

MORFODINÂMICA NO CARSTE DE CONTATO DA PLANÍCIE DO RIO DAS VELHAS E A SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MINAS GERAIS

MORPHODYNAMICS IN THE CONTACT KARST OF THE VELHAS RIVER PLAIN AND THE SOUTHERN ESPINHAÇO RIDGE, MINAS GERAIS

Leandro Cosme Oliveira Couto (1) & Luiz Eduardo Panisset Travassos (2)

(1) Mestrando em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, PUC Minas, Belo Horizonte MG.

(2) Dr. em Geografia e Dr. em Carstologia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da PUC Minas, Belo Horizonte MG.

Contatos: leandro.cosme@gmail.com; luizepanisset@gmail.com.

Resumo

Esta pesquisa realiza a aplicação de modelagem da paisagem no contato entre a planície do Rio das Velhas e a Serra do Espinhaço Meridional. Esta área surge como amostra representativa de ampla diversidade geocológica em razão de sua localização. O trabalho baseou-se nos conceitos de paisagem e de geossistemas e permitiu a aplicação da modelagem morfodinâmica. De oeste para leste, partindo do município de Corinto até Diamantina, tem-se a Planície do Rio das Velhas, o Carste de Monjolos, a Serra do Cabral e a Serra do Espinhaço Meridional, sendo este último compartimento composto por 3 geofácies (Face Oeste, Interflúvio e Face Leste). Estes geossistemas confirmam a diversidade geocológica existente no contato entre a planície do Rio das Velhas, onde o Carste de Monjolos é o geossistema mais frágil e susceptível a impactos, e a Serra do Espinhaço Meridional, cujos atributos físicos são resistentes.

Palavras-Chave: Morfodinâmica; Carste; Serra do Espinhaço Meridional.

Abstract

This research realize the application of a model in the landscape in the contact between the Rio das Velhas Plain and the western edge of the Southern Espinhaço Ridge. This area is a representative sample of wide geoecological diversity due to its location. The research was based on the concepts of landscape and geosystems and allowed the morfodinamic model's application. From west to east, from the municipality of Corinto to Diamantina, there is the Rio das Velhas Plain, the Karst of Monjolos, the Serra do Cabral and the Southern Espinhaço Ridge, the latter compartment is made of 3 geofacies (West Face, Interfluve and East Face). These geosystems confirm the geoecological diversity that exists in the contact between the Rio das Velhas Plain and the western edge of the Southern Espinhaço Ridge. The Karst of Monjolos is the most fragile geosystem and susceptible to impacts, while the Southern Espinhaço Ridge has the most resistant physical attributes.

Key-Words: *Morphodynamics; Karst; Southern Espinhaço Ridge.*

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo principal de identificar o aspecto morfodinâmico existente na região da paisagem circunscrita pelos limites das Cartas Topográficas SE-23-Z-A-II (Corinto, MG) e SE-23-Z-A-III (Diamantina, MG), localizada na borda oeste do Espinhaço Meridional e corresponde a uma amostra do contato geológico entre o Supergrupo Espinhaço e o Grupo Bambuí. A região tem demonstrado ser um campo fértil para novas pesquisas, abarcando considerável diversidade geológica, geomorfológica, pedológica e biogeográfica.

Por ser uma região que apresenta um contato entre um tipo de carste tradicional e um não-tradicional, realizou-se a análise da paisagem de acordo com Tricart (1977), bem como apoiou-se nos trabalhos de Travassos et al. (2008), Guimarães, Travassos; Linke (2011), Rodrigues (2011), Guimarães (2012), Rodrigues; Travassos (2013), Jansen (2013; 2015) e Couto; Travassos (2016).

2. METODOLOGIA

O objetivo proposto foi alcançado por meio de método predominantemente dedutivo, conforme sequência de etapas propostas por Christofolletti

(1999): 1) trabalho de campo para experiências perceptivas e imagem da estrutura do mundo; 2) modelagem *a priori* por meio da compilação de enfoques e modelagens de sistemas ambientais pertinentes, conforme Tricart (1977), Bertrand (2004) e Couto; Travassos (2016); 3) coleta de dados para consolidação de base de dados digital; 4) projeto experimental¹ viabilizado pela modelagem morfodinâmica baseada em Tricart (1977) e procedimento de álgebra de mapa executada no *software* ArcGis 10.2; 5) verificação e validação do projeto experimental por intermédio de comparação com as experiências perceptivas e imagem da estrutura do mundo; 6) explicação através das análises dos resultados.

Conforme Bertrand (2004), o geossistema surge não por imposição de categorias pré-estabelecidas e sim, pelas discontinuidades objetivas da paisagem, reconhecidas no potencial ecológico (condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climáticas e hidrológicas), exploração biológica (comunidades vivas de plantas e animais em dinâmica ecossistêmica) e ação antrópica (atividades socioeconômicas). No interior de um geossistema há relativa continuidade ecológica,

embora este não se apresente necessariamente com grande homogeneidade fisionômica, com destaque para a morfodinâmica. Couto; Travassos (2016) utilizam o enfoque geossistêmico através de amostragens realizadas por transectos na região de estudo, identificando 04 geossistemas, a saber: *Planície do Rio das Velhas, Carste de Monjolos, Serra do Cabral e Serra do Espinhaço Meridional*, sendo o último composto por 03 geofácies (*Face Oeste, Interflúvio e Face Leste*).

