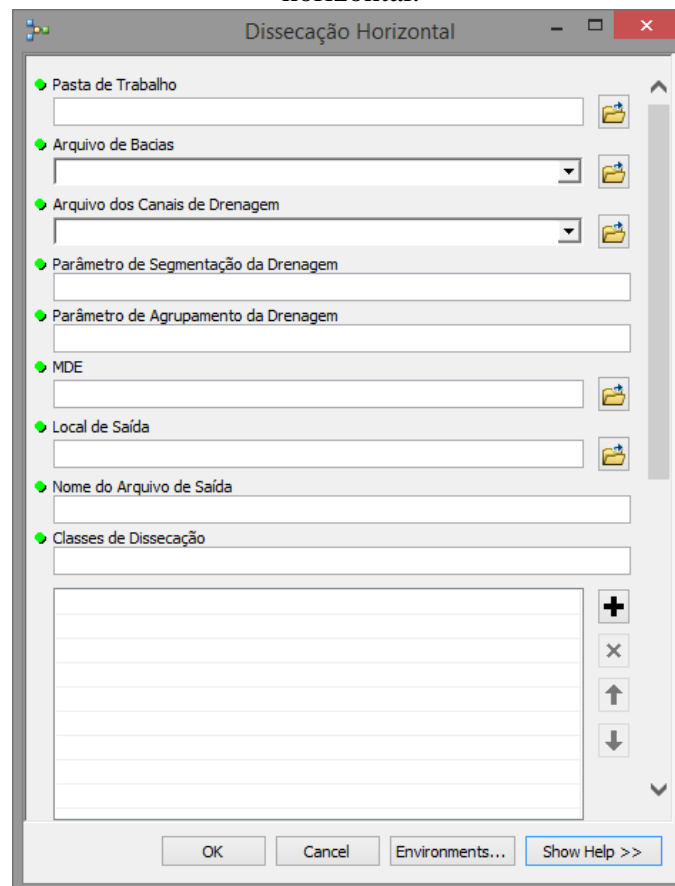


Ferramenta de Dissecação Horizontal

*Para referenciar esta ferramenta utilize o artigo: FERREIRA, M. V.; TINÓS, T. M.; PINTON, L. D. G.; CUNHA, C. M. L. A dissecação horizontal como parâmetro morfométrico para avaliação do relevo: proposta de técnica digital automática. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 4, p. 585-600, 2014.*

Esta ferramenta tem por objetivo gerar polígonos que representem a dissecação horizontal a partir de linhas que conectem um ponto do canal de drenagem a um ponto mais próximo da borda da bacia e sub-bacias, com um ângulo aproximado de 90° em relação ao canal de drenagem. A ferramenta representa uma automatização da proposta Spiridonov (1981) e da adaptação de Mauro et al. (1991). A discussão dos resultados obtidos por essa ferramenta foi publicada na Revista Brasileira de Geomorfologia (FERREIRA et al., 2014). A interface da ferramenta pode ser observada na Figura 1.

Figura 1. Interface da ferramenta criada para a técnica digital automática de dissecação horizontal.



Os dados de entrada na ferramenta são os polígonos das sub-bacias, modelo digital de elevação (MDE) em formato raster e os canais de drenagem em formato de linha. É importante que as linhas de drenagem estejam com os pontos finais posicionados no exutório da bacia. Em seguida, deve-se informar três variáveis: um parâmetro de segmentação da drenagem, ou seja, um valor para a divisão do canal de drenagem em trechos equidistantes; um parâmetro de agrupamento dos canais de drenagem; e os limiares superiores das classes de dissecação desejada.








Obs: Todos os dados vetoriais de entrada devem estar localizados dentro de um banco de dados. Não utilizar arquivos no formato Shapefile.

O estabelecimento do parâmetro de segmentação se dá a partir da escala de trabalho. De acordo com o IBGE (1999), o menor comprimento gráfico que se pode representar em um desenho é 1/5 de milímetro ou 0,2 mm, pois esse seria o menor valor pontual que a vista humana pode distinguir. Em termos lineares, para um mapa na escala 1:10.000, o valor estabelecido para o erro gráfico é de 2 metros, ou seja, esse é o menor valor linear distinto nesta escala. Assim, o parâmetro de segmentação foi definido como 2 metros.

