

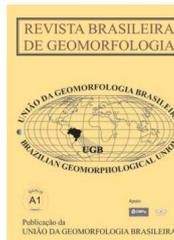


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 1 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i1.873>



COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA FOLHA PIUMHI, REGIÃO DO ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS

GEOMORPHOLOGICAL ZONATION OF PIUMHI SHEET, UPPER SÃO FRANCISCO REGION, MINAS GERAIS

Thallita Isabela Silva Martins

*Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902, Brasil
Email: thallitamartins09@gmail.com*

Sílvia Carlos Rodrigues

*Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Uberlândia, Minas Gerais, CEP: 38400-902, Brasil
Email: silgel@ufu.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
21/10/2015
Aceito (Accepted):
21/12/2015

Palavras-chave:

Cráton do São Francisco; Bacia Sedimentar do São Francisco; Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis.

Keywords:

São Francisco craton; São Francisco Sedimentary Basin; Arcos-Pains-Doresópolis Carstic Province.

Resumo:

O presente trabalho trata da compartimentação geomorfológica da Folha Topográfica de Piumhi (Escala 1:100.000), que abrange o Alto Rio São Francisco, na região do Centro-Oeste de Minas Gerais. Essa região apresenta uma morfologia variada em função da riqueza dos seus aspectos litológicos, que condicionam o relevo associados ao clima e dinâmica hidrológica. O trabalho tem como principais objetivos o mapeamento do relevo e o entendimento da evolução e dinâmica geomorfológica da área, utilizando geotecnologias específicas para tal representação. O resultado culminou na classificação do relevo da região em quatro níveis hierárquicos, além da representação de formas específicas estruturais, fluviais e cársticas. Em suma, conclui-se que o intuito deste trabalho ao propor a elaboração do mapa geomorfológico de semi-detalle, a partir da identificação, classificação e descrição das formas do relevo foi alcançado, podendo servir como base para estudos futuros, tanto nos setores científicos quanto nos de gestão ambiental.

Abstract:

This paper is about the geomorphological zonation of The Topographic Sheet of Piumhi, which covers the upper São Francisco River, in the Mineiro Midwest region. This region has a varied morphology due to the richness of its lithological aspects, conditioning the relief associated with the climate and hydrological dynamics. The work had as main objectives the mapping of the relief and understanding of the geomorphological evolution and dynamics of the area, using specific geotechnologies to such representation. The result led to the classification of the relief of the region into four hierarchical levels, beyond the representation

of specific structural, fluvial and karst forms. In short, it is concluded that the intention of this paper to propose the drafting of the semi-detail geomorphological map, from the identification, classification and description of relief forms has been reached and could serve as basis for future studies, both in scientific sectors as well as in environmental management.

Introdução

O mapeamento geomorfológico constitui-se como um elemento norteador e síntese da pesquisa em Geomorfologia. Trata-se de um recurso de informação e um meio para a realização de pesquisas mais aprofundadas. Neste sentido, o mapa do relevo, como um meio de representação gráfica e espacial dos fatos geomorfológicos, ou seja, dos objetos e fenômenos a serem estudados, torna-se indispensável para a ciência geomorfológica (ROSS, 2007; FLORENZANO, 2008).

A Folha Topográfica de Piumhi (SF-23-V-B-II) do Mapeamento Sistemático Brasileiro (escala 1:100.000), abrange uma área localizada no Centro-oeste de Minas Gerais, na região do Alto São Francisco (Figura 1). Trata-se de uma região dotada de grande interesse

geográfico, tanto do ponto de vista econômico quanto acadêmico, correspondendo a um variado conjunto de litologias e tipos morfológicos, em função de sua localização privilegiada no Cráton do São Francisco.

Apresenta uma paisagem de origem cárstica, com grande potencial mineralógico e, também, geoturístico, tendo em vista a sua grande beleza cênica e importância no cenário cárstico brasileiro ao representar os carbonatos do Grupo Bambuí. A conformação geológica da área de estudo é um elemento estruturador para as variações geomorfológicas encontradas na região, a qual, em conjunto com o clima e os controles estruturais, deu origem a uma compartimentação geomorfológica que varia desde planícies fluviais, zonas de maciços calcários, serras até planaltos variados.

