



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## **OBTENÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DE BACIA HIDROGRÁFICA POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Adriana Cavalieri Sais<sup>1</sup>; Euzébio Beli<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimento e materiais dissolvidos para uma saída única, num determinado ponto do canal fluvial. A análise de aspectos morfométricos de bacia hidrográficas, principalmente aspectos relacionados à drenagem e ao relevo, pode levar a elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. O objetivo deste trabalho foi o de caracterizar alguns parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica Ribeirão da Cachoeira ou da Areia Branca utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG). O SPRING, SIG utilizado para a execução do trabalho permitiu a manipulação rápida e eficiente das informações, facilitando e/ou automatizando a obtenção dados necessários para a caracterização da bacia. Considerando que os parâmetros morfométricos influenciam a quantidade de água produzida pelo deflúvio e por consequência também na qualidade da água, eles devem ser considerados no planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas a fim de que se possa minimizar os impactos decorrentes das atividades antrópicas. A bacia é importante para a cidade haja vista ser a principal fonte de captação d'água para o abastecimento urbano. Dessa maneira o uso do solo deve ser planejado afim de não comprometer a qualidade da água e o regime fluvial da bacia hidrográfica.

**Palavras-chave:** recursos hídricos; hidrologia; planejamento ambiental, SIG

### **ATTAINMENT OF MORFOMETRICS PARAMETERS OF BASIN VERSANT BY MEANS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

### **ABSTRACT**

River basin is an area of the terrestrial surface that drains water, sediment and dissolved materials for an only exit, in determined point of the river system. The morphometrics aspects analysis in river basin, mainly aspects related to the draining and the relief, can take the briefing and understanding of diverse questions associates to the environment dynamics. The objective of this work was to characterize some morphometrics parameters of the river basin Ribeirão da Cachoeira or Areia Branca using Geographic Information System (GIS). SPRING, GIS used for the execution of this research allowed the fast and efficient manipulation of the information, facilitating and/or automating the attainment given necessary for the characterization of the basin. Considering that the morphometric parameters influence the amount of produced water by runoff and therefore also the quality of the water, this parameters should be considered in environmental planning and management of watersheds in order that we can minimize the impacts of human activities. This basin is important for the city has seen to be the primary funding source of water for urban supply. Thus the use of land should be planned so as not to compromise the water quality of river and its rainfall systems.

**Keywords:** water resources; hydrology; environmental planning; GIS

---

Trabalho recebido em 08/07/2011 e aceito para publicação em 31/03/2012.

---

<sup>1</sup> Profa. Dra. Curso de Engenharia Ambiental - Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – Unipinhal. Avenida Helio Vergueiro Leite, 01 – CP 05 – 13990-000 – Espírito Santo do Pinhal-SP. e-mail: acsais@hotmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Esp. Curso de Engenharia Ambiental – Unipinhal. email: beli@unipinhal.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimento e materiais dissolvidos para uma saída única, num determinado ponto do canal fluvial. Em função dessa característica, as bacias hidrográficas têm se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso e conservação dos recursos naturais, principalmente quando se trata de rios utilizados para abastecimento público. A análise de aspectos morfométricos de bacia hidrográficas, principalmente aspectos relacionados à drenagem, ao relevo e geologia, pode levar a elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local (SILVA, 2003).

A área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo, por outro lado, atuam sobre a taxa, ou sobre o regime desta produção de água, assim como a taxa de sedimentação. O caráter e a extensão dos canais (padrão de drenagem) afetam a disponibilidade de sedimentos, bem como a taxa de formação do deflúvio. Muitas destas características físicas da bacia hidrográfica, por sua vez, são em grande parte controladas ou

influenciadas pela sua estrutura geológica (LIMA, 2004).

Para Teodoro *et al.*, (2007), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.

O padrão de drenagem e o relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre (PISSARA *et al.*, 2004).

