

Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo

Denis Spoladore Ferreira¹
Carlos Alexandre Damasceno Ribeiro¹
Alexandre Cândido Xavier¹
Roberto Avelino Cecílio¹
Fábio da Silveira Castro¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias - UFES/CCA
Caixa Postal 16 – CEP: 29500-000 - Alegre - ES, Brasil
{dspoladore@hotmail.com, carlosadamasceno}@hotmail.com; {xavier@cca.ufes.br, rcecilio}@cca.ufes.br; fabiosilveira_70@hotmail.com

Abstract. The objective of this paper was calculated watershed parameters with aid of geographical information system and remote sensing data. The watershed is located in the north of State of Espírito Santo, Brazil. The analyses were done with software Spring 4.2 and IDRISI 32. Digital elevation model of the study area was from Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) with 90 m of resolution spatial. The parameters measured were drainage area, perimeter, total stream length and watershed axial length. With these data two indexes of the shape of watershed were calculated. As the results we can cited: a) the drainage density is low; b) the relief is majority plane.

Palavras chaves: hydrology, remote sensing, State of Espírito Santo, Spring 4.2, hidrologia, sensoriamento remoto, Estado do Espírito Santo, Spring 4.2.

1. Introdução

A água, conforme reconhecemos cada vez mais, é um elemento valioso e essencial à vida. Trata-se de um recurso natural, cujo preço é cada vez mais elevado. A piora da qualidade e a pouca eficiência na sua utilização dos recursos hídricos no planeta, principalmente no setor agroindustrial, tem exercido uma grande pressão sobre estes, o que diminui a sua disponibilidade para grande parte população mundial. De acordo com Assad et al. (1998), para alterar esse cenário, é necessário que seja implantado um programa racional de utilização e manejo dos recursos naturais, notadamente do solo e da água. Para esses trabalhos fazem-se o cruzamento de dados referentes a solos, relevo, vegetação e uso da terra.

Trabalhos nesta linha têm sido realizados com frequência, motivados pela grande necessidade de informações sobre os mananciais. Para representar a informação espacial e temporal de bacias hidrográficas de maneira rápida por meio de mapas de uso do solo, são utilizadas técnicas de sensoriamento remoto, juntamente com um sistema de informação geográfica (Tucci, 2000; Jensen, 2006).

O comportamento espectral dos alvos terrestre, provocado pela interação da radiação eletromagnética com os mesmos, faz com que a classificação do uso do solo seja factível (Moreira, 2005). Para o levantamento da rede de drenagem, pode-se utilizar uma série de técnicas de fotointerpretação, como por exemplo, características das sombras, pois o desnível do curso d'água em relação à margem do canal pode provocar regiões mais escuras, facilitando a visualização (Loch, 2001).

Dados morfométricos ou fisiográficos compreendem uma série de parâmetros de grande importância para o comportamento hidrológico. Estes dados podem ser levantados através da análise de mapas analógicos, ou de dados de sensoriamento remoto como, fotografias, imagens de satélites e radares. Existe uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e as características físicas, sendo, portanto de grande utilidade prática o conhecimento destes elementos, pois ao estabelecerem-se relações e comparações entre elas e os dados

hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em seções ou locais de interesse (Villela e Mattos, 1975).

Há uma grande importância em se conhecer as características físicas de uma bacia para seu completo entendimento, logo informações morfométricas são imprescindíveis. Estas características servem para entender e futuramente auxiliar na utilização racional dos recursos hídricos. Esse trabalho visou utilizar técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, para calcular algumas características morfométricas de uma pequena bacia hidrográfica.

2. Material e Métodos

A área de estudo está localizada ao norte do Estado do Espírito Santo, no município de Linhares, entre as coordenadas geográficas 19°05' e 19°15' de Latitude Sul 39° 50' e 40° 10' de Longitude Oeste. Esta Bacia, pertence à área de contribuição do Córrego João Pedro.

Para delimitação da área de contribuição da bacia estudada foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado gratuitamente por Miranda (2005) no endereço eletrônico <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Este dado foi gerado a partir do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Estas imagens possuem resolução espacial de 90 metros e possuem variação de cotas de 1 metro. A cena obtida para estudo foi a SE-24-Y-D.

