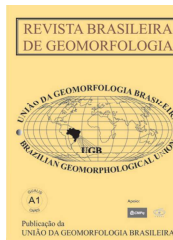


www.ugb.org.br  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 19, nº 4 (2018)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i4.1377>



# IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CARIJINHO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

## IDENTIFICATION OF THE GEOMORPHOMETRIC UNITS IN THE ARROIO CARIJINHO RIVER BASIN, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

**André Ricardo Furlan**

*Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Maria  
Av. Roraima, 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul. CEP: 97105-900. Brasil  
E-mail: andrericardo.furlan@gmail.com*

**Daniéli Flores Dias**

*Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Maria  
Av. Roraima, 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul. CEP: 97105-900. Brasil  
E-mail: daniellidias08@gmail.com*

**Romario Trentin**

*Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Maria  
Av. Roraima, 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul. CEP: 97105-900. Brasil  
E-mail: romario.trentin@gmail.com*

**Luís Eduardo de Souza Robaina**

*Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Maria  
Av. Roraima, 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul. CEP: 97105-900. Brasil  
E-mail: lesrobaina@yahoo.com.br*

### Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):  
10/07/2018  
Aceito (Accepted):  
03/09/2018

### Palavras-chave:

Relevo; Geomorfometria;  
Planejamento.

### Keywords:

Relief; Geomorphometry;  
Planning.

### Resumo:

Esse artigo tem como objetivo identificar o comportamento do relevo por meio de parâmetros geomorfométricos na bacia hidrográfica do Arroio Carijinho, que localiza-se na porção central do estado do Rio Grande do Sul. Para isso, realizou-se a combinação dos parâmetros referentes a altitude, declividade e plano de curvatura, que foram hierarquizados em uma árvore de decisão, resultando em oito unidades geomorfométricas para a área de estudo. É importante ressaltar a importância dos trabalhos de campo para a execução desse trabalho, onde o levantamento fotográfico e a conferência do comportamento do relevo, serviram para uma caracterização detalhada da área, pois o relevo e a geomorfologia possuem um papel de extrema relevância para o planejamento ambiental aliado ao ordenamento territorial.

### Abstract:

This article aims to identify the behavior of the relief by means of geomorphometric parameters in the Arroio Carijinho river basin, which is located in the central region of the state of Rio Grande do Sul. For this, a combination of parameters referring to hipsometry, slope and plane of curvature, that were hierarchized in a decision tree, resulting in eight geomorphometric units for the study area. It is important to emphasize

the importance of the fieldwork for the execution of this work, where the photographic survey and the conference of the relief, served for a detailed characterization of the area, since the relief and the geomorphology play an extremely important role for the environmental planning combined with land use planning.

## Introdução

No decorrer dos últimos anos, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como principal unidade de análise em estudos ambientais e geomorfológicos, pois permite “[...] conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e intervenções que nela ocorrem” (BOTELHO; SILVA, 2010, p. 153).

O relevo da bacia hidrográfica caracteriza a resposta dos materiais rochosos, que compõem a bacia, aos processos superficiais atuantes nas encostas. Assim, os estudos de parametrização ou a morfometria do relevo identificam a representação quantitativa das características morfológicas a partir de métodos automatizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), obtendo o mapeamento desejado (WOOD, 1996; FLORENZANO, 2008; VALERIANO, 2008).

O relevo pode ser parametrizado a partir de diversos elementos, destacando-se: altitude, declividade e plano de curvatura, que são obtidas a partir dos modelos digitais de elevação, gerados através das cartas topográficas e das imagens de RADAR da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Segundo Wood (1996), a parametrização do relevo refere-se a representação quantitativa das características morfológicas do relevo, descritas de forma contínua por meio de equações aplicadas a modelos numéricos de representação altimétrica, as quais derivam os parâmetros morfométricos. Para Florenzano (2008, p. 18) a morfometria, identifica os parâmetros quantitativas que caracterizam o relevo, obtendo-se assim um método automatizado que possui diversas vantagens, “[...] referem-se à economia de tempo, ao armazenamento e à capacidade de manipular uma grande quantidade de dados, à integração de dados e à geração de cartas morfométricas”. Os dados obtidos auxiliam no “estabelecimento de unidades de mapeamento convenientes para caracterização do terreno na escala e para os objetivos do mapeamento desejado” (VALERIANO, 2008, p. 73).

A geomorfometria, busca auxiliar na descrição quantitativa das formas encontradas na superfície terrestre, essa análise utiliza-se de conjuntos matemáticos, das ciências da terra e do desenvolvimento tecnológico das ciências da computação (MARK, 1975; PIKE, 2000,

MUNÓZ, 2009).

O mapeamento das unidades geomorfométricas, resultante da compilação de atributos morfométricos, extraídos de dados topográficos, é importante parâmetro de análise nas questões referentes ao planejamento ambiental. Essa metodologia de análise possibilita agilidade e aplicabilidade, expressando subsídios para implementação do ordenamento territorial em nível de bacia hidrográfica. Portanto, essa técnica aliada aos estudos de gabinete e visita *in loco* apresenta possibilidades diversas de aplicação, evidenciando ainda a síntese do modelado do relevo em nível de formas de vertente.

Considera-se ainda, que a evolução das geoinformações aderem agilidade e precisão nas pesquisas geográficas, pois a evolução de técnicas computacionais e matemáticas permitem a modelagem de superfícies e com isso prever a ação de agentes atuantes na formação do relevo. Uma vez que os dados geográficos estão disponibilizados em diferentes formatos e possibilitam manipulação por diversos *softwares*, podem ser usados como importante ferramenta de análise em pequenas e médias escalas.

A identificação das unidades geomorfométricas, vem sendo desenvolvida e aplicada nos estudos geomorfológicos com ênfase na quantificação da superfície terrestre. Existem diversas maneiras de se estabelecer critérios metodológicos para determinar formas do relevo, dentre eles a utilização de modelados do relevo, em ambiente de SIG, associados automaticamente, utilizando uma árvore de decisão.

O presente estudo objetiva, utilizando técnica de classificação automatizada, identificar Unidades Geomorfométricas (UGs) homogêneas na Bacia Hidrográfica (BH) do Arroio Carijinho (AC), que localizada na porção central do estado do Rio Grande do Sul, com emprego de três parâmetros morfométricos: altimetria, declividade e plano da curvatura.

## Materiais e Métodos

inicialmente foi realizado o *download* da imagem do radar SRTM com resolução espacial de 1 arcsec (30 metros) e 3 arcsec (90 metros) e das bases das cartas topográficas com escala 1:50.000 (HASENACK;

WEBER, 2010). De posse dos dados, foi efetuado a transformação da projeção WGS 84 para SIRGAS 2000/UTM 22S no software ArcGIS® 10.4. O próximo procedimento constou na aplicação da remoção dos pixels espúrios das imagens do radar seguindo a sequência ArcToolbox → Spatial Analyst Tools → Hydrology → Fill realizado no ArcGIS®.

Para identificar qual a melhor base para realizar a análise, foram executados testes, tanto das cartas topográficas quanto das imagens de radar. A partir das observações de gabinete e campo, considerou-se a base SRTM de 90 metros a mais apropriada para realizar a modelagem morfométrica para essa área.

Escolhida a base de dados buscou-se classificar o parâmetro topográfico, sendo analisadas as informações altimétricas. Essas que caracterizam a média aritmética dentre todos os valores dos pixels encontrados na imagem (SRTM) que se encontra na área da bacia. Identificou-se a partir da leitura dos 27.852 pixels que o menor valor corresponde a 84 metros e o maior 605 metros. Dessa forma, a média aritmética corresponde a 414 metros, assim o parâmetro altimetria foi definido a partir de duas classes: <414 metros e >414 metros (Figura 1). Contribuindo a análise estatística dos dados, o valor de altitude de metros representa espacialmente uma quebra natural do relevo na área de estudo e, desta forma o referido valor serviu de base para definição das classes hipsométricas.