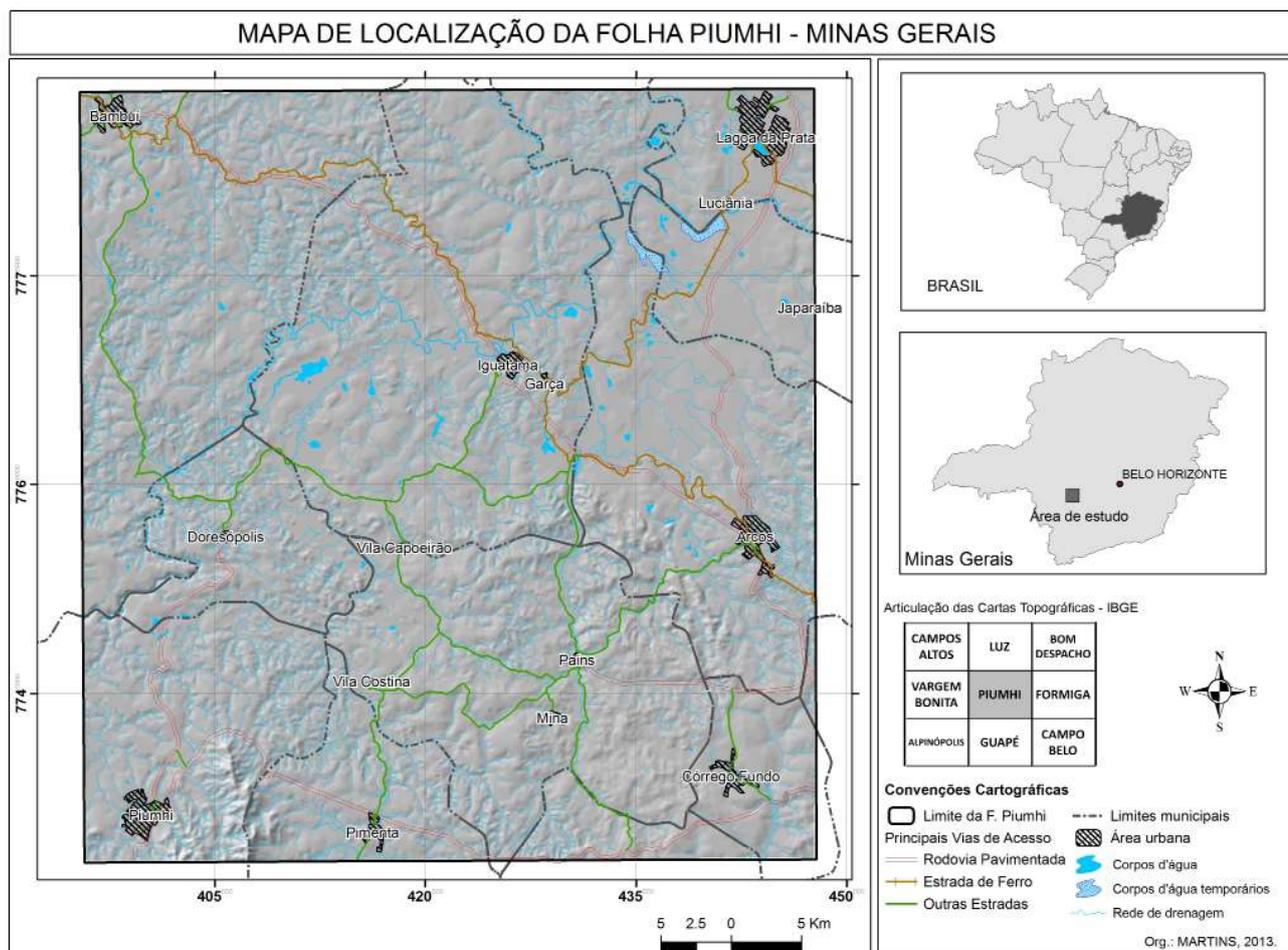


Figura 1 - Localização da área de estudo.

O interesse em criar o Mapa Geomorfológico dessa área perpassa pela razão de ser um documento inédito, haja vista a quantidade de trabalhos existentes, porém em outras áreas do conhecimento, com destaque para a geologia. Ademais, conforme já especificado, é notória a diversidade física da região e o interesse mineral sobre a mesma, o que tem implicado em uma delicada situação para o seu meio ambiente, em virtude da instalação e atuação de grandes mineradoras, principalmente, voltadas para a exploração dos carbonatos.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi mapear as formas de relevo e buscar o entendimento da evolução e dinâmica geomorfológica da área, bem como, utilizar geotecnologias com ênfase ao mapeamento da diversidade geomorfológica, uma vez que as mesmas têm se mostrado competentes para a caracterização morfológica e ambiental de diversas regiões geográficas, pois conciliam o levantamento, análise e gerenciamento das informações necessárias para sua realização.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada para o mapeamento geomorfológico da Folha Piumhi consistiu na observância das recomendações de alguns autores, tais como as diretrizes propostas pela *International Geographical Union* – IGU (DEMEK, 1972), a análise sistêmica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (PONÇANO *et al.*, 1979) e a hierarquização do relevo de Ross (1992), aliados à utilização das geotecnologias.

- Além disso, diante das inovações da cartografia geomorfológica com o incremento das pesquisas digitais, a partir do avanço tecnológico, com destaque às informações em 3D, ferramentas como o GPS, imagens de satélite e radar, softwares específicos para tratamento e análise dos dados; o mapeamento geomorfológico da Folha Piumhi passou por algumas etapas importantes para a sua realização e, portanto, a legenda apresentada passa pela análise dos seguintes elementos:
- Elementos morfoestruturais: refere-se à estrutura que sustenta o relevo.
- Elementos morfoesculturais: unidades homogêneas geneticamente, oriundas de determinado tipo climático que atuou/atua sobre a estrutura,

o que resulta em determinado tipo de modelado. Encaixam-se neste tópico as unidades derivadas de litotipos específicos, por exemplo, o calcário; os quais refletem formas de relevo diferenciadas em função da relação clima *versus* litologia.

- Padrões de formas semelhantes: demonstram a gênese de cada padrão homogêneo, dada pela classificação em relevos de Agradação, Degradação, Cárstico, Fluvio-cárstico e Estrutural.
- Tipos de formas de relevo: são determinados conforme o grau de entalhamento dos vales e a densidade de drenagem. Tais índices são obtidos a partir de análise qualitativa e quantitativa.
- Formas pontuais: serão representados pelos símbolos, destinados a caracterizar as formas individualizadas do relevo.
- Ao mapa final, na legenda, são acrescentadas as informações sobre os possíveis controles estruturais do relevo. A morfocronologia relativa foi levantada a partir da interpretação geológica, de acordo com os principais processos decorrentes ao longo do tempo geológico (limite superior), em referência, principalmente, aos grandes compartimentos geomorfológicos, tais como as Unidades Morfoestruturais. Portanto, a legenda elaborada conta com a apresentação das informações indispensáveis em um mapa geomorfológico: morfogênese, morfografia, morfometria, morfocronologia e dados litológicos.
- As cores e os símbolos foram adaptados conforme a proposta do IBGE (2009), sendo que as unidades geomorfológicas são agrupadas por tonalidades de acordo com o tipo morfoestrutural, conforme se segue:
 - o Amarelo: Depósitos Aluvionares Cenozoicos.
 - o Verde: Bacias Sedimentares e Coberturas (Proterozoico e Fanerozoico).
 - o Laranja: Cinturões Orogênicos.
 - o Vermelho: Domínio dos Crátons.Tonalidades mais escuras referem-se às unidades com cotas altimétricas maiores, enquanto os tons mais claros correspondem aos compartimentos com topografias mais baixas em relação às unidades adjacentes.
- Vale destacar que para a representação das feições cársticas identificadas na área de estudo, optou-se por adaptar e mesclar a simbologia proposta pela

Comissão de Fenômenos Cársticos do Comitê Nacional de Geografia, adaptada por Nicod (1965, apud Travassos, 2010), Kohler (1989) e Travassos (2010). Tais simbologias têm sido amplamente utilizadas para se mapear os fenômenos cársticos e destacam o contorno das depressões fechadas na cor vermelha, por exemplo. A União Internacional de Espeleologia (UIS) propôs nova simbologia para o mapeamento do exocarste, entretanto, tal simbologia somente é útil nas escalas entre 1:10.000 e 1:25.000 (TRAVASSOS, 2013). Assim sendo, no mapa da região de estudo, as depressões fechadas (dolinas e uvalas) apresentam contorno em cor vermelha e fundo azul quando preenchidas por água.