Segundo Villela e Mattos (1975), uma Bacia Hidrográfica é definida por uma área de contribuição, delimitada por divisores topográficos e drenada por um sistema interconectado de cursos d'água. Para delimitação da Bacia estudada, foi utilizado o *software* Idrisi 32 (Eastman, 2001), onde o MDE foi submetido a um filtro de média para minimização de possíveis ruídos. Após essa etapa foi executada a função *Watershed* para a definição da área de contribuição da bacia. A partir do mapa de classes de altitude e de um mosaico de imagens CCD/CBERS-2 do Estado do Espírito Santo (Ferreira et al., 2006) foram definidas, com o auxílio do Spring 4.2 e do Idrisi 32, as redes de drenagem. Posteriormente as redes de drenagem foram medidas no Spring 4.2 para cálculo das características fisiográficas, sendo: i) a área de drenagem (A), que é uma projeção horizontal inclusa entre seus divisores topográficos (Villela e Matos, 1975); ii) o perímetro (P); iii) o comprimento axial (L); e iv) o comprimento total dos cursos d'água (Lt).

Para caracterizar a forma da Bacia utilizou-se: o coeficiente de compactidade (Kc), que relaciona a forma da bacia com a área de um círculo, ou seja, $Kc = 0,28 * (P/\sqrt{A})$; e o fator de forma (Kf), que leva em consideração o seu comprimento axial ($Kf = A/L^2$).

Para o sistema de drenagem, que é composto pelo rio principal e seus rios tributários, foi determinado que na Bacia estudada o córrego principal fosse o de maior extensão. A hierarquia dos cursos d'água foi classificada de acordo com Strahler (Villela e Matos, 1975). Outro parâmetro relacionado à rede de drenagem, que foi levantado, é a densidade de drenagem (Dd), que foi obtido pela razão entre o comprimento axial (L) da bacia e a sua área ($Dd = L/A$). Por último foi calculada a extensão média de escoamento superficial (l) sendo, $l = A/4L$.

Para caracterizar o relevo da Bacia do Córrego João Pedro, foram gerados três gráficos em função dos dados de altimetria da imagem SRTM: a) curva hipsométrica da bacia do Córrego João Pedro; b) perfil do Córrego Principal e; c) distribuição das declividades.

Com os valores de altitude ao longo do curso principal, foi gerada a curva das declividades ao longo do mesmo e determinadas as declividades que seguem: i) declividade S1, que consiste na relação entre o desnível total do curso d'água e seu comprimento, podendo ser expressa por $S1 = (\text{desnível total} / \text{comprimento total})$; ii) Declividade S2 que é a declividade que deve ter uma linha reta com origem na cota mínima do curso d'água principal, formando uma reta com área equivalente a área embaixo da curva das declividades no trecho principal sendo encontrada por trigonometria analisando a curva das declividades no trecho

principal; iii) declividade S3 dada pelo quadrado da divisão do comprimento total do curso d'água principal ($\sum Li$) pelo somatório da relação entre o comprimento de cada trecho do curso (Li) e a raiz da declividade no trecho (Di) sendo expressa pela fórmula $S3 = ((\sum Li) / ((\sum (Li / \sqrt{Di})))^2$.

Para confecção da curva de distribuição das declividades, o mapa de classes de altitude, foi transformado em um mapa de declividade em m/m. Posteriormente foram quantificadas, formando uma base descritiva das declividades da Bacia em seguimentos de área. Com esses dados foi plotada a curva da distribuição das declividades na Bacia.

Outra curva construída capaz de descrever características do relevo foi à curva hipsométrica da bacia, que é a representação gráfica do relevo médio da mesma. Representa o a variação da elevação dos vários terrenos da bacia. Para o cálculo, foram agrupadas no mapa as áreas com intervalos predefinidos de equidistância vertical de 10 m. Calcularam-se as respectivas áreas no Idrisi 32.

Para melhor representar as declividades na área de contribuição da bacia, foi construída uma curva de distribuição das declividades em seus trechos, sendo utilizado o mapa de declividade para extrair as informações necessárias para sua confecção. Os dados são agrupados por classes e relacionados com as respectivas áreas.

3. Resultados e Discussão

A partir dos dados SRTM para delimitação da área de contribuição da bacia, pode-se observar as classes de altitudes da mesma (**Figura 1**). As características fisiográficas encontradas para a bacia são apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Características fisiográficas da bacia do Córrego João Pedro

Área de drenagem (km ²)	124,7854
Comprimento axial (km)	25,2388
Perímetro (km)	67,2329
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,6852
Fator de forma (Kf)	0,1959
Declividade máxima (m/m)	0,2110
Declividade média (m/m)	0,0233
Declividade mínima (m/m)	0,0230
Altitude máxima (m)	88,00
Altitude média (m)	49,67
Altitude mínima (m)	8,00
Comprimento total dos cursos d'água (km)	82,4329
Número de confluências	9
Densidade de confluências (confluências/km ²)	0,0721
Ordem da bacia (Strahler)	3
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,6606

O coeficiente de compacidade da bacia foi maior do que 1 e o fator de forma foi considerado baixo. Por meio deste resultado pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do Córrego João Pedro, em condições normais de precipitação, é pouca susceptível a enchentes. Também pelo coeficiente de compacidade verifica-se que a bacia não possui forma próxima à circular, isto é, apresenta tendência de forma alongada. A densidade de drenagem encontrada na bacia (0,66 km/km²) que de acordo com Villela e Mattos (1975) é pobre. Tais autores indicam bacias pobres até 0,50 km/km², enquanto as acima de 3,50 km/km² são

excepcionalmente drenadas. A drenagem está classificada como de ordem 3, de acordo com Strahler (**Figura 1**).

