

Comparação entre Softwares para o desenvolvimento das características fisiográficas de bacia hidrográfica

Maiara Jaquelini Wendland ^{a*}, Tatiana Reckziegem ^b, Daniel Recalcati de Melo ^c

Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões (URI), Santo Ângelo, RS, Brasil.
e-mails: maiarawendland@gmail.com, tati.reck@gmail.com, danielrecalcati@gmail.com

Resumo

A bacia hidrográfica é caracterizada pelo escoamento da água precipitada que possui direcionamento para um único ponto, que se dá a partir dos divisores de água. Para que sejam registradas as características de uma bacia hidrográfica é necessária a delimitação de seus divisores e com isso podem ser realizados os cálculos de área, perímetro, declividade, tempo de concentração, entre outras diferentes características da bacia. A delimitação da bacia pode ser realizada com a utilização de diferentes softwares, dentre eles está o AutoCad[®] e o software livre Qgis[®], a partir deles podem ser adquiridos os dados da bacia. No presente estudo, será analisada uma microbacia rural localizada na bacia do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, nos dois softwares citados, para com isso comparar os resultados obtidos entre ambos. A partir das características dadas pelos softwares, pode-se calcular o tempo de concentração da bacia, utilizando os métodos estudados por Silveira (2005). Com as características dadas pelo software AutoCad o tempo de concentração foi de 3,99 horas e com o software Qgis 4,15 horas, divergindo em aproximadamente 10 minutos.

Palavras Chave – Bacia Hidrográfica; Software; Tempo de Concentração.

1. Introdução

As características de uma bacia hidrográfica possuem suma importância para que sejam conhecidos diversos fatores determinantes sobre a descarga de um rio. A obtenção das características da bacia podem ser obtidas a partir de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites (ANA, 2012).

Para Tucci e Mendes (2006) “as características principais da bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia”. A declividade do rio se altera conforme o trecho, geralmente o rio possui um trecho superior, onde a declividade pode ser considerada mediana, seguido por um trecho médio que têm grande declividade e no trecho inferior onde a declividade é pequena e o rio tende a arroiar.

A declividade do rio tem grande importância para a determinação do tempo de concentração, que define o tempo em que a gota de água precipitada no ponto mais distante da bacia leva até chegar ao exutório (TUCCI, 2004).

Tendo em vista que são necessárias ferramentas de georreferenciamento para que sejam realizadas as delimitações de bacias hidrográficas. O geoprocessamento vem se tornando uma ferramenta fundamental para a extração de informações, o que acontece devido ao avanço tecnológico, que traz consigo a possibilidade de criação de novas tecnologias para que as imagens digitais e sensoriamento remoto possam ser manipuladas (FIGUEIREDO, 2005).

Atualmente, os softwares livres disponíveis tem se tornado a tendência no uso de Sistemas de Informações Geográficas. A independência em desenvolver funcionalidades específicas e necessárias às organizações tornou-se o diferencial no uso do geoprocessamento, surgindo diversos *softwares* livres de alta qualidade, com interface amigável e facilidade de manuseio, além do componente econômico, que em muito beneficia instituições de ensino e pesquisa e principalmente pequenos escritórios de planejamento territorial com baixo poder de aquisição de software (ANA, 2012).

1.1. *Bacia Hidrográfica*

Segundo a Lei 9.433 de 1997, a unidade territorial utilizada para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos é chamada de bacia hidrográfica. O que caracteriza uma bacia hidrográfica é a captação da água que cai sobre essa área, onde mesmo com diversos cursos d'água, toda a precipitação da unidade territorial terá um escoamento direcionado para um único ponto.

De acordo com Siveira (2005) a Bacia Hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente.