O parâmetro de agrupamento dos canais de drenagem é uma variável diretamente relacionada a sinuosidade do canal e ao parâmetro de segmentação. Em áreas com canais muito sinuosos a ferramenta tende a apresentar um resultado menos satisfatório, pois a diversidade de direções dos segmentos de drenagem gera problemas na criação das linhas de dissecação horizontal. Aconselha-se que para cada área sejam testados diferentes valores do parâmetro de agrupamento para se atingir melhores resultados. Neste exemplo, definiu-se de maneira empírica um valor do parâmetro de agrupamento igual a 60 (segmentos).

As classes de dissecação também devem ser estabelecidas conforme a escala de trabalho. Assim, para a primeira classe, o valor estabelecido foi menor ou igual a 10m, representando 5 vezes o menor valor linear distinto nesta escala (2m). Seguindo-se a recomendação de Spiridonov (1981), o valor das classes seguintes foi atribuído com base no dobro do limite da classe anterior, até atingir o máximo de distância ainda representativa para a área. As classes de dissecação e suas respectivas cores são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Classes de dissecação horizontal

Intervalo (em metros)	ID da classe	Classes de dissecação	Cores da legenda
< 10	1	Classe 1	
10-20	2	Classe 2	
20-40	3	Classe 3	
40-80	4	Classe 4	
80-160	5	Classe 5	
160-320	6	Classe 6	
≥320	7	Classe 7	

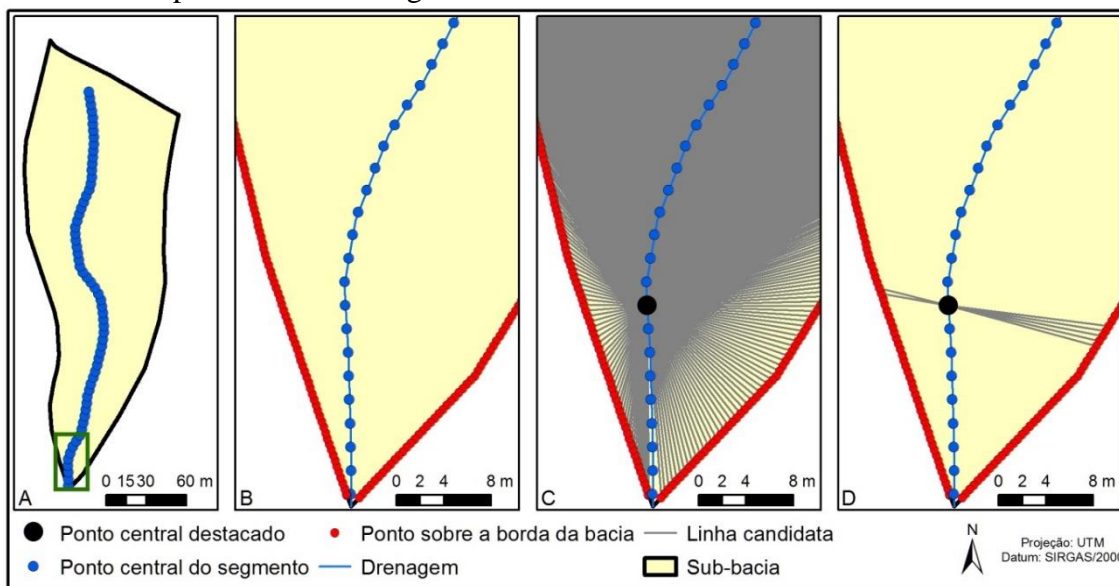
Abaixo são descritos os passos realizados pela ferramenta para a geração do mapa de dissecação horizontal.

Passo 1: Verifica-se a existência de algum ponto de nascente no interior da bacia. Caso haja, um processamento específico será realizado para esse ponto (**Passo 10**). A verificação é realizada por meio da drenagem fornecida.