As dolinas apresentam formas circulares ou alongadas oriundas do processo natural de dissolução da rocha subjacente. Em alguns casos, no mapa, tais depressões aparecem associadas a cursos de água

superficiais sendo, muitas vezes, suas nascentes. Em outras ocorrências, optou-se por não classificar as feições como dolinas ou uvalas por estarem no meio dos canais fluviais e com espelho d'água que não permitia a visualização das surgências, por exemplo. Ficaram, portanto, na cor azul no mapa. Sabe-se da existência de simbologia específica para a representação de cavidades naturais subterrâneas, sumidouros e surgências, entretanto, devido à escala de mapeamento e à quantidade de algumas feições (como as cavernas, por exemplo), optou-se por usar símbolos mais simples como pontos ou outras figuras geométricas.

- A nomenclatura das Unidades foi dada em função de suas características geomorfológicas e definida de acordo com a localização geográfica e toponímia regional.

O esquema conceitual dos procedimentos operacionais da pesquisa está representado na figura a seguir (Figura 2):

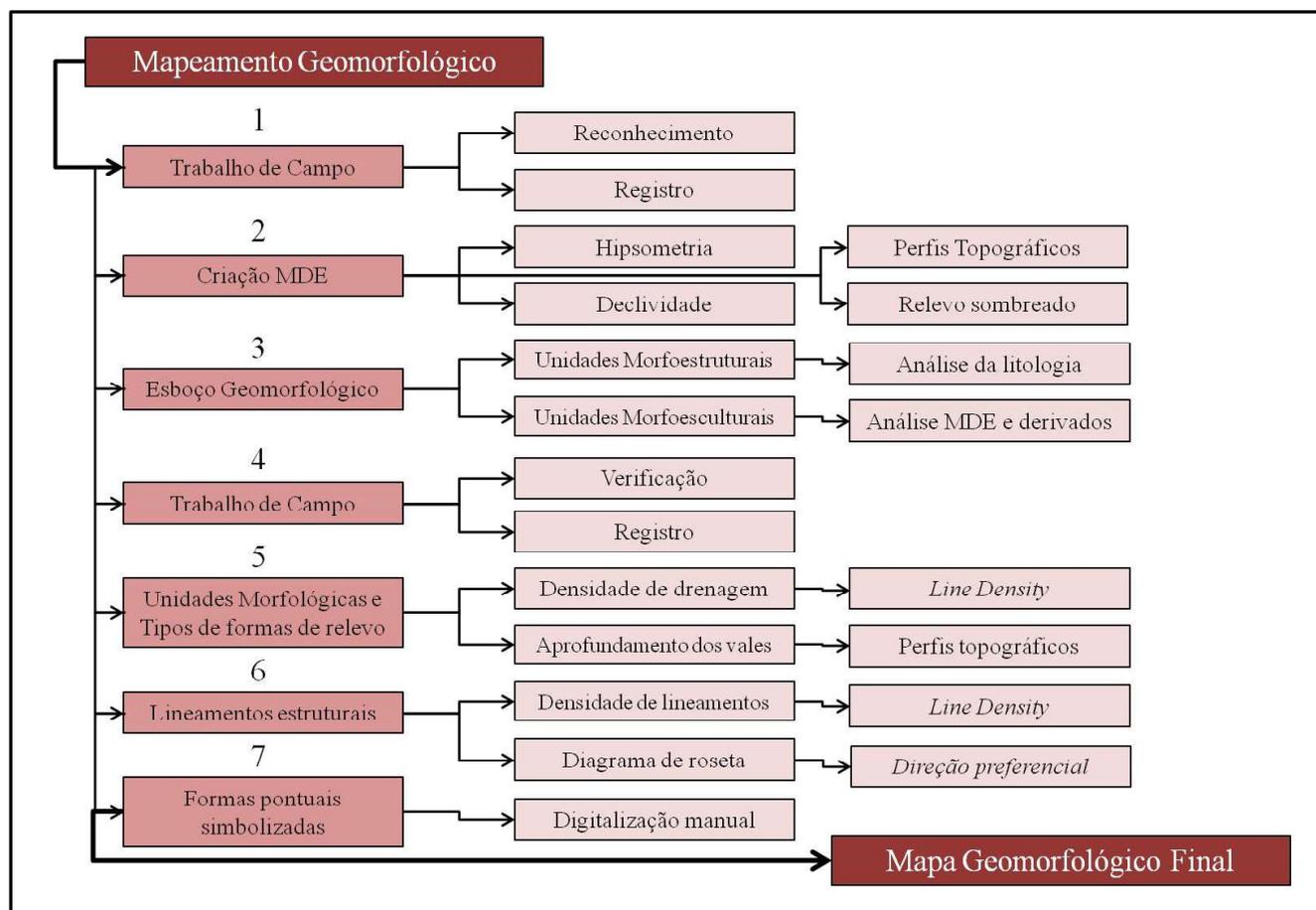


Figura 2 - Fluxograma metodológico.

Resultados e Discussão

A partir da metodologia utilizada, foi possível a classificação do relevo na região da Folha Piumhi em quatro níveis hierárquicos, conforme Ross (1992): 1º

táxon, 2º táxon, 3º táxon e 4º táxon, além da representação de formas específicas estruturais, fluviais e cársticas, conforme as Figuras 3 e 4. As unidades geomorfológicas serão descritas na sequência.

