



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

Análise de diferentes técnicas de mapeamento da dissecação do relevo: um estudo de caso do setor *cuestiforme* de Analândia (SP).

Luis Paulo Forgaça Ourique ^(a), Estêvão Botura Stefanuto ^(b), Cenira Maria Lupinacci ^(c)

- a) Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, lp.ourique@hotmail.com.
- b) Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, estevao1508@hotmail.com.
- c) Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, cenira.lupinacci@unesp.br.

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

As *cuestas* constituem-se em um relevo complexo, onde a drenagem assume um papel importante na esculturação de suas formas. Visando seu entendimento, utilizaram-se neste estudo duas técnicas de análise morfométrica: a dissecação vertical, proposta por Spiridonov (1981) e a profundidade de dissecação, sugerida por Hubp (1988). Dessa forma compararam-se os mapeamentos produzidos a partir de tais técnicas visando compreender potencialidades e limites dessas para representar o relevo da área. Constatou-se que a dissecação vertical se adequou melhor as especificidades da área e representou de forma concisa as informações existentes no relevo, apresentando maior detalhamento nos dados mapeados; já a técnica de profundidade de dissecação evidenciou apenas as grandes feições geomorfológicas, vinculadas aos maiores degraus topográficos da área.

Palavra-chave: cartas morfométricas, dissecação vertical e profundidade de dissecação.

1. Introdução

O relevo de *cuestas*, denominado por Almeida (1974) de província geomorfológica das *Cuestas* basálticas, é uma formação complexa e de difícil compreensão, sendo sua possível origem amplamente discutida, com a existência de duas vertentes principais de grande aceitação.



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

Autores como Ab'Saber (1949, 1956 e 1969) e Almeida (1964, 1974), entre outros, esclarecem que as *cuestras* se devem a ação de processos erosivos atuantes sobre as áreas de soerguimento na borda da Bacia Sedimentar do Paraná. Segundo os autores, drenagens consequentes modelaram as estruturas a partir da variação de resistência dos materiais, iniciando-se assim a circundenudação da bacia do Paraná consequentemente originando a depressão periférica paulista entre as formações cristalinas atlânticas e o planalto ocidental. Ainda, Ab'Saber (1969), complementa que o relevo *cuestiforme* evolui e recua permanentemente em direção oeste.

A outra vertente defendida por Openheim e Malamphy (1936), Setzer (1956), Queirós Neto (1960), Penteadó (1968) e Facincani (2000), propõe que o soerguimento da borda da bacia do Paraná ativou antigas falhas existentes e modernos deslocamentos crustais, originando assim um relevo escarpado com inclinação elevada nos *fronts* e rios com rumos variáveis (consequentes, obsequentes e subsequentes).

Mesmo com divergências, grande parte da bibliografia (Ab'Saber, 1949, 1956 e 1969; Almeida, 1964 e 1974; Penteadó, 1968 e Facincani, 2000) entende que as *cuestras* constituem-se em um relevo complexo e com muitas áreas de fragilidade, nas quais a drenagem assume um papel importante na esculpturação do terreno. De acordo com Almeida (1974) e Penteadó (1974), os cursos fluviais obsequentes são fundamentais na esculpturação das *cuestras*, esculpindo o relevo e lhe atribuindo um formato festonado. Ainda, as drenagens são responsáveis por moldarem o relevo *cuestiforme*, atuando no entalhamento dos talvegues e na modelagem de esporões e morros testemunhos, feições as quais garantem áreas com elevada declividade (STEFANUTO E LUPINACCI, 2016).

O relevo de *cuestras* paulista se estende continuamente de Franca (SP) a Ourinhos (SP) com o rumo NE-SW e, segundo Almeida (1949, 1974), evidencia-se como uma morfologia acidentada que é cortada pelos principais rios existentes neste complexo (o Tietê, o Paranapanema, o rio Grande, o Pardo e o Mogi-Guaçu).



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

O relevo de *cuestas* é marcado por um degrau topográfico, o qual agrega alta energia aos rios obsequentes. Por esse motivo, a análise morfométrica destas áreas se torna de extrema relevância para a compreensão dos seus processos evolutivos, uma vez que, tal conjunto técnico permite à aquisição de dados quantitativos, os quais avaliam a hierarquia da potencialidade da geometria do relevo para o desenvolvimento de processos morfogenéticos (FERREIRA, 2015). Ainda, para Tricart (1965), os dados morfométricos são de extrema relevância na avaliação do relevo, sendo para Cunha, Mendes e Sanches (2003) uma representação de valor significativo para o planejamento de futuras ocupações, de modo a evitar áreas de risco.