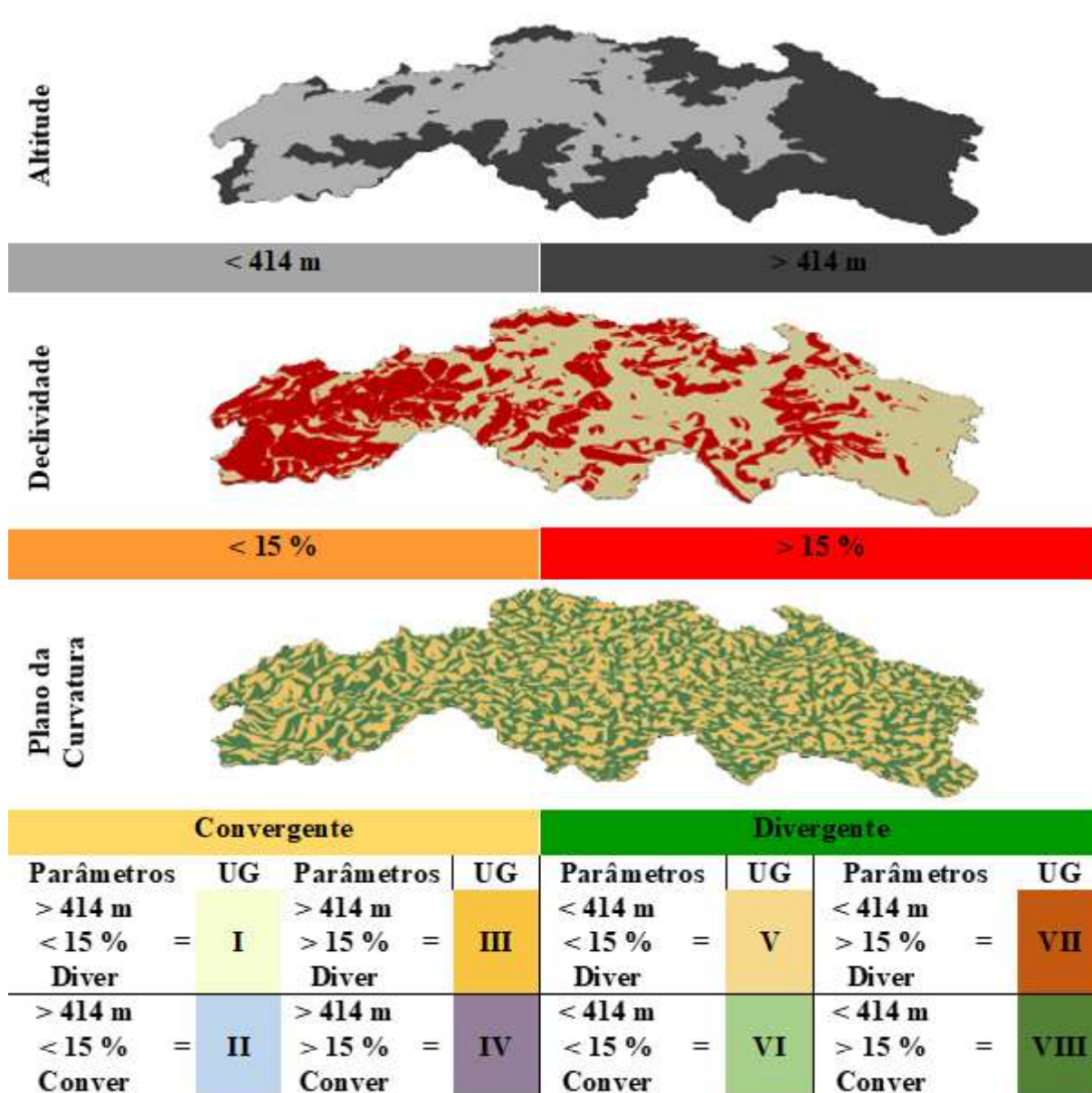


Figura 1 – Fluxograma metodológico (árvore de decisão)

A altimetria é um parâmetro analisado, pois a diferença entre elas pode gerar variações nas condições de temperatura e precipitação que alteram o desenvolvimento de processos superficiais. Além disso, indicam as áreas com presença de cabeceiras de drenagem e as áreas que marcam o nível da base na bacia, indicando processos erosivos e de sedimentação.

O segundo parâmetro de análise foi a declividade, esse que também encontra-se submetido a média aritmética dentre todos os valores dos *pixels* que corresponde a 27.852 obtendo-se o valor menor de 0% e o maior 84.67%, dessa forma identificou-se o valor médio de 15,5%, e buscou-se arredondar o valor para 15% (Figura 1). Conforme o IPT (1981) essa classe de declividade torna-se limite para o processo de mecanização agrícola ou em áreas urbanas a necessidade de cortes e aterros em obras de engenharia. Para gerar a declividade utilizou-se a sequência *ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Slope* no software ArcGIS®. Este parâmetro representa a inclinação das vertentes que condiciona diretamente a relação entre escoamento e infiltração nas encostas.

O terceiro parâmetro utilizado é o plano de curvatura, definido por identificar características de concentração ou dispersão do fluxo da água superficial. A utilização do plano de curvatura expressa formas convergente, planar e divergente, porém essa classificação apresenta algumas discrepâncias, visto que a escolha dos parâmetros para estabelecer um plano de curvatura planar é atribuído de maneira diferenciada e depende das características da área, tornando por vezes muito subjetivo, visto que Valeriano e Carvalho Junior (2003) utilizam valores variando de -0,0380 a 0,0511, Silveira (2010) atribui valores correspondentes a -0,01 a 0,01, Vasconcelos et al (2012) aplicam os valores de -0,33333 a 0,33333.

Para análise do plano de curvatura optou-se em realizar uma combinação binária utilizando o 0 ou nulo como parâmetro de corte, apresentando formas convergente (positiva) e divergente (negativa), essa designação ocorre devido a raridade em encontrar na área de estudo vertentes com valores nulos, porém pode ser identificado valores em intervalo de tolerância na vizinhança (GUADAGNIN e TRENTIN, 2014; GUADAGNIN, TRENTIN e ALVES, 2015; TRENTIN et al, 2015; DIAS, TRENTIN e MARQUES, 2016; TRENTIN e ROBAINA, 2016; PRINA e TRENTIN, 2016). O plano de curvatura é gerado nas ferramentas

*ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Curvature* no ArcGIS®.

Com relação ao plano de curvatura, pode-se destacar que ele é extremamente importante para o entendimento dos processos superficiais do relevo (CHAGAS, 2006; SIRTOLI et al, 2008), pois refere-se ao caráter convergente e divergente dos fluxos de matéria sobre o terreno, quando esse é analisado em uma projeção horizontal (VALERIANO; CARVALHO JUNIOR, 2003). O plano de curvatura, está relacionado com as variações dos gradientes de arqueamento, referindo-se a direção ortogonal da vertente, essa que se apresenta como curvatura da superfície perpendicular em relação a direção da inclinação (TRENTIN; ROBAINA, 2016).

Para definir o padrão dos parâmetros é necessário realizar *ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Reclass* → *Reclassify* no ArcGIS®. Após esse procedimento, realiza-se o *Arc Toolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Local* → *Combine* no ArcGIS®.