<i>Domínio Morfoestrutural</i>	<i>1º Táxon</i>	<i>Cores no mapa</i>	<i>2º Táxon</i>	<i>3º Táxon</i>	<i>4º Táxon</i>	<i>Formas destacadas por simbologias</i>
	<i>Unidades Morfoestruturais</i>		<i>Unidades Morfoesculturais</i>	<i>Padrões de formas</i>	<i>Tipos de Formas</i>	-
Cráton do São Francisco	Depósitos Aluvionares Cenozoicos		Planície Aluvial do São Francisco Planície Aluvial do São Miguel Planície Aluvial do Rio Santana Planície Aluvial do Rio Preto Planície Aluvial do Rio Bambuí Outras Planícies	Apf; Apfl.	Apf; Apfl.	Paleomeandros; Vales de fratura.
	Bacia Sedimentar do São Francisco		Planalto Tabular de Lagoa da Prata	Dc; Dp; Dt.	Dc21; Dc22; Dc23; Dp; Dt21; Dt22.	Vales de fratura.
			Planalto Dissecado de Bambuí	Dc, Dp, Dt; Kc.	Dc21; Dc22; Dc23; Dc24; Dc32; Dc33; Dc34; Dp; Dt21; Dt22; Dt23, Kc1; Kc2; Kc3..	Vales de fratura; Escarpas; Dolinas; Sumidouros.
			Planalto Dissecado de Piumhi-Pimenta	Dc; Dt.	Dc13; Dc22; Dc24; Dc32; Dc33; Dt32.	Vales de fratura; Dolinas.
			Planalto Fluvio-cárstico de Doreópolis-Iguatama	Dk.	Dk21; Dk22; Dk23; Dk24; Dk33; Dk34.	Vales de fratura; Depressão.
			Depressão Cárstica do Ribeirão dos Patos	Kc; Ke.	Kc2; Kc3; Ke1; Ke2; Ke3, Ke4.	Dolinas; Uvalas; Sumidouros, Ressurgências; Maciços calcários; Cristas; Escarpas.
			Planalto Cárstico do São Francisco	Kc; Ke.	Kc1; Kc2; Kc3; Kc4; Ke2; Ke3, Ke4.	Dolinas; Uvalas; Sumidouros, Ressurgências; Maciços calcários; Cristas; Escarpas.
			Planalto Cárstico Oeste do São Miguel	Kc; Ke.	Kc1; Kc2; Kc3; Ke1; Ke2; Ke3, Ke4.	Dolinas; Uvalas; Sumidouros, Ressurgências; Maciços calcários; Cristas; Escarpas.
			Planalto Cárstico Leste do São Miguel	Ke.	Ke1; Ke2; Ke3.	Dolinas; Uvalas; Sumidouros, Ressurgências; Maciços calcários; Cristas; Escarpas.
	Embasamento		Planalto Dissecado de Arcos – Córrego Fundo	Dc; Dt.	Dc21; Dc22; Dc23; Dc24; Dc31, Dc32; Dc33; Dc34; Dt21; Dt41.	Vales de fratura.
Faixa de dobramentos Brasília	Sistema de Empurrões		Serra de Piumhi	EDa.	EDa33; EDa34.	Cristas; Escarpas.
		Apf: Relevo Agradacional planície fluvial; Apfl: Relevo Agradacional planície fluviolacustre; Dc: Relevo Dissecado de topo convexo; Dp: Superfícies planas; Dt: Relevo Dissecado de topo tabular; Dk: Relevo Dissecado fluvio-cárstico; Kc: Relevo Cárstico encoberto; Ke: Relevo Cárstico exumado; EDa: Relevo Estrutural Dissecado de topo aguçado.				

Figura 3 - Unidades Geomorfológicas da área de estudo.

Unidade dos Depósitos Aluvionares Cenozoicos

Na área de estudo, os processos deposicionais associam-se majoritariamente aos depósitos em sistema fluvial meandrante, padrão predominante dos principais rios, que por vezes, pode estar associado à alternância de canais retilínios/meandranes. Destacam-se os depósitos em planícies de inundação, caracterizadas pela declividade relativamente baixa, adjacentes aos rios, com formas alongadas e presença de sedimentos de tamanhos variados como a argila, silte, areia e cascalhos, conforme citam Ribeiro *et al.* (2008).

Nesta unidade, a gênese compreende o conjunto dos Relevos Agradacionais, associada a processos de acumulação fluvial, os quais incluem planícies fluviais (Apf) e planícies fluviolacustres (Apfl). Foram mapeadas cinco planícies no domínio da Folha Piumhi, a saber: Planície Aluvial do São Francisco (Figura 5), Planície Aluvial do São Miguel, Planície Aluvial do Rio Santana, Planície Aluvial do Rio Preto e Planície Aluvial do Rio Bambuí. Esses são os canais fluviais de maior destaque na área de estudo e que apresentam áreas de acumulação com dimensões significativas, entretanto, existem ainda, em alguns locais isolados, pequenas planícies aluviais classificadas como Outras Planícies.

Observa-se no contexto geral, em relação à ocorrência de lineamentos estruturais, que tais planícies são de certa forma influenciadas ou controladas estruturalmente, Tal condição foi definida em função do resultado da análise dos diagramas de roseta, que representam a frequência dos lineamentos e o comprimento dos mesmos, refletindo a predominância de direcionamen-

to SE-NW. As planícies ocorrem ao longo de trechos claramente marcados pela secção de linhas de falha, inclusive ao se observar trechos de canais retilíneos pela extensão dos principais rios.

Em detrimento das demais planícies, a do São Francisco é a mais extensa, cortando a área de estudo no sentido SO-NE. Apresenta um padrão de canal meandrante intercalado a segmentos retilíneos (característica indicativa de movimentação tectônica) com existência de paleomeandros e modelados fluviolacustres, já que possui grande quantidade de lagoas perenes e temporárias. Os sedimentos são variados, conforme citado anteriormente, assim como a espessura do pacote, que pode chegar a ser métrica. Em relação à largura da planície, esta é variável em toda a sua extensão, podendo alcançar mais de três quilômetros na região de Lagoa da Prata, enquanto que em Iguatama apresenta pouco mais de um quilômetro. A altitude média é 640 m, sendo este o nível de base regional.

Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do São Francisco

A Bacia Sedimentar do São Francisco, considerada neste trabalho, como bacia intracratônica (MARTINS-NETO; PINTO, 2001), é um pacote que passou por vários ciclos sucessivos de sedimentação, tendo alcançado uma área de aproximadamente 500.000 km². Na área de estudo, corresponde ao ciclo do Supergrupo São Francisco, representado especialmente pelo Grupo Bambuí (que inclui as Formações Sete Lagoas e Samburá).