Para a realização da análise morfométrica diversas técnicas de mapeamento podem ser empregadas. Entre essas, destacam-se as cartas de dissecação vertical (SPIRIDONOV, 1981) e de profundidade de dissecação (HUBP, 1988). A carta de dissecação vertical permite, através de uma análise detalhada das curvas de nível e da distribuição das drenagens, a compreensão das amplitudes de elevação do terreno (SPIRIDONOV, 1981). Já a carta de profundidade de dissecação possibilita a compreensão da atuação de elementos estruturais e denudativas no relevo (HUBP, 1988).

Portanto, objetiva-se com este artigo comparar a cartografia do relevo gerada através das cartas de dissecação vertical e de profundidade de dissecação, buscando compreender o desempenho de cada técnica no processo de identificação das formas de dissecação do relevo. Para tal, selecionou-se como área de estudo o setor *cuestiforme* presente em Analândia (SP), o qual se constitui em uma área de alta complexidade e topografia acidentada (STEFANUTO E LUPINACCI, 2016), elementos estes de grande relevância para compreender o desempenho das referidas técnicas morfométricas.

2. Materiais e métodos

A base cartográfica foi adquirida junto ao Instituto Geográfico Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), constituindo-se no levantamento de 1979, em escala de 1:10.000. As folhas



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

utilizadas para esta pesquisa foram: Serra da Estrela (SF-23-Y-A-I-2-NO-E) e Analândia I (SF-23-Y-A-I-2-NO-F). As mesmas encontravam-se no formato JPG, sendo necessária a execução dos procedimentos de georreferenciamento e vetorização. Ambos foram realizados no ArcGis 10.1.

2.1 Carta de Dissecação Vertical

Para a realização da carta de dissecação vertical foi usada como base a metodologia de Spiridonov (1981), adaptada por Mauro et al. (1991) para o Brasil, e automatizada para o *software* ArcGIS 10.2 por Ferreira et al. (2015), utilizando-se os limites das bacias hidrográficas como unidade espacial de análise.

De início, foram delimitadas as sub-bacias de drenagem a partir da base cartográfica da área estudada. Todos os *shapes* utilizados (curvas de nível, sub-bacias, limite da área de estudo, hidrografia) para formulação da carta de dissecação vertical foram salvos em um banco de dados. Posteriormente, criou-se um *buffer* no entorno do limite da área de estudos de modo a minimizar os erros no processamento do Modelo de Elevação do Terreno (MDE). A partir da criação do MDE foram necessários alguns ajustes no modelo; assim, como a equidistância entre as curvas de nível é de 5 metros, ajustou-se os valores de elevação em 26 classes para maior detalhamento do material. Feito isso se converteu o TIN para o formato *Raster* através da ferramenta *TIN to Raster*, reajustando novamente os valores de elevação. Para finalizar, na ferramenta Dissecação Vertical, desenvolvida por Ferreira et al. (2015), foram inseridos os *shapes* utilizados anteriormente (curvas de nível, sub-bacias, limite da área de estudo, hidrografia e o MDE), os quais foram processados, dando origem a um arquivo com os dados de dissecação vertical, em formato *shape*.

2.2 Carta de Profundidade de Dissecação

Para Hubp (1988), a profundidade de dissecação pode ser alcançada com um levantamento da altura vertical entre o talvegue e a linha de cumeada. Assim, gerou-se uma malha quadriculada através da ferramenta *Fishinet*, uma vez que a proposta de Hubp (1988) constitui-se em uma análise por setores delimitados por quadrículas. Posteriormente,



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

fragmentaram-se no interior de cada quadrícula as curvas de nível e seus respectivos valores altimétricos, obtendo-se, através da ferramenta *join and relates*, os valores máximos e mínimos de elevação. Tais valores foram subtraídos a partir da opção *field calculator*, obtendo-se o dado de profundidade de dissecação.

Ainda, de acordo com a proposta de Hubp (1988), os valores obtidos em cada quadrícula devem ser atribuídos a um ponto central para posterior interpolação. Assim, através da ferramenta *feature to point*, adicionaram-se pontos centrais às células sendo atribuídas aos mesmos as informações de profundidade de dissecação. Às quadrículas sem informação, adicionou-se o valor zero. Por fim, os dados de profundidade de dissecação foram interpolados através da opção *create TIN*, sendo apresentados no formato *raster* para uma melhor resolução do produto.