A bacia hidrográfica possui em seu contorno um divisor de águas, que tem como característica possuir a máxima cota entre as bacias. O divisor de águas tem função de separar as precipitações que caem em bacias vizinhas, sendo que ao cair a chuva sobre o divisor, a água se divide, escoando uma parte para cada bacia. A água que cai na bacia tem parte escoada, que se direciona para os cursos d'água e parte infiltrada, que pode se direcionar para rios, evaporar através da transpiração vegetal e também ficar armazenada no subsolo, fazendo parte dos aquíferos subterrâneos (ANA, 2012).

ANA (2012) ainda cita a composição de uma bacia hidrográfica como sendo um conjunto de superfícies vertentes que são constituídas pela superfície do solo, assim como, por uma rede de drenagem que se forma pelos cursos da água que afluem até encontrar um único leito no ponto de saída.

1.2. *Tempo de Concentração (Tc)*

A partir da suposição de que uma bacia hidrográfica responde ao escoamento superficial direto de forma similar a um sistema linear, obtêm-se o tempo de concentração. Decorrente da suposição adotada, esse parâmetro tem como definição o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia chegue à seção de saída, em outras palavras, o período de tempo até que toda a bacia hidrográfica esteja contribuindo para a vazão no exutório (SILVERA, 2005).

As equações adotadas para cálculo do Tc foram: Corps of Engineers, Ven te Chow e Onda Cinemática, que segundo um estudo sobre desempenho de equações de Tc realizado por Silveira (2005), são as mais adequadas para o cálculo de tempo de concentração de bacias hidrográficas rurais. Estas equações estão descritas abaixo:

Equação 1: Corpos of Engineers

$$T_c = 0,191.L^{0,76}.S^{-0,19} \quad (1)$$

Equação 2: Ven te Chow

$$T_c = 0,160.L^{0,64}.S^{-0,32} \quad (1)$$

Equação 3: Onda Cinemática

$$T_c = 7,35.n^{0,6}.i^{-0,4}.L^{0,6}.S^{-0,3} \quad (3)$$

Nas equações dispostas, o comprimento L deve ser dado em km, a inclinação S em m/m, o coeficiente de rugosidade n é o de Manning cujo valor adotado foi de 0,3 e a intensidade de precipitação i em mm/h, tendo o valor adotado de 35 mm/h, conforme indicações de McCuen et al (1984, apud Silveira, 2005).

2. Metodologia

2.1. Delimitação da bacia no AutoCAD®

O AutoCAD® é um software de desenho assistido por computador e proporciona praticidade na execução de diversos tipos de desenho.

O processo para delimitação da bacia hidrográfica neste software começa com a obtenção de uma versão digital da carta do exército brasileiro da região em que a bacia hidrográfica se encontra, nestas cartas, a equidistância das curvas de nível é de 20 metros e a escala é 1:50.000. Esta versão digital é importada para o AutoCAD® e então são feitos os ajustes de escala e rotação da imagem.

Na sequência, a delimitação da bacia é executada manualmente sobre a imagem da carta, utilizando polilinhas, observado o relevo do terreno representado por curvas de nível e pontos cotados, então, ainda sobre a imagem, é traçado também com polilinhas o curso do rio e as curvas de nível.

A partir disso, obtêm-se a área da bacia hidrográfica e o comprimento total do rio principal por meio de comandos do AutoCAD® e após este processo, a declividade do rio pode ser calculada.

2.2. Delimitação da bacia no Qgis®

O Qgis® é um software que trabalha com Sistema de Informações Geográficas (GIS) e permite a visualização, edição e análise de dados geoespaciais.

A delimitação da bacia hidrográfica no Qgis® foi feita de acordo com a seguinte metodologia. Inicia-se com a obtenção dos dados espaciais de interesse, tais como curvas de nível, linhas de hidrografia e pontos cotados. Para o estado do Rio Grande do Sul, estes dados estão disponibilizados pelo website do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em formato *.shape*. Após a obtenção, estes dados foram importados para dentro do software, observado para que todos se encontrem sobre o mesmo sistema de referencia de

coordenadas, para o caso analisado, que está localizado na região sul do Brasil, este sistema é o SIRGAS2000 fuso 21S.