Através de 5 pontos de controle ao longo do trajeto de campo foram registradas as variações da distribuição litológica no contato geológico entre o Supergrupo Espinhaço e o Grupo Bambuí, das feições geomorfológicas entre os compartimentos de relevo denominados Depressão São Franciscana e Serra do Espinhaço e, por fim, da distribuição das coberturas pedológica e vegetal no contato fitogeográfico entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica. Três trechos da área de estudo foram selecionados para os trabalhos de campo, servindo como amostras de diferentes geossistemas identificados por Couto; Travassos (2016) com base em Bertrand (2004), conforme figura 1.

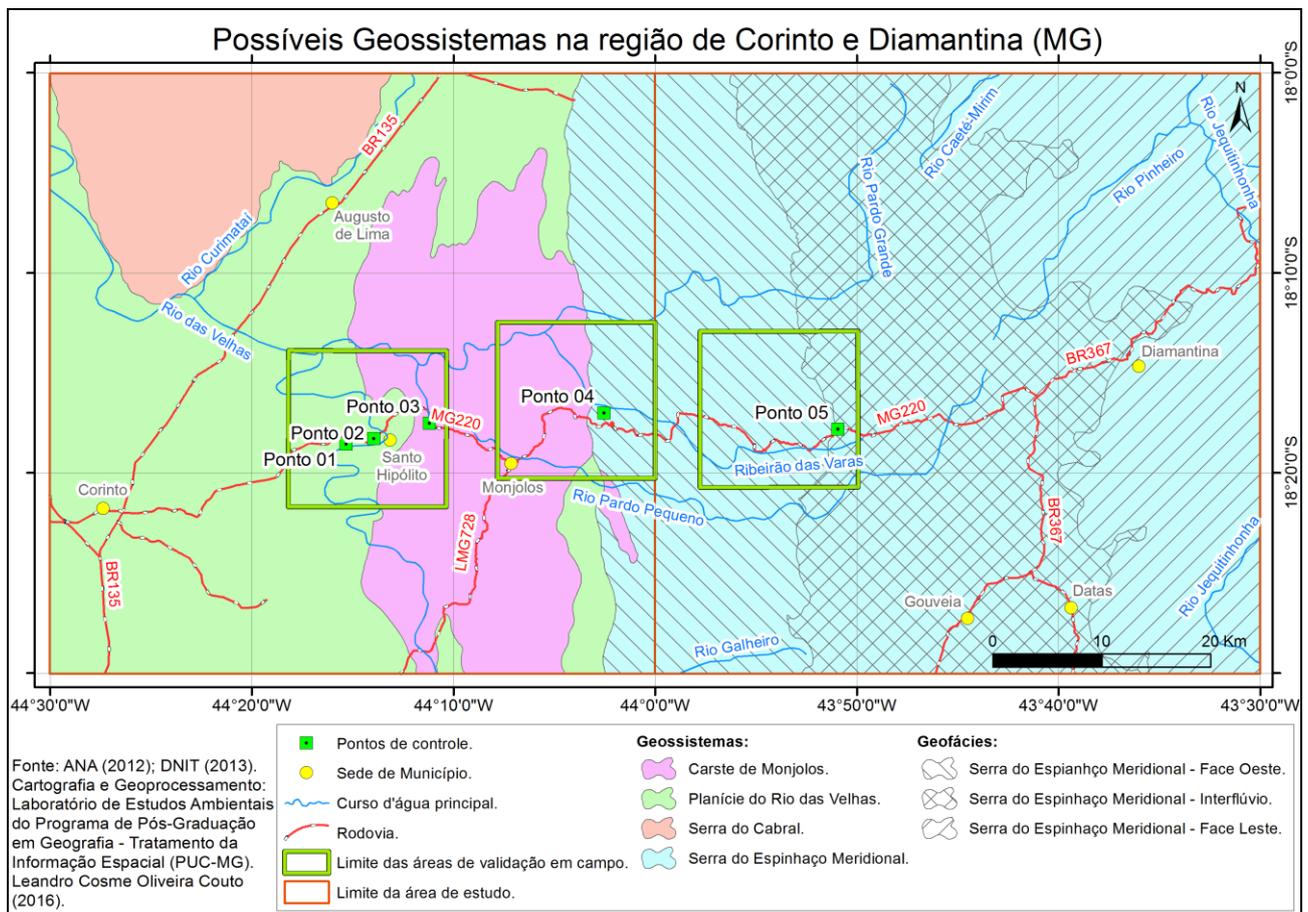


Figura 1: Mapa de Geossistemas na área de estudo (Couto; Travassos; 2016).

Os dados digitais vetoriais (*shapefile*) utilizados na modelagem morfodinâmica e na álgebra de mapas foram, em grande parte, produzidos e disponibilizados por entidades governamentais via Internet: 1) *dados planialtimétricos*: Departamento de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:100.000, Agência Nacional de Águas (ANA) e Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT), na escala 1:1.000.000; 2) *dados geológicos* (litologia/estrutura): Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG), ambos em escala 1:100.000; 3) *dados pedológicos* (tipologia de solos): Departamento de Solos (DPS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na escala 1:650.000.

3. CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ÁREA

A área ocupada pelo recorte espacial das Cartas Topográficas SE-23-Z-A-II (Corinto, MG) e SE-23-Z-A-III (Diamantina, MG) é atravessada longitudinalmente pela cumeada da Serra do Espinhaço Meridional. Este interflúvio separa a bacia do Rio das Velhas (sub-bacia do Rio São Francisco) e o Alto Jequitinhonha (porção montante da bacia do Rio Jequitinhonha, integrante das chamadas Bacias do Atlântico Leste).

Outros contatos que ocorrem na área são: a) *geológico* entre o Supergrupo Espinhaço e o Grupo Bambuí; b) entre uma região cárstica tradicional (litologia predominante de calcarenitos) e outra região cárstica não tradicional² (litologia predominante de quartzitos); c) *geomorfológico* entre a Depressão São Franciscana e a Serra do Espinhaço, implicando em elevado gradiente altimétrico; d) *fitogeográfico* entre os Biomas Cerrado e Mata Atlântica, implicando em uma cobertura vegetal anastomosada com fitofisionomias campestres, savânicas e florestais.

A figura 2 ilustra estes contatos: à direita na foto (leste), em primeiro plano, formação de relevo serrana com vegetação campestre sobre rochas do Supergrupo Espinhaço (carste não tradicional); no

centro, planície cárstica tradicional ocupada por atividades agropecuárias e mata de galeria; e à esquerda na foto (oeste) afloramentos de rochas do Grupo Bambuí (carste tradicional) compondo relevo com escarpas e maciços rochosos recobertos por vegetação de matas secas.

A região da área de estudo é uma porção do espaço mineiro de extrema representatividade no cenário internacional e nacional, com extensas áreas recobertas por rochas carbonáticas do Grupo Bambuí estudadas no século XIX pelo naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880), bordada pela porção ocidental da Serra do Espinhaço, ao mesmo tempo em que se situa no início da região dos sertões mineiros, retratada na literatura do escritor mineiro João Guimarães Rosa (1908-1967) (RODRIGUES, 2011; RODRIGUES; TRAVASSOS, 2013).

4. ENFOQUE MORFODINÂMICO

O enfoque morfodinâmico trata da atuação do componente morfogênico na dinâmica da superfície terrestre e foi introduzido formalmente no Brasil pelo francês Jean Tricart (1977) por meio do estudo da ecodinâmica das paisagens. Processos morfogênicos produzem a instabilidade da superfície terrestre, sendo necessário se estabelecer uma taxonomia dos tipos de ambientes fundamentada no grau de estabilidade-instabilidade morfodinâmica.

Nesse cenário, Tricart (1977) propõe metodologia baseada no estudo da dinâmica dos ecótopos (meio ambiente de um ecossistema), a qual denomina de *ecodinâmica*, e que distingue três grandes tipos de meios morfodinâmicos em função da intensidade dos processos naturais atuantes de morfogênese e pedogênese: 1) os *meios estáveis* (onde predomina a pedogênese) e 2) os *meios fortemente instáveis* (onde predomina a morfogênese), com comportamentos opostos. Além disso, propõe a existência de *meios intergrades*, com comportamento intermediário aos outros dois. Cada um dos três tipos de meios engloba diversos espaços da superfície terrestre que se assemelham quanto ao comportamento morfodinâmico (motivo pelo qual se utiliza o termo no plural).



Figura 2 - Visada NNW das coordenadas 18,28° S e 44,04° W.

Esta taxonomia permite a modelagem geocológica da paisagem em três domínios morfodinâmicos diferentes. Considerando-se especialmente a estrutura e o conteúdo do quadro síntese apresentado por Tricart (1977) utilizam-se como pressupostos:

- a) O desempenho da morfogênese, dentre outras variáveis, pode ser aferido pela inclinação do relevo, parametrizada através do agrupamento das 06 classes apresentadas pelo IBGE (2007) em 03: 0 a 08% (classes plano e suave ondulado), em relevos pouco entalhados com características geomorfológicas estáveis, 08,01 a 45% (classes ondulado e forte ondulado), em relevos com rejuvenescimento permanente devido à interferência recíproca entre pedogênese e morfogênese, e maior que 45% (classes montanhoso e escarpado), denotando relevos acidentados com dissecação vigorosa;
- b) O desempenho da pedogênese pode ser aferido pela variável maturidade do solo, parametrizada através do agrupamento dos 14 tipos de solos apresentadas pelo IBGE (2007) em 3 grupos, conforme adaptação da proposta de Crepani et al. (2001): recente (afloramento rochosos, gleissolos, neossolos, organossolos, plintossolos e vertissolos), rejuvenescido (argissolos, cambissolos, chernossolos, espodossolos, luvisolos, nitossolos e planossolos) e envelhecido (latossolos);
- c) A influência da litologia é aferida pela variável coesão das rochas, parametrizada através do agrupamento da *Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns* (CREPANI et al., 2001; JANSEN, 2013) em 3 grupos: reduzida (1 a 1,6), mediana (1,7 a 2,3) e elevada (2,4 a 3,0).

