



# A SIMBOLOGIA GEOMORFOLÓGICA ADAPTADA PARA MAPEAMENTOS DE FEIÇÕES DO RELEVO DESENVOLVIDOS EM AMBIENTE SIG

*E. B. Stefanuto<sup>1</sup>, C. M. Lupinacci<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista

**Comissão VI - Sistemas de Informações Geográficas e Infraestrutura de Dados Espaciais**

## RESUMO

O mapa geomorfológico apresenta-se como uma possibilidade de compreensão da complexidade do ambiente terrestre; com isso evidencia-se a necessidade de adaptação das simbologias geomorfológicas a luz de técnicas atuais. Assim, busca-se com este artigo apresentar os procedimentos técnicos de adaptação de alguns símbolos geomorfológicos em escala de 1:50.000, assim como os resultados do procedimento, a proposição de uma nova simbologia geomorfológica e uma discussão pertinente ao processo de mapeamento.

**Palavras-chave:** Geomorfologia, Mapa Geomorfológico, SIG.

## ABSTRACT

A geomorphological map is presented as a possibility to comprehend the complexity of terrestrial environment; Then, it is evident the need of adaptation of geomorphological symbologies in the light of current techniques. Thus, this article presents the technical procedures to adapt some geomorphological symbols on a scale of 1: 50.000, as well as the results of such procedures, a proposal for a new geomorphological symbology and a pertinent discussion to the mapping process.

**Keywords:** Geomorphology, Geomorphological Map, GIS.

## 1- INTRODUÇÃO

A modificação da superfície terrestre se intensificou nas últimas décadas, fazendo com que alguns autores passassem a considerar o ser humano como um novo agente geomorfológico (Nir, 1983). Nesse contexto, a cartografia geomorfológica pode ser entendida como uma possibilidade de compreensão deste ambiente, permitindo a identificação, como destaca Tricart (1965), de informações como a morfometria, a morfografia, a morfogênese e a cronologia, além de constituir-se em um importante instrumento de compreensão do modelado do relevo atual que se apresenta cada vez mais complexo e dinâmico em função da atuação de agentes antropomórficos.

Diante das diversas variações morfológicas, Ross (2010) destaca a problemática em formular um modelo de representação cartográfica que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos,

sendo que, como afirma Cunha e Queiroz (2012), mapear um objeto tridimensional, utilizando duas dimensões, cria dificuldades que se refletem na grande variedade de símbolos e tramas existentes na bibliografia para a confecção de um mapeamento geomorfológico.

Desta forma, objetiva-se com este artigo apresentar e discutir procedimentos técnicos que visam adaptar a simbologia geomorfológica desenvolvida em meio analógico por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975), para mapeamentos em escala de 1:50.000, desenvolvidos em meio digital.

Para tal, selecionou-se como área de estudo a Serra do Cuscuzeiro, localizada no município de Analândia (SP), caracterizada pela presença de *front cuestasiforme* bem demarcado, de morros testemunhos e esporões, constituindo-se assim em um setor de complexidade na área de domínio das *cuestas* do Estado de São Paulo (Stefanuto e Lupinacci, 2016).

## 2- MATERIAL E TÉCNICA

Para adaptação da simbologia, bem como para o desenvolvimento do mapeamento, utilizou-se o ambiente digital disponibilizado pelo programa ArcGis 9.2, sendo o mapeamento geomorfológico formulado a partir da interpretação de ortofotos desenvolvidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) datadas do ano de 2010. Destaca-se também a utilização de alguns mecanismos para formulação da simbologia geomorfológica desenvolvidos por Paschoal et al. (2010) que permitiram compreender o setor de edição de símbolos do programa utilizado.

