

CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO  
TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO  
TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR  
PARANAENSE

Silveira, R.M.P.<sup>1</sup>; Silveira, C.T.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>UFPR *Email:ricardomichaelps@gmail.com*; <sup>2</sup>UFPR  
*Email:claudinei.ufpr@yahoo.com.br*;

**RESUMO:**

O presente trabalho aplica a proposta de classificação morfológica de Weiss (2001), resultante da discretização do Índice de Posição Topográfico calculado a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT) na área de estudo que contempla a porção central da Serra do Mar Paranaense. Os resultados destacaram a compartimentação morfológica dos principais segmentos de relevo, evidenciando a potencialidade da proposta para levantamentos preliminares com redução do tempo de delimitação das unidades.

**PALAVRAS CHAVES:**

*geomorfometria; modelo digital do terreno; cartografia geomorfológica*

**ABSTRACT:**

This paper applies the proposed morphological classification of Weiss (2001), resulting from the discretization of the Topographic Position Index calculated from a Digital Terrain Model (DTM) in the study area that comprises the central portion of the Serra do Mar in Paraná state. The results highlighting the potential of this approach for preliminary surveys with reduced time for delineation of the units.

**KEYWORDS:**

*geomorphometry; digital terrain model; geomorphological mapping*

**INTRODUÇÃO:**

A descrição numérica da geometria da superfície, associada à relação entre topografia, processo e forma, possibilita a criação de um conjunto consistente de regras para a

## CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

delimitação de unidades do relevo (ROMSTAD, 2001) que, por sua vez, potencializam o entendimento dos processos atuantes na paisagem e, desse modo, possuem grande potencial no apoio ao processo de ocupação e gestão do uso da terra, como um instrumento auxiliar no planejamento físico-ambiental (SILVEIRA, 2010). Conforme Bolongaro-Crevenna et al. (2005), a geomorfometria considera a relação entre a forma do relevo e os parâmetros numéricos usados para descrevê-la. Assim, um objetivo fundamental da geomorfometria é extrair assinaturas de processos geomorfológicos (PIKE, 1988) em diferentes escalas espaciais de Modelos Digitais do Terreno (MDTs) e descrever a complexidade das formas de relevo como a síntese dessas impressões individuais (SCHMIDT e ANDREW, 2005). Para Minar e Evans (2008), a geomorfometria tem como grande desafio suprir a falta de precisão e objetividade dos mapeamentos geomorfológicos tradicionais. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo aplicar a proposta de classificação morfológica de Weiss (2001), com o particionamento do Índice de Posição Topográfica calculado a partir de um MDT de 15 metros de resolução derivado de base cartográfica na escala 1:25.000. O recorte definido como área de estudo, localizado na porção leste do Estado do Paraná, compreende quatro cartas topográficas na escala 1:25.000. Abrange parcialmente quatro municípios paranaenses: Morretes, Guaratuba, Paranaguá e, numa pequena porção a sudeste, Matinhos. Totaliza área de 686,2 km<sup>2</sup>. Em termos geomorfológicos a área de estudo se situa na porção central da Serra do Mar Paranaense, margeada a norte e a sul pela Planície Litorânea. São duas importantes unidades de paisagem que conferem ao recorte uma gama variada de feições e processos geomorfológicos atuantes.