(...) “O grau de coesão das rochas é a informação básica da Geologia a ser integrada a partir da Ecodinâmica, uma vez que em rochas

pouco coesas podem prevalecer os processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese). (CREPANI et al., 2001, p.73)

Cada uma destas três variáveis é valorada entre 1, para o parâmetro mais estável, 2, para o intermediário, e 3, para o mais instável (Tabela 1).

A modelagem digital ocorre através do cálculo da soma entre os valores das três variáveis em cada pixel³, resultando nos valores 3, 6 e 9 respectivamente para os domínios morfodinâmicos, por excelência, estável, *intergrade* e fortemente instável.

$$MM = IR + MS + GCR$$

Onde:

MM = Meio morfodinâmico;

IR = Inclinação do relevo;

MS = Maturidade do solo;

GCR = Grau de coesão das rochas.

Correspondendo a este contínuo transicional (passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis), bem como às variações existentes dentro de um mesmo meio morfodinâmico, os eventuais resultados com valores 5 e 7 denotam áreas *intergrades* mais estáveis ou mais instáveis, ao passo que os resultados com valores 4 e 8 denotam áreas estáveis e instáveis, conforme variação A na figura 3. Já a variação B, outra interpretação da gradação dos valores modelados, reconhece os meios *intergrades* como limiar entre a estabilidade e a instabilidade, variantes em níveis de intensidade entre fraco e forte, conforme TABELA 2

Tabela 1 – Parâmetros e valores para modelagem morfodinâmica da paisagem com base em Tricart (1977).

VARIÁVEL	PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
Inclinação do relevo (%)	0 a 8	1	8 a 45	2	> 45	3
Maturidade do solo	Envelhecido	1	Rejuvenescido	2	Recente	3
Vulnerabilidade à denudação das rochas	Reduzida	1	Mediana	2	Elevada	3
Domínio morfodinâmico	Estável	3	<i>Intergrade</i>	6	Fortemente Instável	9

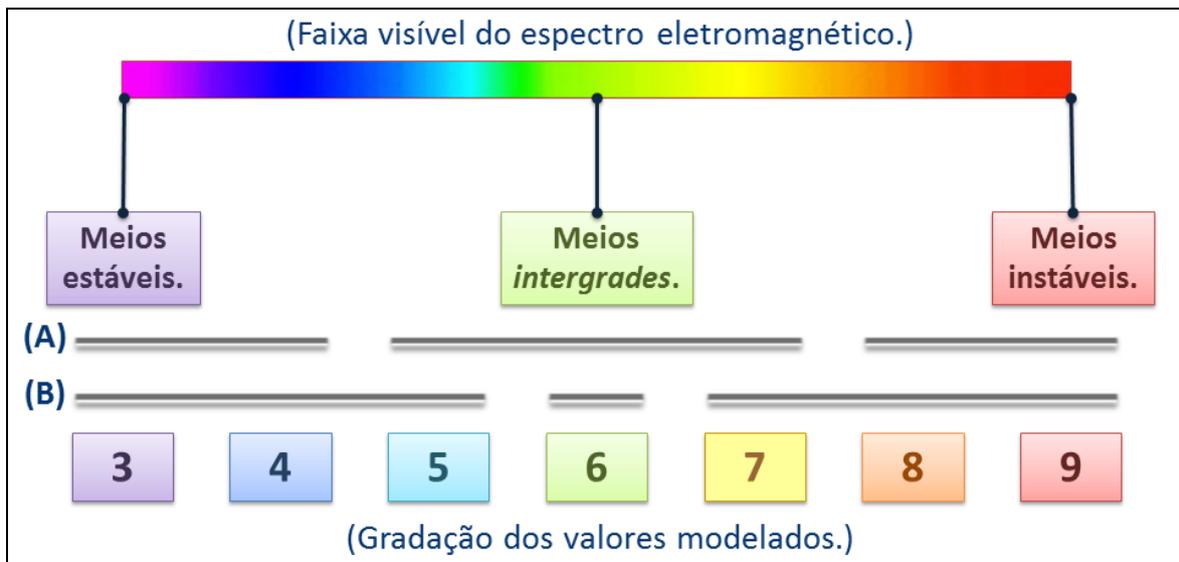


Figura 3: Graduação dos valores modelados no contínuo morfodinâmico.

Tabela 2 – Variações de intensidade no contínuo morfodinâmico.

VALORES MODELADOS	MEIOS MORFODINÂMICOS	VARIAÇÕES DE INTENSIDADE NO CONTÍNUO
3	Estáveis	Forte
4		Médio
5		Fraco
6	<i>Intergrade</i>	Fragilmente estável, no limiar da instabilidade
7	Instáveis	Fraco
8		Médio
9		Forte

5. MODELAGEM MORFODINÂMICA NA REGIÃO DE CORINTO E DIAMANTINA

A aferição dos meios morfodinâmicos na região de Corinto e Diamantina, através da variação B na graduação de valores do contínuo morfodinâmico, identificou a ocorrência de todas as sete classes possíveis. A Figura 4 apresenta um gráfico com a contagem percentual dos pixels, a qual indica maior ocorrência de meio *intergrade* na área de estudo, seguida respectivamente do nível fraco para estabilidade e para instabilidade. Também ocorrem estabilidade e instabilidade no nível médio e, em quantidade ínfima, no nível forte.

