



[HOME \(/2018/\)](#)

[COMISSÕES \(.././COMISSOES.HTML\)](#)

[ANAIS \(.././ANAIS.HTML\)](#)

USO DO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICO PARA ESTUDO DO RELEVO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IBICUI – OESTE DO RS

Autores

Trentin, R. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA) ; Robaina, L.E.S. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA) ; Lamberty, D. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA)

Resumo

Usando o Índice de Posição Topográfica (IPT) em diferentes escalas e associado a declividade pode ser classificado os diferentes elementos do relevo. O IPT, é um algoritmo criado por (WEISS, 2001), que calcula a diferença da elevação entre um pixel central e a média da elevação do seu entorno, entorno este definido através de um raio determinado pelo usuário. O estudo foi desenvolvido na Bacia hidrográfica do Ibicuí localizada no oeste do Rio Grande do Sul, com área de 46.602,58 km², perímetro de 1268,76 km e apresenta uma hierarquia de 8^a ordem. A análise do IPT associado com a declividade determinou 08 elementos de relevo na BHRI: os elementos de áreas planas, as porções de topo identificados como planos e ondulados, áreas de cabeceiras de drenagem, encostas e a base das encostas e os elementos de canais que podem ser fechados ou abertos.

Palavras chaves

IPT; Relevo; Geomorfometria

Introdução

A intensidade dos processos de dinâmica superficiais são sensíveis à posição topográfica que o referido processo ocupa na vertente, porém, existe grande dificuldade em se medir as variáveis para definir precisamente sua descrição, devido a sua variabilidade espacial (LONGLY et al., 2015). A possibilidade de se obter de maneira simples índices topográficos que representem adequadamente essas variáveis complexas, é um dos desafios atuais das modelagens ambientais. Os métodos atuais de classificação e modelagem, possibilitaram a subdivisão das formas em elementos do relevo, que são um conjunto de parcelas de um tipo de relevo relativamente homogênea. Vários autores têm descrito o relevo a partir das variáveis topográficas obtidas dos MDTs (MACMILLAN; SHARY, 2009); (MUÑOZ, 2009); (VASCONCELOS et al., 2012); (JASIEWICZ; STEPINSKI, 2013) (SILVEIRA; SILVEIRA, 2015, 2014, 2016); (TRENTIN; ROBAINA; BARATTO, 2016); (ROBAINA et al., 2017). No contexto da classificação automatizada de elementos e formas do relevo, Andrew Weiss apresentou em 2001 na “ESRI International User Conference” o conceito de Topographic Position Index (TPI) e como o mesmo é calculado (WEISS, 2001). Usando o TPI em diferentes escalas e associado a declividade pode ser classificados os diferentes elementos da encosta como crista, topo, meia-encosta, fundo de vale e formas do relevo, como canyons, vales suaves, áreas planas, encostas abertas, mesas, etc. A base da classificação usando TPI é a diferença entre o valor de elevação em um pixel e a média de elevação dos pixels vizinhos. Valores positivos significam que o pixel analisado apresenta elevações maiores que ao seu redor, enquanto negativo indica que é mais baixo em relação ao seu entorno. O grau em que o pixel é mais alto ou mais baixo, relacionando-se com a inclinação do mesmo, pode ser definida sua posição na encosta. Quando significativamente maior, pode indicar área próxima do topo ou a crista, já, quando significativamente menor indica proximidade ou fundo do vale. Valores próximos a zero podem significar área plana ou na meia-encosta, desta forma a inclinação pode ser usada para distinguir as duas situações. TRENTIN; ROBAINA; BARATTO, (2016) determinaram os diferentes elementos das encostas na bacia hidrográfica do Puitã, oeste do RS, usando como base a análise do Índice de Posição Topográfica. As classes de TPI determinadas foram denominadas: vales; áreas planas; encostas suaves; encostas onduladas; encostas íngremes e topo das encostas. SILVEIRA; SILVEIRA, (2017) determinaram as formas de relevo do Paraná, por meio da aplicação do Índice de Posição Topográfica (IPT), seguido da avaliação de sua distribuição nas subunidades morfoesculturais do Mapa Geomorfológico do Paraná. Com base nas aplicações mencionadas, o presente trabalho tem por objetivo a definição de elementos de relevo na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, oeste do estado do RS, através da integração dos dados de IPT em diferentes escalas de generalização e, dados de inclinação das vertentes.