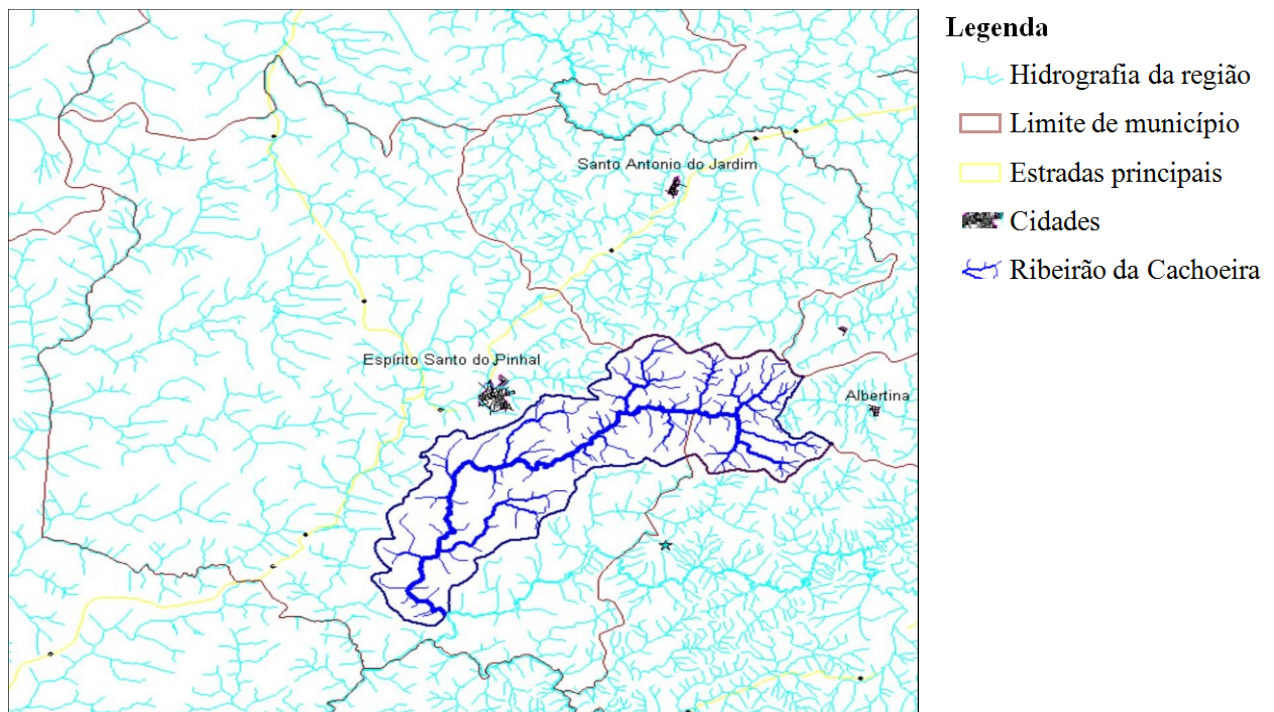
A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos passos primordiais e de procedimentos comuns que são executados em análises hidrológicas ou ambientais. Para tanto, tem sido comum a utilização de informações de relevo em formato analógico, como mapas e cartas, o que compromete a confiabilidade e a reprodução dos resultados devidos à carga de subjetividade inerente aos métodos manuais. Com o advento e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas, métodos automáticos para delimitação de bacias têm sido desenvolvidos (CARDOSO *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi o de determinar alguns parâmetros morfológicos da bacia do Ribeirão da Cachoeira ou da Areia Branca utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo compreende a bacia de contribuição do Ribeirão da Cachoeira ou da Areia Branca que tem sua

nascente situada no município de Albertina, MG e que deságua no Rio Mogi depois de suas águas percorrerem o município de Espírito Santo do Pinhal, SP (Figura 1). Essa região hidrográfica é considerada a mais importante do município de Espírito Santo do Pinhal pois suas águas são captadas para o abastecimento público da cidade.



**Figura 1:** Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira.

Foram utilizadas para a execução do trabalho as partes pertinentes das cartas topográficas de Aguai, Pinhal, Mogi Guaçu e Águas de Lindóia em escala 1:50.000 (publicadas pelo IBGE) que após serem digitalizadas foram inseridas no Sistema de Informação Geográfica – SPRING (1996) na sua versão 5.1 por meio dos planos de

informação "hidrografia" representado por linhas (cursos d' água) e por polígonos (corpos d'água) e "topografia" representado por linhas (curvas de nível) e pontos culminantes.

