



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE GEOTECNOLOGIAS E GEOMORFOMETRIA NO MAPEAMENTO DO RELEVO

Thallita Isabela Silva Martins Nazar^(a),

(a) Dra. em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, thallitamartins09@gmail.com

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O presente trabalho objetiva apresentar uma reflexão acerca da utilização das geotecnologias e da geomorfometria no mapeamento geomorfológico. O intuito é elencar os benefícios destas ferramentas para o avanço da pesquisa geomorfológica e ao mesmo tempo, chamar a atenção para a questão da busca pela automatização da análise do relevo, que pode esbarrar nas questões metodológicas próprias da Geomorfologia. Destaca-se que a representação do relevo deve estar apoiada em duas abordagens principais, a qualitativa, sendo a descrição e levantamentos de campo associados ao reconhecimento de que o relevo é dinâmico e sistêmico; e a quantitativa, com base na representação matemática do relevo por meio da geomorfometria.

Palavras chave: Cartografia geomorfológica. Sistemas de mapeamento geomorfológico. Parâmetros da Superfície Terrestre. Modelos Digitais de Elevação/Terreno.

1. Introdução

Para Evans (2012), quando se trabalha atualmente com mapeamento do relevo, a tendência é não apenas a descrição e espacialização das formas com base em informações interpretativas e empíricas, mas além destas, procura-se extrair informações quantitativas da superfície terrestre, hoje possível com a utilização de modelos digitais do terreno (MDT) ou modelos digitais de elevação (MDE). O advento das geotecnologias é, para Griffiths, Smith e Paron (2011), um dos motores do ressurgimento do mapeamento geomorfológico a partir da disponibilidade de novas fontes de dados, com a realização de novas técnicas e agilidade no mapeamento, cuja organização passou a acontecer no âmbito de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Neste sentido, muitos autores têm defendido a necessidade de substituição das técnicas tradicionais de mapeamento geomorfológico frente aos avanços das geotecnologias atuais (PIKE; EVANS; HENGL, 2009; HENGL; EVANS 2009; MACMILLAN; SHARY, 2009; HENGL; MACMILLAN, 2009; EVANS, 2012; GRIFFITHS; SMITH; PARON, 2011). Entretanto, entende-se que é necessário tomar o devido cuidado, para que a “super” automatização do mapeamento geomorfológico não desonere atividades, que ao longo da história do estudo do relevo, se mostraram indispensáveis. Portanto, como coloca Hugget (2007), o estudo das formas do relevo passa por duas abordagens principais que incluem a descrição (inventário de campo e mapeamento morfológico) e a representação matemática (geomorfometria).

A geomorfometria tem crescido e avançado nos últimos anos, sendo abordada como uma componente considerável na análise do terreno e na modelagem de superfície, sendo base para a cartografia geomorfológica moderna (HUGGET, 2007). De acordo com MacMillan e Shary (2009), a Geomorfometria parte do significado original da geometria, como uma ciência dedicada à análise quantitativa diretamente relacionada à superfície terrestre.

Neste contexto, o presente trabalho parte da reflexão a respeito da representação do relevo com a utilização das Geotecnologias e da Geomorfometria. A priori, pode parecer repetitivo discutir tal assunto, já que a difusão das novas tecnologias está bastante avançada e agregada às análises geomorfológicas atuais. O intuito é destacar a relevância das ferramentas modernas para o avanço das pesquisas geomorfológicas, em especial, para a cartografia do relevo, porém, destacar que este elemento carece de olhares atentos e cuidadosos, para o reconhecimento de sua complexidade, bem como levar em consideração que existe uma história do mapeamento geomorfológico, fundada em especificações gerais conduzidas pela União Geográfica Internacional (International Geographical Union – IGU).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2. Bases para o mapeamento geomorfológico

Gustavsson (2005) e Ross (2007) afirmam que, embora as metodologias e representações de dados espaciais possuam um passado longínquo, a representação dos aspectos geomorfológicos em mapas não atingiu uma padronização, apesar de diferentes tentativas ocorridas em países europeus e até mesmo no Brasil. Aliado a isso, a grande quantidade de novos dados, informações e ferramentas tecnológicas contribuem para a ascensão de inúmeras propostas de técnicas de mapeamento em diferentes campos.