A partir da Figura 1 observa-se a espacialização dos parâmetros utilizados e a síntese do cruzamento para gerar as Unidades Geomorfométricas (UGs) a partir da combinação da árvore de decisão (GUADAGNIN e TRENTIN, 2014; GUADAGNIN, TRENTIN e ALVES, 2015; TRENTIN et al, 2015; DIAS, TRENTIN e MARQUES, 2016; TRENTIN e ROBAINA, 2016; PRINA e TRENTIN, 2016).

Destaca-se ainda, a realização de trabalhos de campo, que tiveram como objetivo a conferência *in loco* dos produtos cartográficos gerados a partir do geoprocessamento dos dados coletados a partir da observação das concentrações ou dispersão de fluxo e a inclinação das encostas. Essas áreas foram registradas fotograficamente e relacionadas com as unidades obtidas. No decorrer dessa atividade, realizou-se o levantamento fotográfico que serviu para a caracterização das UGs da Bacia Hidrográfica do Arroio Carijinho.

## Resultados e Discussões

### Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Arroio Carijinho está localizada na porção central do estado do Rio Grande do Sul, associada ao Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) do Alto Jacuí (Figura 2) (CBH-RS, 2017). Conforme

a metodologia de Strahler (1952) a BH apresenta drenagem de 4ª ordem, variação altimétrica de 522 metros, com maior altitude (605 metros) predominando na porção sudeste correspondendo ao alto curso e a menor (84 metros) abrangendo a porção noroeste na área de baixo curso.

Em relação ao clima, Rossato (2011) realizou levantamento dos climas no Rio Grande do Sul entre os anos de 1970 – 2007, considera que o clima na área de estudo define-se como Subtropical III, caracterizado por ser úmido com variação longitudinal das temperaturas

médias. Encontra-se na escarpa do Planalto Basáltico e vai até o Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Nessa área chove entre 1700-1800 mm ao ano, os volumes de chuva mensais apresentam volumes de 135-155 mm na maior parte dos meses, os meses considerados mais secos é julho e agosto onde pode apresentar variação no volume entre 75-135 mm. Um fator importante a ser mencionado são os sistemas frontais, devido o contato entre a Depressão Central com a escarpa do Planalto Basáltico que proporciona o desenvolvimento de chuvas orográficas.

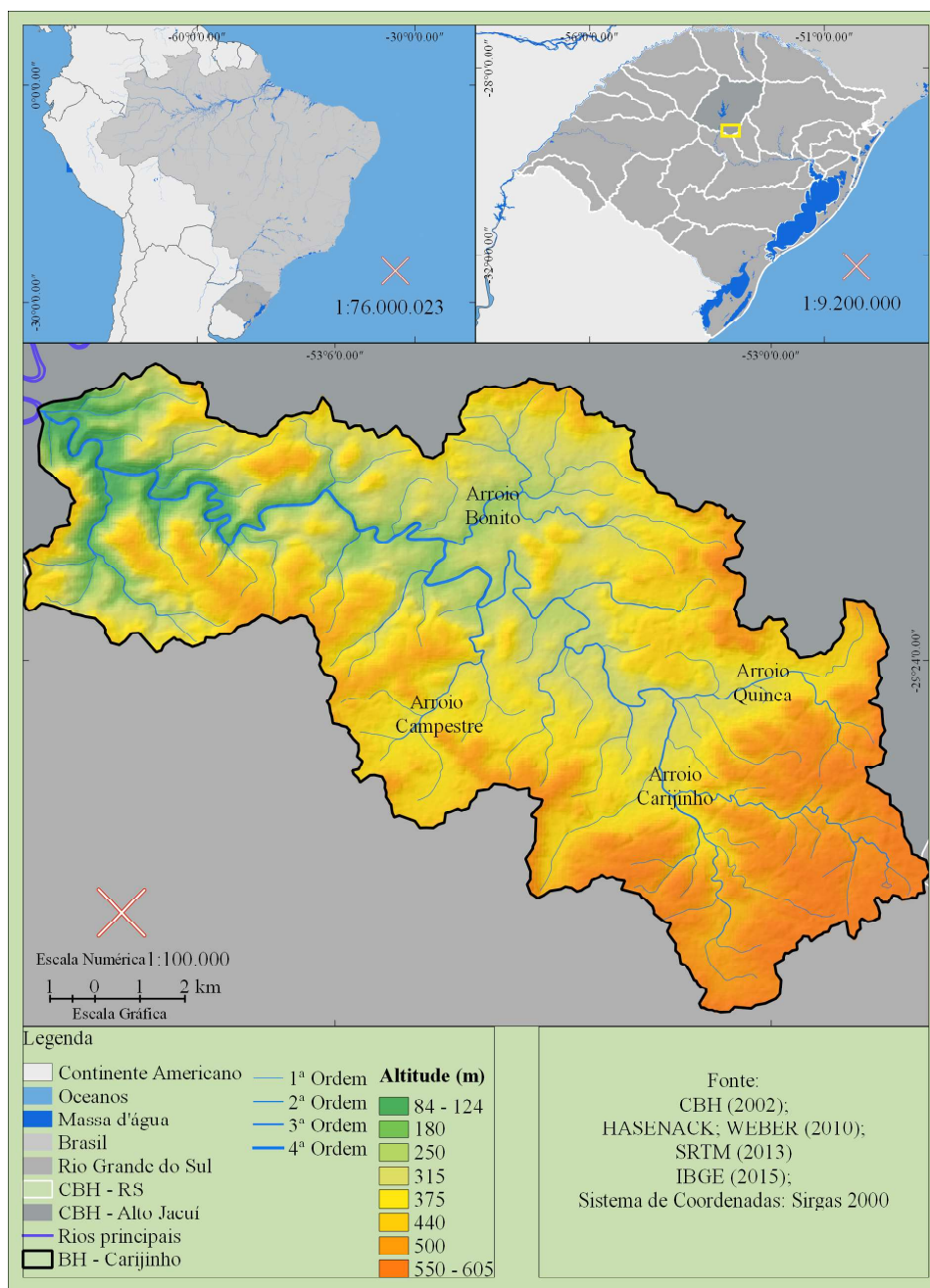


Figura 2 – Localização bacia hidrográfica do arroio Carijinho

A litologia da área de estudo corresponde a seqüências de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Nas maiores altitudes (em geral superiores a 520 metros) ocorrem rochas ácidas do Fácies Caxias e abaixo dessa altitude, predominam rochas básicas do Fácies Gramado, localizando-se no médio e baixo curso (CPRM, 2007).

Com base nos dados do IBGE (2003), os solos, nos relevos levemente ondulados, são bem desenvolvidos sendo do tipo Nitossolo Bruno ou Argissolo Bruno-Acinzentado. Associados a poções mais resistentes dos derrames e nas áreas com relevos movimentados, encontra-se Neossolo Litólico.

A bacia está incluída no Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, na Região Geomorfológica do Planalto das Araucárias, subdividido nas Unidades

Geomorfológicas Planalto dos Campos Gerais (alto e médio curso da bacia hidrográfica) e Serra Geral (baixo curso da bacia hidrográfica) (IBGE, 2003).

### Definição das Unidades Geomorfométricas

O cruzamento dos parâmetros definidos gerou oito unidades distintas que compõe mapa da Unidades Geomorfométricas (Figura 3).

As unidades geomorfométricas I, II, III e IV ocorrem nas maiores altitudes da bacia. As unidades I com 15,16% e II com 16,34% do total da bacia, constituem as áreas menos inclinadas das encostas, onde a primeira forma as porções de topos divergentes e a segunda unidade porções rebaixadas no topo que originam os canais de rede de drenagem em relevo de colinas onduladas.