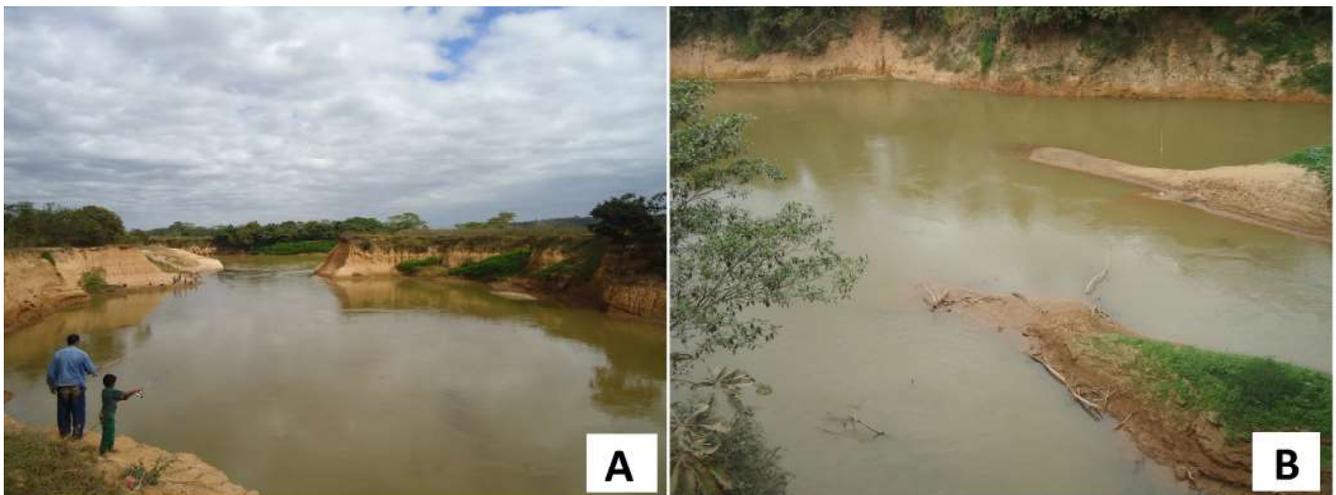


Figura 5 - Rio São Francisco. A) Próximo à Lagoa da Prata, margens descobertas e marcas erosivas. B) Próximo à Iguatama, bancos de areia preenchendo o leito do rio.

Tal bacia corresponde na área de estudo à maior parte do relevo, com destaque para as litologias da Formação Sete Lagoas, as quais propiciaram diferentes morfologias, em função das características do substrato. Os processos de dissecação e carstificação são os mais importantes, estão também associados a controles estruturais e influência tectônica por ser uma área da bacia à borda do Cráton do São Francisco, limitando-se à Faixa de Dobramentos Brasília, relacionada ao complexo Canastra, no setor oeste.

As diferentes unidades morfoesculturais foram classificadas em: a) Relevos Dissecados, cuja origem é denudacional, resultantes da atuação da drenagem e processos erosivos, que entalham e esculpem os modelados, ajudados pelas condições climáticas e variabilidade geológica; caracterizando as unidades do Planalto Dissecado de Bambuí, Planalto Dissecado de Piumhi-Pimenta e o Planalto Tabular de Lagoa da Prata; b) Relevos Fluvio-cársticos, de origem fluvial associados a processos de carstificação, podendo ocorrer como uma transição entre os dois sistemas, onde há intercalação de rochas solúveis e insolúveis; que correspondem à unidade do Planalto Fluvio-cárstico Doresópolis-Iguatama; c) Relevos Cársticos, originados a partir da corrosão e dissolução de rochas carbonáticas (origem química), que na área de estudo se resumem principalmente aos calcários; associados à atuação da água, bem como às descontinuidades geológicas do substrato; representados pela Província Cárstica de Arcos – Pains – Doresópolis.

O mapa de lineamentos, construído a partir da extração de informações de um Modelo Digital de Elevação - MDE (imagens de sombreado de relevo com iluminação de azimutes em oito direções), permitiu observar ao longo dos compartimentos a presença de lineamentos estruturais, que condicionam morfologias e padrões distintos, contribuindo para a diferenciação e verificação dos limites das diferentes unidades de relevo (morfoesculturas e unidades morfológicas). Estes dados são importantes também por representar descontinuidades estruturais e pelo controle das feições do relevo, observáveis especialmente pelo alinhamento da rede drenagem, pelas feições típicas da morfologia cárstica, como o alinhamento de maciços calcários, sumidouros, ressurgências e cavidades subterrâneas; entre outras. Neste contexto, as Unidades Morfoesculturais serão apresentadas a seguir.

Planalto Dissecado de Bambuí

O Planalto Dissecado de Bambuí aparece ao norte da Folha Piumhi, é caracterizado por um relevo levemente ondulado a ondulado, com vales encaixados e, por vezes, apresenta superfícies com topos planos, em geral, associados às coberturas detrito-lateríticas do Cenozoico. (Figura 6). A porção oeste caracteriza-se pela predominância de padrões de dissecação convexos com aprofundamento dos vales e densidades de drenagem variáveis, bem como, com ocorrência de influência calcária, com a formação de lagoas, dolinas e alguns canais que desaparecem em sumidouros. Em contrapartida, a parte leste é representada pelas formas dissecadas com topos planos, onde predominam um fraco aprofundamento dos canais e baixa a média densidade de drenagem. A disposição da rede de drenagem principal, junto aos lineamentos estruturais identificados, indicam que o planalto sofreu interferência tectônica, estando sob controle estrutural de direção SE-NW.

a) Planalto Dissecado de Piumhi-Pimenta

O Planalto Dissecado de Piumhi – Pimenta (Figura 7) corresponde à região de ocorrência da Formação Samburá e metabasaltos, o qual se assenta sobre os carbonatos da Formação Sete Lagoas. Trata-se de uma região composta por modelados que indicam um relevo suave ondulado a ondulado, apresentando em alguns locais, vertentes bastante íngremes e também vales bem encaixados. Os modelados com os maiores índices de dissecação são observados na parte central do Planalto, possivelmente por fazer parte do eixo de soerguimento da Serra de Piumhi. Por ser uma área de influência do Sistema de Empurrões, o qual se encarregou de movimentar a estrutura do planalto sobre os calcários, visualiza-se diversos lineamentos estruturais que condicionam o relevo e a rede de drenagem em alguns trechos. Também ocorrem, em pontos isolados, algumas dolinas decorrentes da presença de rochas calcárias.

b) Planalto Tabular de Lagoa da Prata

O Planalto Tabular de Lagoa da Prata corresponde a uma área de ampla superfície plana e rebaixada (Figura 8), na qual se formaram largas planícies fluviais. Os cursos d'água possuem menor densidade e in-



Figura 6 - Relevo em Colinas, apresentando vales encaixados, entalhados sobre os calcipelitos do Grupo Bambuí, no Planalto de Bambuí.