Assim como há diferenças de quantidades entre as classes morfodinâmicas, também há diferenças na localização, demonstrando uma distribuição espacial variada. A Figura 5 apresenta o mapa do modelo morfodinâmico sobreposto pelos limites dos possíveis geossistemas.

A delimitação dos geossistemas na área de estudo permite localizar alguns padrões na distribuição espacial (em zonas ou em mosaicos) dos meios morfodinâmicos (Tabela 3).

Sobre rochas sedimentares do Grupo Bambuí, a *Planície do Rio das Velhas* é estável, abarcando trechos em condições *intergrade* e estáveis nos níveis fraco e médio; o *Carste de Monjolos* é instável, abarcando trechos nos níveis fraco, médio e forte, além de trechos *intergrade*.

Sobre rochas metassedimentares do Supergrupo Espinhaço, a *Serra do Espinhaço Meridional* apresenta variações morfodinâmicas em suas geofácies: *Face Oeste* com morfodinâmica mais complexa, caracterizada por mosaico de trechos *intergrades* e estáveis e instáveis em nível fraco, ocorrências pontuais de trecho com instabilidade média e ocorrências de trechos mais expressivos com estabilidade média e forte; *Interflúvio* com morfodinâmica estável, predominando tanto o nível fraco, com ocorrências em nível médio, quanto do meio *intergrade*, encravado por ocorrências pontuais instáveis fracas; *Face Leste* no limiar da estabilidade morfodinâmica, com o predomínio do meio *intergrade* encravado por ocorrências pontuais dos meios estável e instável em nível fraco, com ocorrência no vale do Rio Jequitinhonha de trechos expressivos de estabilidade, a montante, e instabilidade, a jusante, em níveis médio e forte.

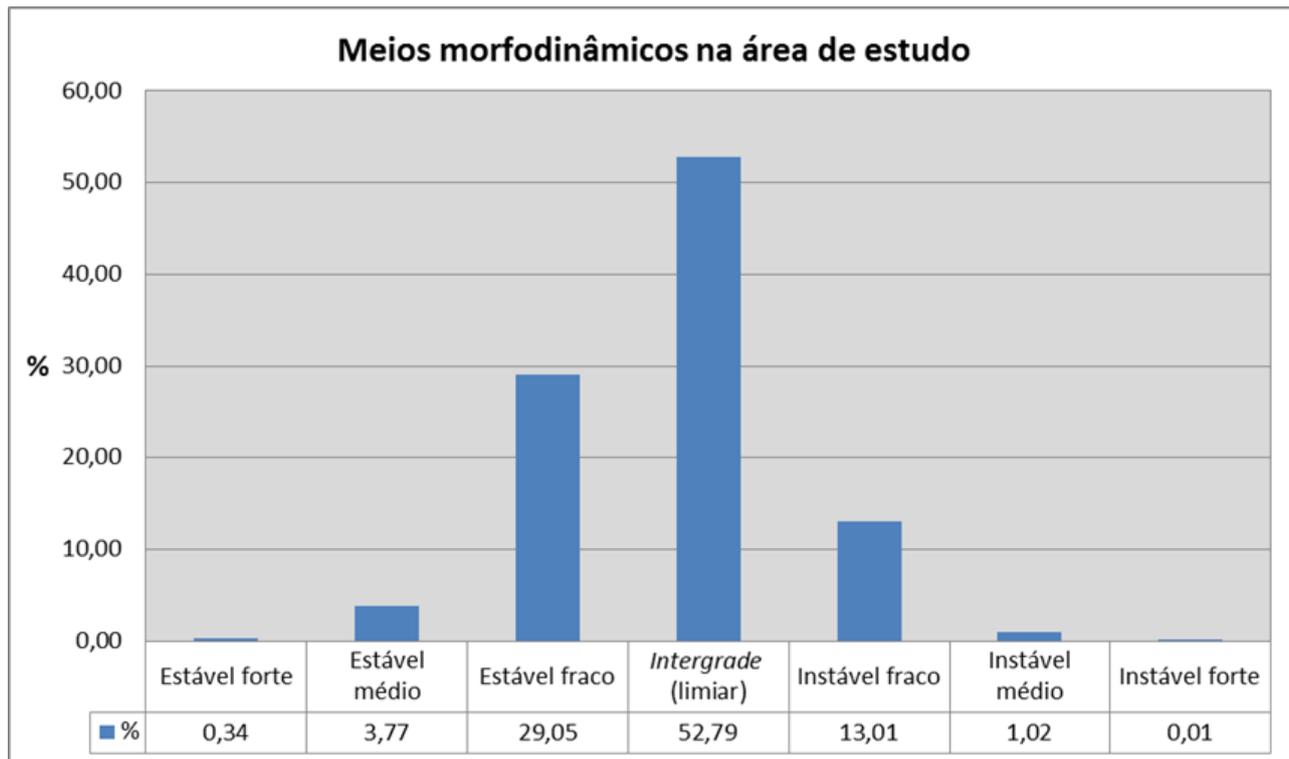


Figura 4: Distribuição percentual dos pixels em níveis morfodinâmicos.