A delimitação da área da bacia hidrográfica foi realizada por meio de digitalização manual em novo plano de

informação denominado "limite". A delimitação manual foi realizada a partir do exutório, marcando-se os pontos mais elevados a partir das curvas de nível.

As curvas de nível e os pontos culminantes das cartas topográficas digitais foram interpolados, de modo a gerar uma rede de altitude denominada de Modelo Numérico do Terreno (MNT).

As características morfométricas determinadas estão agrupadas em características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem conforme estabelecido em Tonello *et al* (2006) e representadas na Tabela 1, onde destaca-se o fator de forma (F) que se relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Já o coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da

bacia com um círculo. Constitui a relação entre perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Enquanto que o número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia. Simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular.

Villela; Mattos (1975) relaciona a declividade com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

**Tabela 1:** Características morfométricas obtidas em estudo da bacia e sub-bacias hidrográficas

<b>Características geométricas</b>	
Área total	Fator de forma (F)
Perímetro total	Índice de circularidade (IC)
Coeficiente de compacidade (Kc)	Padrão de drenagem
<b>Características do relevo</b>	
Orientação	Declividade média do curso d'água principal
Altitude mínima	Declividade mínima
Altitude média	Declividade média
Altitude máxima	Declividade máxima
<b>Características da rede de drenagem</b>	
Comprimento do curso d'água principal	Densidade de drenagem (Dd)
Comprimento total dos cursos d'água	Ordem dos cursos de água

**Fonte:** Adaptado de Tonello *et al.* (2006)

A variação de altitude associa-se com a precipitação, evaporação e transpiração, conseqüentemente sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração. Mais significativas, porém, são as possíveis variações de precipitação anual com a elevação (TEODORO *et al*,2007).

A densidade de drenagem (Dd) é calculada relacionando-se o comprimento total de todos os canais e A área de drenagem. E, de acordo com Villela; Mattos (1975), pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> em bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup>, ou mais, em bacias bem drenadas.

A classificação dos canais de drenagem e foi estabelecida pelo sistema de Horton, modificado por Strahler (1957). Nessa classificação os canais sem tributários são nomeados de 1<sup>a</sup> ordem, enquanto que os canais de 2<sup>a</sup> ordem originam-se da confluência de dois canais de 1<sup>a</sup> ordem, já os canais de 3<sup>a</sup> ordem originam-se da confluência de dois canais de 2<sup>a</sup> ordem e assim sucessivamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira estão apresentadas na Tabela 2. A região do estudo tem área de drenagem de 73,72 Km<sup>2</sup> e perímetro de 54,66 Km.

O coeficiente de compacidade que relaciona a forma da bacia com um círculo apresenta o valor bem afastado da unidade (1,78) e o fator de forma que relaciona a forma da bacia com a de um retângulo apresenta valor muito baixo (0,11). Esses valores indicam que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, correspondendo, portanto, a uma bacia alongada. Esses valores podem ser ainda ser comprovado pelo índice de circularidade, cujo valor é de 0,31 (Tabela 2).

Segundo Villela; Mattos (1975), as bacias alongadas possuem menor concentração do deflúvio, que se de um lado tem menor risco de enchente, de outro lado apresenta menor capacidade de infiltração de água.

O padrão de drenagem da bacia do Ribeirão da Cachoeira é dendrítico, lembrando a configuração de uma árvore, e caracterizado pela resistência relativamente uniforme da rocha-mãe à erosão (Tabela 2).