3. Resultados e discussões

Segundo Facincani (2000), as feições geomorfológicas existentes na região onde se insere a área de estudo se desenvolvem a partir de intensa dinâmica erosiva provocada por uma rede de drenagem submetida a um regime de falhas, fatores que possibilitam o entalhamento dos talvegues e a formação de esporões e morros testemunhos, feições estas características do relevo de *cuestas*.

A área a qual a bacia hidrográfica está situada é marcada por feições estruturais que garantem especificidade e complexidade ao relevo da região (STEFANUTO E LUPINACCI, 2016). De acordo com a Figura 1, observa-se que o setor analisado confirma tal afirmação, uma vez que os flancos sul e leste são marcados, respectivamente, pelos morros testemunhos do Cuscuzeiro e do Camelo; estando ainda, o setor norte, delimitado pelo *front* cuestiforme e seu reverso.



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

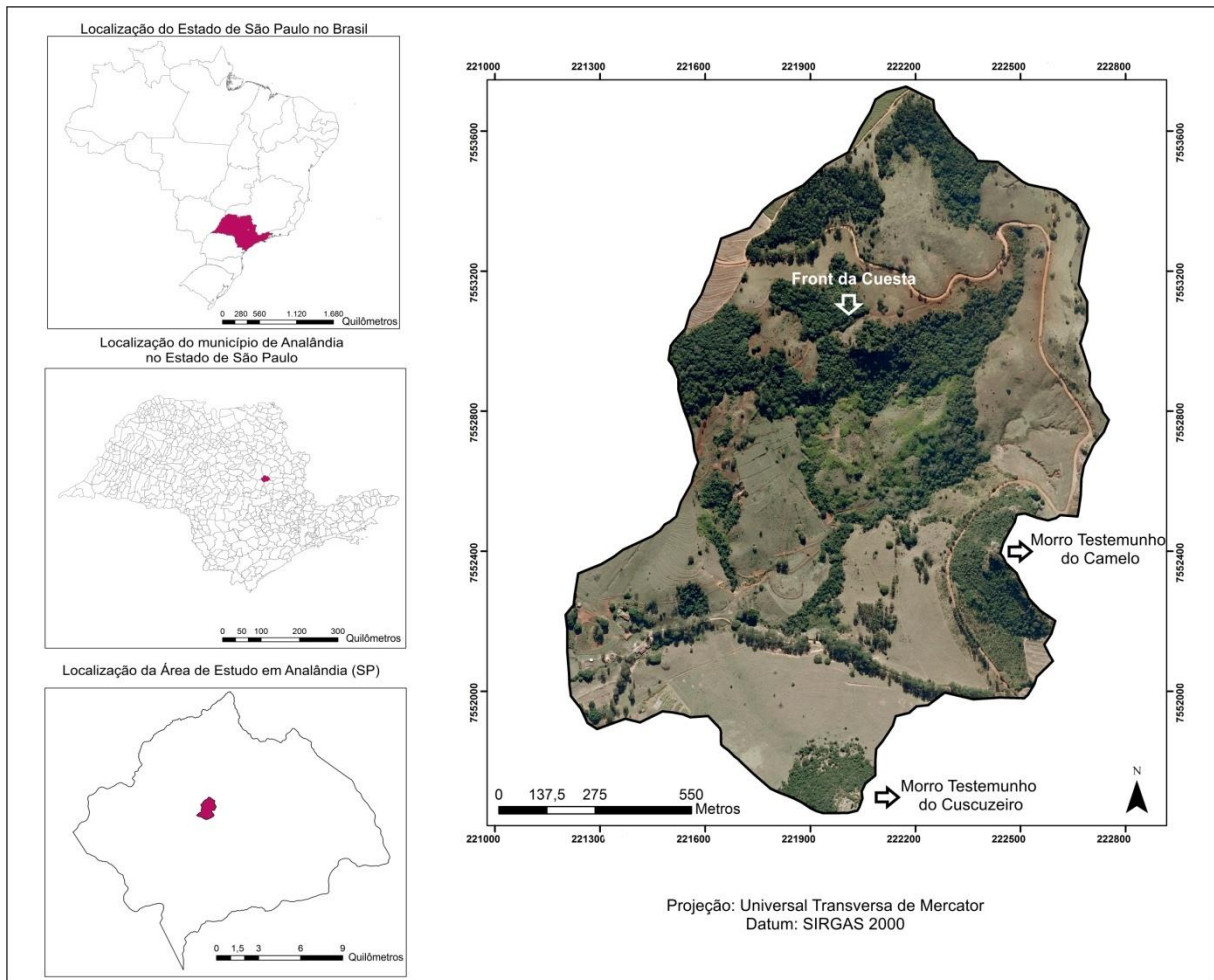


Figura 1- Localização da área de estudo.