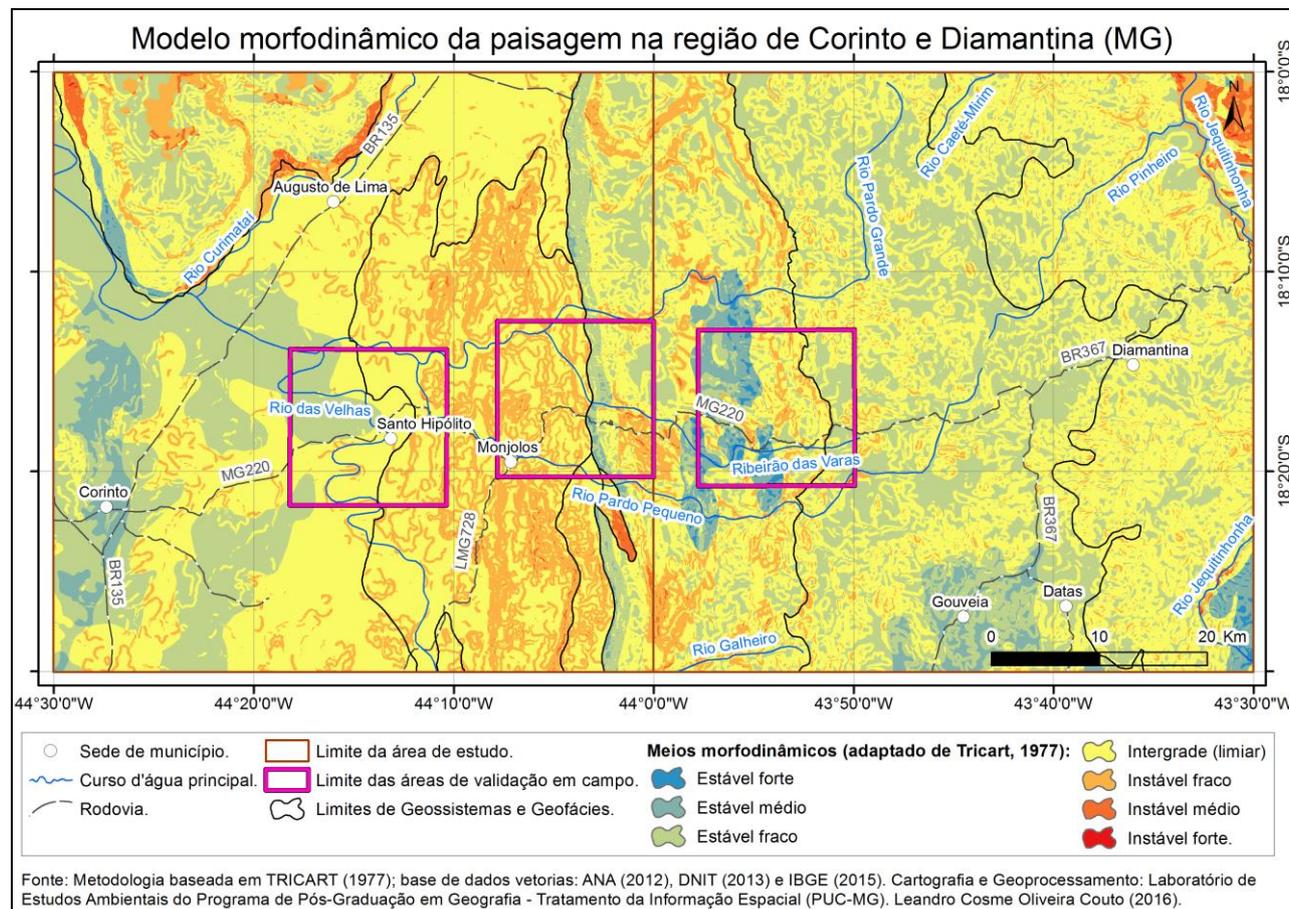


Figura 5: Mapa do modelo morfodinâmico na área de estudo.

Tabela 2 – Distribuição espacial e meios morfodinâmicos predominante nos geossistemas.

GEOSSISTEMA	GEOFÁCIES	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	MEIOS MORFODINÂMICOS PREDOMINANTE
Planície do Rio das Velhas	-	Zonal	<i>Intergrade</i> e estável médio
Carste de Monjolos	-	Mosaico	Instável fraco
Serra do Espinhaço Meridional.	Face Oeste.	Mosaico	Eclética, predomínio <i>intergrade</i> ; possível instável
	Interflúvio.	Mosaico	Estável fraco
	Face Leste.	Mosaico	<i>Intergrade</i>
Serra do Cabral	-	Mosaico	Eclética, predomínio <i>intergrade</i> ; possível instável

Todos os geossistemas identificados na área de estudo apresentam trechos em meios *intergrades*, onde há concorrência permanente e interferência recíproca entre pedogênese e morfogênese, com uma sobrepujando a outra em locais com circunstâncias específicas. Conforme sistematização de Tricart (1977), solos e formas de relevo neste meios são de idade relativamente intermediária, compondo paisagens que, quando sem cobertura vegetal, são facilmente susceptíveis à compactação do solo pelo pisoteio de gado. A conservação ambiental demanda a presença da cobertura vegetal para inibir escorregamentos e ravinamentos, tanto que a manutenção da cobertura vegetal de porte herbáceo é condição mínima adequada ao uso agropastoril, desde que simultâneo ao manejo hidráulico do escoamento para se evitar diferentes processos erosivos⁴.