Material e métodos

Para a definição dos elementos de relevo, definidos através do Índice de Posição Topográfica (IPT), cabe apresentar os materiais utilizados, bem como as bases cartográficas para os processamentos em SIG. A base digital para a análise e discriminação da elevação da bacia hidrográfica, foi o Modelo Digital de Elevação oriundos dos dados do Radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponíveis no site do Serviço Geológico Americano com resolução espacial de 3 Arc second (aproximadamente 90 metros) (KRETSCH, 2000). Quanto à organização do banco de dados e aos processamentos dos mesmos, utilizou-se o SIG ArcGIS 10.2 (ESRI, 2011), com as extensões básicas de banco de dados e as extensões do spatial analyst e 3D analyst para processamentos dos dados e cruzamento de raster (REUTER; NELSON, 2009). O Índice de Posição Topográfica (IPT), é um algoritmo criado por (WEISS, 2001), que calcula a diferença da elevação entre um pixel central (Z_0) e a média da elevação do seu entorno (Z_m), entorno este definido através de um raio determinado pelo usuário, o que definirá a escala de generalização da análise ($IPT=(Z_0) - (Z_m)$) O valor do IPT expressa a intensidade do contraste, permitindo realçar as cristas ou os picos que são substancialmente mais elevados do que as suas células adjacentes. Significativamente valores negativos de TPI sugerem que a célula está perto do fundo de um vale. O TPI com valores próximos de zero pode significar tanto um plano ou uma superfície de inclinação, a inclinação das células (declividade) pode então, ser utilizada para distinguir

os dois (TRENTIN; ROBAINA; BARATTO, 2016). A análise do entorno (escala de generalização), no ArcGIS, é realizada por uma janela móvel que pode ser circular, anelar, retangular, entre outras, através da ferramenta “focal statistics”, definindo uma operação estatística definida pelo usuário. No presente trabalho utilizou-se a janela móvel circular com operação estatística da média. Para a definição das unidades da bacia hidrográfica do rio Ibicuí, utilizou-se o cruzamento de raster composta por três conjunto de informações, sendo estas: IPT Regional; IPT Local e Declividade. Os dados do IPT Regional foram definidos utilizando-se uma janela móvel com raio de análise do entorno de 1450 metros. Para o IPT Local, utilizou-se uma janela móvel com raio de 270 metros. Nas informações de declividade utilizou-se as inclinações em porcentagem. Para os raster de informação do IPT Regional e IPT Local, estabeleceu-se em cada um, três classes, utilizando como limites o desvio padrão dos dados, desta forma, definiu-se as classes: baixas elevações em relação ao entorno: $IPT < -1$ desvio padrão; classes de altitudes semelhantes ao entorno: $IPT > -1$ desvio padrão e < 1 desvio padrão e; classes de altitude maior que o entorno: $IPT > 1$ desvio padrão. Para o raster de declividade, utilizou-se duas classes de análise, tendo como limite das classes a inclinação de 5%, visto que este limite se associa ao início dos processos erosivos, desta forma, estabeleceu-se a classe de declividade baixas $< 5\%$ e a classe de declividade altas $>5\%$. A combinação dos três dos planos de informações em formato raster (IPT Regional; IPT Local e Declividade), permitiu a definição de oito unidades sendo elas: Topo Ondulado; Encostas; Plano; Topo Plano; Nascentes; Canal Fechado; Canal Aberto e Base da encosta, através das características de cada unidade.