Entretanto, de acordo com Pavlopoulos, Evelpidou e Vassilopoulos (2009), mesmo com todos esses avanços tecnológicos à disposição, o mapeamento do relevo ainda se inicia com a identificação das unidades fundamentais que compõem a paisagem. O estabelecimento da natureza e do caráter de tais unidades é indispensável para o sucesso de qualquer pesquisa geomorfológica.

O cerne da cartografia geomorfológica necessita estar amparado em um sistema cujo reconhecimento seja pautado nos aspectos essenciais do estudo da geomorfologia, seguindo critérios básicos de representação do relevo. Gustavsson (2005) aponta o papel da União Geográfica Internacional (International Geographical Union - IGU), que criou em 1956, no Rio de Janeiro, a Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico com esta finalidade: a de definir parâmetros para um método de mapeamento geomorfológico, com o desenvolvimento e adoção de um sistema uniforme de cartografia do relevo.

Conforme Rodrigues (1988), Gustavsson (2005) e Ross (2007), a IGU recomenda que a cartografia geomorfológica deve seguir a representação de quatro níveis de abordagem. Os aspectos a serem apresentados passam pelas informações sobre as formas, a gênese, a idade e as propensões atuais de evolução do relevo e, portanto, decorrem da análise da morfologia, com a morfometria (altimetria, dimensões, desníveis, extensões) e a morfografia (formas do perfil, convexidades, concavidades, retilineidades, rupturas, topos, fundos de vale); da morfogênese (degradação ou agradação, e até mesmo neotectônica), da morfocronologia (idade relativa das



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

formas ou datação absoluta) e, por fim, da morfodinâmica (comportamento atual dos processos).

Em síntese, de acordo com Pavlopoulos, Evelpidou e Vassilopoulos (2009), a Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico apresentou no ano de 1962 algumas diretrizes para a preparação do mapa geomorfológico, a saber:

- O trabalho de campo como uma necessidade básica, a utilização de fotografias aéreas como uma ferramenta recomendada.
- Nos mapeamentos nas escalas entre 1:10.000 e 1:100.000, o relevo e suas peculiaridades podem ser representados.
- Mapeamento de todos os aspectos do relevo, tais como a morfografia, morfometria, morfogênese e morfocronologia; abordando o passado, o presente e o desenvolvimento futuro do relevo.
- A utilização de cores e símbolos conjuntamente para a representação do relevo.
- O estabelecimento de uma ordem cronológica para o desenvolvimento das formas.
- A inclusão de dados litológicos.
- O arranjo da legenda de modo a representar uma ordem genético-cronológica.
- Reconhecimento de que os mapas geomorfológicos de detalhe constituem ferramentas importantes e indispensáveis para o desenvolvimento da ciência geomorfológica.

Gustavsson (2005) afirma que após a publicação das diretrizes gerais da IGU, surgiram diversos sistemas de mapeamento geomorfológico, que se tornaram mais comparáveis, uma vez que o conteúdo é aproximadamente o mesmo, mas que possuem grandes diferenças na forma como a informação é apresentada. Dentre os sistemas mais conhecidos, pode-se citar: Sistema ITC – *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (1968) – Verstappen; Van Zuidam (1968); Sistema Francês – Tricart (1965); Sistema IGU – *International Geographical*



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Union – Unified Key (1958) - Demek (1972). Quando se trata de Brasil, existem várias contribuições para a cartografia geomorfológica. Pode-se destacar, entre os trabalhos brasileiros, o Projeto RADAMBRASIL (1983); os pressupostos de Jurandyr Ross (1992, 2007) e o mapeamento do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (PONÇANO, 1979).