Figura 7 - Amplas colinas no Planalto Dissecado de Piumhi – Pimenta, assentadas sobre as rochas conglomeráticas e pelíticas da Formação Samburá. Ao fundo, encontra-se a Serra de Piumhi, conjunto rochoso derivado do sistema de cavalgamentos Piumhi.

terflúvios mais extensos. Em alguns pontos, aparecem afloramentos de calcário e formação de diversas lagoas no interior do Planalto. Ao analisar as feições lineares regionais e também locais, nota-se a existência de um eixo N-S que separa dois padrões de relevo: o Planalto Dissecado de Bambuí a oeste e o Planalto Tabular de Lagoa da Prata a leste. Este eixo vem desde o vale do rio São Miguel na Província Cárstica, secciona o Vale do São Francisco e continua a norte passando também pelo rio Bambuí. Há a possibilidade de um abatimento estrutural que interferiu no nível de base regional, que pode ter provocado a formação de uma bacia na região do Planalto Tabular de Lagoa da Prata, já que se tem registros de sedimentos advindos do Planalto de Arcos – Córrego Fundo a leste da área, além da existência das coberturas detrito-lateríticas.

c) Planalto Fluvio-cárstico Doresópolis-Iguatama

Este Planalto corresponde a uma zona diferenciada dentro do contexto da Folha Piumhi, o qual faz parte do domínio dos calcipelitos, limitando-se à Província Cárstica de Arcos – Pains – Doresópolis, caracterizando-se por formas de relevo que variam de planas a suave onduladas (Figura 9). Diante da estratigrafia do Grupo Bambuí na área de estudo, com a base em calcipelitos e o topo em calcários, pode-se dizer que existe na região do Planalto uma zona de transição entre um ambiente essencialmente cárstico para um ambiente fluvio-cárstico, onde os processos fluviais e de dissecação entram em evidência conjuntamente aos processos de dissolução. Observa-se a presença de diversos afloramentos calcários em algumas áreas, bem como, a existência de sumidouros nas drenagens e formações de lagoas naturais, em alguns pontos.

d) Província Cárstica de Arcos – Pains – Doresópolis

A Província Cárstica de Arcos – Pains – Doresópolis refere-se a uma região cárstica com escarpas em maciços contínuos ou isolados de calcários e presença de cavidades subterrâneas. No entorno dos maciços aparece um relevo aplainado e/ou colinoso, exaltando a existência de exocarste bem definido, com ocorrência de dolinas, uvalas, vales cegos, sumidouros e surgências. A drenagem é comandada pelo rio São Francisco que constitui o nível de base regional, pelo rio São Miguel e Ribeirão dos Patos, constituindo os principais cursos d'água (RIBEIRO *et al.*, 2008).

A região cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis é representada pelos sedimentos da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí, correspondente à fácies carbonática do Grupo, na qual se encontram rochas como o calcário, calcário com dolomita e calcários dolomíticos. Em geral, as características dos carbonatos no Grupo Bambuí estão associadas às rochas pelíticas (argilito, siltito), como é possível observar na região de estudo. Estas condições irão determinar um relevo cárstico coberto por espessa camada de solos, oriundos da decomposição dos pelitos (RIBEIRO *et al.*, 2008; PILÓ, 2000).

De acordo com Ribeiro *et al.* (2008), os calcários da Província têm poucas impurezas, o que reflete em uma baixa participação dessas rochas na formação dos solos na região, pois, de acordo com Hardt (2004) a existência de solos sobre as rochas cársticas também tem explicação na presença de impurezas junto aos minerais formadores do material parental. O que significa que quanto mais puro for o calcário, menor a camada de solo formada sobre o mesmo. Do contrário, se houver um teor maior de impurezas, mais profundo e desenvolvido serão os solos derivados da rocha. Portanto, entende-se que a origem dos solos presentes no decorrer das unidades morfológicas da área de estudo são provenientes, principalmente, do intemperismo dos pelitos ali presentes.

A rede de drenagem de uma região cárstica é caracterizada pela predominância dos fluxos subterrâneos. Entretanto, na área de estudo, a rede de drenagem superficial, em geral, é bem desenvolvida, representando fluxos contínuos de água. Em alguns trechos é possível observar que os vales são interrompidos pela ocorrência de sumidouros e ressurgências indicando a existência de fluxos subterrâneos. A presença da drenagem superficial densa pode estar associada à camada argilosa criada pela intercalação dos pelitos, que diminui a tendência de infiltração da água. Assim, a superfície exocárstica de Arcos-Pains-Doresópolis apresenta cursos d'água intermitentes e perenes que dão forma à superfícies similares às regiões não cársticas. Entretanto, a drenagem característica do carste, total ou parcialmente capturada pelos fluxos subterrâneos, a diferencia das superfícies não cársticas. Caso semelhante, foi descrito por Travassos (2010) na região de Cordisburgo, em Minas Gerais.

Outro aspecto importante, que deve ser abordado ao se estudar a morfologia da Província Cárstica de



Figura 8 - Superfície tabular, próximo à Lagoa da Prata, caracterizada por amplos interflúvios e baixa densidade de drenagem. Predomínio de calcipelitos, ocorrências eventuais de dolinas de dissolução.



Figura 9 - Modelado plano no Planalto Fluvio-cárstico de Doresópolis – Iguatama. Ao fundo observa um relevo suave ondulado.

Arcos-Pains-Doresópolis, é sobre o controle estrutural e geológico desenvolvido na região em função da reativação tectônica ocorrida durante a Era Cenozóica, o que contribuiu para o maior desenvolvimento do carste. Essa região pode ter sido afetada indiretamente por tais processos, por estar localizada na borda sudoeste do Cráton do São Francisco, próximo à Faixa de dobramentos Brasília. Valadão e Domingues (1999), citados por Valadão (2009), consideram que, no Mioceno, as bordas do Cráton sofreram o soerguimento intracontinental de maior magnitude no contexto regional do território brasileiro. Saadi (1993) reitera essa hipótese. Assim, os aspectos são condicionados por lineamentos estruturais, criando zonas preferenciais de ocorrência de dolinas, paredões, maciços calcários, sumidouros, surgências/ressurgências, entre outros. Um exemplo da influência tectônica ocorre no vale do rio São Miguel, que separa dois compartimentos distintos, através de um eixo N-S, conforme já citado anteriormente.