Resultado e discussão

A bacia do Rio Ibicuí abrange importantes rios da região oeste do Rio Grande do Sul, drenando parcial ou totalmente a área de 30 municípios, sendo o Rio Ibicuí o maior afluente da Bacia do Rio Uruguai, dentro do território brasileiro. Está localizada (Figura 1) entre as coordenadas de latitude sul $29^{\circ}01'$ e $31^{\circ}20'$ e entre as longitudes $56^{\circ}47'$ e $53^{\circ}29'$. A área da bacia é de $46.602,58 \text{ km}^2$, perímetro de $1268,76 \text{ km}$ e apresenta uma hierarquia de 8ª ordem, conforme classificação de (STRAHLER, 1952). Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí (BHRI) A análise do IPT associado com a declividade determinou 08 elementos de relevo na BHRI: os elementos de áreas planas, as porções de topo identificados como planos e ondulados, áreas de cabeceiras de drenagem, encostas e a base das encostas e os elementos de canais que podem ser fechados ou abertos. A tabela 1 apresenta os parâmetros utilizados para a definição de cada uma das unidades. Tabela 1 – Parâmetros utilizados para a definição das unidades da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí. A Figura 02 mostra a distribuição espacial das unidades e a tabela 2 apresenta a área e porcentagem destas unidades na BHRI. Figura 2 – Distribuição espacial das Unidades dos elementos de relevo da BHRI Tabela 2 – Área e porcentagem das unidades de elementos de relevo na BHRI. Os elementos do relevo de áreas planas predominam, compondo 26.787 km^2 , o que corresponde a 57% da área da bacia. Ocorrem formando uma grande área na bacia do rio Santa Maria, que escoar de sul para norte, e ao se encontrar com o rio Ibicuí-mirim constitui o rio Ibicuí, propriamente dito. Composto por um substrato de arenitos e de lamitos marinhos de cor bege a cinza, com baixa permeabilidade. O relevo de amplos interflúvios e área com declividades ao redor de 2%, confere situações de hidromorfismo e elevado conteúdo de argilas 2:1 que determinam grandes dificuldades, até mesmo, impedindo a circulação nas estradas não pavimentadas que cruzam a área. Essa unidade, também, é importante sobre um substrato de rochas vulcânicas, intercaladas com arenitos que formam a porção oeste da BHRI em direção a foz junto ao rio Uruguai. A característica são as altitudes inferiores a 100m, formas com amplos interflúvios, declividades entre 2% e 5%, podendo gerar solos rasos até bem desenvolvidos, mas em geral com argilas 2:1 pela baixa capacidade de transporte lateral dos produtos das reações. Nas áreas não planas, formadas por relevo com formas de colinas e morros, as unidades dos elementos de encosta são importantes, com $8.105,57 \text{ km}^2$, correspondendo a 17,195% da área da bacia. Os elementos de base de encostas, ocorrem em $853,00 \text{ km}^2$, o que corresponde a 1,81% da bacia. Estão representados nos relevos fortemente ondulados onde marcam a transição entre as encostas e os elementos de vales, constituindo, muitas vezes, depósitos coluviais na base das encostas. Os elementos de topo são caracterizados como topos planos, com $2.792,55 \text{ km}^2$, correspondendo a 5,92% da bacia, e topos ondulados com $1.982,06 \text{ km}^2$, com 4,2% da bacia. Os elementos

identificados como de topo plano ocorrem no relevo suavemente ondulado das colinas e de morrotes e morros sustentados por arenitos. Os elementos de topo ondulado se associam as formas de relevo de morros e morrotes sustentados por rochas vulcânicas. Os elementos definidos como nascentes ocorrem disseminados pela bacia, ocupando 1.291,39km², 2,74% da bacia. Constitui pequenas áreas no topo de forma semicircular, com convergência de fluxo. Os elementos definidos como canais marcam as incisões no relevo geradas pela ação hídrica. Os canais fechados ocorrem em 7,05% da bacia, com área de 3.323,17 km², enquanto os canais abertos correspondem a 4,26% da bacia, em uma área de 2.007,10 km². Os canais fechados ocorrem associados ao relevo movimentado, que ocorre no Rebordo do Planalto, na Serra do Caverá e em porções do Escudo. Os canais abertos formam as incisões no topo do Planalto e nas porções de médio e baixo curso em contato com as áreas planas.

Figura 1



Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí (BHRI)

Figura 2



Figura 2 - Distribuição espacial das Unidades dos elementos de relevo da BHRI

Tabela 1



Tabela 1 - Parâmetros utilizados para a definição das unidades da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí.

Tabela 2



Tabela 2 - Área e porcentagem das unidades de elementos de relevo na BHRI.

Considerações Finais

Usando o TPI em diferentes escalas e associando a declividade pode ser classificado os diferentes elementos definidos como: áreas planas, topos planos e ondulados, cabeceiras de drenagem, encostas e a base das encostas e os elementos de canais que podem ser fechados ou abertos. Os elementos de áreas planas são os predominantes na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, ocupando as áreas associadas às planícies de inundação do canal principal e de seus afluentes de maior magnitude. Os elementos de encostas também são representativos na bacia hidrográfica marcando a transição das áreas com forte inclinação das vertentes. No contexto da classificação automatizada de elementos e formas do relevo a aplicação do IPT se mostrou simplificado e representativo para distintas unidades de relevo observadas na bacia hidrográfica. Portanto, destaca-se que a aplicação do IPT possui potencial como ferramenta auxiliar aos estudos de cartografia geomorfológica.