Passo 2: Divide-se a linha de drenagem em segmentos de mesma extensão de acordo com o parâmetro de segmentação. Na sequência, é criado um ponto no centro de cada segmento. Esse ponto será o ponto inicial das linhas candidatas a linhas de dissecação horizontal. A Figura 2A mostra os pontos centrais criados sobre a drenagem. Neste exemplo, a ferramenta criou 157 pontos com equidistância de 2 metros para uma escala de 1:10.000.

Figura 2. Dissecação horizontal automática: A - Pontos centrais criados sobre o segmento de drenagem; B - Detalhe dos pontos criados sobre a borda da bacia; C - Linhas

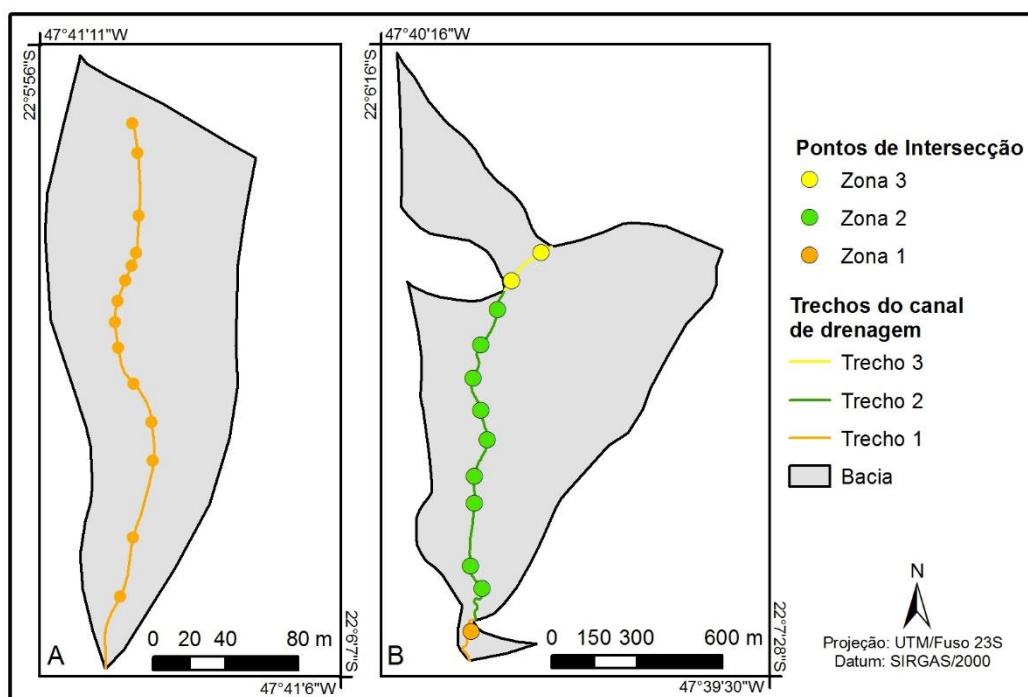
candidatas a linha de dissecação horizontal do ponto em destaque; D – Linhas candidatas selecionadas pelo critério do ângulo.



Passo 3: Inicia-se o processamento individual de cada ponto central criado no **Passo 2** para encontrar as linhas de dissecação horizontal. Para determinar a ordem de processamento dos pontos, esses são divididos em zonas. Cada intersecção do canal de drenagem com a borda da sub-bacia gera uma divisão na linha do canal de drenagem e, consequentemente, delimita uma nova zona de pontos. Essa sequência de processamento dos pontos é fundamental para garantir uma melhor relação espacial entre as linhas de dissecação que serão criadas.

A Fig. 3 exemplifica essa divisão para duas sub-bacias, sendo um caso para uma única zona gerada (Fig. 3A), e outro exemplo em que foram geradas 3 zonas de pontos (Fig. 3B).

Fig. 3 - Dissecação vertical automática: A – Exemplo de bacia com uma zona de pontos; B – Exemplo de bacia com três zonas de pontos.