Todos os sistemas citados foram elaborados em uma época em que não se imaginava as perspectivas de evolução computacional, mas os mesmos podem ser trabalhados em ambiente digital, com aproveitamento significativo das geotecnologias. Assim, é importante destacar que a difusão tecnológica atual pode acelerar a confecção de mapas geomorfológicos, entretanto, se não forem tomadas posições metodológicas pautadas em um sistema de classificação do relevo, ou serem desprezadas as variáveis indispensáveis para sua análise, a representação geomorfológica pode ficar comprometida.

3. Representação geomorfológica face às geotecnologias

O incremento de novas fontes de dados espaciais digitais ampliou o acesso (digital) à vastas regiões da superfície da Terra (e, de fato, outros planetas) para estudos que, de outro modo, teriam sido onerosos ou impossíveis de alcançar (GRIFFITHS; SMITH; PARON, 2011). Um dos grandes destaques para a Geomorfologia está nos Modelos Digitais de Terreno (MDT) ou Modelos Digitais de Elevação (MDE), que representam a superfície terrestre em três dimensões e permitem a visualização, análise e interpretação do terreno em laboratórios, facilitando as pesquisas nesse sentido.

De acordo com Smith (2011), vários conjuntos de dados são disponibilizados gratuitamente ao redor do mundo, sendo que, no Brasil, é possível encontrar imagens de satélites e dados resultantes de interferometria por Radar (*Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*) de um arco segundo (30 metros de resolução), sendo essa a base digital em 3D de melhor resolução distribuída gratuitamente para o país.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Segundo o mesmo autor, a disponibilidade de dados digitais de sensoriamento remoto permite duas abordagens para o mapeamento geomorfológico. Em primeiro lugar, tem-se o mapeamento manual, que se baseia nos conhecimentos e na experiência do intérprete para identificar e delinear as formas de interesse, semelhante ao que foi usado para interpretar fotografias aéreas analógicas manuais. Esse é um processo subjetivo, que utiliza técnicas visuais complexas para desenvolver relações entre as características na imagem exibida e as formas de relevo. As técnicas de interpretação incluem a avaliação da forma, tamanho, tom, textura, sombra, padrão, localização e associação. A segunda abordagem utiliza técnicas automatizadas ou semi-automatizadas para identificar características de interesse, as quais incluem uma gama de ferramentas, técnicas consistentes e parte do conhecimento específico do pesquisador.

A respeito das técnicas automatizadas e semi-automatizadas, Seijmonsbergen, Hengl e Anders (2011) apresentam a aplicação de um MDE para a extração de feições geomorfológicas, com destaque para um método que utiliza simultaneamente múltiplos Parâmetros da Superfície Terrestre (PSTs) para categorizar áreas dentro de uma paisagem em classes com propriedades distintas que referem-se a um determinado tipo de feição. A base dos PSTs são os MDEs, que podem ser derivados de muitas fontes e possuem a capacidade de criar informações geomorfológicas. Estes parâmetros, dentro da abordagem da geomorfometria, apresenta grande importância no cenário de mapeamento e representação geomorfológica atual.

Nos últimos anos, a abordagem geomorfométrica é a que se destaca na maioria dos trabalhos em geomorfologia. Evans (2012) relaciona o mapeamento geomorfológico à geomorfometria no sentido de que ambos possuem uma dependência comum na definição e delimitação de padrões de formas de relevo e formas elementares de relevo. Este contexto engloba o que o autor considera como geomorfometria geral e geomorfometria específica.

A geomorfometria geral engloba o estudo da *land surface form* (forma da superfície terrestre), que é contínua e cobre todo o globo, além de outros planetas, luas e asteroides. Trata-se de um campo contínuo, que pode ser estudado através dos padrões e associados às escalas



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de semi-detulhe ou pequenas. Já a geomorfometria específica aborda as *landforms* (formas de relevo), que são segmentos limitados de uma superfície terrestre e podem ser descontínuos ou individualizados, ou seja, não precisam cobrir toda a superfície (por exemplo, um morro, uma colina, uma montanha, etc.). Nesse caso, a análise engloba características geométricas e topológicas dessas formas de relevo em uma escala bastante detalhada (EVANS, 2012).