No que se refere à compartimentação geomorfológica da área, Pizarro (1988) propôs uma classificação em nível de Província, uma vez que a maioria dos trabalhos relacionados à região é apresentada em escalas mais detalhadas e de caráter isolado. No intuito de contribuir para estudos regionais, o autor diferenciou a Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis em quatro blocos com características geológico-geomorfológicas particulares.

Pizarro (1998) utilizou como principal critério de definição dos compartimentos, os cursos d'água mais importantes que cortam a Província, ou seja, o rio São Miguel (a leste), o Ribeirão dos Patos (no centro) e o rio São Francisco (a oeste). A classificação desse autor foi utilizada como base para delinear o mapeamento da região cárstica em questão. Foram feitas adaptações nos limites definidos por Pizarro (1998), a partir da compartimentação topográfica da área e modificação na nomenclatura das unidades para que se encaixem na classificação proposta neste trabalho.

Diante dos aspectos morfológicos descritos anteriormente e a partir das análises do Modelo Digital de Elevação (MDE) com seus derivados (hipsometria, clinografia, perfis topográficos, modelo 3D, entre outros) foi possível representar as regiões morfológicas homogêneas da área de estudo. Essas unidades são:

a) Planalto Cárstico Leste do São Miguel

É caracterizada pela presença marcante dos maciços calcários que constituem paredões abruptos marcados por lapiás, já bastante erodidos. No entorno dos maciços, a superfície apresenta declividade moderada representando amplas colinas (Figura 10).

b) Planalto Cárstico Oeste do São Miguel

Representada por uma drenagem superficial bem desenvolvida, sem indicações de captura subterrânea (Figura 11). Os maciços calcários tornam-se menos frequentes, passam a ocorrer isolados ao norte da unidade.

c) Depressão Cárstica do Ribeirão dos Patos

Constitui-se por uma larga área plana, sendo que em praticamente toda a extensão há afloramentos calcários (Figura 12). A jusante do Ribeirão dos Patos formam-se maciços abruptos com lapiás, destacando-se os processos de dissolução. Destacam-se também as dolinas, uvalas, sumidouros, ressurgências e vales cegos, de grande beleza cênica.

d) Planalto Cárstico do São Francisco

A feição mais representativa desta unidade é o Canyon do São Francisco (Figura 13). O mesmo foi sulcado em rocha calcária e chega a atingir 80 metros de altura (BARROS, 2009), delineando paredões rochosos que acompanham as curvas fluviais.

Unidade Morfoestrutural Embasamento

A Unidade Morfoestrutural Embasamento refere-se à área de ocorrência dos ortognaisses e granitóides do Cráton do São Francisco, bem como compreende uma parcela da área recoberta por calcipelitos próxima a Arcos e Córrego Fundo. Localiza-se a leste e sudeste da Folha Piumhi.

As áreas de embasamento cratônico geralmente revelam modelados côncavos, apresentam relevos ondulados e com vales encaixados. Os processos de dissecação são predominantes, principalmente aqueles associados à erosão e entalhamento fluvial. Nesta Unidade Morfoestrutural foi mapeada apenas uma Unidade Morfoescultural, definida como Planalto Dissecado de Arcos – Córrego Fundo.



Figura 10 - Maciços calcários no Planalto Cárstico Leste do São Miguel, região de carste relativamente bem desenvolvido, com feições típicas, tais como: dolinas, uvalas, sumidouros e ressurgências.



Figura 11 - Relevo acidentado ao Sul do Planalto Cárstico Oeste do São Miguel. Esta Unidade apresenta maior presença de rochas pelíticas, com eventuais afloramentos calcários.



Figura 12 - Sumidouro na Depressão Cárstica do Ribeirão dos Patos, representando um vale cego.



Figura 13 - Canyon no Planalto Cárstico do São Francisco. A região também é dotada de outras feições típicas, como dolinas, uvalas e vales cegos.

a) Planalto Dissecado de Arcos – Córrego Fundo

O Planalto Dissecado de Arcos – Córrego Fundo (Figura 14) apresenta um relevo marcado no extremo leste por um médio entalhamento dos vales e alta densidade de drenagem que o caracterizam como forte ondulado; e no sudoeste, nos arredores da cidade de Córrego Fundo, há ocorrência de áreas com baixa densidade de drenagem, porém com forte entalhamento dos vales caracterizando um padrão dissecado com topos planos. Outros modelados caracterizados por topos planos são encontrados, por exemplo, onde se localiza a cidade de Arcos, além de modelados convexos com baixa a alta densidade de drenagem e fraco a médio aprofundamento dos vales a sudeste de Córrego Fundo.

Unidade Morfoestrutural Sistema de Empurrões

A Unidade Morfoestrutural Sistema de Empurrões corresponde à área de influência da Faixa Brasília, que impulsionou um conjunto de forças de empurrão formando tal estrutura. Equivale a diversos tipos de rochas com variados graus de metamorfismo, desde

quartzitos, gnaisses, metaconglomerados, entre outros.

Tal unidade corresponde ao conjunto dos Relevos Estruturais, por ser de origem tectônica, mas passam pelo processo de Dissecção, uma vez que estão expostos à ação dos processos exógenos. A unidade dos Relevos Estruturais ocorre na porção sudoeste da área de estudo e está representada pela Serra de Piumhi.

a) Serra de Piumhi

A Serra de Piumhi é caracterizada pelas altitudes maiores que 780 m, ultrapassando os 1.200 m em alguns trechos do topo (Figura 15). Corresponde a um modelado dissecado de topos aguçados (Da), com média a alta densidade de drenagem e médio a forte entalhamento dos vales. As declividades variam de 9 – 20 % nas cotas mais baixas, sendo que a partir dos 900 m predominam os declives de 20 – 45%, e acima de 1.080 m podem ocorrer intervalos > 45%. A Serra é alongada na direção N-S, apresenta vertentes íngremes, depósitos coluviais e diversos afloramentos rochosos, que revelam planos de fratura e alto grau de mergulho.



Figura 14 - Modelado com topos planos e longas vertentes, com baixa dissecção e eventuais afloramentos de calcários do Grupo Bambuí. Formas localizadas de dolinas são observadas nesta superfície planáltica.



Figura 15 - Ao fundo relevo serrano, destacando-se a mais de 300 metros sobre os planaltos adjacentes. Embasamento composto por metassedimentos e intrusivas.