Cada zona de pontos é processada das extremidades do segmento do canal de drenagem para o centro da mesma de forma alternada, ou seja, inicia-se com o ponto de cota mais baixa da zona, em seguida processa-se o ponto de cota mais alta e depois o segundo ponto de cota mais baixa e assim sucessivamente. O MDE é empregado para o cálculo da cota de cada um dos pontos.

Passo 4: Calcula-se a direção de cada agrupamento de 60 segmentos (parâmetro de agrupamento) de drenagem. Optou-se por utilizar a direção de um grupo de segmentos para minimizar a influência das grandes variações que podem ocorrer quando se considera apenas um pequeno segmento. A direção do agrupamento de segmentos utilizada nesta ferramenta é um ângulo que varia de -90 graus a +90 graus. Colocada em um plano cartesiano, essa variação equivale ao primeiro e ao quarto quadrantes. A direção então é associada aos respectivos pontos pertencentes a cada agrupamento. Esse parâmetro será essencial para determinar a linha de dissecação horizontal.

Passo 5: Criam-se pontos equidistantes sobre a borda da bacia, os quais serão candidatos a pontos finais das linhas de dissecação horizontal. A distância entre esses pontos foi definida empiricamente como sendo o tamanho do segmento de drenagem dividido por 4. Desta forma, quanto menor o tamanho do segmento, maior será o número de pontos na borda da bacia. No exemplo abaixo, como a distância definida para o segmento de drenagem foi de 2 metros, a distância entre os pontos da bacia é de aproximadamente 0,5 metro. A Figura 2B apresenta um detalhe dos pontos criados sobre a borda da bacia.

Passo 6: Inicia-se o processamento individual de cada ponto da drenagem para encontrar a melhor linha de dissecação horizontal para o lado direito e para o lado esquerdo do canal. Os pontos são processados das extremidades da linha de drenagem para o centro da mesma de forma alternada, ou seja, inicia-se com o ponto mais próximo da jusante, em seguida processa-se o ponto mais próximo da montante e depois o segundo ponto mais próximo da jusante e assim sucessivamente.

Os procedimentos para escolha das linhas de dissecação serão descritos nos passos seguintes.

Passo 7: Tomando como referência o ponto destacado em preto na Figura 2C, cria-se um arquivo com as linhas candidatas a linha de dissecação horizontal. Essas linhas ligam o ponto selecionado a todos os pontos da bacia, como pode ser visualizado na Figura 2C. Para cada uma das linhas é calculado o azimute geográfico.

Passo 8: Utilizando a relação entre o azimute de cada linha candidata e a direção do segmento de drenagem calculado anteriormente, encontram-se as linhas que estão próximas a perpendicular do segmento de drenagem. Foi definido um intervalo de busca para as linhas com um ângulo de mais ou menos 5 graus a partir da perpendicular do agrupamento de segmentos de drenagem a qual pertence o ponto. As linhas selecionadas por meio desse critério são apresentadas na Figura 2D.

Passo 9: Aplicam-se então os seguintes procedimentos para encontrar a melhor linha de dissecação da direita e da esquerda da drenagem:

- Utilizando a mesma relação entre direção do segmento de drenagem e o azimute das linhas candidatas, encontram-se as linhas que estão à esquerda do segmento de drenagem;

- Dentre as linhas da esquerda selecionadas, excluem-se aquelas que

- cruzam a drenagem;

- cruzam a borda da bacia;

- interceptam linhas de dissecação horizontal de outros pontos;

- Por fim, seleciona-se a linha que tenha o menor comprimento entre o canal de drenagem e a borda da bacia;

- Repetem-se as últimas três etapas para encontrar a melhor linha da direita.

Passo 10: Repetem-se então os **Passos 8 e 9** para cada um dos pontos de drenagem restantes.

Se houver uma nascente no interior da bacia, essa será processada no passo seguinte.

Passo 11: Para o processamento da nascente realizam-se as seguintes etapas:

- Aplica-se o mesmo procedimento descrito no **Passo 7** para construção das linhas.

No entanto, utilizam-se os pontos sobre a borda da bacia com espaçamento equivalente ao parâmetro de segmentação da drenagem utilizado;

- Não é aplicado o procedimento do **Passo 8** de restrição angular da linha.