A Geomorfometria se encarrega de observar os PSTs, uma vez que consiste em uma ciência dedicada à análise quantitativa da superfície terrestre ou, em outras palavras, trata-se da ciência da quantificação topográfica, cujo foco operacional está na extração de PSTs e objetos a partir de um MDE, sendo este a entrada primária da análise geomorfométrica. São agrupados de acordo com diferentes critérios em três principais conjuntos, a saber (PIKE; EVANS; HENGL, 2009):

- i. Objetos e parâmetros morfométricos básicos: descrevem a morfologia local da superfície terrestre (por exemplo, gradiente de inclinação, aspecto e curvatura).
- ii. Objetos e parâmetros hidrológicos ou de acumulação de fluxo: refletem o movimento potencial do material sobre a superfície terrestre (por exemplo, índices de erosão ou movimento de massa).
- iii. Objetos e parâmetros específicos ao clima e meteorologia: esse conjunto é muitas vezes calculado ajustando os dados climáticos ou meteorológicos à influência do relevo.

4. A automatização ou semi-automatização do mapeamento do relevo

De acordo com Macmillan e Shary (2009), todos os métodos de predição automática de classes de entidades espaciais geomórficas baseiam-se na identificação e desenvolvimento de regras para estabelecer relações de predição entre as variáveis de entrada e classes de saída desejadas. Uma etapa chave em qualquer abordagem para a classificação automatizada é, portanto, identificar e criar, ou obter, uma coleção de variáveis de entrada em formato digital.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As regras para classificar padrões de terreno só podem ser criadas depois de terem sido especificados o tamanho, a escala e a natureza dos objetos de interesse do relevo, e após terem sido identificadas e calculadas as derivadas da superfície ou as variáveis de entrada necessárias para efetuar uma classificação.

Portanto, entende-se que até mesmo para automatizar a classificação do relevo, é necessário a realização de análises prévias para lançar os parâmetros que serão base para a classificação, que se torna semi-automatizada, por depender da capacidade analítica do pesquisador. Esta tarefa não pode ser negligenciada, e como coloca Hugget (2007) os trabalhos de campo são a única maneira de apreciar plenamente as formas de relevo, e que, apesar das técnicas de observação parecerem antiquadas atualmente, muito pode ser apreendido a partir das descrições de campo, esboços, leituras de mapas e elaboração de mapeamentos.

Têm sido realizados esforços para desenvolver regras de classificação do relevo, entre as quais pode-se citar as abordagens não supervisionadas, supervisionadas e baseadas no conhecimento (heurísticas), que têm sido aplicadas para extrair e classificar automaticamente entidades de terrenos definidas subjetivamente. Assim, basicamente, na visão de Macmillan e Shary (2009), a extração dos tipos de formas e elementos de terreno a partir de MDEs consiste em: a) preparação da legenda, b) preparação dos PSTs (entradas); c) criação das regras; d) extração das formas e padrões; e) avaliação da precisão do mapeamento.

De acordo com Evans (2012), os algoritmos são necessários por produzirem resultados mais consistentes e precisos na aproximação das formas de relevo, auxiliando na necessidade de um reconhecimento automatizado, ainda que em um processo que intercale procedimentos semi-automatizados, de delimitação de padrões de relevo e formas elementares a partir de MDEs/MDTs. As propriedades locais como altitude, declive e curvatura são fundamentais, mas também é relevante levar em consideração que muitas formas de relevo estão relacionadas com a rede de fluxo, pois a posição e o contexto são importantes para a sua classificação ou reconhecimento enquanto elementos de terreno ou tipos de padrões. O autor levanta, além disso,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

a crítica de que raramente foi quantificada a relação entre as formas de relevo e o contexto em que se inserem, a partir da concepção teórica de sistema, sugerindo que os resultados do mapeamento geomorfológico aliados à análise geomorfométrica, devem ser inter-relacionados quantitativamente.