6. MEIOS MORFODINÂMICOS NA REGIÃO DE CORINTO E DIAMANTINA

A congruência entre os resultados da modelagem morfodinâmica realizada e as constatações feitas em trabalho de campo permite distinção de análises por geossistema:

Ω *Planície do Rio das Velhas*: em consonância à análise de Tricart (1977), a estabilidade morfodinâmica da *Planície do Rio das Velhas* está associada à existência de solos e formas de relevo envelhecidas (antigos). Ao uso agropastoril é necessário o estudo específico do solo *in loco* para identificação de melhoramentos e adubações. A conservação ambiental satisfatória demanda manutenção da cobertura vegetal savânica em densidade de clímax.

Ω *Carste de Monjolos*: a instabilidade morfodinâmica do *Carste de Monjolos* está associada à considerável predominância da morfogênese sobre a pedogênese, com influência decisiva das condições litológicas de

calcarenitos. O relevo é acidentado, com formas dissecadas e vales entulhados, e os solos são recentes ou ao menos rejuvenescidos. Embora não discutido neste trabalho, o potencial espeleológico existente (COUTO; TRAVASSOS, 2015) demonstra que, além de instabilidade manifesta no exocarste, também o endocarste se apresenta instável. Trata-se de um meio com risco de degradação ambiental irreversível, o que torna os usos agropastoris questionáveis. No mínimo, a conservação ambiental demanda não apenas a manutenção da cobertura vegetal, mas também manejo do escoamento superficial. O *Carste de Monjolos* apresenta a morfodinâmica mais instável da área de estudo, ainda que em nível fraco.

Ω *Serra do Espinhaço Meridional – Face Oeste*: na modelagem da *Face Oeste* a influência da litologia nos meios morfodinâmicos instáveis é nítida, ocorrendo meios instáveis em níveis fraco e médio sobre Metarligilitos, Metassiltios e Filitos, bem como meios *intergrade* e estável fraco sobre Quartzitos. Todavia, trechos com declividade montanhosa ou escarpada foram modelados como instáveis no nível fraco, ou mesmo como estáveis fracos, ao invés de instáveis no nível forte. Isso ocorreu respectivamente em razão do tipo de litologia conjugada ao tipo de cobertura pedológica (latossolos). Ante o mosaico morfodinâmico, a elevada amplitude altimétrica em reduzida distância espacial sugere a condição de meio instável nos diferentes níveis (fraco, médio e forte) na *Face Oeste*, no qual os usos agropastoris são inibidos e a conversação ambiental necessária para proteção de terrenos e cursos d’água situados à jusante.

Ω *Serra do Espinhaço Meridional – Interflúvio*: o meio morfodinâmico predominante na geofácies *Interflúvio* é o estável fraco, que ocorre em razão das declividades plana e suave ondulada sobre afloramentos rochosos de Quartzitos ou

neossolos litólicos; a estabilidade em nível médio ocorre em trechos localizados quando associada a solos rejuvenescidos. Meios *intergrades* ocorrem pontualmente e resultam da declividade ondulada e forte ondulada sobre afloramentos rochosos de Quartzitos ou neossolos litólicos.

- Ω *Serra do Espinhaço Meridional – Face Leste*: em condição inversa ao *Interflúvio*, o meio morfodinâmico com ocorrência majoritária na geofácies *Face Leste* é o *intergrade*, que se dá em razão das declividades ondulada e forte ondulada sobre afloramentos rochosos de Quartzitos ou neossolos litólicos ou quartzarênicos. Neste geofácies litologia e cobertura pedológica se distribuem uniformemente, ocorrendo variações apenas na declividade, que condiciona a ocorrência de enclaves de meios estáveis fracos em caso de declividade plana ou suave ondulada, bem como ocorrências pontuais de meios instáveis fracos em declividade montanhosa ou escarpada. Todavia, já na margem direita do Rio Jequitinhonha variações na litologia, com metadiamicctitos, e na cobertura pedológica, com solos envelhecidos (latossolos), resultam respectivamente em ocorrências de meios instáveis e estáveis, ambos em níveis médio e forte.
- Ω A *Serra do Cabral*, enclave metassedimentar no Grupo Bambuí, possui complexidade morfodinâmica semelhante à geofácies *Face Oeste*, porém com contatos diretos mais abruptos entre trechos estáveis e instáveis em níveis fraco e médio. Os Rios Curimataí, a leste e sudeste, e Velhas, a sudoeste e oeste, entalham

seus cursos ladeando a faixa Metadiamicctitos que bordejia a *Serra do Cabral*. Nos trechos próximos ao Rio Curimataí, onde esta faixa é relativamente mais alargada, há instabilidade morfodinâmica em níveis fraco e médio. Avançando da borda para o cume da Serra, ocorrem meios *intergrade* com enclaves instáveis, em maior extensão na face drenada pelo Rio Curimataí, sugerindo o paulatino avanço erosivo de leste para oeste.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A álgebra de mapas com as 3 variáveis (inclinação do relevo, maturidade do solo e grau de coesão das rochas) mostrou resultados modelados mais homogêneos para os geossistemas *Planície do Rio das Velhas* e *Carste de Monjolos*, aliados aos geofácies *Interflúvio* e *Face Leste* do geossistema *Serra do Espinhaço Meridional*, do que para as geofácies *Serra do Espinhaço Meridional – Face Oeste* e geossistema *Serra do Cabral*.