**Tabela 2:** Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira

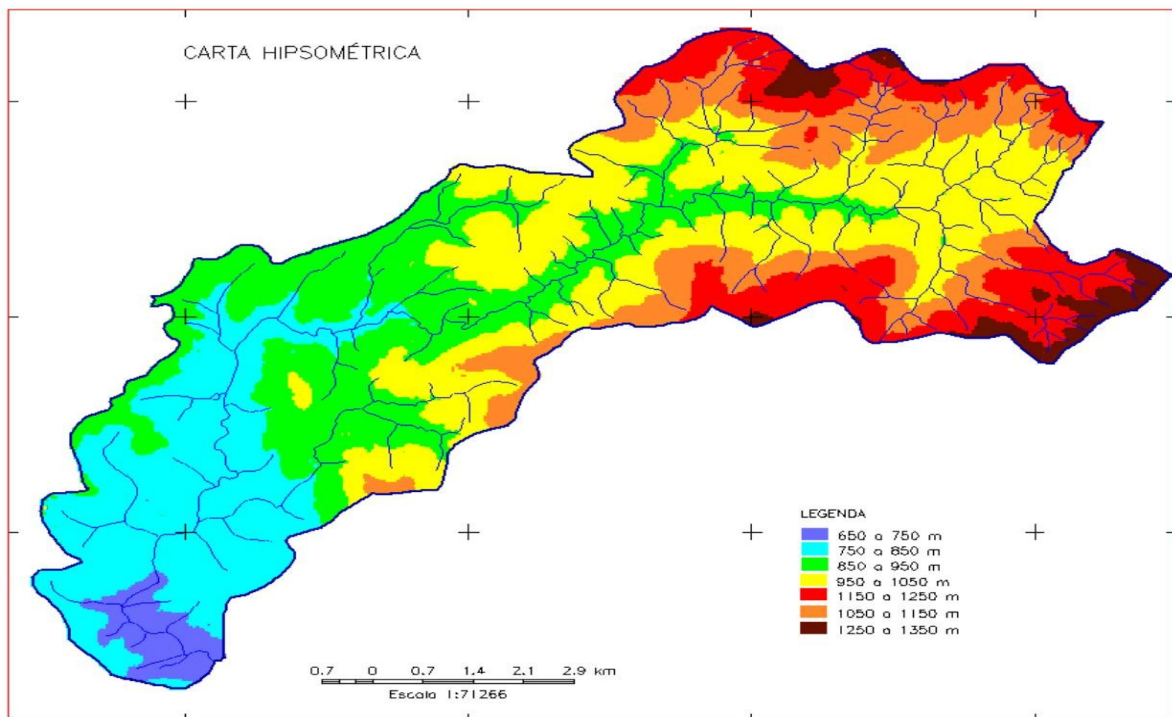
Característica Morfométrica		Valor e unidade
Geométrica	Área da bacia (A)	73,72 Km <sup>2</sup>
	Perímetro (P)	54,66 Km
	Coefficiente de compacidade (Kc)	1,78
	Fator de forma (F)	0,11
	Índice de circularidade (IC)	0,31
	Padrão de drenagem	Dendrítico
Relacionada ao relevo	Orientação	Sudoeste
	Declividade mínima	0,0 %
	Declividade média	19,3%,
	Declividade máxima	87,6%
	Altitude mínima	666 m
	Altitude média	973 m
	Altitude máxima	1350m
	Declividade média do maior curso d'água	2,5%
Relacionada a rede de drenagem	Comprimento total dos canais (Lt)	148,04 Km
	Comprimento do canal principal (Lp)	25,95 Km
	Ordem da bacia	4
	Densidade de drenagem	2,01Km(Km <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>

A altitude na bacia hidrográfica (Figura 2) variou de 666 m a 1.350 m, sendo a altitude média de 973 m. E, conforme afirma Castro; Lopes (2001), quanto maior a altitude da bacia, menor a quantidade de energia solar que o ambiente recebe e, portanto, menos energia estará disponível. A temperatura também varia em função da altitude; grandes variações na altitude ocasionam diferenças significativas na temperatura, que, por sua