Entende-se, que o contexto sistêmico a que Evans se refere, e que é relativamente abordado nas diretrizes do IGU, quando este determina a análise de diferentes aspectos do relevo (morfometria, morfogênese e morfocronologia) e a inclusão da geologia para sua classificação, é de fato, essencial para a cartografia geomorfológica. Assim, se faz necessário compreender que as metodologias de mapeamento digital do relevo devem ser adaptadas à cada área de estudo onde serão aplicadas. Esta é uma problemática que se esbarra nas inúmeras tentativas de padronização da cartografia geomorfológica, pois o relevo é dinâmico, enquanto um conjunto de elementos resultantes da interação entre a litosfera e atmosfera, e que ocorre de diferentes maneiras ao longo da superfície terrestre.

Esta tendência pode ser observada em vários trabalhos no Brasil, em autores como Carneiro e Souza (2003); Santos et al. (2006); Silva e Rodrigues (2009; 2010); Augustin, Fonseca e Rocha (2011); Martins e Rodrigues (2016), Nazar e Rodrigues (2019), que apresentam resultados de mapeamentos geomorfológicos com base nos métodos digitais e semi-automatizados, a partir da utilização de dados altimétricos derivados de MDE ou MDT, bem como do uso de plataformas de SIGs. Verifica-se que em cada trabalho, o fator área de estudo é único.

Portanto, as ferramentas geotecnológicas são comuns a tais pesquisas, que se esbarra nas peculiaridades de cada área. E isto deve realçar o que Otto e Smith (2013) afirmam, quando dizem que as observações de campo são a maneira mais direta de apreciar o caráter de uma paisagem permitindo uma base para a avaliação do terreno e análise geomorfológica, e apesar do mapeamento de campo ser subjetivo por natureza e afetado pelas habilidades do pesquisador, ele permite que se familiarize com a paisagem.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ainda de acordo com tais autores, este é um aspecto crucial na investigação exploratória do relevo, por meio da observação direta das morfologias de superfície e também subsuperficiais, pois permitem o desenvolvimento de um “modelo mental” que será incorporado à posterior interpretação e análise. A importância dos trabalhos de campo é indicada por diversos outros autores, tais como Ross (1992); Rodrigues (1998); Gustavsson (2005); Augustin, Fonseca e Rocha (2011), Evans (2012) e Martins e Rodrigues (2016), sendo uma etapa essencial da pesquisa geomorfológica.

5. Considerações Finais

Tendo em vista o apresentado, afirma-se que até os dias atuais é impossível gerar um mapa do relevo totalmente automatizado, e mais ainda, é impraticável a elaboração da cartografia geomorfológica sem a realização de trabalhos de campo e sem o emprego de outras técnicas de avaliação do relevo. Portanto, a aplicação de técnicas semi-automatizadas deve ser vista como um avanço para a qualidade e rapidez do mapeamento, mas a automatização completa da representação geomorfológica deve ser tomada com cuidado, mesmo em áreas muito grandes e de difícil acesso.

Cabe ressaltar, que é inegável a relevância das geotecnologias e da geomorfometria para avanço das pesquisas em Geomorfologia, tão importantes quanto manter a essência da ciência geomorfológica, cujo pesquisador deve ser dotado de uma visão ampla e crítica, capaz de buscar o reconhecimento geral de campo e relatar observações *in situ*, dentro das suas possibilidades, além de contar com dados digitais e processamento digital das informações.

6. Referências Bibliográficas

AUGUSTIN, C.H.R.R.; FONSECA, B.M.; ROCHA, L.C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, v. 19, n. 2, p. 50-69, 2011.

