

SIG aplicado à caracterização morfométrica de bacias hidrográficas – estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul – Santa Catarina/Brasil

Marcelo Pedroso Curtarelli ¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/CTC/ENS/GTHIDRO
Caixa postal – Florianópolis – SC, Brasil
mpedroso@grad.ufsc.br

Abstract. The objective of this work was to perform a morphometric characterization based on some physical parameters of Cubatão do sul river watershed. In order to do so, a Hydrologically Consistent Digital Elevation Model (HCDEM) was generated from EPAGRI topographical maps, scale 1:50.000, using as database and analysis the system of geographic information, by means of the ArcVIEW and Arc/INFO version 9.2 systems. From this, some morphometric parameters of a previous study on the hydrologic behavior of the watershed were calculated. The drainage area was 742,9 Km² and 159,3 km in perimeter. The Cubatão do sul river watershed was proven not easily subject to floods as the compacity coefficient was far from the unit (1.6). The drainage density was 1,62 Km/Km², showing that the watershed has average draining capacity. The drainage system forms a dendritic pattern.

Palavras-chave: SIG, morphometric characterization, watershed, Cubatão do Sul river.

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões assim como o estudo de suas características físicas.

Segundo Christofolletti (1980), o estudo hidrológico e das características físicas de uma bacia hidrográfica tem aplicação nas seguintes áreas: escolha de fontes para abastecimento de água; projeto e construções de obras hidráulicas; projetos de drenagem; irrigação; regularização de corpos d'água e controle de inundações; controle da poluição; controle de erosão; navegação; aproveitamento hidroelétrico; operação de sistemas hidráulicos complexos; recreação e preservação do meio ambiente e preservação e desenvolvimento da vida aquática.

As características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância em seu comportamento hidrológico, existindo uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e estes elementos, sendo de grande utilidade prática seu conhecimento, Villela e Mattos (1975).

Segundo Ferreira (1997), os Sistemas de Informações Geográficas podem ser considerados um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamentos urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando o planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas.

O Rio Cubatão do Sul é um rio brasileiro do estado de Santa Catarina. Sua nascente fica nas encostas orientais das serras da Boa Vista e da Garganta (Águas Mornas). O rio Cubatão começa no encontro entre os rios do Salto e Novo. Desemboca na Baía Sul, em Palhoça. Segundo a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), a bacia do Rio Cubatão do Sul é de importância estratégica para a região da Grande Florianópolis, pois nela estão localizados os

Rios Vargem do Braço e Cubatão, que são os mananciais de captação para abastecimento de água de 05 municípios da região.

Diante do exposto o objetivo geral deste trabalho foi caracterizar fisicamente a bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, utilizando como ferramenta um sistema de informações geográficas, tendo como objetivos específicos a construção de uma tabela com os índices físicos obtidos da bacia, construção do mapa da rede de drenagem da bacia, construção do modelo digital de elevação (MDE) da bacia, construção da curva hipsométrica da bacia, construção do mapa de declividades da bacia, classificação do relevo da bacia segundo a EMBRAPA.

2. Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul está localizada no estado de Santa Catarina, na região sul do Brasil, entre as coordenadas 27°35'50 S e 48°38'24 W (Figura 1), abrangendo os seguintes municípios: Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas e parte de São Pedro de Alcântara e Palhoça. A bacia hidrográfica do rio Cubatão faz parte da região hidrográfica do Litoral Centro (RH8).