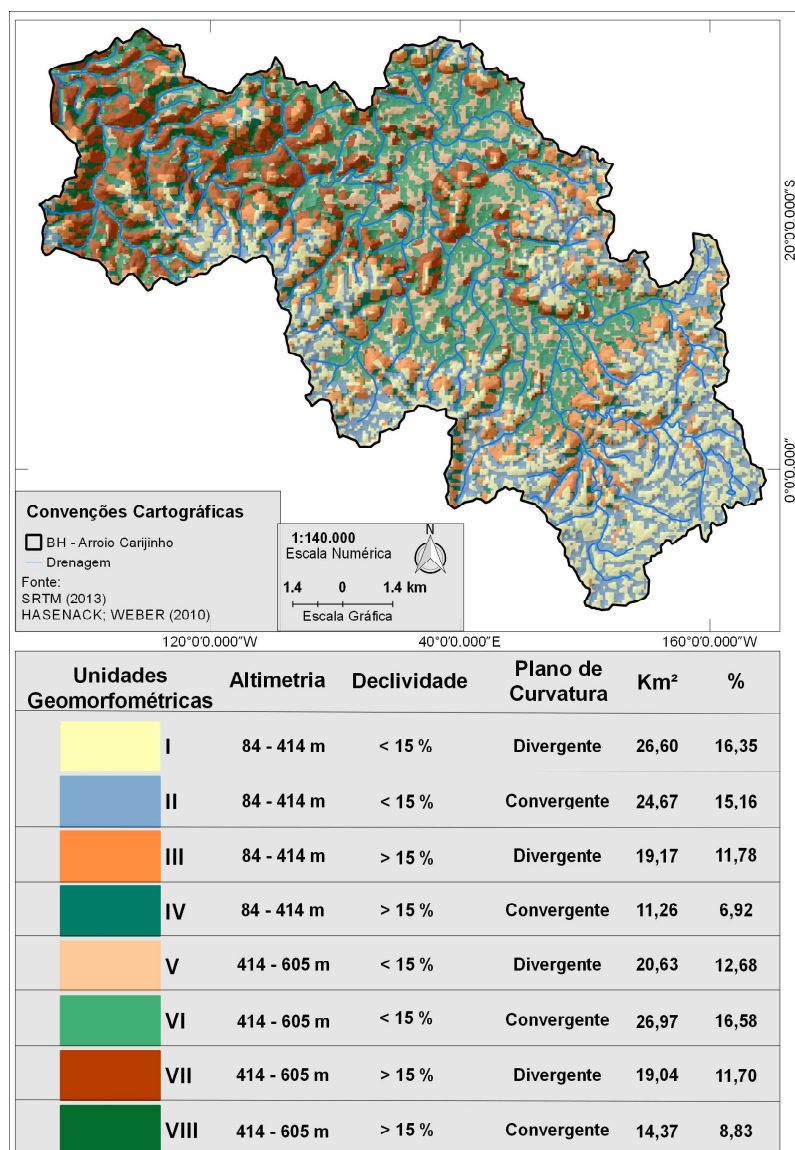


Figura 3 - Distribuição das unidades Geomorfométricas na bacia hidrográfica do arroio Carijinho

A unidade III com 6,93% está relacionada as formas de vertente divergente que possuem máxima dispersão de escoamento. A unidade geomorfométrica IV apresenta 11,79% do total da bacia, constituem as encostas de morros e morrotes, sendo as primeiras porções encaixadas da encosta com fluxo convergente, formando canais de drenagem.

O relevo ondulado com reentrâncias formando vales abertos representado pelas unidades I e II, pode ser observado na Figura 4, onde a imagem 1, apresenta área de plantio na porção divergente e capões de mato

na convergente, associado a nascentes. A imagem 2 apresenta a zona de transição entre a altimetria superior e inferior, onde o relevo movimentado, com encostas inclinadas constituem as unidades III e IV, composto por grande quantidade de vegetação arbórea. A concentração do fluxo favorece a ocorrência de processos erosivos na unidade III. A zona de transição tem por características solo espessos e declividades acima de 15%, podendo ser visualizadas a presença de vegetação de mata nativa e grande quantidade de silvicultura.

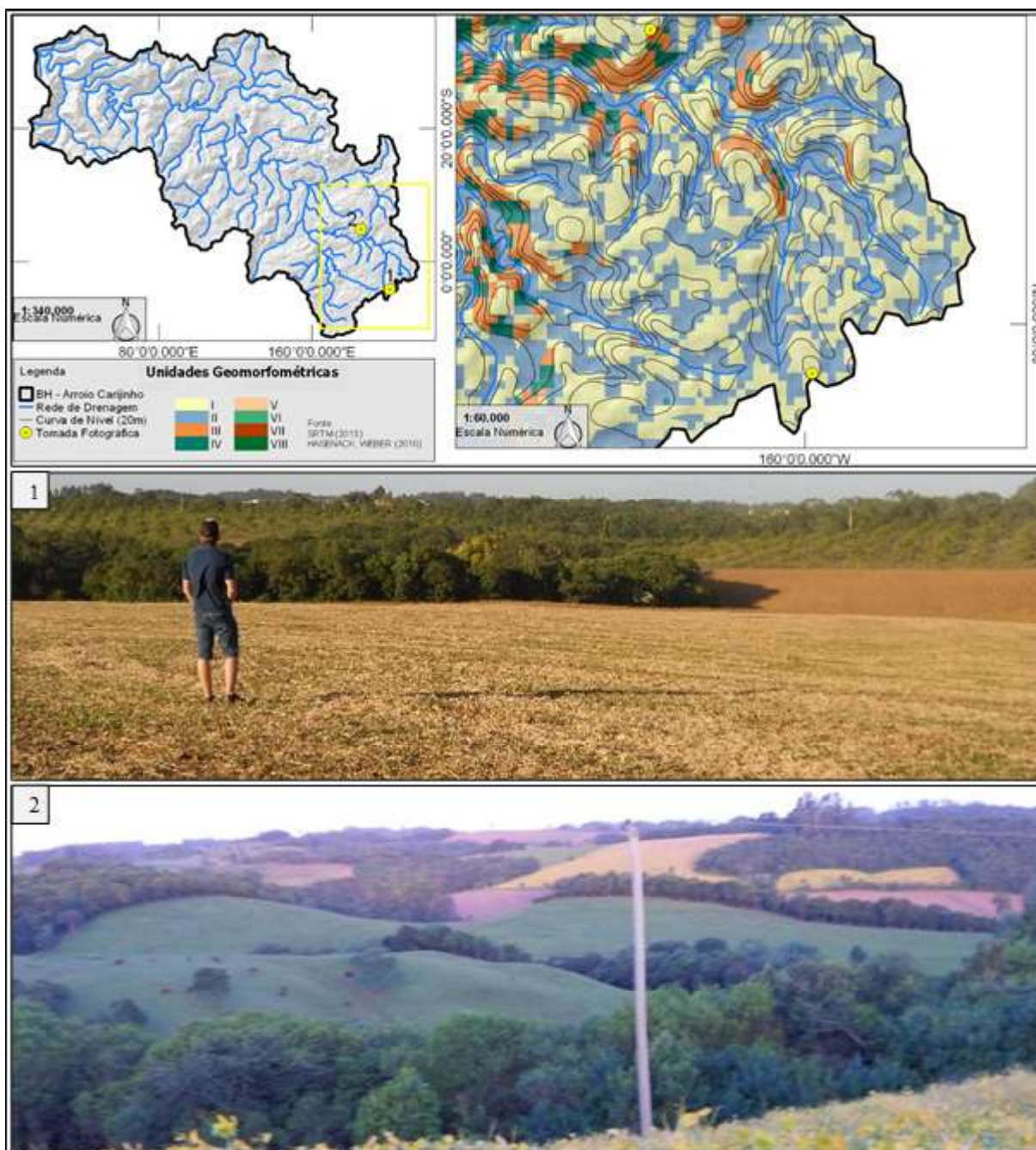


Figura 4 – Formação do alto curso e área de transição entre os parâmetros altimétricos

