborando os estudos de proveniência dos sedimentos hospedeiros dos depósitos de espongilito da região (Almeida et alli., 2009a). O Morfodomínio 4 constitui-se em uma unidade mais recente, sendo caracterizada por vales em calha que cortam o morfodomínio 3 (superfície de aplainamento), contendo rios *underfit*.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

de Nível Superior) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo suporte financeiro e à empresa Magnesita S.A. pela assistência

aos trabalhos de campo. Agradecimentos ao bolsista de doutorado Luis Felipe Soares Cherem pelo apoio na confecção do mapa altimétrico e perfil topográfico.

6. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, A. C. S. et al. Mineralogical and textural characterization and origin of spongillite-hosting sediment from João Pinheiro, Minas Gerais, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29, n. 210, p. 439-453, 2009a.
- ALMEIDA, A. C. S. et al. Espículas de esponjas continentais nos sedimentos cenozóicos do noroeste de Minas Gerais, como indicadores paleoambientais. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v.12, n.2, p.123-138, 2009b.
- ALMEIDA, F. F. M. de. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, v.7, n.4, p. 349-364, 1977.
- BONACCI, O. *Karst Hydrology with Special Reference to the Dinaric Karst*. Berlin, Springer, 1987. 184 p.
- BRANCO, S. M. *Cerrado: origem, natureza e curiosidade*. São Paulo, Moderna, 2000.
- DAVIS, W.M. Meandering valleys and underfit rivers. *Annals of the Association of American Geographers*, n. 3, p. 3-28, 1913.
- DAVIS, W.M. O Sena, o Mosa e o Mosela. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*, 4 Tradução do artigo de W.M. DAVIS, "La Seine, la Meuse et la Moselle », *Annales de Géographie*. Paris: Armand Colin et Cie, Editeurs. p. 25-48, março de 1895, 2008.
- DURY, G. H. Principles of underfit streams. *US Geological Survey Professional Paper*, v.452A, 1964.

- DURY, G. H. Theoretical implications of underfit streams. *US Geological Survey Professional Paper*, v.452-C, 1965.
- FORD, D. C., WILLIAMS, P. M. *Karst Geomorphology and Hydrology*. London: Chapman & Hall, 1989. 601p.
- GAMS J. The polje: the problem of definition. *Z. Geomorphol.*, v.55, p. 170-181, 1978.
- GOUDIE, A.S. *Encyclopedia of Geomorphology*. Londres: Taylor & Francis e-Library, 2006. V. 1 - A-1.
- JENNINGS, J.N. *Karst Geomorphology*. Oxford: Blackwell, 1985. 298 p.
- MATTOS, J.T., CUNHA, R.P. *Aplicação de sensores remotos, com ênfase em imagens Landsat, em mapeamento geológico regional no norte de Minas Gerais*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1977. 189 p. (Dissertação de Mestrado).
- OLIVEIRA, F.A.R. *Detecção de depressões cársticas a partir de classificação espectral e morfológica de imagens de sensoriamento remoto na região do Alto do Rio Paracatu*. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. 55 p. (Monografia de Especialização).
- OLIVEIRA, A.A.C, et al. *Geologia. Nota explicativa do mapa geológico integrado. Folhas SE 23-V-D (partes)*. Belo Horizonte: Projeto São Francisco, CPRM-COMIG, 2002.
- RISTIC, D.M. Water regime of flooded karst poljes. In: YERJEVICH, V. (Ed.). *Karst Hydrology and Water Resources*. Water Resources Publications, Fort Collins, CO, 1976. p. 301-318.
- ROGLIC, J. Les caractères spécifiques du karst dinarique. Mémoires et Documents, 15. Phénomènes Karstiques. C.N.R.S., Paris, 1974. p. 269-278.
- SAADI, A., et al. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA C. R. de G., SUGUIO K., OLIVEIRA, A. M. dos S., OLIVEIRA P. E. de. (Eds.). *Quaternário no Brasil*. Ribeirão Preto, Holob Ed., 2005. p. 211-234.
- SWEETING, M. *Karst Landforms*. London: Macmillan, 1972. 362 p.

Artigo recebido em 07 de dezembro de 2010. Aprovado em 21 de março de 2011.