Assim, o processo de adaptação da simbologia geomorfológica foi realizado dentro do ambiente de edição manual de símbolos, constituindo-se em um processo moroso de aplicações e ajustes, para que cada símbolo representasse de forma qualitativa os elementos geomorfológicos identificados na ortofoto. Ao todo, 19 símbolos, no formato linha, ponto e polígono, foram formulados para a escala de trabalho. Neste artigo, em função de suas dimensões, será apresentada parte da técnica de formulação da simbologia, atendo-se à símbolos que se aplicam a diferentes relevos.

Destaca-se ainda que os procedimentos descritos a seguir foram realizados no ambiente da função *Symbol Selector* > *Edit Symbol* e que a descrição técnica foi subdividida em quatro seções (formato linha, ponto, polígono e composto) buscando facilitar a compreensão do conteúdo apresentado.

- Símbolos no formato linha: A partir do *shape* linha foram formuladas feições como fundos de vale encaixado e plano, linhas de cumeada, entre outros.

**Fundo de Vale Encaixado:** Para este símbolo foram utilizados dois *Layers*. Ao primeiro *layer* foram adicionadas as características do traçado da drenagem. Assim, os seguintes comandos foram executados: *Type (Cartographic Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Cartographic Line* > *Color (blue)* > *Width (0,8)* > *Line Caps (Butt)* > *Line Joins (Miter)* => *Template* > O indicador que aparece na tela permaneceu no primeiro campo da régua > *Interval (1)* => *Line Properties* > *Offset (0)* > *Line decorations (None)*.

No segundo *layer* se adicionou o símbolo pertinente ao formato do fundo de vale. Com o *layer* selecionado, os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Marker Line* > *Symbol* > *Color (black)* > *Size (6)* > *Angle (0)*. Seguidamente abriu-se o editor (*Edit Symbol*) > *Type (Character Marker Symbol)* > *Units*

(*Points*); *Character Maker* > *Font (FangSong)* > *Subset (Halfwidth and Fullwidth Foms)* > *Unicode (65310)* > *Size (6)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (1) e Y (1)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (7)* > *ok* > *ok*. Novamente na aba *Symbol Property Editor em Properties* > *Cartographic Line* > *Color (black)* > *Width (6)* > *Line caps (butt)* > *Line joins (miter)* => *Template* > Arrastou-se o indicador de cor cinza para o 37º campo e os campos 1, 11 e 21 foram marcados com o indicador de cor preta > *Interval (2)* => *Line Properties* > *Offset (0)* > *Line Decorations (none)* > *ok*. Na janela *Symbol Selector* > *Color (no color)* > *Width (6)* > *ok*.

**Fundo de Vale Plano:** Para este símbolo foram utilizados dois *Layers*. No primeiro, foram realizados os mesmo procedimentos do primeiro *layer* do símbolo fundo de vale encaixado.

Ao segundo *layer* se adicionou o símbolo pertinente ao formato do fundo de vale. Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Marker Line* > *Symbol* > *Color (black)* > *Size (6)* > *Angle (0)*. Seguidamente abriu-se o editor (*Edit Symbol*) > *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)*; *Character Maker* > *Font (FangSong)* > *Subset (Halfwidth and Fullwidth Foms)* > *Unicode (65341)* > *Size (6)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (1,2) e Y (1)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (7)* > *ok* > *ok*. Novamente na aba *Symbol Property Editor em Properties* > *Cartographic Line* > *Color (black)* > *Width (6)* > *Line caps (butt)* > *Line joins (miter)* => *Template* > Arrastou-se o indicador de cor cinza para o 37º campo e os campos 1, 6, 16 e 26 foram marcados com o indicador de cor preta > *Interval (2)* => *Line Properties* > *Offset (0)* > *Line Decorations (none)* > *ok*. Na janela *Symbol Selector* > *Color (no color)* > *Width (6)* > *ok*.

**Linha de Cumeada Dissimétrica:** Para este símbolo foram utilizados quatro *Layers*. Ao primeiro *layer* foram adicionadas as características do traçado da ruptura. Assim, os seguintes comandos foram executados: *Type (Simple Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Simple Line* > *Color (black)* > *Style (Solid)* > *Width (1)*.