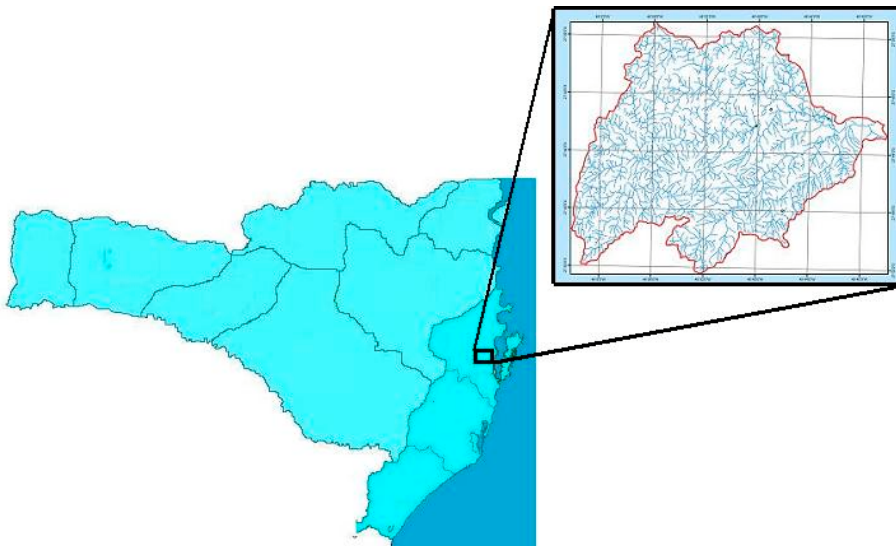


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul

3. Metodologia

Para realizar a caracterização física da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul foi utilizado um SIG através do *software* ArcMap 9.2, que permite gerenciar bancos de dados georreferenciados e realizar análises espaciais, e bases cartográficas digitais no formato vetorial *shapefile* (.shp) e matricial *raster* (.GRID/.TIN). Além disso foi utilizada a planilha eletrônica *Excel* para a construção de tabelas e gráficos.

3.1 Estruturação do Banco de dados

Para que fosse possível dar início aos estudos foi imprescindível à estruturação de um banco de dados georreferenciados. As bases utilizadas foram adquiridas gratuitamente no *site* da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). A tabela 1 mostra como foi estruturado o banco de dados.

Tabela 1 – Estruturação do Banco de Dados

Banco de Dados	
<ul style="list-style-type: none"> • EPAGRI/CIRAM (Formato .shp) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Unidades hidrográficas de Santa Catarina; ➤ Regiões hidrográficas de Santa Catarina; ➤ Carta topográfica 1:50000 Florianópolis; ➤ Carta topográfica 1:50000 Paulo Lopes; ➤ Carta topográfica 1:50000 Santo Amaro da Imperatriz; ➤ Carta topográfica 1:50000 São Bonifácio.

3.2 Caracterização Física

As principais características físicas da bacia, em suas linhas básicas, obedecerão aos conceitos de Villela e Mattos (1975).

3.2.1 Área e Perímetro

Os limites da bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul foram definidos utilizando os limites das unidades hidrográficas de Santa Catarina fornecidos em meio digital pela EPAGRI. Para calcular a área de drenagem e o perímetro da bacia foi utilizado módulo *Tools* através da ferramenta *measure*.

3.2.3 Comprimento do Rio principal

Para calcular a área de drenagem e o perímetro da bacia foi utilizado módulo *Tools* através da ferramenta *measure*.

3.2.4 Fator de Forma

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. O fator de forma foi determinado, utilizando-se a equação 1

$$F = A / L^2 \quad (1)$$

3.2.5 Coeficiente de Compacidade

De acordo com Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. O coeficiente de compacidade foi calculado através da equação 2.

$$K_c = 0,28 P / A^{1/2} \quad (2)$$

3.2.6 Rede de drenagem

O sistema de drenagem de uma bacia é compreendido pelo rio principal e seus tributários. A rede de drenagem da bacia do rio Cubatão do Sul foi confeccionada a partir dos cursos d'água das diferentes cartas topográficas disponibilizados pela EPAGRI. Utilizando o *software* ArcMap 9.2 foi possível unir os cursos d'água das diferentes cartas topográfica através da ferramenta *merge* e recortar dentro dos limites da bacia utilizando a ferramenta *clip analysis*. A figura 2 mostra a rede de drenagem da bacia.

3.2.6.1 Densidade de drenagem

Seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo, assim, o índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. A densidade de drenagem foi calculada através da equação 3.

$$Dd = Lt / A \quad (3)$$

O comprimento total dos rios foi obtido através da ferramenta *measure*.

3.2.7 Modelo Digital de elevação (MDE)

O modelo digital de elevação do terreno foi criado a partir das curvas de nível das diferentes cartas topográficas disponibilizado em meio digital pela EPAGRI.

As curvas de nível foram previamente mescladas através da ferramenta *merge* e cortadas dentro dos limites da bacia com a ferramenta *clip analysis*.