Conclusão

Diante da elaboração do mapeamento geomorfológico da Folha Piumhi, foi possível chegar a algumas considerações a respeito de sua dinâmica geomorfológica, incluindo as possibilidades de evolução que o relevo da região sugere. O estudo geomorfológico ganha importância à medida que tenta solucionar a espacialização, hierarquização e explicação das formas e seus antecedentes geomórficos, uma vez que traz à tona as possibilidades de evolução e dinâmica do relevo, assunto que é de suma importância tanto para a academia científica, quanto para os setores de planejamento e gestão do território.

A geologia de grande parte da Folha Piumhi está principalmente condicionada à Formação Sete Lagoas, motivo pelo qual lhe é dado maior destaque no conjunto das formas mapeadas na área de estudo. A estratigrafia demonstra que toda a região esteve encoberta pelas camadas de calcários, sobrepostas aos calcipelitos, e atualmente, as condições altimétricas indicam a posição elevada dos calcários residuais, ou seja, da Província

Cárstica de Arcos – Pains – Doresópolis, que outrora ocupara todo o Planalto Fluvio-cárstico de Doresópolis - Iguatama, o Planalto Dissecado de Bambuí e o Planalto Tabular de Lagoa da Prata, este último em níveis topográficos mais baixos que os terrenos adjacentes da Província. Tal constatação se justifica também pela ocorrência de calcários em áreas de topos próximos à Bambuí, bem como, pelas feições fluvio-cársticas da Lagoa da Inhuma e a presença de afloramentos residuais e pontuais em diversos locais nos planaltos citados, inclusive com ocorrências de dolinas, feições típicas do carste.

As características dos maciços calcários, profundamente sulcados pelos lapíás, demonstram a atuação do clima e do tempo sobre os pacotes rochosos. Os processos de dissolução prosseguem corroendo os carbonatos e delineando cada feição cárstica, ajudados pelo clima em que se encontram e pelas feições lineares estruturais que indicam a ação tectônica na área, facilitando o trabalho da água sobre as rochas. A tendência está no arrasamento da superfície cárstica que poderá ser fluvio-cárstica e então, superfície de dissecação.

A grande preocupação que se observa a respeito da Folha Piumhi refere-se à Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, que é alvo de pesquisas científicas desde o século XIX, dada a sua importância no cenário cárstico/espeleológico mineiro e também nacional. Vários trabalhos norteiam os estudos sobre a área, sobretudo, aqueles de cunho geológico, espeleológico e biológico. Com relação à sua geomorfologia, têm-se trabalhos que descrevem a morfologia cárstica, mas que deixam a desejar no que se refere à espacialização de tais feições para que estejam representadas em mapas.

Acredita-se que o intuito deste trabalho ao propor o objetivo de elaboração do mapa geomorfológico de semi-detalle, a partir da identificação, classificação e descrição das formas do relevo foi alcançado, podendo servir como base para estudos futuros, tanto nos setores científicos quanto nos de gestão ambiental. Isto deve refletir sobre a interferência antrópica na área, que modifica os ambientes e a sua dinâmica, principalmente por se tratar de uma região com grande interesse mineralógico.

Em suma, diversos outros aspectos podem ser abordados dentro do contexto da Folha Piumhi. Os municípios pertencentes à região de influência das áreas cársticas, além do desenvolvimento econômico propiciado pela mineração dos recursos naturais encontrados, podem ser beneficiados pelas belezas naturais desencadeadas pela superfície cárstica, tais como paredões rochosos, dolinas e uvalas recobertas por lagoas, incluindo, também, grutas e cavernas. A natureza geomorfológica é riquíssima na região, possui uma potencialidade que pode ser aproveitada dentro dos princípios de conservação e preservação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado PPGEO-UFU no período de 2011-2013 e Edital 18/2012 CNPq processo 404648/2012-6 pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

BARROS, L. **Grutas e Cavernas da Província Cárstica do Alto São Francisco, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Plusinfo, 2009. ISBN 978-85-62766-00-8. Disponível em: <<http://www.grutasecavernas.fot.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

DEMEK, J. (Ed.). **Manual of detailed geomorphological**

mapping. Praga: International Geographical Union – IGU, Comm.Geomorph. Surv. Mapping, 1972. 368 p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 320 p. ISBN 978-85-86238-65-9.

HARDT, R. **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT**. 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed., Rio de Janeiro, RJ, 2009.182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5).

KOHLER, H. C. **Geomorfologia Cárstica na região de Lagoa Santa – MG**. 1989, 113f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTINS, T. I. S. **Mapeamento Geomorfológico da Folha Piumhi, MG**. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MARTINS-NETO, M. A.; PINTO, C. P. A Bacia do São Francisco: definição e base de dados. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), **Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais**. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001. p. 1-30. ISBN 85-88618-02-8.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.1, n.1, p.88-102, 2000.

PIZARRO, A.P. Compartimentação Geológica-Geomorfológica da Província Carbonática-Espeleológica Arcos-Pains-Doresópolis-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40; 1998, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: SBG-MG, 1998.

PONÇANO, W. L.; BISTRICHI, C. A.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, M. A.; PIRES NETO, A. C.; ALMEIDA, F. F. M. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Anais...** [S.l.]: SBG-Núcleo de São Paulo, 1979. v. 2, p. 253-262.

RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; SENRA, A. S.; VALERIANO, C. M.; TROUW, R. A. J. **Geologia da Folha Piumhi SF.23-V-B-II**. Minas Gerais: UFRJ/CPRM, 2008.50p; 01 mapa geológico (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB).

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8

ed. São Paulo: Contexto, 2007.85 p. ISBN 978-85-85134-82-2.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 17-30, 1992.

SAADI, A.; CARDOSO, G. G. C.; MORAIS, M. S. Neotectônica e carstificação na Província Cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis/MG. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40; 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG-MG, 1998.

TRAVASSOS, L. E. P. **Considerações sobre o carste da região**

de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2010, 102 p. ISBN 978-85-99361-17-7.

TRAVASSOS, L. E. P. Sugestões de melhoria na seção a simbologia cárstica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <thallitaisabela@yahoo.com.br> em 21 mar. 2013.

VALADÃO, R. C. Geodinâmica de Superfícies de Aplanamento, Desnudação Continental e Tectônica Ativa como Condicionantes da Megageomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.10, n.2, p.77-90, 2009.