As UGs V (16,58%) e VI (12,67%) apresentam-se como a altimetrias inferiores a 414 metros que concentra-se principalmente no médio curso, formando algumas planícies ao longo do canal e colinas onduladas. As UGs VIII (11,70%) e VII (8,83%) encontram-se concentradas principalmente no baixo curso formando

a Unidade Geomorfológica da Serra Geral. As UGs V e VI podem ser visualizados no primeiro plano da imagem mostrada na Figura 5, próximo ao canal principal do arroio, formando pequenas planícies aluviais e um relevo suavemente ondulado onde localiza-se a área urbana do município de Sobradinho.

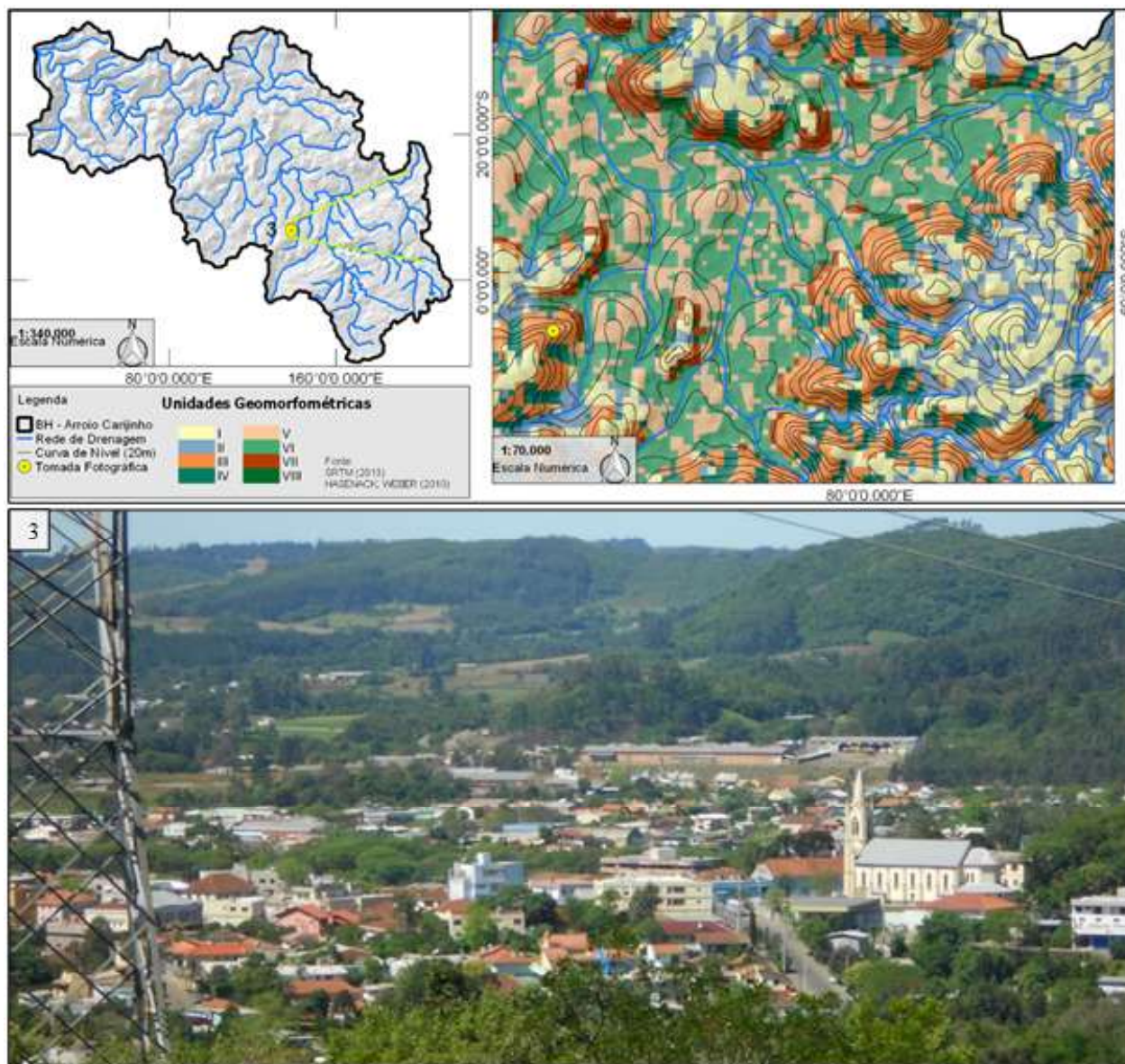


Figura 5 – Formação de colinas onduladas e transição entre parâmetros altimétricos.

No segundo plano da imagem da Figura 5, identifica-se as UGs III e IV, que constituem a transição entre a altimetria baixa com relevo suave ondulado para o a altimetria superior a 414 metros que contém as mesmas características.

Nas imagens fotográficas da Figura 6 pode-se observar que a área urbana de Sobradinho, associada

as unidades V e VI segue os arroios Carijinho e Quinca que estão encaixados em lineamento estrutural de NE-SW. No segundo plano das imagens identifica-se as áreas inclinadas associadas as UGs VII e VIII na base da encosta e as III e IV da média encosta para o topo. Identifica-se Morro da Medianeira que predomina em sua encosta a UG VIII.