Agradecimentos

Referências

CARRARO, C. . et al. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul (escala 1:1.000.000)Porto AlegreUFRGS - Instituto de Geociências, , 1974.

CHÉTELAT, J. Eléments méthodologiques de diagnostic paysager utilisant les systèmes d'information géographique.

- [s.l.] Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne, 2005.
- ESRI. ArcGIS Desktop: Release 10 Redlands CA, 2011.
- JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, v. 182, p. 147–156, 2013.
- JENNESS, J.; BROST, B.; BEIER, P. Land Facet Corridor Designer: Extension for ArcGIS. Jenness Enterprises, 2013.
- JOLIVEAU, T. Analyse des paysages dans un contexte d'aménagement. *L'intérêt des outils géomatiques. Géoévénement*, p. 4–6, 2003.
- KRETSCH, J. L. Shuttle radar topography mission overview. *Proceedings - Applied Imagery Pattern Recognition Workshop. Anais...Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 2000
- LONGLEY, P. A. et al. *Geographic Information Systems and Science*. [s.l.: s.n.].
- MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Chapter 9 Landforms and Landform Elements in Geomorphometry. *Developments in Soil Science*, v. 33, p. 227–254, 2009.
- MAGUIRE, D. J.; DANGERMOND, J. The functionality of GIS. In: *Geographic Information Systems and Science*. [s.l.: s.n.].
- MOORE, I. D.; BURCH, G. J. Modelling erosion and deposition: topographic effects. *Transactions of the ASAE*, 1986.
- MOORE, I. D.; BURCH, G. J.; MACKENZIE, D. H. Topographic Effects on the Distribution of Surface Soil Water and the Location of Ephemeral Gullies. *Transactions of the ASAE*, 1988.
- MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. *Digital Terrain Modeling: A Review of Hydrological Geomorphological and Biological Applications*. Hydrological Processes, 1991.
- MUÑOZ, V. A. *Análise Geomorfométrica de Dados SRTM Aplicada ao Estudo das Relações Solo-Relevo*. 1. ed. São José dos Campos: Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), 2009.
- REUTER, H. I.; NELSON, A. Chapter 11 Geomorphometry in ESRI Packages. *Developments in Soil Science*, v. 33, p. 269–291, 2009.
- ROBAINA, L. E. DE S. et al. COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IBICUÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, n. 2, p. 11–23, 2010.
- ROBAINA, L. E. DE S. et al. APPLICATION OF THE CONCEPT OF GEOMORPHONS TO THE LANDFORM CLASSIFICATION IN TOCANTINS STATE, BRAZIL. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 41, n. 0, p. 37, 28 ago. 2017.
- SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA (IPT) PARA CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOMÉTRICA DAS FORMAS DE RELEVO NO ESTADO DO PARANÁ - BRASIL. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 41, n. 0, p. 98, 28 ago. 2017.
- SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Classificação hierárquica automatizada de formas do relevo no estado do Paraná apoiada na modelagem digital do terreno. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 3, p. 1509–1523, 2015.
- SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. DA. MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION OF TERRAIN OF URUGUAY BASED ON DIGITAL ELEVATION MODELS AND GEOMORPHOMETRIC TECHNIQUES. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, v. 6, n. Sección I, p. 19–36, 2014.
- SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. DA. ANÁLISE DIGITAL DO RELEVO APLICADA À CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DA PORÇÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, n. 4, 15 dez. 2016.
- STRAHLER, A. N. HYPSONOMETRIC (AREA-ALTITUDE) ANALYSIS OF EROSIONAL TOPOGRAPHY. *GSA Bulletin*, v. 63, n. 11, p. 1117–1142, 1 nov. 1952.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. D. S.; BARATTO, D. D. S. Análise De Elementos Do Relevo Através Do Topographic Position Index (Tpi) Da Bacia Hidrográfica Do Arroio Puitã – Oeste Do Rio Grande Do Sul/Brasil. *Geography Department University of Sao Paulo*, 2016.
- VASCONCELOS, V. et al. 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*, 2012.

WEISS, A. Topographic position and landforms analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.

XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira.

Contato: sinageo2018@sinageo.org.br