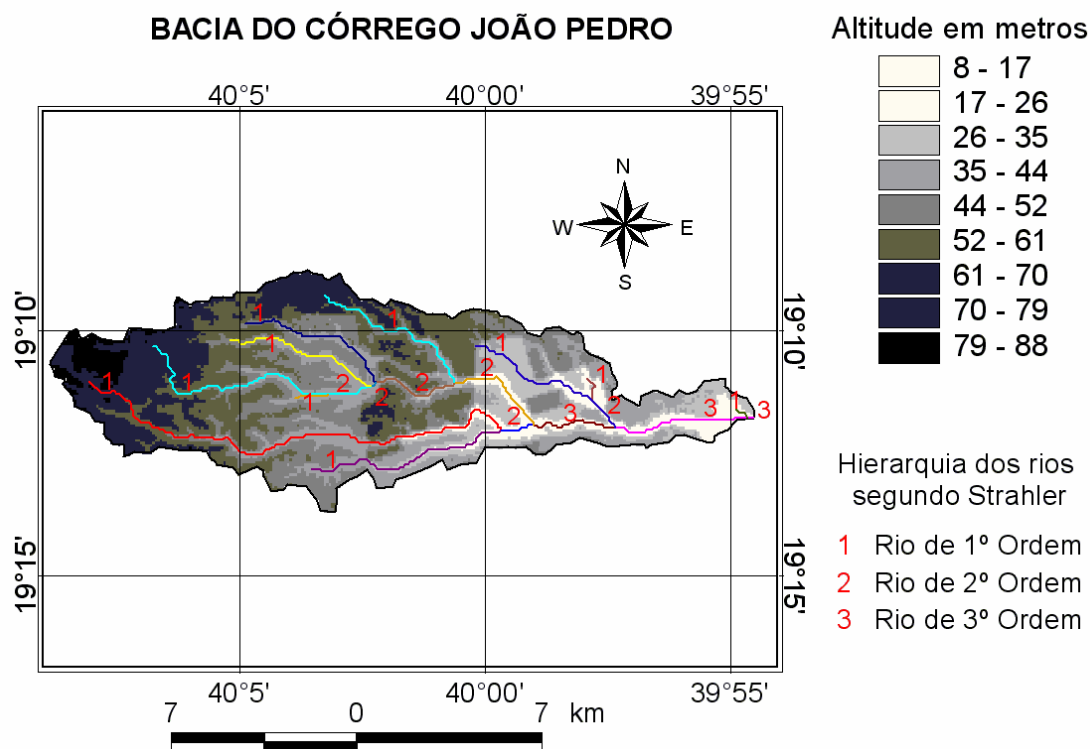


Figura 1 - Mapa da bacia hidrográfica do Córrego João Pedro com as altitudes e hierarquia dos cursos d'água.

A curva hipsométrica indicou que a variação do relevo da bacia é relativamente pequena, o que confirma o fato da região onde se encontra a bacia ser relativamente plana (**Figura 2a**). As declividades ao longo do córrego de maior extensão são apresentadas na **Figura 2b** e através dessa, também se pode afirmar que as declividades do Córrego em questão se comportam de forma suave, havendo poucas variações de altitude ao longo do rio principal. Na **Figura 2c** podemos definir a distribuição das declividades ao longo da Bacia, sendo que nessa área em questão, pode ser observado que as declividades de maior valor se concentram em uma pequena área. No restante da bacia a declividades tem baixo valor. Estas informações são preciosas para aferir sobre a velocidade de escoamento, conseqüentemente definir melhor o manejo da área em função da erosão.