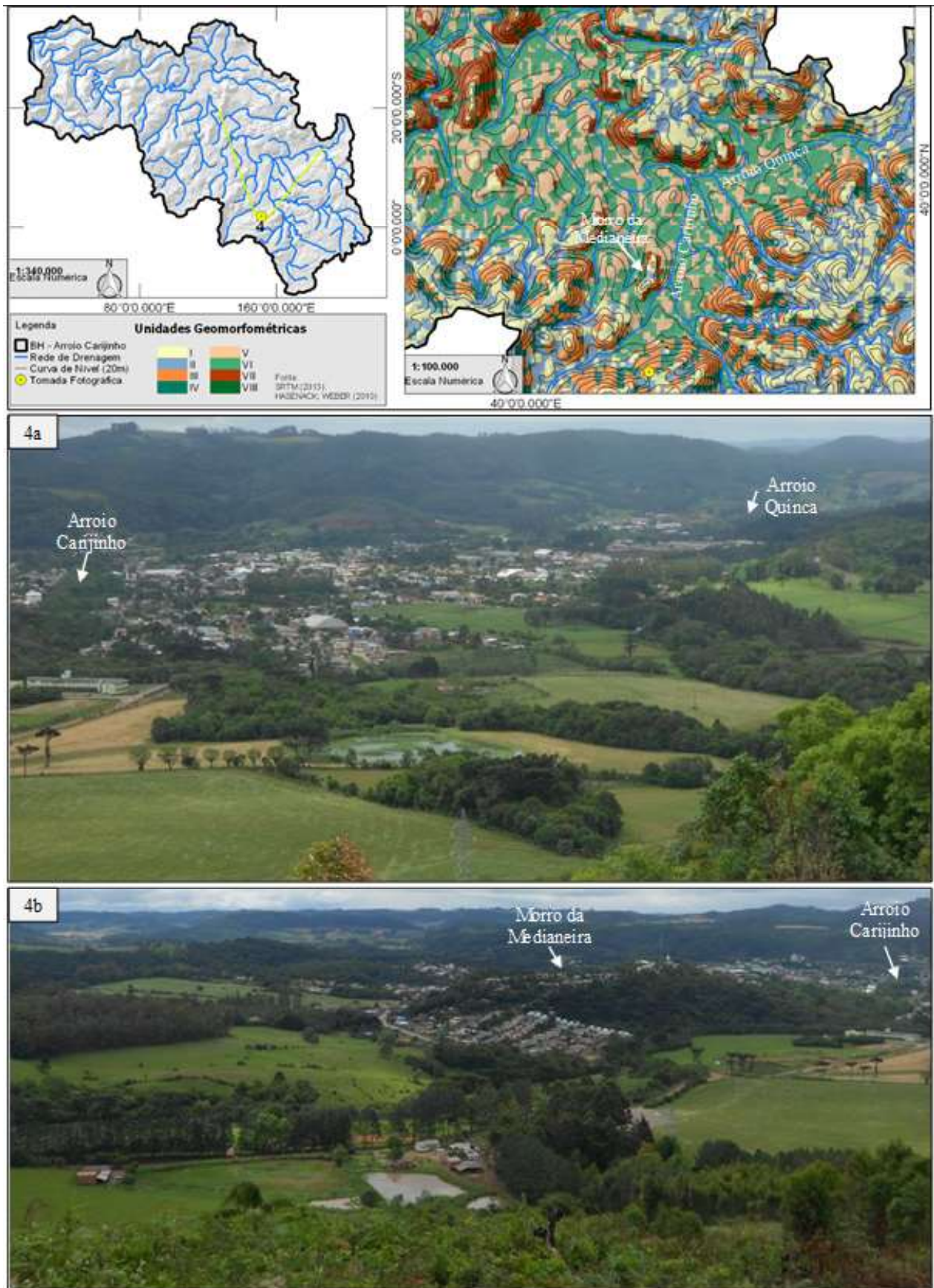


Figura 6 – Transição entre parâmetros altimétricos

Ao observar as fotografias, identifica-se que nas áreas de transição entre as altimetrias que possui relevo movimentado predominam vegetação de mata nativa e presença de silvicultura que é utilizada para o processo de secagem do fumo nas estufas.

A Figura 7, apresenta um morrote isolado, com a imagem A, vista no sentido SW e a imagem B uma visada

no sentido NE. Essa estrutura encontra-se próximo ao Arroio Bonito que insere-se no limite entre os municípios Sobradinho e Arroio do Tigre. As encostas constituem a unidade UG VII, nas porções divergentes e a UG VII nas convergentes, onde formam fluxo de drenagem. Nessa feição, pelas declividades predominantes serem superiores a 15% ocorre vegetação de mata nativa bem preservada.

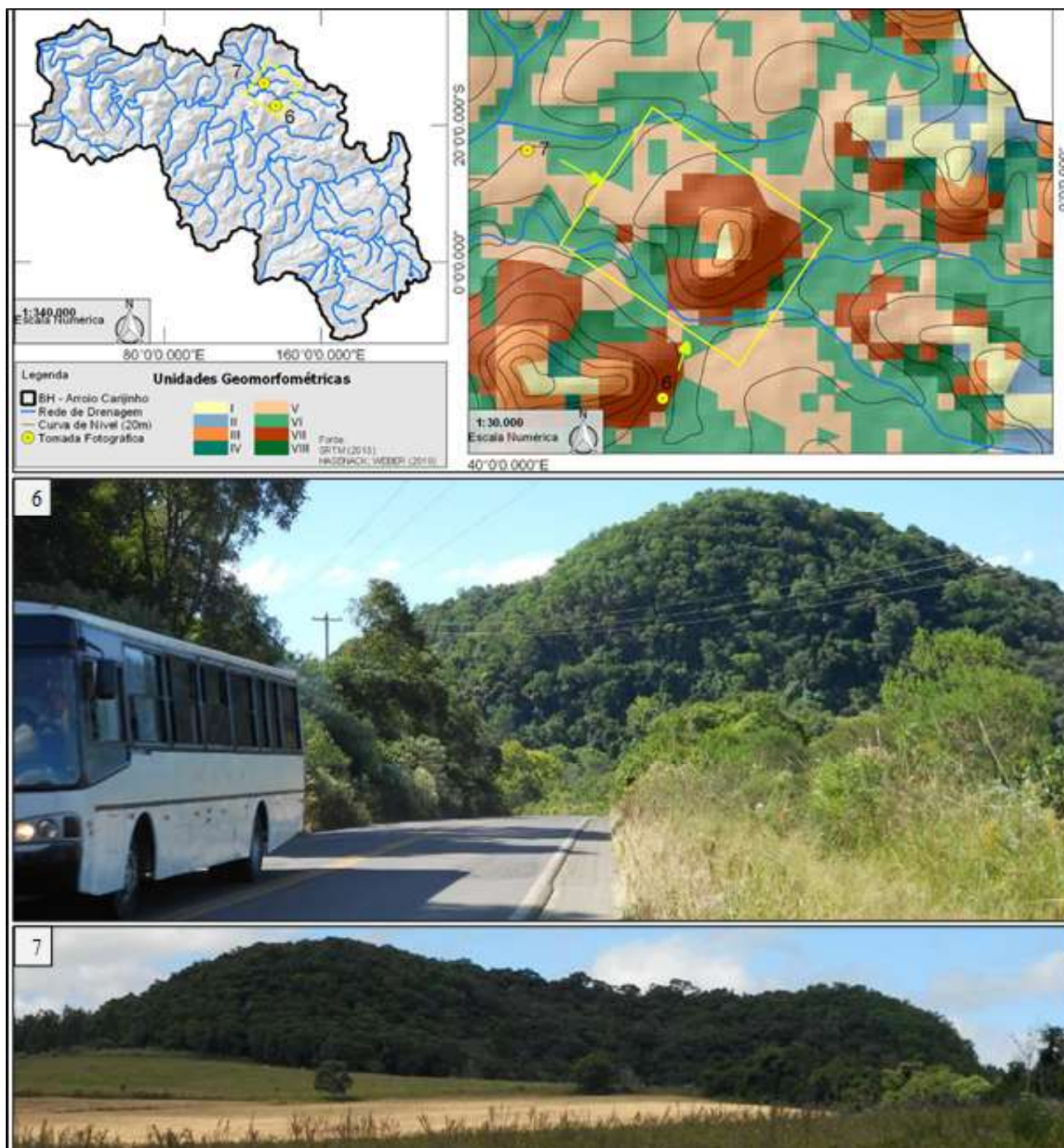


Figura 7 – Morrote isolado do Arroio Bonito.

A Figura 8 apresenta dois morrotes isolados, com diferentes características de relevo. A imagem da fotografia 8a, observa-se a encosta inclinada com fluxo divergente da UGs VII, onde predomina vegetação de mata nativa. Na fotografia 8b identifica-se a área entre os morrotes onde, conforme o mapa, ocorre canal fluvial que corresponde a UG VI. A Figura 8c representa o morrote de topo plano, onde observa-se a porção convergente, no centro, identificada pela unidade IV e as porções divergentes da UG VIII.