Considerando as características supracitadas e visando compreender as especificidades do relevo da área estudada, foram desenvolvidas as cartas (Figura 2) de profundidade de dissecação (HUBP, 1988) e dissecação vertical (SPIRIDONOV, 1981).



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

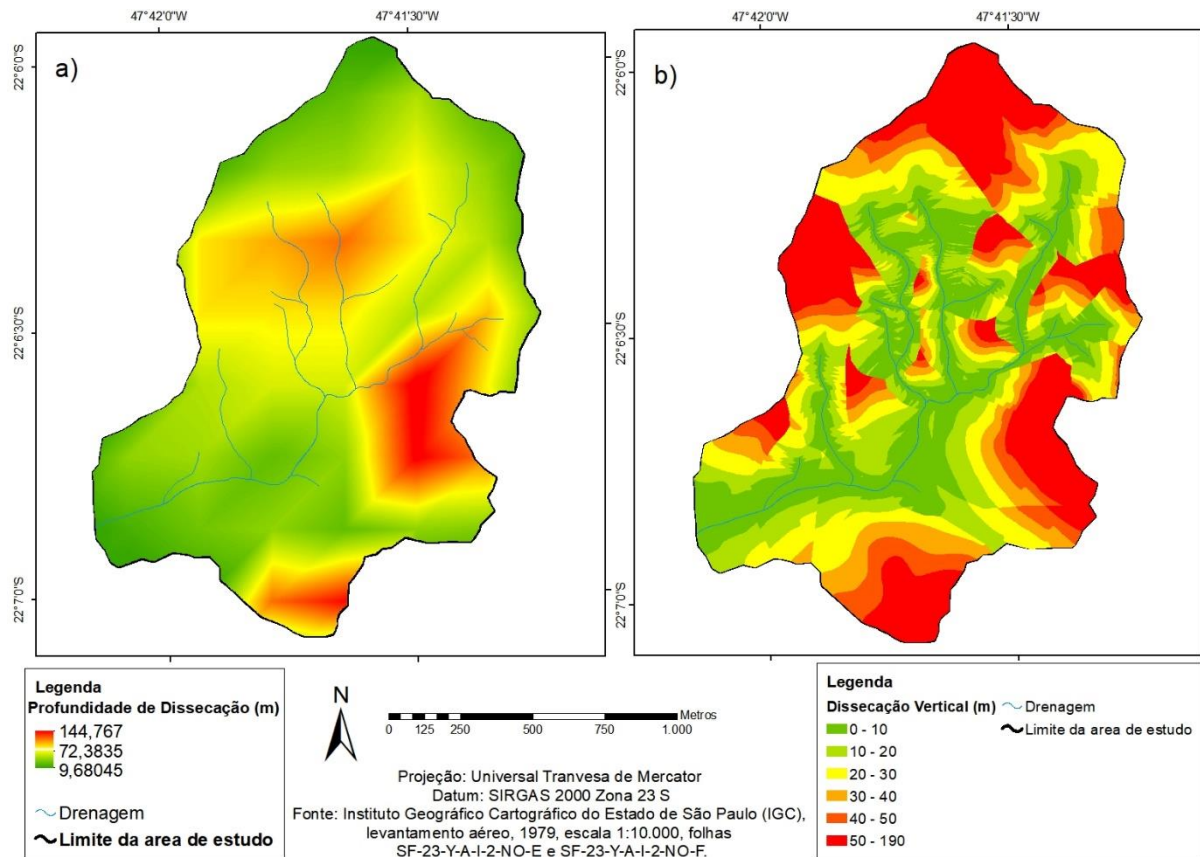


Figura 2 - Carta de Profundidade de Dissecação (a) e Dissecação Vertical (b) da Alta Bacia do Córrego Santa Terezinha, Analândia (SP).

A técnica de Spiridonov (1981) traz uma noção em detalhe das áreas com maior propensão a ações gravitacionais (Figura 2b), de modo que as áreas com a dissecação elevada são cartografadas em cada sub-bacia da área estudada. Dessa forma, a compreensão das áreas com maior probabilidade de erosão natural e possível agravamento de tais processos por atividades antrópicas se tornam evidentes e de fácil identificação. Assim, a Carta de Dissecação Vertical, se mostrou eficaz em mapeamentos de escalas de detalhe, como nesse estudo.