Para a geração do MDE foi utilizado o módulo *3D Analyst* através da ferramenta *Create/modify TIN*, gerando assim um MDE de grade triangular. O MDE posteriormente convertido para grade regular (.GRID).

3.2.7.1 Hipsometria

Para a construção da curva hipsométrica da bacia o MDE foi reclassificado em faixas de altitude variando de 100 em 100 metros, indo do nível 0 aos 1260 metros de altitude. A área entre as faixas de altitude foi calculado automaticamente utilizando a opção *Surfaces Analysis/ Calculate Volume and Area*, do módulo *3D Analyst*.

3.2.8 Declividades

A declividade da bacia foi obtida através do MDE gerado anteriormente. Para transformar o MDE em plano de informação de declividade foi utilizada a opção *Surfaces Analysis/ Slope* do módulo *3D Analyst*. As declividades foram reclassificadas de acordo com a classificação proposta por EMBRAPA (1979).

4. Resultados

Os índices físicos da bacia são mostrados na tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Índices físicos da Bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul

Área (Km ²)	742,9
Perímetro (km)	159,3
Comprimento do Rio Principal (km)	52,11
Largura Média (km)	14
Coefficiente de compacidade	1,6
Fator de Forma	2,0
Comprimento total de rios (Km)	1203
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,62

A figura 2 a seguir mostra a rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Cubatão.

MAPA DA REDE DE DRENAGEM - Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul - Santa Catarina, Brasil.

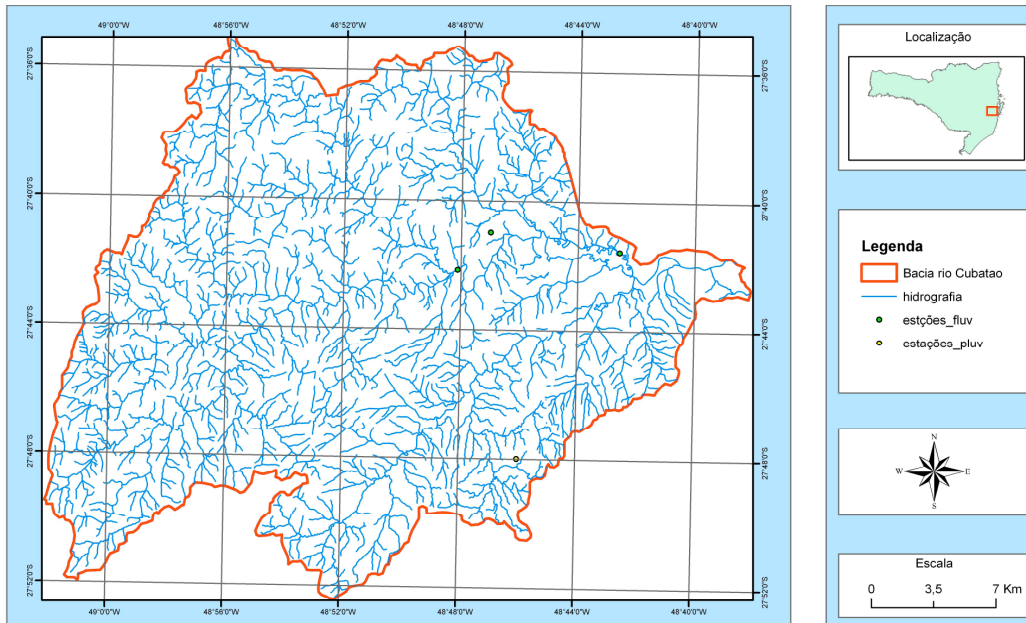


Figura 2. Rede de drenagem da bacia do rio Cubatão do sul

A figura 3 a seguir mostra o MDE gerado da bacia. Nota-se que a pico mais alto da bacia não passa dos 1260m de altura em relação ao nível do mar.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) - Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul - Santa Catarina, Brasil.