CARNEIRO, C.D.R.; SOUZA, J. J. Mapeamento geomorfológico em escala de semidetalhe da região de Jundiá-Atibaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 17-30, 2003. <https://doi.org/10.20502/rbg.v4i2.21>



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EVANS, I.S. Geomorphometry and landform mapping: What is a landform? **Geomorphology**, 137, p. 94–106, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.09.029>

GRIFFITHS, J. S.; SMITH, M. J.; PARON, P. Introduction to applied geomorphological Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P. GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. Elsevier, 2011. p. 3-12. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00001-X>

GUSTAVSSON, M. **Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. 61f. 2005. Licentiate Thesis. Sweden, 2005.

HENGL, T.; EVANS, I. S. Mathematical and digital models of the land surface. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (Org.). **Geomorphometry: concepts, software, applications**. Developments in Soil Science, vol. 33. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 31-63. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00002-0)

HENGL, T.; MACMILLAN, R. A. Geomorphometry – a key to landscape mapping and modelling. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (Org.). **Geomorphometry: concepts, software, applications**. Developments in Soil Science, vol. 33. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 433-460. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00019-6)

HUGGET, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. 2 ed. Taylor & Francis e-Library, 2007.

MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Landforms and Landform Elements in Geomorphometry. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. **Geomorphometry: concepts, software, applications**. Developments in Soil Science, vol. 33, Hungary: ELSEVIER, 2009, p. 227-254. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00009-3)

MARTINS, T. I. S.; RODRIGUES, S. C. Compartimentação Geomorfológica da Folha Piumhi, Região do Alto São Francisco, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.1, p.145-162, Jan-Mar 2016.

NAZAR, T.I.S.M.; RODRIGUES, S.C. Relevo do Chapadão do Diamante, Serra da Canastra/MG, Brasil: compartimentação e análise a partir dos aspectos geomorfométricos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, p. 69-88, 2019. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1300>

OTTO, J. C.; SMITH, M. J. Geomorphological mapping. **Geomorphological Techniques**, Chap. 2, Sec. 6, p. 1-10, 2013.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PAVLOPOULOS, K.; EVELPIDOU, N.; VASSILOPOULOS, A. **Mapping geomorphological Environments**. Berlin: Springer, 2009. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01950-0>

PIKE, R. J.; EVANS, I. S.; HENGL, T. Geomorphometry: a brief guide. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (Org.). **Geomorphometry: concepts, software, applications**. Developments in Soil Science, vol. 33. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 3-30. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00001-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00001-9)

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: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1979, Rio Claro. **Atas...** [S.l.]: SBG-Núcleo de São Paulo, 1979. v. 2, p. 253-262.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 31, Rio de Janeiro, Folha SE-22. Goiânia, 1983. 768p.

RODRIGUES, S. C. **Análise Empírico-Experimental da Fragilidade Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano**: sub bacia do reservatório Billings. 1998. 265 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2007.

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

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, L. S. R. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.7, n.2, p. 3-12, 2006.

SEIJMONSBERGEN, A. C.; HENGL, T.; ANDERS, N. S. Semi-automated identification and extraction of geomorphological features using digital elevation data. In SMITH, M. J.; PARON, P. GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. Elsevier, 2011. p. 297-336.

SILVA, T.I.; RODRIGUES, S. C. Elaboração de um Tutorial de Cartografia Geomorfológica como Alternativa para o Ensino de Geomorfologia. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 3, p. 85-94, 2009.

SILVA, T.I.; RODRIGUES, S.C. A utilização de SIGs e técnicas de Geoprocessamento a partir de imagens da SRTM para a Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Médio-Baixo



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Curso do Rio Araguari/MG. **Caderno de Geografia** (PUCMG. Impresso), v. 20, p. 58-73, 2010.

SMITH, M. J. Digital Mapping: visualization, interpretation and quantification of landforms. In: SMITH, M. J.; PARON, P. GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. Elsevier, 2011. p. 225-252. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00008-2>