Em direção a foz, no baixo curso, observa-se um relevo formando por morros e morrotes do Rebordo do

Planalto, onde ocorrem as UGs VII e VIII e UGs V e VI. Na figura 9 observa-se em primeiro plano as UGs VII e VIII, em segundo plano ao fundo visualiza-se as UGs V e VI, onde ocorrem áreas agrícolas e de silvicultura. Nas poções de topo estão representadas as unidades UGs V e VI onde predomina vegetação de mata nativa em relevo movimentado.

A Figura 10, apresenta uma encosta com a base representada pelas unidades VII e VIII e na porção superior da encosta as unidades II e IV. Identifica-se mata nativa em decorrência da declividade acima de 15%.

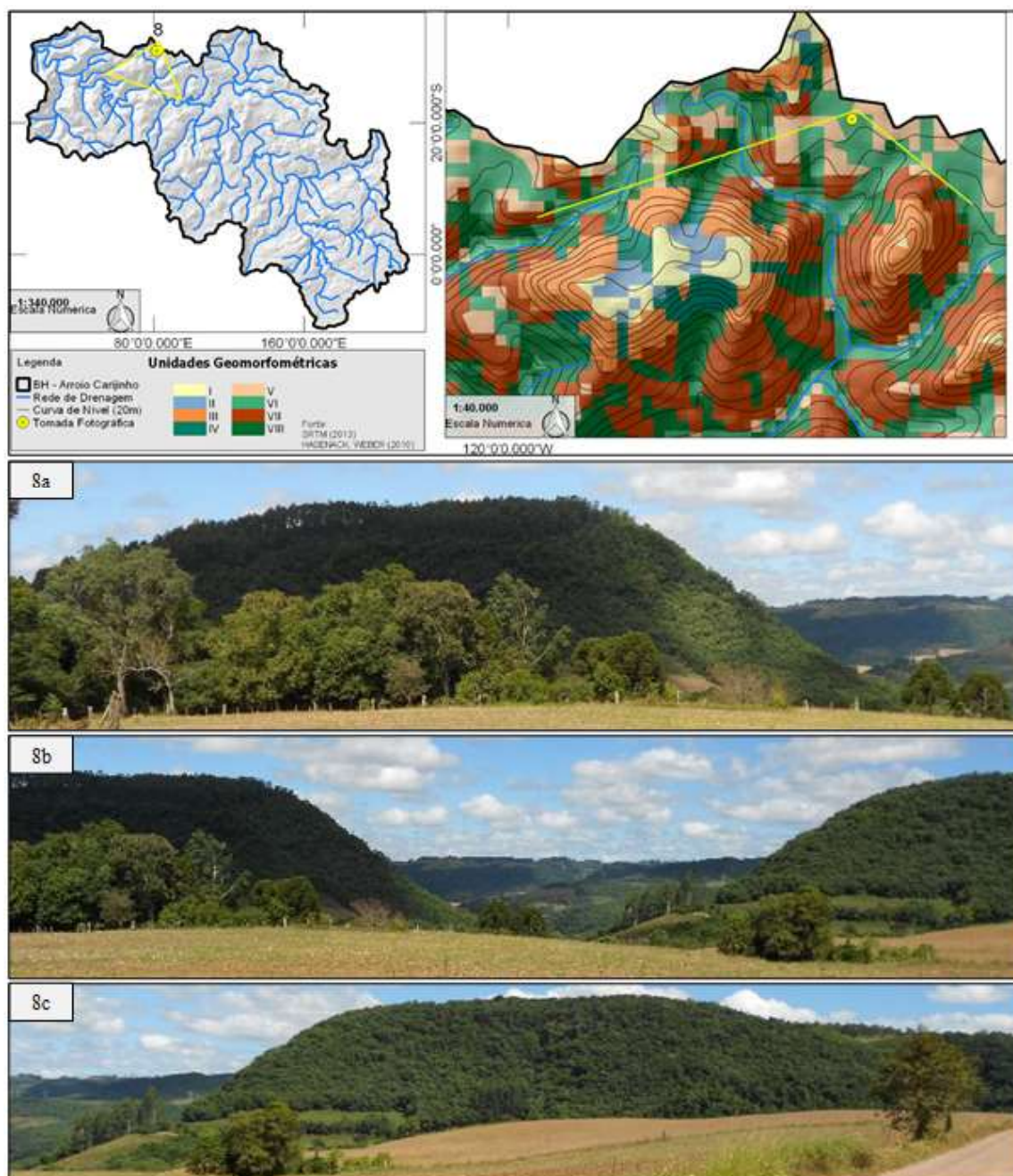


Figura 8 - Formas de morros e morrotes do baixo curso

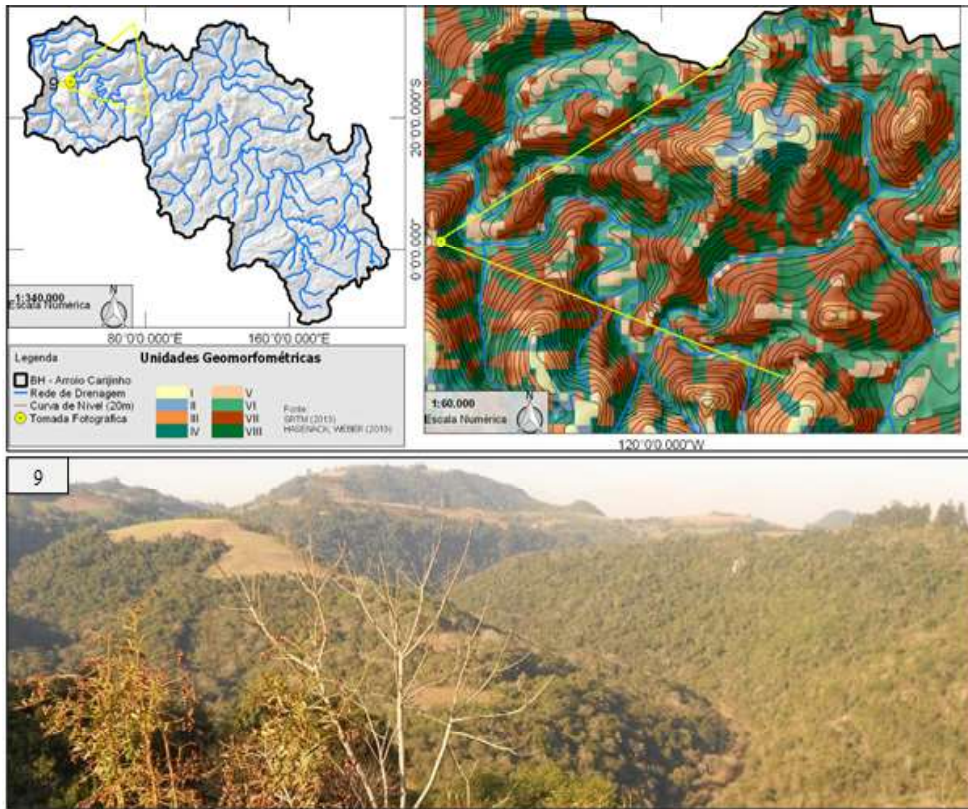


Figura 9 – Rebordo da Serra Geral no baixo curso

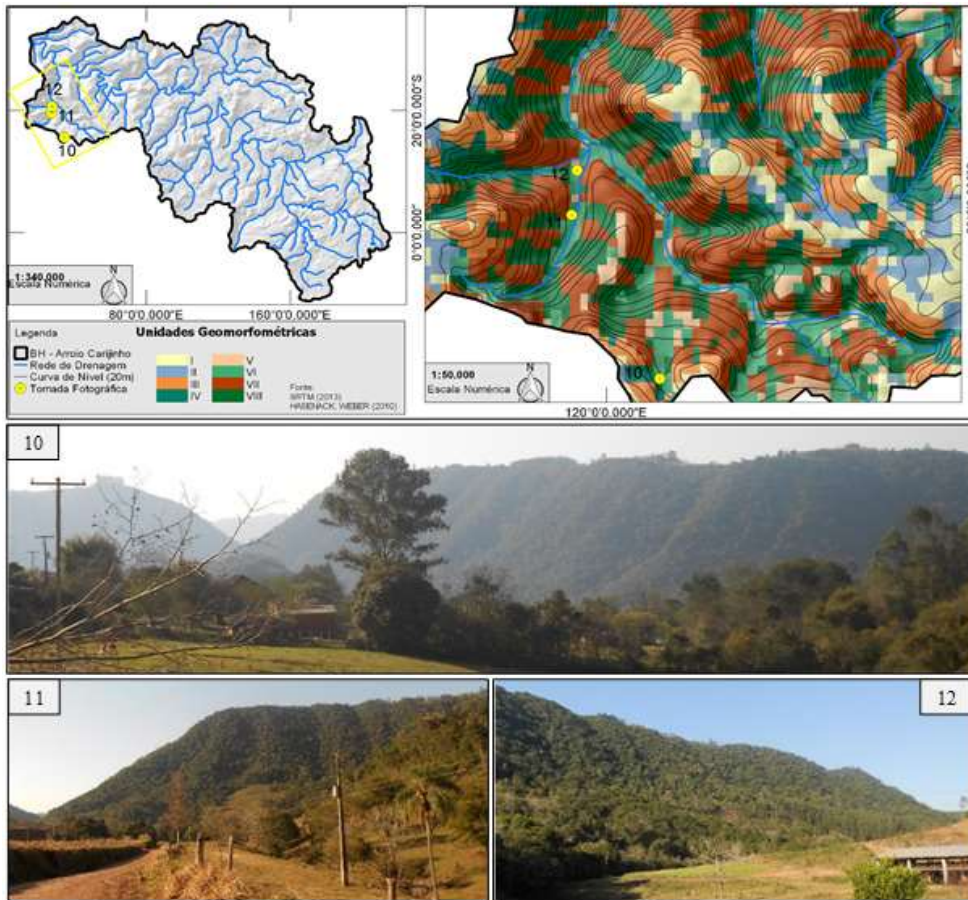


Figura 10 - Formas Geomorfométricas do baixo curso

## Considerações Finais

O presente artigo objetivou realizar a compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do Arroio Carijinho a partir da utilização dos parâmetros altimetria, declividade e plano de curvatura, definindo assim oito unidades geomorfométricas para a área de estudo.

É importante destacar que a realização de trabalhos de campo teve como objetivo a conferência *in loco* das características das encostas, registradas em um levantamento fotográfico, que permitiu indicar as diferentes unidades geomorfométricas no relevo da área de estudo. Nesse sentido, destaca-se que os trabalhos de campo possuem um papel fundamental para a confirmação da realidade *in loco* servindo como instrumento importante de análise da realidade da área de estudo.

Por fim, ressalta-se a importância do relevo e da geomorfologia no planejamento ambiental aliado ao ordenamento territorial, tendo como base a definição de locais apropriados para os diferentes usos. Sendo assim, é importante buscar alternativas que tenham como objetivo analisar as dimensões naturais em relação as atividades antrópicas.

## Referências Bibliográficas

- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p.153-192.
- CHAGAS, C. S. **Mapeamento digital de solos por correlação ambiental e redes neurais em uma bacia hidrográfica no domínio de mar de morros**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006. 286p.
- COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO GRANDE DO SUL. **Informações**. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx#not-interestaduais>>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS. **Gravataí – SH,22-X-C-V, escala 1:100.000: nota explicativa**. Porto Alegre: UFRGS/CPRM, 2007. 72p
- DIAS, D. F.; TRENTIN, R.; MARQUES, R. D. Utilização de parâmetros geomorfométricos para a classificação do relevo do município de Mata – RS. **Revista GEOgrafias**, Belo Horizonte, v.12, n.1, p. 90-101, 2016.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS® 10.1 License Manager and Installation**. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/desktop/latest/get-started/license-manager-guide/license-manager-installation-and-startup.htm/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Fill (Spatial Analyst) - ArcGIS Help 10.1**. Disponível em: <[http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z000000500000000000](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z0000005000000000)>. Acesso em 05 dez. 2014.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Curvature (Spatial Analyst) - ArcGIS Help 10.1**. Disponível em: <<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z000000tw000000>>. Acesso em 05 dez.2014.
- FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: \_\_\_\_\_ . (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p.11 - 30.
- GUADAGNIN, P M A; TRENTIN, R. Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do Arroio Caverá - RS. **Geo UERJ**, v. 16, n. 25, p.183-199, 2014. DOI: 10.12957/geouerj.2014.10030.
- GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R.; ALVES, F. S. Relação entre as Variáveis Geomorfométricas e a Vegetação Florestal na Bacia Hidrográfica do Arroio Caverá-Oeste do RS. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 29, p. 246-261, 2015. DOI: 10.11606/rdg.v29i0.102131.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário-geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1997. 652p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul**. Série Geoprocessamento, Porto Alegre: Centro de Ecologia da UFRGS, 2010. 1 DVD.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento Geomorfológico**. 1:250.000 Carta Santa Maria SH. 22 – V – C 2003.
- \_\_\_\_\_. **Mapeamento Pedológico**. 1:250.000 Carta Santa Maria SH. 22 – V – C 2003.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000, v. 2, 1981. 130p.
- MARK, D. M. Geomorphometric parameters: a review and evaluation. **Geografiska Annaler. Series A, Physical**

**Geography**, v. 57, n. 3-4, p.165-177, 1975.

MUÑOZ, V. A. **Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. 112p.

PIKE, R. J. Geomorphometry diversity in quantitative surface analysis. **Progress in Physical Geography**, v. 24, n. 1, p. 1-20, 2000. DOI: 10.1177/030913330002400101

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. Caracterização detalhada das unidades de relevo do município de Jaguari (RS)/Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 46, p. 404-426, 2016. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2016v26n46p404.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Classificação das unidades de relevo através de parâmetros geomorfométricos. **Mercator**, v. 15, n. 3, p. 53-66, 2016. DOI: 10.4215/RM2016.1503.0004.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SILVEIRA, C. T. Compartimentação Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itú/RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 219-237, 2015. DOI: 10.20502/rbg.v16i2.460.

SILVEIRA, C. T. **Análise digital do relevo na predição de unidades preliminares de mapeamento de solos: integração de atributos topográficos em sistemas de informações geográficas e redes neurais artificiais**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. 153p.

SIRTOLI, A. E. et al. Parâmetros do relevo derivados do

modelo digital de elevação e suas relações com solos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 317-329, 2008. DOI: 10.5380/rsa.v9i3.11517.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of Geomorphology**. Geol. Soc. America Bulletin, 1952.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Shuttle Radar Topography Mission**. 3-ARC, 2012. Disponível em: <<http://srtm.usgs.gov/>>. Acesso em: 09 jan. 2016.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p.72-104.

VALERIANO, M. M.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 1, p. 17-29, 2003. DOI: 10.20502/rdg.v4i1.17.

VASCONCELOS, V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. Sistema de classificação geomorfométrica baseado em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no Parque Nacional Serra da Canastra. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n. 2, p. 171-186, 2012. DOI: 10.20502/rdg.v4i1.17.

WOOD, J. **The geomorphological characterisation of digital elevation models**. PhD Thesis (Doctorate in Geography), University of Leicester, Leicester, 1996. 238p.