No segundo *layer* se adicionou o símbolo pertinente ao sentido do caimento da vertente suave. Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Marker Line* > *Symbol* > *Color (black)* > *Size (5)* > *Angle (0)*; seguidamente abriu-se o editor (*Edit Symbol*) > *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)*; *Character Maker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (124)* > *Size (5)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (1,42) e Y (2,14)*

=> *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)* > *ok* > *ok*. Novamente na janela *Symbol Property Editor em Properties* > *Cartographic Line* > *Color (black)* > *Width (5)* > *Line caps (butt)* > *Line joins (miter)* => *Template* > Arrastou-se o indicador de cor cinza ao 19º campo e marcou-se o primeiro campo com o indicador de cor preta > *Interval (1)* => *Line Properties* > *Offset (0)* > *Line Decorations (none)*.

No terceiro *layer* se adicionou o primeiro símbolo pertinente ao sentido do caimento da vertente abrupta. Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Marker Line* > *Symbol* > *Color (black)* > *Size (4,29)* > *Angle (0)*; seguidamente abriu-se o editor (*Edit Symbol*) > *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)*; *Character Maker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (124)* > *Size (4,29)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (-2,85)* e *Y (-2,14)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)* > *ok* > *ok*. Novamente na janela *Symbol Property Editor em Properties* > *Cartographic Line* > *Color (black)* > *Width (4,29)* > *Line caps (butt)* > *Line joins (miter)* => *Template* > Arrastou-se o indicador de cor cinza ao 19º campo e marcou-se o primeiro campo com o indicador de cor preta > *Interval (1)* => *Line Properties* > *Offset (0)* > *Line Decorations (none)*.

No quarto *layer* se adicionou o segundo símbolo pertinente ao sentido do caimento da vertente abrupta. Os procedimentos foram similares ao *layer* anterior, alterando-se apenas a opção *Offset X (-1,42)* e *Y (-2,14)*. Por fim, na janela *Symbol Selector*, realizaram-se os seguintes comandos: *Color (black)* > *Width (5)* > *ok*.

- Símbolos formulados como ponto: A partir de *shapes* ponto foi possível formular a simbologia correspondente aos morros testemunhos.

Morro Testemunho: No setor *Symbol Property Editor* os seguintes comandos foram executados para formulação: *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)* > *Character Marker* > *Font (ESRI Cartography)* > *Subset (Latin-1 Supplement)* > *Unicode (210)* > *Size (15)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (0)* e *Y (0)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)* > *ok*. Com a janela *Symbol Selector* aberta > *Color (black)* > *Width (15)* > *Angle (0)* > *ok*.

- Símbolos formulados como polígono: A partir de *shapes* polígono formulou-se o símbolo o correspondente a área de lagoas.

Lago: Com a janela *Symbol Selector* aberta realizou-se os seguintes comandos: *Fill color (yogo blue)* > *Outline Width (0)* > *Outline color (black)* > *ok*.

- Símbolos Compostos: Foram empregados para mapear feições como os sulcos erosivos, os terraços agrícolas, entre outras. As referidas simbologias foram geradas a partir de *shapefiles* de formato *polyline* configurados posteriormente como linha e ponto no setor de edição de símbolos, uma vez que, como destaca Paschoal et al. (2010), há símbolos que necessitam acompanhar a direção em que os processos ocorrem sobre o relevo e não a direção Sul do mapa, problema recorrente na utilização de unicamente *shapes* ponto para as simbologias subsequentes. As referidas simbologias foram adicionadas linhas ocultas que permitiram direcionar os símbolos.