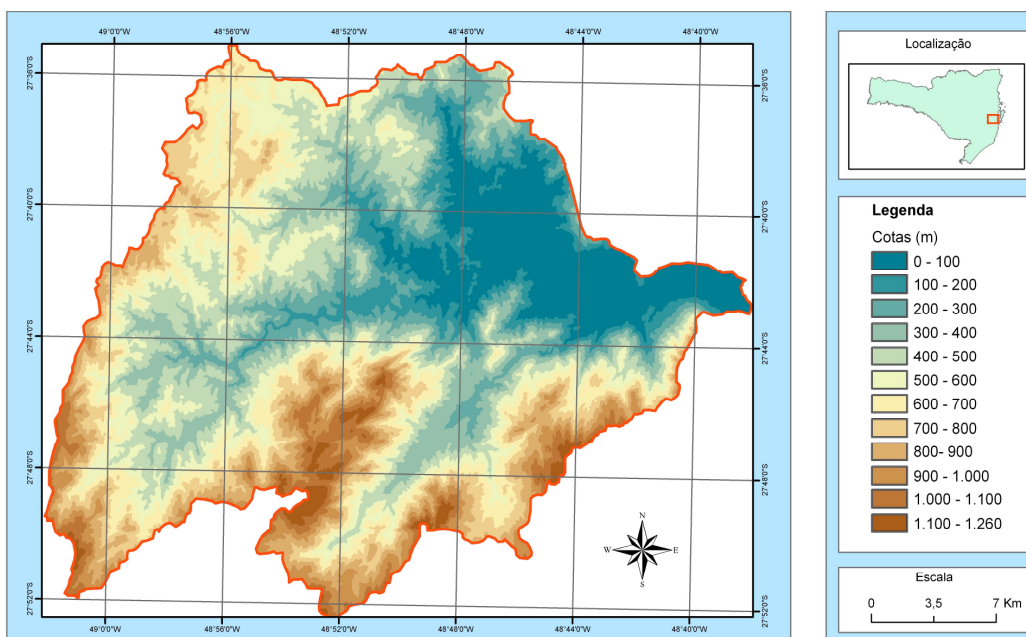


Figura 3. MDE da bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul

A figura 4 a seguir representa a curva hipsométrica construída para a bacia. A altitude mediana da bacia é de aproximadamente 490m e a altitude média é de 630m.

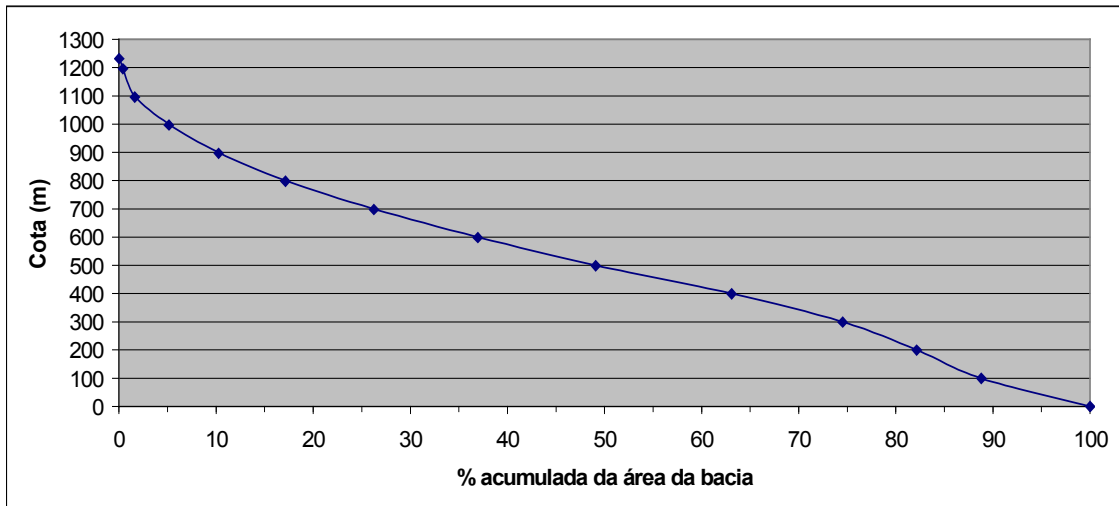


Figura 4. Curva Hipsométrica da bacia do rio Cubatão do sul

A figura 5 mostra o mapa de declividades da bacia.