### MATERIAL E MÉTODOS:

O Índice de Posição Topográfica (IPT), proposto por Weiss (2001), é derivado de um algoritmo que mensura a diferença entre a elevação de um ponto central ( $Z_{pc}$ ) e a média da elevação ( $Z_m$ ) ao seu redor com um raio predeterminado, conforme equação:  $IPT = Z_{pc} - Z_m$ . A análise de vizinhança pode ser feita por uma janela circular (empregada no presente trabalho), anular (proposta original), retangular ou irregular. Os valores positivos obtidos pelo IPT representam locais que são mais elevados que a média do seu entorno, caracterizando, por exemplo, as cristas. Os valores negativos representam os locais mais rebaixados em relação à sua vizinhança, caracterizando vales ou depressões. Já os valores próximos a zero obtidos pelo IPT representam as superfícies de declive constante, destacando-se as áreas planas. Weiss (2001) apresenta duas propostas de discretização dos valores contínuos do IPT para a determinação de classes morfológicas, ambas considerando os valores de desvio padrão (DP). A primeira considera o particionamento de uma única matriz resultante com valores de IPT e resulta em 6 classes possíveis: Cristas ( $>1DP$ ), Vertentes superiores ( $>0,5$  e  $\leq 1DP$ ), Vertentes intermediárias ( $> -0,5$  e  $< -0,5DP$ ; Declividade  $< 5$  graus), Áreas planas ( $\geq -0,5$  e  $\leq -0,5DP$ ; Declividade  $\geq 5$  graus), Vertentes inferiores ( $\geq -1$  e  $< 0,5DP$ ) e Vales ( $< -1DP$ ). Já a segunda é classificada a partir de duas matrizes com variação no tamanho do raio de análise da vizinhança, uma de mais detalhe e outra mais generalizada, resultando em até 10 classes. Com base nos critérios taxonômicos de Dikau (1990), o raio definido para análise de vizinhança no mapa de 6 classes foi de 21 pixels (315m). Para a

## CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

classificação que considera duas matrizes do IPT (mapa de 10 classes) foi testada a combinação de 7-67 pixels (105m-1005m de raio). O Modelo Digital do Terreno, com resolução de 15m, foi interpolado pelo método Topogrid (HUTCHINSON, 1988; 1989) a partir de dados planialtimétricos na escala 1:25.000.