Sulco Erosivo: Para este símbolo foram criados dois *shapefiles* com características de *polyline*. Ao primeiro *shape* foi adicionado o símbolo referente ao traçado do sulco e ao segundo o símbolo correspondente à direção de caimento da feição erosiva. Em ambos os *shapes* as linhas ocultas foram adicionadas junto à ferramenta *Line Properties* evitando assim a criação de dois *Layers* para formulação da simbologia.

Com a janela *Symbol Selector* do primeiro *shapefile* aberta, clicou-se na opção *Edit Symbol* para iniciar a formulação da simbologia, utilizando-se aqui de um *Layer*.

Ao *layer* foi adicionado o símbolo pertinente ao traçado da feição linear de tipo sulco. Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Line Properties* > *Offset (0)* > Em *Line Decorations* foi selecionada a segunda opção clicando logo após na opção *Properties*. Com a janela *Line Decoration Editor* aberta, os seguintes comandos foram executados: *Type (Simple Line Decorations)* > *Units (Points)* > *Number off positions (1)* > *Flip (Flip First)* > *Rotation (Rotate symbol to follow line angle)* > *Symbol*. Na janela *Symbol Selector* > *Color (black)* > *Size (1)* > *Angle (0)* > *Edit Symbol*. Com a janela *Symbol Property Editor* aberta foram adicionados mais quatro *Layers* ao campo “*Layers*” e as configurações gerais assim foram formuladas: *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)*. Com o primeiro *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (94)* > *Size (9)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (3,75)* e *Y (1,5)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o segundo *layer* selecionado foram executados os seguintes comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (94)* > *Size (9)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (0,75)* e *Y (1,5)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o terceiro *layer* selecionado foram executados os comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (94)* > *Size (9)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (10,5)* e *Y (1,5)* => *Mask* >

*Style (none)* > *Size (2)*. Com o quarto *layer* selecionado foram executados os comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (94)* > *Size (9)* > *Angle (0)* > *Color (black)* > *Offset X (7,5)* e *Y (1,5)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)* > ok > ok > ok.

Com a janela *Symbol Property Editor* aberta > *Cartographic Line* > *Color (black)* > *Width (5)* > *Line Caps (Butt)* > *Line Joins (Miter)* => *Template* > O indicador de cor cinza foi levado ao segundo campo deixando os outros campos em branco > *Interval (1)* > ok. Com a janela *Symbol Selector* aberta > *Color (black)* > *Width (5)* > ok.

Ao segundo *shapefile* foi adicionada a simbologia característica ao sentido de caimento da feição linear do tipo sulco. Utilizou-se um *layer* para formulação da mesma.

Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Line Properties* > *Offset (0)* > Em *Line Decorations* foi selecionada a segunda opção, clicando logo após na opção *Properties*. Com a janela *Line Decoration Editor* aberta os seguintes comandos foram executados: *Type (Simple Line Decorations)* > *Units (Points)* > *Number off positions (1)* > *Flip* (nem uma opção foi selecionada) > *Rotation (Rotate symbol to follow line angle)* > *Symbol*. Na janela *Symbol Selector* > *Color (black)* > *Size (8)* > *Angle (0)* > ok > ok.

Com a janela *Symbol Property Editor* aberta foram adicionadas características similares a do primeiro *shape*, modificando apenas os campos da opção *Width (2)*.

Terraço Agrícola: Para este símbolo foi criado um *shapefile* com característica de *polyline*, utilizando-se aqui de um *Layer*. Neste símbolo a linha oculta também foi adicionada junto à ferramenta *Line Properties*.