Na sequência, deu-se início à delimitação da bacia hidrográfica manualmente, de forma similar à realizada no AutoCAD[®], no entanto, utilizando o comando de polígono para gerar um novo arquivo *.shape*. A partir deste novo arquivo, utilizando os comandos do Qgis[®], obteve-se os valores de área e perímetro da bacia.

A partir do arquivo de hidrografia obtido da UFRGS e utilizando a ferramenta do Qgis[®] de recortar, foi possível criar outro arquivo *.shape* apenas com os rios da região de interesse e então encontrar o valor do comprimento do rio principal por meio da tabela de atributos do arquivo.

Finalmente, observando as curvas de nível exibidas no software, pode-se determinar as cotas da nascente e do exutorio e com estes valores, calcular a inclinação do talvegue principal.

3. Resultados e Discussões

3.1. Resultados obtidos a partir do Software AutoCAD[®]

A partir do AutoCAD[®], a área de drenagem da bacia é de 58,49 km², o perímetro é de 39,51 km. O comprimento da bacia é de aproximadamente 14,00 km. O rio principal possui 15,58 km de comprimento e o comprimento total dos rios soma 61,92 km.

A figura 1 mostra a bacia estudada, quando delimitada utilizando o software AutoCAD[®].



Figura 1: Bacia Hidrográfica delimitada no AutoCAD[®].

Fonte: Autores

Para o cálculo do tempo de concentração, atribuiu-se o valor do comprimento curso d'água principal, $L = 15,584$ km, e a declividade média, $S = 0,010909$ m/m.

Quando aplicadas as variáveis na equação de Corps of Engineers tem-se um tempo de concentração igual a 3,63 horas ou 217,8 minutos.

Já utilizando a equação de Ven te Chow o tempo de concentração calculado é de 3,94 horas ou 236,4 minutos.

Para o terceiro método considerado de bom desempenho por Silveira (2005), onda cinemática, o tempo de concentração é 4,40 horas ou 264,14 minutos.

Enfim, o tempo de concentração será obtido a partir da media aritmética dentre as três equações de melhor desempenho, assim como mostra a equação.

Equação 4: Média Aritmética

$$Tc(t) = \frac{\text{Corps of Engineers} + \text{Ven te Chow} + \text{Onda Cinemática}}{3} \quad (4)$$

A partir da média, o tempo de concentração calculado é de 3,99 horas ou 239,4 minutos quando utilizado o AutoCAD®.

3.2. Resultados obtidos a partir do software Qgis®

Com a utilização do Qgis, a área de drenagem da bacia é de 62,25 km² o perímetro 37,85 km. O comprimento da bacia é de aproximadamente 14,83 km. O rio principal possui 15,6 km de comprimento e o comprimento total dos rios soma 32,48 km.

A figura 2 mostra a bacia hidrográfica quando delimitada no software Qgis®.