Já a técnica de Hubp (1988), por levar em consideração o desnível altimétrico obtido a partir de quadrículas e, ainda, esse dado passar por processo de interpolação para a classificação da dissecação, suprime áreas com maior dissecação e não apresenta de forma detalhada certos



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

setores específicos. Assim, a análise da dissecação do relevo através dessa técnica, propicia somente uma ideia geral das condições existentes no mesmo. A Carta de Profundidade de Dissecação se mostra limitada na análise em detalhe de pequenas áreas, como a estudada neste trabalho, por generalizar as informações, destacando somente os maiores degraus topográficos da área.

Com isso, a partir da análise dos mapas gerados, foi possível constatar que a técnica de Spiridonov (1981) mostrou-se eficaz em mapear as áreas de maior dissecação, uma vez que utiliza como unidade espacial as sub-bacias, e desse modo detalha a dissecação de cada drenagem separadamente, mostrando com maior precisão as áreas mais dissecadas. Já a proposta Hubp (1988), que tem como unidade espacial de análise as quadrículas, generaliza algumas informações, destacando somente as feições estruturais vinculadas a cornija dos morros testemunhos e do *front cuestasiforme*. Analisa-se ainda, conforme a técnica de Spiridonov (1981), que as áreas próximas as nascentes das sub-bacias se mostram com alta dissecação e isso se evidencia na grande maioria das sub-bacias analisadas. Segundo a técnica de dissecação vertical, pode-se notar que as áreas mais dissecadas se distribuem de modo homogêneo por toda a área, mostrando maior detalhamento. Por outro lado, na técnica de Hubp (1988), as áreas de maior dissecação se situam concentradas em três principais pontos, estando distribuídas na porção central, sudeste e sul da área, onde se encontra um relevo vinculado as litologias de maior resistência que mantém as citadas cornijas.

4. Considerações Finais

As técnicas de mapeamento da dissecação do relevo utilizadas demonstraram-se passíveis de execução para a área da pesquisa, contudo com resultados espaciais bastante distintos. A dissecação vertical se mostrou eficaz em evidenciar as rampas existentes nas cabeceiras das drenagens e propiciar com isso o levantamento de hipóteses sobre a energia do escoamento superficial nesses setores e uma possível evolução de processos erosivos. Por isso, considera-se que a técnica de Spiridonov se adéqua na análise de pequenas áreas com 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

maiores e mais detalhadas. Já a profundidade de dissecação se mostrou eficaz na identificação das grandes feições existentes no relevo (cornijas vinculadas ao *front* e morros testemunhos), e em função disso se adapta a análise de áreas maiores e com escala de detalhe menor.

Referências bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 23, p. 5-38, 1956.

AB'SÁBER, A. N. Regiões de circundenudação Pós-cretáceas no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 1, 1949.

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1974.

ALMEIDA, F. F. M. Relevo de "Cuestas" na Bacia Sedimentar do Rio Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**. v. 3, p. 21-33, 1949.

CHRISTOFOLETTI, A.; QUEIROZ NETO J. P. Estudos Geomorfológicos a respeito da Serra de Santana, SP. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 38, p. 3-20, jun. 1961.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio Claro, v. 1, n. 4, p. 1-9, set. 2003.

FACINCANI, E. M. **Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP**. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FERREIRA, M. V. *et al.* A cartografia da dissecação vertical para avaliação do relevo: proposta de técnica automática. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 6, n.67, p. 1231-1245, 2015.



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

HUBP, J. I. L. **Elementos de Geomorfologia Aplicada (Métodos Cartográficos).**

Universidad Nacional Autonoma de México, México, 1988.

MAURO, C. A. *et al.* Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP – BR. *In:*

Encuentro de Geógrafos de América Latina, Toluca, n. 3, 1991.. Memórias... Toluca:

UAEM, v.4, 1991. p.391-419.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica**

Paulista. Tese (Doutorado). São Paulo, USP, 1976.

PENTEADO, M. M. Implicações tectônicas na gênese das cuevas da bacia de Rio Claro.

Notícia Geomorfológica, n. 8, p. 19-41, 1968.

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la Metodologia de las investigaciones de Campo y el**

Mapeo Geomorfológico. Havana: Universidad dI la Habana, vol. 3, 650p. 1981.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Características morfoestruturais do relevo em setor

de cuevas: um estudo em Analândia (SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 4,

p.1197-1211, 2016.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris, Masson, 1965.