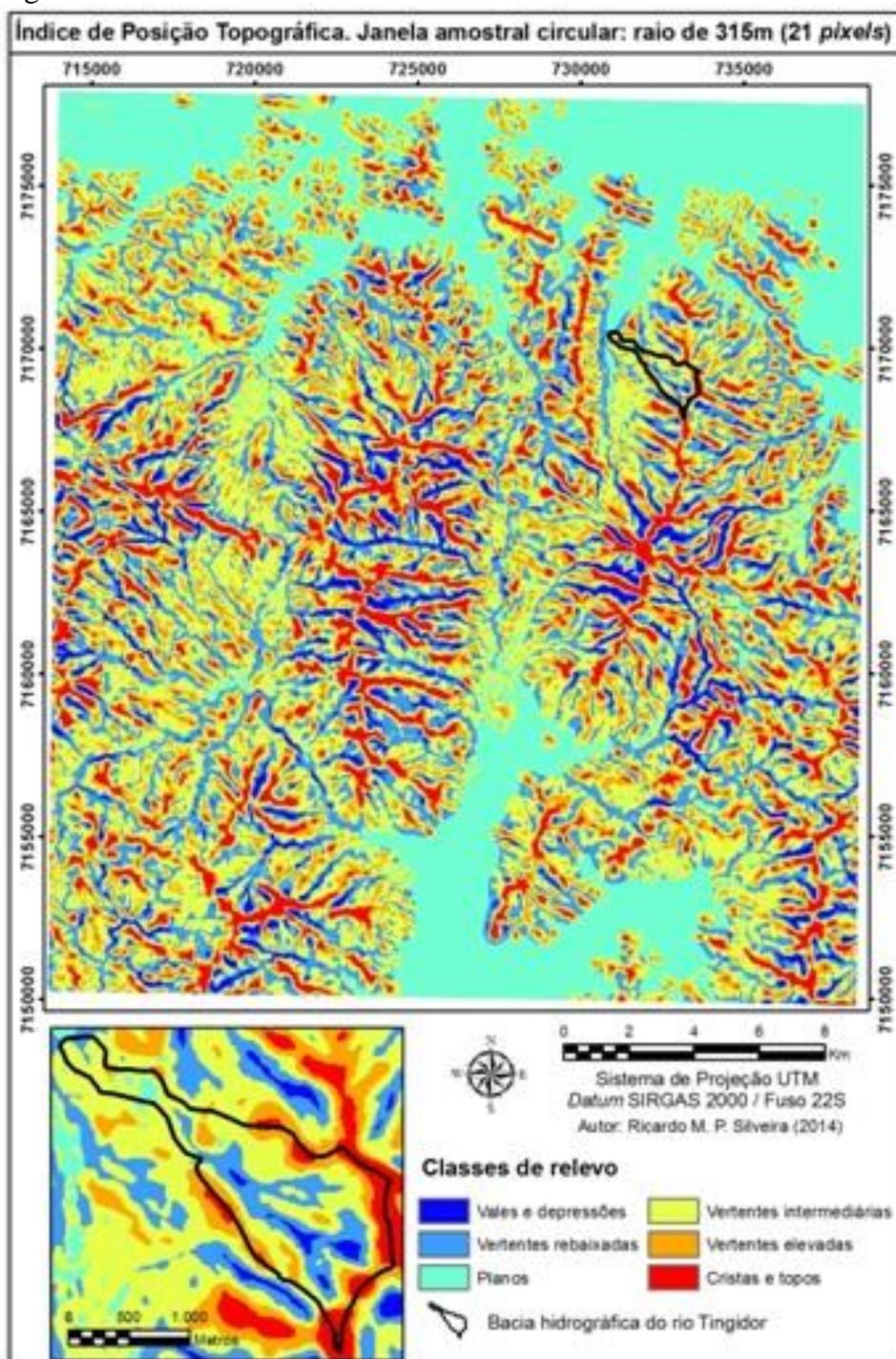
### RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A classificação de 6 classes, que considera a discretização de um único IPT (figura 1), mapeou importantes segmentos de relevo com base em sua posição na vertente. As áreas planas ficaram bem caracterizadas, de forma contínua e sem ruídos, assim como as cristas e topos, que evidenciaram as principais elevações (gerais ou locais) do recorte. Muitos vales e depressões, sendo as áreas mais rebaixadas em relação ao seu entorno, também foram mapeados corretamente, ainda que os limites de quebra necessitem de ajustes. A classe das vertentes intermediárias, que representam declives predominantemente constantes, destacou os terços médios da Serra do Mar, enquanto a classe das vertentes rebaixadas representou alguns vales de menor nível de entalhamento ou bases de montanhas e morros isolados. Já a classe nomeada vertentes elevadas apresentou muitos erros espúrios localizados em setores intermediários e limites imprecisos nos topos da Serra do Mar. Entretanto, desta classe destaca-se a representação dos morros isolados, a norte da área de estudo. Parte dos problemas de representatividade das classes, principalmente em função do ajuste dos valores de quebra, foram solucionados pelas classificações que contemplam 10 classes a partir da combinação de duas matrizes de IPT com janelas amostrais diferentes (figura 2), uma detalhada e outra generalizada. Por outro lado, nesta classificação também foi constatado o aumento considerável de erros espúrios, ou seja, um pequeno agrupamento de pixels de mesma classe que não condiz com a(s) classe(s) predominante(s) circundante(s). A classificação de 10 classes manteve muitos erros de pequenos agrupamentos de classes, entretanto os limites ficaram mais fidedignos à morfologia local, destacando os principais segmentos de relevo dessa região da Serra do Mar Paranaense. Os resultados obtidos pelas duas classificações reforçam três considerações principais: a) os bons resultados da discretização do IPT pelos valores de desvio padrão, que possibilita a aplicação da classificação em diferentes recortes com características geomorfométricas igualmente distintas; b) embora o método seja dependente do fator de escala, mesmo com grande variação das janelas amostrais as classificações apresentaram similaridades. O tamanho do raio, portanto, apresentou maior influência nos limites e contornos do que na definição em si das classes morfológicas; c) de modo geral, as atribuições qualitativas (traduzidas da proposta original) se mostraram representativas e condizentes, embora algumas nomenclaturas (como as classes dos “vales”) possam receber denominações adicionais. Ressalta-se, ainda, que como o IPT é diretamente afetado pelo fator de escala, os valores resultantes do índice (e, conseqüentemente, as classificações derivadas), variam de acordo com os valores de raio adotados. A etapa de definição do raio de análise da vizinhança, portanto, conforme apontam Tagil e Jenness (2008) e De Reu et al. (2013), deve estar associada ao nível de detalhe pretendido pelo pesquisador. Neste trabalho, para que a escolha do tamanho do raio não fosse definida de forma arbitrária, adotou-se como referência a taxonomia

## CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

hierárquica de Dikau (1990), que atribui valores de área em relação às ordens de grandeza de relevo. Com base nesses critérios quantitativos taxonômicos, a área amostral de ambas as classificações se inserem na categoria de “mesorelevo”.

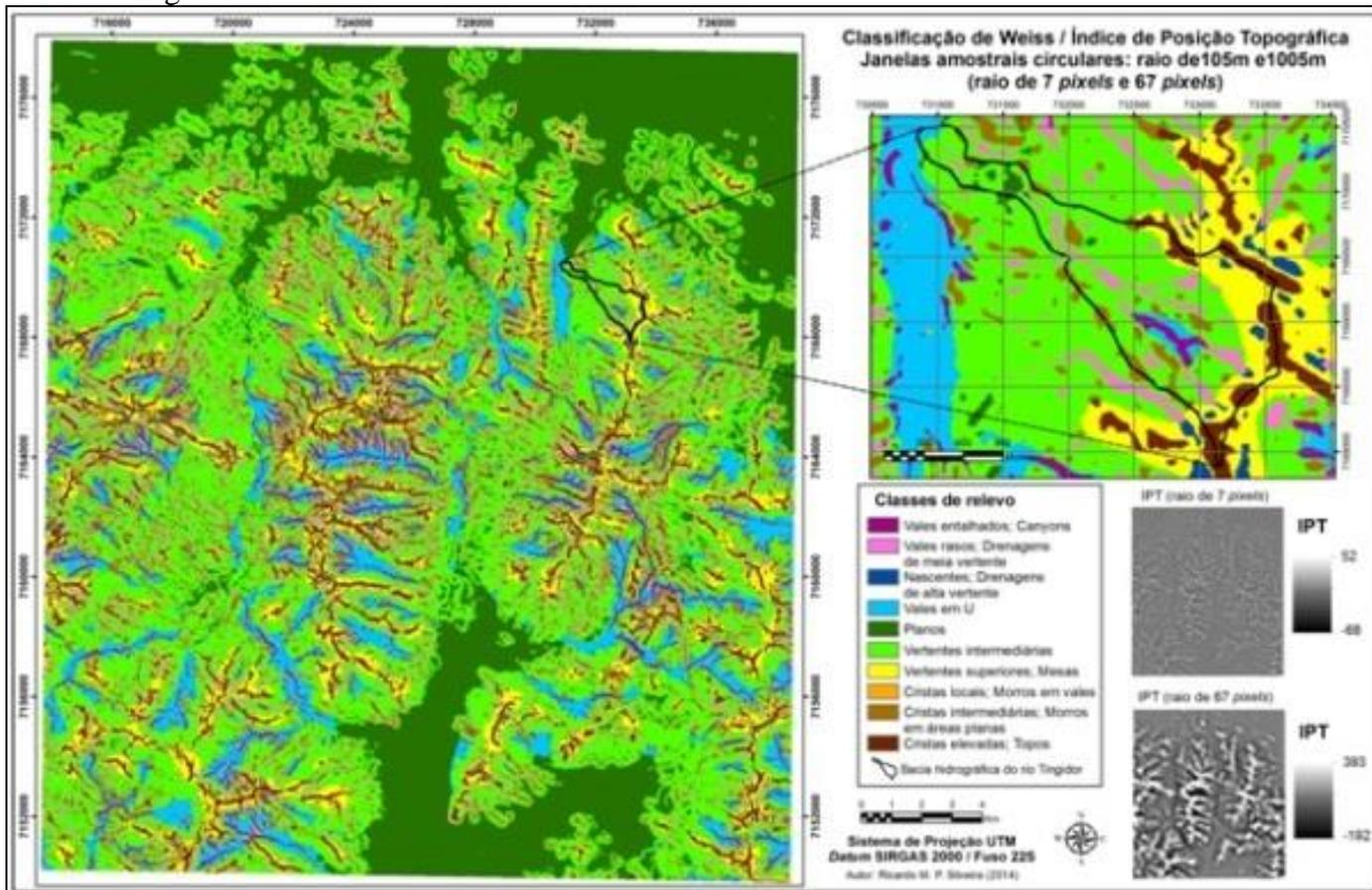
Figural



Índice de Posição Topográfica com janela amostral circular com raio de 315m (21 pixels)

# CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

Figura2



Classificação de Weiss - Índice de Posição Topográfica com janelas amostrais circulares com raios de 105m e 1005m (7 e 67 pixels respectivamente)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A aplicação do IPT para definir unidades morfológicas se mostrou uma proposta eficaz por distinguir as principais rupturas de segmentos homogêneos de relevo, condizendo com as características geomorfológicas locais. Destaca-se a potencialidade do método para levantamentos geomorfológicos preliminares, com baixo custo operacional e com parâmetros preestabelecidos que fornecem uma base mais objetiva para a aplicação em outros recortes e com distintos MDTs, sobretudo em função da redução da subjetividade das classificações manuais (ou da interpretação visual de imagens ou fotografias aéreas), facilidade na comparação dos resultados derivados de diferentes conjuntos de dados e da redução do tempo de delimitação das unidades. Reforça-se que pelo fato da proposta ser dependente do fator de escala, a adoção dos parâmetros deve condizer com o objetivo da classificação e, conseqüentemente, com a escolha do raio da janela amostral, com a resolução espacial do MDT e com a escala da base de dados.

# CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA OBTIDA PELO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA REGIÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE

## **AGRADECIMENTOS:**

À equipe de trabalho do grupo LAGEO (Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias - UFPR) e a CAPES pela concessão de bolsa de fomento de mestrado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:**

BOLONGARO-CREVENNA, A.; TORRES-RODRÍGUEZ, V.; SORANI, V.; FRAME, D.; ORTIZ, M. A. Geomorphometric analysis for characterizing landforms in Morelos State, Mexico. *Geomorphology* 67 (3-4), p. 407-422, 2005.

DE REU, J. et al. Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes. *Geomorphology*, n. 186, p. 39-49, 2013.

DIKAU, R. Geomorphic landform modeling based on hierarchy theory. In: BRASSEL, K.; KISHIMOTO, H. (Eds.), *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling*. Department of Geography, University of Zürich, Zürich, Switzerland, pp. 230-239, 1990.

MINÁR, J.; EVANS, I. S. Elementary forms for land surface segmentation: the theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. *Geomorphology* 95 (3-4), 236-259, 2008.

PIKE, R. J. The geometric signature: quantifying landslide-terrain types from digital elevation models. *Math. Geol.* 20, 491-511, 1988.

ROMSTAD, B. Improving relief classification with contextual merging. *Proceedings of ScanGIS'2001 — The 8th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science*. Ås, Norway, p. 3-13, 2001.

SCHMIDT, J.; ANDREW, R. Multi-scale landform characterization. *Area* 37, 341-350, 2005.

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 de doutorado. UFPR. Curitiba, 2010.

TAGIL, S.; JENNESS, J. GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey. *Journal of Applied Sciences* 8 (6), p. 910-921, 2008.

WEISS, A. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.