Tomando-se o conjunto integrado das geofácies do geossistema *Serra do Espinhaço Meridional*, o *Interflúvio* se apresenta com morfodinâmica estável fraca, não obstante a localização em cotas altimétricas elevadas, e está sujeito aos avanços remontantes da morfodinâmica das *Faces Oeste e Leste*. Todavia, há diferenças nas morfodinâmicas da *Face Oeste*, mais complexa da área de estudo e aparentemente mais agressiva ao *Interflúvio*, e da *Face Leste*, *intergrade* e menos agressiva ao *Interflúvio*.

REFERÊNCIAS

- ANA-Agência Nacional de Águas. **Shapefile da rede hidrográfica nacional**. 2012. Escala original: 1:1.000.000. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: jan. de 2016.
- ANDREYCHOUK, V. et al. **Karst in the Earth's Crust: its distribution and principal types**. Poland: University of Silesia/Ukrainian Academy of Sciences/Tavrishesky National University-Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, 2009.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução: Olga Cruz. **RA' E GA**. Editora UFPR. Curitiba, n. 8, p. 141-152. 2004.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CODEMIG-Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. **Shapefile da litologia da Carta Topográfica de Diamantina (MG)**. Escala original: 1.100.000. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/#downloads-tab>. Acesso em: jan. de 2016.

- COUTO, L.C.O.; TRAVASSOS, L.E.P. De Corinto a Diamantina: morfodinâmica no contato entre a Planície do Rio das Velhas e a Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v.26, número especial 1, p. 61-76, 2016.
- CPRM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil. **Shapefile da litologia da Carta Topográfica de Corinto (MG)**. Escala original: 1.100.000. Disponível em: http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p_webmap=N&p_usua_rio=1. Acesso em: jan. de 2016.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- DNIT-Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Shapefile das rodovias nacionais**. 2013. Escala original: 1:1.000.000. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>. Acesso em: out. de 2015.
- DPS/UFV-Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. **Shapefile da distribuição dos solos em Minas Gerais**. 2006. Escala original: 1:650.000. Disponível em: http://www.dps.ufv.br/?page_id=742. Acesso em: jan. de 2016.
- DSG-Departamento de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. **Carta Topográfica Corinto, SE-23-Z-A-II (MI 2422)**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. Escala 1:100.000.
- ESRI-Environmental Systems Research Institute. **ArcGis 10.2**. Software comercial. Disponível no Laboratório de Estudos Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial (PUC-MG). Acesso em: 2015 e 2016.
- GUIMARAES, R.L. **Mapeamento geomorfológico do carste da região de Monjolos, Minas Gerais**. 2012. 157f.. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- GUIMARAES, R.L., TRAVASSOS, L.E.P.; LINKE, V. A Geografia Cultural do carste tradicional carbonático de Monjolos, MG: uma primeira aproximação. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31, Ponta Grossa (PR). **Anais...** Ponta Grossa: SBE/UEPG, 2011. p. 327-336. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_327-336.pdf.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica Diamantina, SE-23-Z-A-III. (MI 2423)**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. Escala 1:100.000.
- JANSEN, D.C. **Análise ambiental da área de proteção ambiental do Morro da Pedreira e do Parque Nacional da Serra do Cipó para a proteção do patrimônio espeleológico**. 2013. 150f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- JANSEN, D.C. **Análise ambiental para a proteção do patrimônio espeleológico: Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira e do Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2015.
- RODRIGUES, B.D. **Identificação e mapeamento das matas secas associadas ao carste carbonático de Santo Hipólito e Monjolos, Minas Gerais**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- RODRIGUES, B.D.; TRAVASSOS, L.E.P. Identificação e mapeamento das matas secas associadas ao carste carbonático de Santo Hipólito e Monjolos. **Mercator**, Fortaleza, v.12, n.29, p. 233-256, set./dez. 2013.

TRAVASSOS, L.E.P.; GUIMARÃES, R.L.; VARELA, I.D. Áreas cársticas, cavernas e a Estrada Real. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v.1, n.2, p. 107-120, 2008. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/ptpc/ptpc_v1_n2_107-120.pdf.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

Fluxo editorial:

Recebido em: 21.01.2017

Aprovado em: 17.03.2017



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

-
- ¹ Definição das variáveis dos aspectos ambientais, classificação por meio da distinção qualitativa das tipologias de cada variável e, por fim, mensuração das variáveis através de parametrizações das respectivas tipologias.
 - ² Terminologia utilizada por Andreychouk et al. (2009), Guimarães, Travassos e Linke (2011) e por Jansen (2013; 2015)
 - ³ Executada no *software* ArcGis 10.2 através da ferramenta: *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator*.
 - ⁴ Devido ao fato do artigo focar, especialmente, nos aspectos relativos ao carste e por causa da limitação de páginas pelas normas do periódico, os autores optaram por não apresentar e discutir as informações de um mapa de solos e de uso da terra.