Ao *layer* foi adicionado o símbolo pertinente a áreas de ocorrência de curvas de nível. Com o *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Type (Marker Line Symbol)* > *Units (Points)*. Com as opções gerais selecionadas seguiram os comandos: *Line Properties* > *Offset (0)* > Em *Line Decorations* foi selecionada a primeira opção clicando logo após na opção *Properties*. Com a janela *Line Decoration Editor* aberta os seguintes comandos foram executados: *Type (Simple Line Decorations)* > *Units (Points)* > *Number off positions (1)* > *Flip (Flip First)* > *Rotation (Rotate symbol to follow line angle)* > *Symbol*. Na janela *Symbol Selector* > *Color (red)* > *Size (1)* > *Angle (0)* > *Edit Symbol*. Com a janela *Symbol Property Editor* aberta foram adicionados mais quatro *Layers* ao campo “*Layers*” e as configurações gerais assim foram

formuladas: *Type (Character Marker Symbol)* > *Units (Points)*. Com o primeiro *layer* selecionado os seguintes comandos foram executados: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (41)* > *Size (15)* > *Angle (0)* > *Color (red)* > *Offset X (-4)* e *Y (0)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o segundo *layer* selecionado foram executados os comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (95)* > *Size (7)* > *Angle (-30)* > *Color (red)* > *Offset X (0)* e *Y (-5)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o terceiro *layer* selecionado foram executados os seguintes comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (95)* > *Size (7)* > *Angle (15)* > *Color (red)* > *Offset X (0)* e *Y (4)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o quarto *layer* selecionado foram executados os comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (95)* > *Size (7)* > *Angle (-15)* > *Color (red)* > *Offset X (0)* e *Y (1)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)*. Com o quinto *layer* selecionado foram executados os seguintes comandos: *Character Marker* > *Font (Arial)* > *Subset (Basic Latin)* > *Unicode (95)* > *Size (7)* > *Angle (-330)* > *Color (red)* > *Offset X (1)* e *Y (6)* => *Mask* > *Style (none)* > *Size (2)* > ok > ok > ok.

Com a janela *Symbol Property Editor* aberta: *Cartographic Line* > *Color (red)* > *Width (8)* > *Line Caps (Butt)* > *Line Joins (Miter)* => *Template* > O indicador de cor cinza foi levado ao segundo campo deixando os outros campos em branco > *Interval (1)* > ok. Com a janela *Symbol Selector* aberta > *Color (red)* > *Width (8)* > ok.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Compreende-se que este artigo apresenta contribuições principalmente do ponto de vista técnico, justificando a descrição detalhada das mesmas e uma apresentação dos resultados e discussões de forma objetiva.

O processo de adaptação da simbologia foi satisfatório, uma vez que as mesmas apresentaram uma boa correlação espacial com os fenômenos identificados, além de apresentarem baixo nível de distorção na escala utilizada para este artigo (1:50.000). Buscando exemplificar a simbologia aplicada a área de estudo, apresenta-se a seguir o mapa geomorfológico desenvolvido (Figura 1).

Durante o processo de desenvolvimento e análise do mapeamento geomorfológico identificou-se uma linha de cumeada cujas vertentes apresentavam caimento abrupto para um lado e suave para o lado oposto. Assim, não havendo simbologia referente a tal feição na bibliografia base desenvolvida por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975), propõem-se aqui o desenvolvimento de um símbolo que represente essa ruptura dissimétrica no relevo, símbolo este,

representado por uma linha com franjas duplas de um lado, para indicar a vertente mais íngreme, e uma franja única do lado oposto, que indica a vertente mais suavizada.

Compreende-se também, que as simbologias formuladas através da técnica composta obtiveram melhor resultado ao serem demarcadas em escala fixa de 1:50.000, uma vez que em outras escalas, maiores ou menores, tais simbologias apresentaram deformações que comprometeram a qualidade do mapeamento, representando com pouca exatidão o setor de ocorrência de determinada feição geomorfológica. Outra vantagem de mapear na escala proposta, é a possibilidade de assegurar que tais símbolos não se ocultem do visualizador do *software* no momento de exportar o mapa. Já as simbologias formuladas no formato linha, ponto e polígono foram traçadas em escalas variadas, não apresentando deformações.

#### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta contribuições ao desenvolvimento de mapeamentos geomorfológicos em ambiente digital na escala de 1:50.000, indicando procedimentos técnicos pertinentes quanto à digitalização de símbolos a partir das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975).

Neste, sugere-se ainda a inserção de uma nova simbologia a gama de símbolos geomorfológicos, assim como algumas contribuições quanto a escala de mapeamento em ambiente digital.

#### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto nº 2016/25399-1.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cunha, C. M. L.; Queiroz, D. S. 2012. A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta Visando à Multidisciplinaridade. *CLIMEP*. Vol. 07, Nº 1-2., pp. 22-45.

Nir, D. 1983. *Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology*. Katem Pub, Jerusalem, 165 páginas.

Paschoal, L. G.; Conceição, F. T.; Cunha, C. M. L. 2010. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. *Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Recife-PE, Brasil, Vol. VIII, pp. 1-13.

Ross, J. 2010. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. Contexto, São Paulo, 85 páginas.

Stefanuto, E. B.; Lupinacci, C. M. 2016. Aspectos Morfoestruturais do Relevô em Setor de Cuestas: Um Estudo em Analândia (SP). *Revista Brasileira de Geografia Física*. Vol. 9, Nº 4, pp. 1183-1196.

Tricart, J. 1965. *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Masson, Paris, 496 páginas.

Verstappen, H. T.; Zuidan, R. A. Van. 1975. *ITC System of geomorphological survey. Manual ITC Textbook*. Vol. 1, Enschede, Netherlands, 52 páginas.

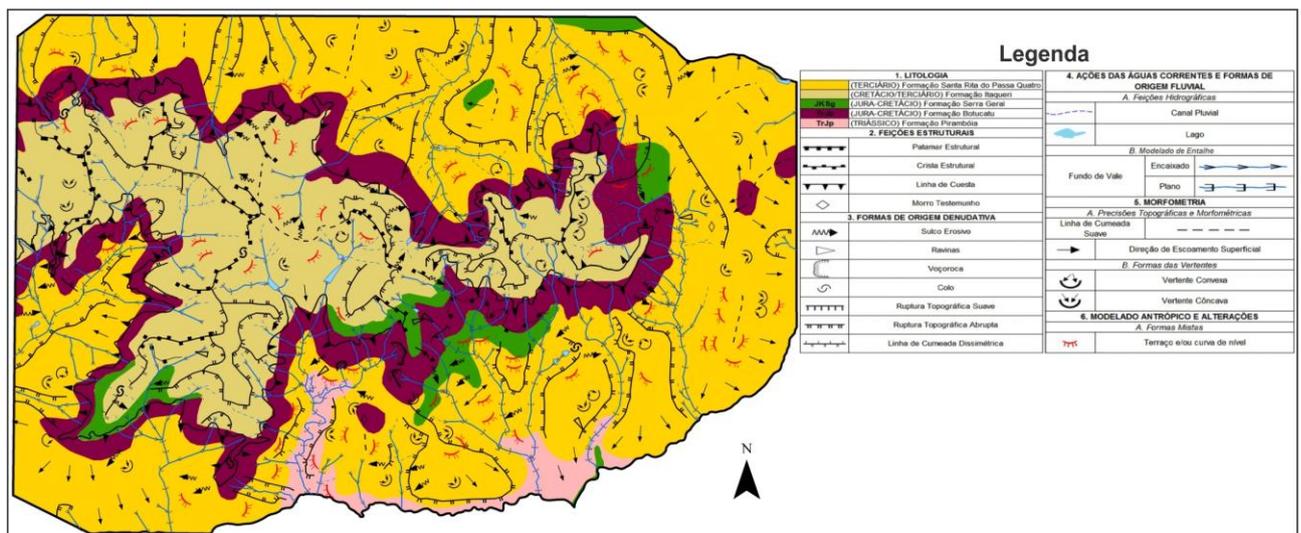


Fig. 1 – Mapa geomorfológico de 2010