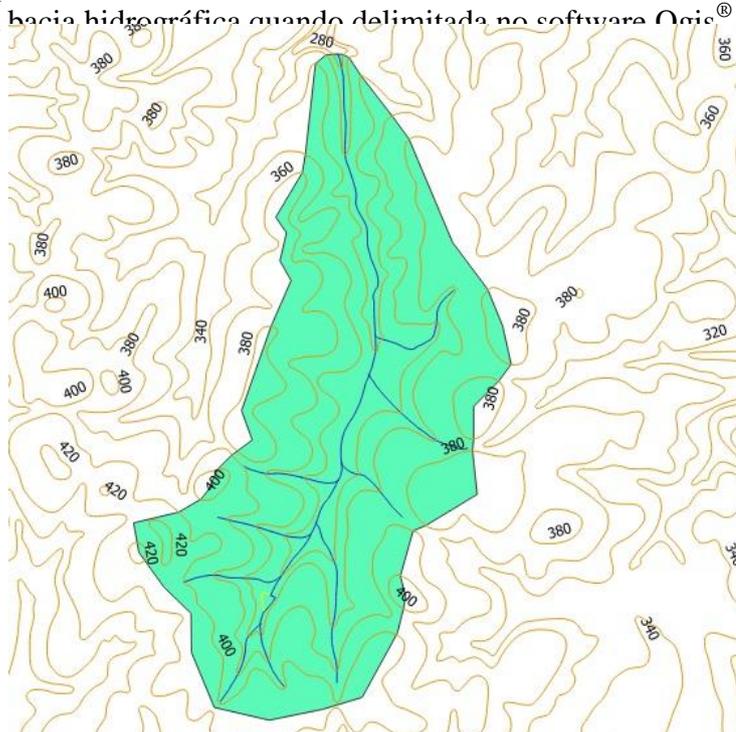


Figura 2: Bacia hidrográfica delimitada no Qgis®.

Fonte: Autores

Para o cálculo do tempo de concentração, atribuiu-se o valor do comprimento curso d'água principal, $L = 15,6$ km, e a declividade média, $S = 0,0093$ m/m.

Para a equação de Corps of Engineers tem-se um tempo de concentração igual a 3,74 horas ou 224,87 minutos.

Para a equação de Ven te Chow o tempo de concentração calculado é de 4,15 horas ou 248,86 minutos.

Para o terceiro método considerado de bom desempenho por Silveira (2005), onda cinemática, o tempo de concentração é 4,57 horas ou 274,42 minutos.

A média aritmética, que está representada na equação 4, entre os três métodos resultou em um tempo de concentração de 4,15 horas ou 249,2 minutos utilizando o software Qgis[®].

3.3. Análise dos resultados obtidos

Ao serem analisados, os resultados apresentam divergências entre os softwares, todas as características abrangidas mostram diferenças, sendo que ao comparar os tempos de concentração há aproximadamente 10 minutos de variação entre os resultados, o que ocorre devido as diferentes precisões durante a execução dos processos em cada programa.

Dentre as diferenças entre os softwares, a mais drástica se dá no comprimento total dos rios, que quando calculado no software AutoCAD[®], a soma de todos os cursos d'água totalizam 61,92 km, já no software Qgis[®] a soma totaliza em 32,48 km.

4. Conclusões

Analisando os aspectos abordados foi factível perceber que há divergências notáveis nos resultados obtidos nos distintos softwares, além de possuírem metodologias que diferenciam-se na praticidade além de rapidez. Ao utilizar o software Qgis[®] tem-se maior facilidade para compatibilizar os dados, além de se obter resultados pertinentes, já o software AutoCAD oferece maior precisão ao enfatizar os cursos d'água, mesmo que apresente maior dificuldade para a realização do trabalho.

Portanto, considerando a rapidez e praticidade para execução e obtenção dos dados, o software qgis tem destaque, desta forma, este programa permite que o profissional obtenha os dados necessários de maneira mais eficiente quando comparado com o tempo de trabalho necessário para obter os mesmos dados utilizando o AutoCAD.

Referências

- [1] ANA – Agência Nacional de Águas. Lei das Águas. Gestão Territorial para Recursos Hídricos com Software livre de código aberto. Unidade 2 – Conceitos básicos de geoprocessamento e cartografia. Foz do Iguaçu. 2012.
- [2] BRASIL, Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 27 de abr. de 2018 às 16:46.
- [3] FIGUEIREDO, D. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto. 2005. Disponível em: <http://lsa.ufpa.br/imiriba/NUMA_SR/conceitos_sm.pdf>. Acesso em: 3 de junho de 2018.

- [4] SILVEIRA, A.L.L. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos-RBRH, v. 10, n. 1, p. 05-23, jan./mar. 2005.
- [5] TUCCI, C.E.M. Águas urbanas: interfaces do gerenciamento. In: PHILLIPI JÚNIOR, A. (Org.) Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 2. ed., Barueri, SP: Editora Manoele Ltda., 2005. cap.10, p.375-414. 2004.
- [5] TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2006..