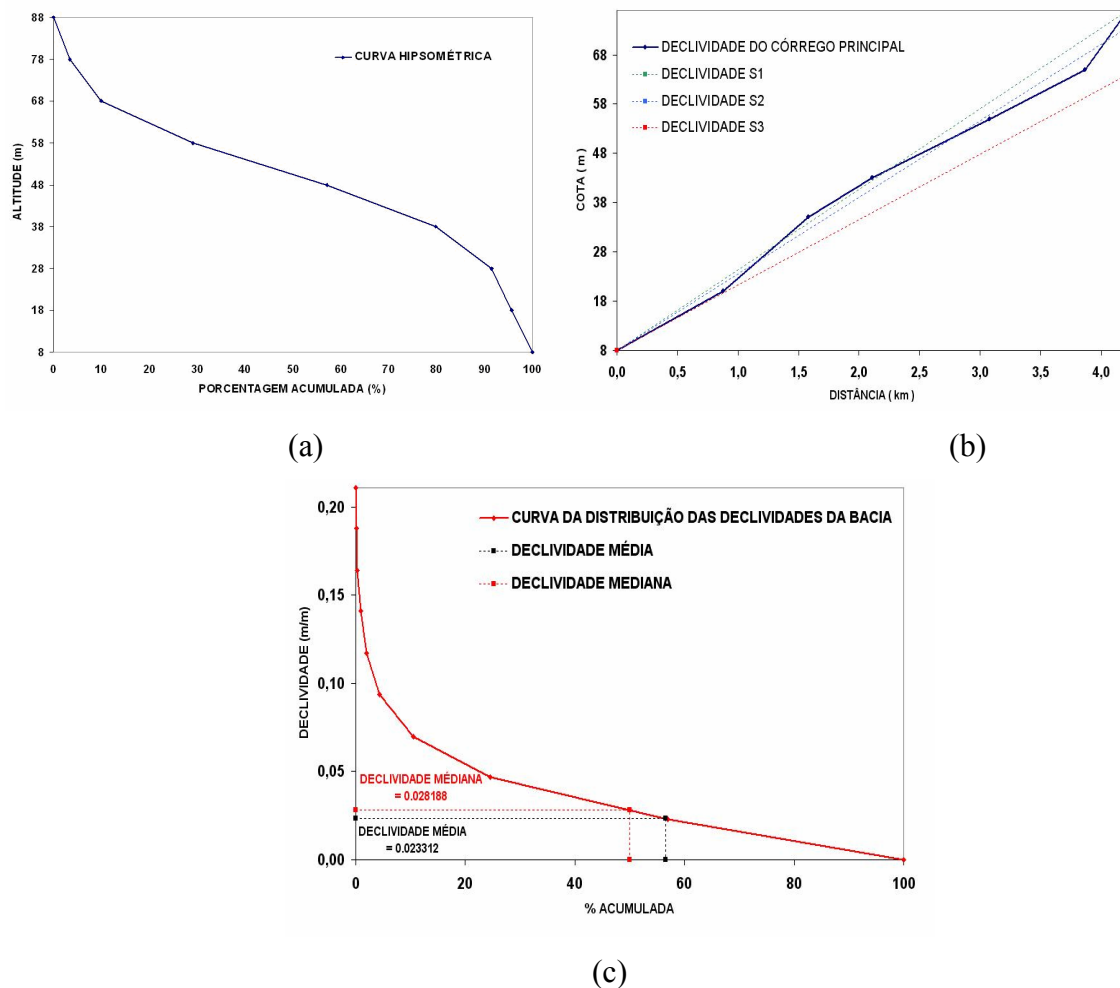


Figura 2 – Características morfométricas: a) curva hipsométrica da bacia do Córrego João Pedro; b) perfil do Córrego Principal e; c) curva distribuição das declividades.

4. Conclusões

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego João Pedro aponta para uma bacia de forma alongada. A drenagem é considerada pobre, de terceira ordem, o que indica que o sistema de drenagem da bacia é pouco ramificado. As características da declividade da Bacia indicam que mais de 70% da área de drenagem possui relevo relativamente plano (declividade < 5%). A altitude média da bacia é de 49,67m.

5. Referências

Assad, E. D.; Sano, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas Aplicações na agricultura**. Brasília: Serviço de Produção de Informação – SPI, 1998. 434 p.

Eastman, J. R., 2001, Idrisi 32 – Release 2; Tutorial Worcester, Massachusetts. Clark University.

Ferreira, D.S.; Xavier, A.C.; Castro, F. da S.; Albane, R. R. de O. **Mosaico de Imagens CBERS do Estado do Espírito Santo**. In VII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 17 a 19 de outubro, 2006, Curitiba. **Anais...**Curitiba: UNICENTRO, 2006.

Jensen, J.R. **Remote sensing of the environment** : na earth resource perspective. London: Printice-Hall, 2000. 544 p.

Loch, C. **A Interpretação de Imagens Aéreas** Noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 4.ed. Florianópolis. Editora da UFSC, 2001. 118p.

Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 out. 2006.

Moreira, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.

Rodrigues, R.R.; filho, H. de F. L. **Matas Ciliares** Conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo. Editora da USP: Fapesp, 2001.320 p.

Tucci, C. E. M. **Hidrologia** Ciência e aplicação. Rio Grande do Sul: Editora da universidade federal do Rio Grande do Sul, 2000. 943p.

Villela, S. M.; Mattos, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245p.