- Excluem-se as linhas que

- cruzam a borda bacia;

- cruzam a drenagem;

- interceptam linhas de dissecação horizontal de outros pontos;

A Figura 4A apresenta as linhas selecionadas após a aplicação dos passos anteriores.

Passo 12: Os polígonos de dissecação são criados utilizando as linhas de dissecação horizontal, a linha da drenagem e o polígono da bacia.

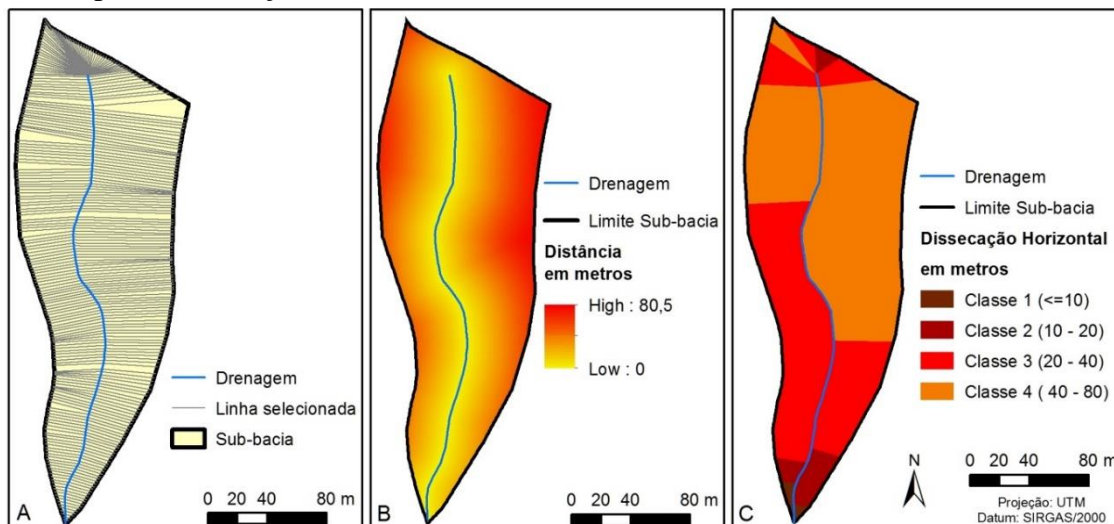
Passo 13: Gera-se um mapa de distância euclidiana a partir do segmento de drenagem. Esse mapa será utilizado para o cálculo da distância máxima dentro de cada um dos polígonos gerados no **Passo 11**. O mapa de distância do canal de drenagem pode ser visualizado na Figura 4B.

Passo 14: Por meio de uma análise zonal, utilizando os polígonos de dissecação e o mapa de distâncias, calcula-se para cada polígono sua distância máxima do canal de drenagem.

Passo 15: Baseando-se na distância máxima, cada polígono é então classificado de acordo com as classes previamente definidas (Tabela 1). Os polígonos contíguos que pertençam a mesma classe são agrupados. O resultado deste processamento são os

polígonos de dissecação horizontal. A Figura 4C ilustra a representação espacial deste atributo.

Figura 4. Dissecação horizontal automática: A – Linhas selecionadas para os lados direito e esquerdo do canal de drenagem; B - Mapa da distância euclidiana do canal de drenagem; C - Mapa de dissecação horizontal da sub-bacia.



Referências

FERREIRA, M. V.; TINÓS, T. M.; PINTON, L. D. G.; CUNHA, C. M. L. A dissecação horizontal como parâmetro morfométrico para avaliação do relevo: proposta de técnica digital automática. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 4, p. 585-600, 2014.

MAURO, C. A.; RUSSO, I. L.; BOVO, R.; TELES, A. P. S. S.; CARVALHO, M. B. S.; PICARELLI, A.; MELO, E. M. M. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis - SP - BR. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, s/n., 1991, Toluca, México. **Anais...** UEAM, 1991. p.s/p.

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Habana, 1981. 651p.