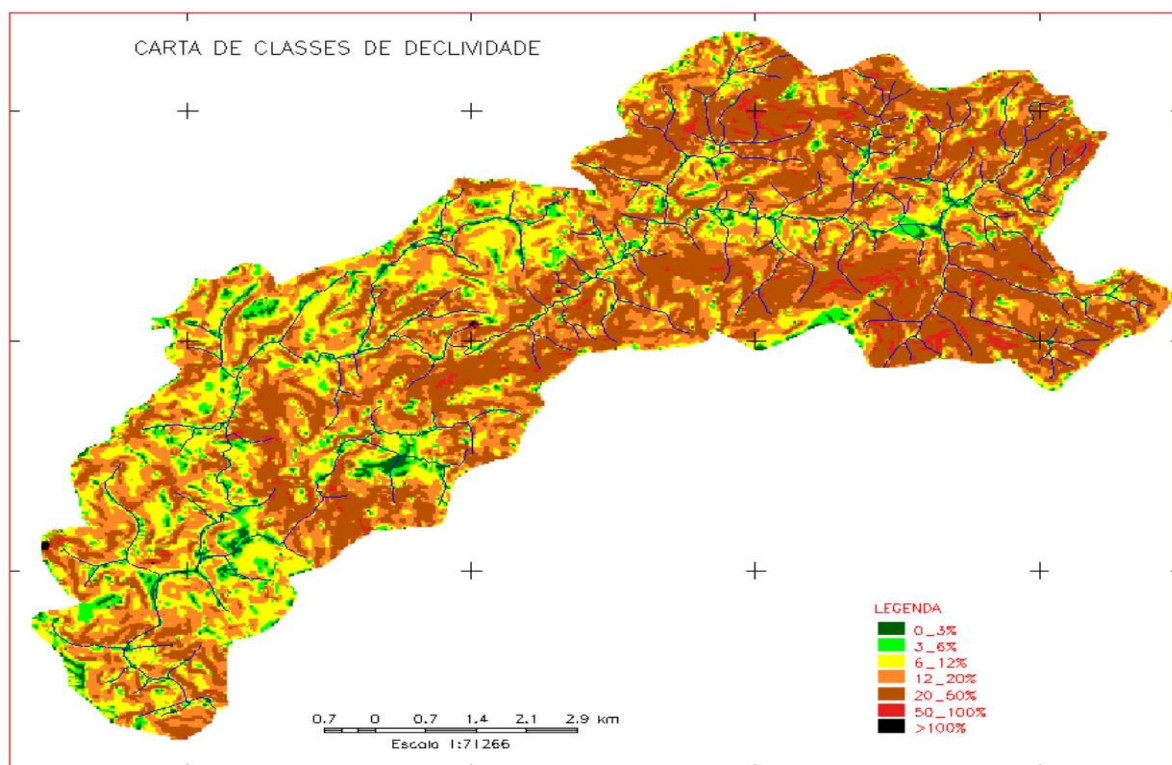
vez, também causa variações na evapotranspiração.

A declividade média encontrada na bacia hidrográfica foi de 19,3%, em função do relevo ondulado da região. Na Figura 3, apresentam-se valores de declividade reclassificados em 7 classes. A classes de declive de maior incidência é a classe de 20 a 50% de declive, seguida da classe de 12 a 20% e da classe de 6 a 12 % (Figura 3).