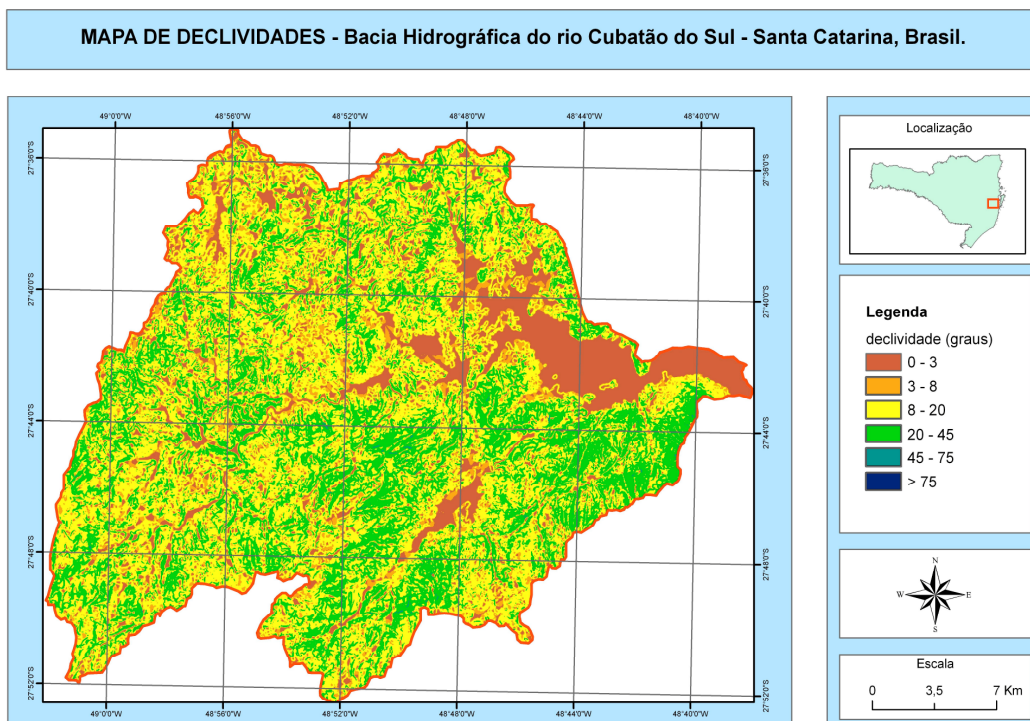


Figura 5. Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul.

A tabela 3 mostra a classificação do relevo e a área (Km² e % da bacia) em cada classe.

Tabela 3 – Classes de relevo da bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul

Declividade (%)	Discriminação	área (Km ²)	% da bacia
0 - 3	relevo plano	95,31	12,85
3 - 8	relevo suavemente ondulado	71,07	9,58
8 - 20	relevo ondulado	370,43	49,92
20 - 45	relevo fortemente ondulado	202,57	27,30
45 - 75	relevo montanhoso	2,62	0,35
> 75	relevo fortemente montanhoso	0	0,00

5. Conclusões

A análise dos índices físicos da bacia hidrográfica do rio Cubatão do sul indicam uma maior suscetibilidade a enchentes acentuadas.

A bacia possui 50 % de suas terras acima da cota 490 metros, tendo uma altitude máxima de 1260 metros e altitude mínima de 0 metros.

As características de declividade da bacia indicam que 49,92% da área da bacia possui terreno ondulado.

O *software* ArcMap 9.2 se mostrou uma boa ferramenta para a caracterização física de bacias hidrográficas, sendo de fácil utilização, apresentando uma boa *interface* entre o programa e o usuário, grande número de ferramentas para análises espaciais e proporcionando a confecção de mapas para uma melhor visualização dos resultados obtidos.

A disponibilização de bases de dados gratuitamente por órgãos públicos, como na mapoteca digital do Estado de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM), são de grande importância e utilidade para os usuários de SIG.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997** - que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Christofolletti, A. – **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1)

ESRI. **ArcGIS Desktop, Tools for Authoring, Editing, and Analyzing Geographic Information**. New York St, RedLands CA, USA. 2007

ESRI. **Advanced 3D Analysis Using Raster and Vector data**. New York St, RedLands CA, USA. 2001.

Mapoteca Digital do Estado de Santa Catarina. Disponível em:
<<http://www.ciram.com.br:8080/mapoteca/>> acessado em: 10 out. 2008.

Tucci, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Organizado por Carlos E. M. Tucci; André L. L. da Silveira...[et al.]. – 4. Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

Villela, S. M., Mattos, A. – **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975. 245p.