**Figura 2:** Carta Hipsométrica (altitude) da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira

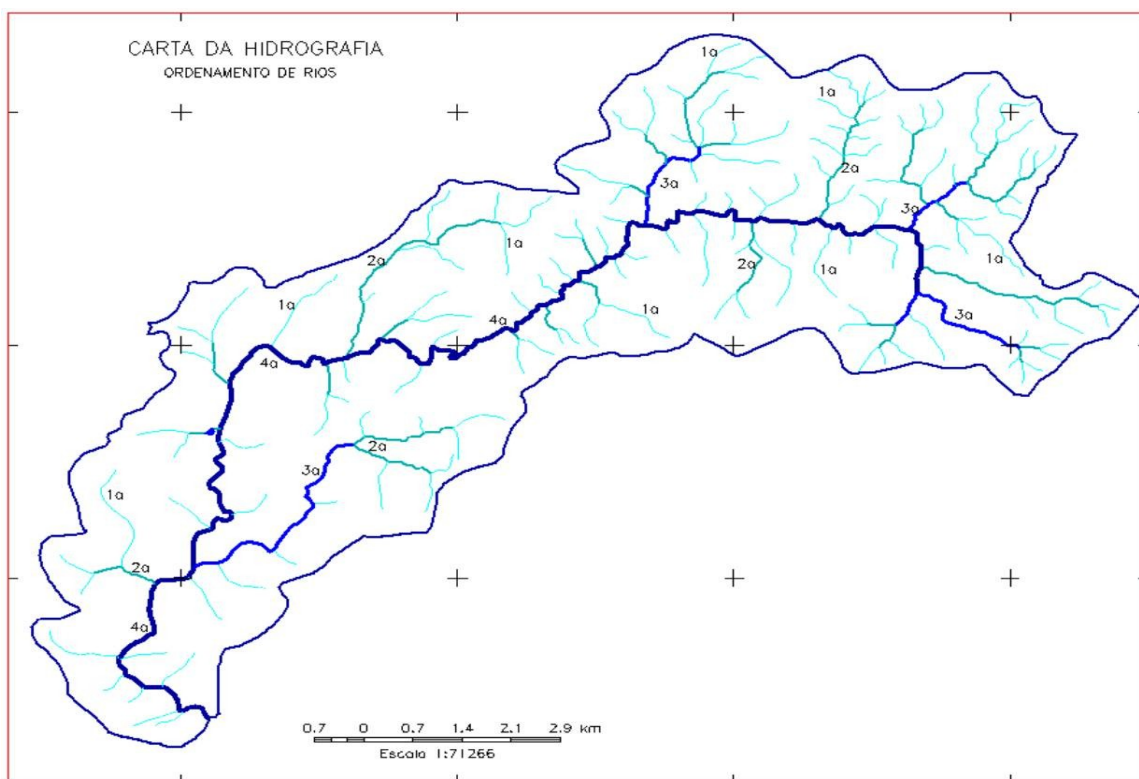


**Figura 3:** Carta de Classes de Declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira

O ordenamento seguiu o método de ordenamento de STRALER (1957), sendo encontrados quatro níveis conforme classificação na Figura 4. São 148,04 Km de canais de drenagem divididos em 137 canais de drenagem de 1ª ordem que totalizam 87,80 Km; 27 canais de drenagem de 2ª ordem que totalizam 27,32 K; 5 canais de drenagem de 3ª ordem que

totalizam 9,69 Km e 1 canal de drenagem de 4ª ordem com 23,23 Km de comprimento.

A densidade de drenagem obtida foi de  $2,01 \text{ Km (Km}^2\text{)}^{-1}$ , que pode ser classificada como bacia de drenagem alta segundo Villela; Mattos (1975) o que pode ser indicativo de infiltração baixa de água.



**Figura 4:** Carta de Hidrografia e Ordenamento de Rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira.

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados apresentados mostram que foi possível calcular parâmetros morfométricos de bacia hidrográfica utilizando o SIG SPRING, o que permitiu a manipulação rápida e eficiente das

informações, facilitando e/ou automatizando a obtenção dados necessários para a caracterização da bacia. Considerando que os parâmetros morfométricos influenciam a quantidade de água produzida pelo deflúvio e por



consequência também na qualidade da água, eles devem ser considerados no planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas a fim de que se possa minimizar os impactos decorrentes das atividades antrópicas.

Em função das características morfométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira e a necessidade de fornecimento de água para a cidade de Espírito Santo do Pinhal, deve-se buscar manejo do solo que permita maior infiltração e conseqüente maior armazenamento de água para períodos de estiagem.

## 5. REFERÊNCIAS

- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Rev. Árvore**. 2006, v.30, n.2, p. 241-248
- CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.
- LIMA, W de P. **Apostila sobre Manejo de Microbacias Hidrográficas**. ESALQ, 2004. Disponível em <http://lcf.esalq.usp.br/lhf/>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2004
- PISSARA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciências do Solo**, Viçosa, n.28, p.297-305, 2004.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos : RiMa, 2003. 140p.
- SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Camara G, Souza R. C. M., Freitas U. M., Garrido, J. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p 395-403, May-Jun 1996.
- STHALER, A.N., 1957. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920.
- TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica local. **Revista UNIARA**, n. 20, p. 137-156, 2007. Disponível em [http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/20/RevUniara20\\_11.pdf](http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf). Acesso em: 24 de fevereiro de 2011.
- TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L. de; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões - MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975. 245p.