

## **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DA PRATA, CASTELO, ES**

**Luciano Melo Coutinho<sup>1</sup>; Roberto Avelino Cecílio<sup>2</sup>; Alexandre Cândido Xavier<sup>3</sup>; Sidney Sara Zanetti<sup>4</sup>; Giovanni de Oliveira Garcia<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Licenciado em Geografia, Mestre em Ciências Florestais, Professor, Universidade São Camilo

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, DS, Professor Adjunto, Dep. de Engenharia Florestal - UFES. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, DS, Professor Adjunto, Dep. de Engenharia Rural - UFES. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

<sup>4</sup> Agrônomo, DS, Professor Adjunto, Dep. de Engenharia Florestal - UFES

<sup>5</sup> Agrônomo, DS, Professor Adjunto, Dep. de Engenharia Rural - UFES

### **1 RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, Espírito Santo. As bases de dados utilizadas foram curvas de nível digitalizadas e a hidrografia mapeada da bacia. Em ambiente de Sistemas de Informação Geográficas foram calculados vários índices morfométricos, relacionados à geometria, hidrografia e topografia da bacia hidrográfica. A área da bacia foi igual a 132,7 Km<sup>2</sup> e o perímetro igual a 72,21 km. A bacia do rio da Prata mostrou-se baixa tendência à ocorrência de enchentes, com coeficiente de compactidade igual a 1,8.

**Palavras-chave:** sistemas de informação geográfica, diagnóstico físico, enchente, escoamento superficial

**COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O.  
MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF PRATA RIVER WATERSHED,  
CASTELO, ES (BRAZIL)**

### **2 ABSTRACT**

The objective of the present paper was to determine Prata river watershed morphometric characteristics. Database used consisted into digitalized level curves and mapped hydrography of the watershed. Several morphometric indexes, related to geometric, hydrographic and topographic watershed characteristics, were calculated using GIS software. The drainage area was 132.7 Km<sup>2</sup> and the perimeter was 72.21 km. The Prata river watershed showed low susceptibility to flooding and compactness coefficient of 1.8.

**Keywords:** geographic information systems, physical diagnosis, flooding, runoff

### 3 INTRODUÇÃO

O contexto atual da sociedade e de seu desenvolvimento econômico não é, na maioria dos casos, acompanhado da preocupação ambiental, pois se verificam impactos negativos em função das principais atividades antrópicas, principalmente decorrentes do uso inadequado do solo e da água, cujas conseqüências são mais fortemente sentidas quando da ocorrência de inundações, desmatamentos, processos erosivos intensos, poluição e contaminação dos recursos naturais, dentre outros (Silva et al., 2007).

Bacia hidrográfica, bacia de drenagem ou de contribuição, são terminologias utilizadas para caracterizar uma área definida topograficamente, drenada por um rio principal e seus afluentes, cuja delimitação é feita a partir de um divisor topográfico, também chamado de divisor de águas. A drenagem interna de uma bacia é o principal fator a ser considerado, pois a entrada da água, seguido da formação e da ação de seus cursos, pode ser entendido como um dos componentes do processo morfogenético mais ativo na esculturação da paisagem terrestre (Christofolletti, 1979).

Guerra e Guerra (2003) classificam caracterização morfométrica de bacias hidrográficas como o estudo quantitativo de seu relevo. Tal caracterização é feita com base nas principais medidas físicas de uma bacia hidrográfica e serve de instrumento para várias aplicações relacionadas aos recursos hídricos, como: estimativa do tempo de concentração de bacias hidrográficas (Silveira, 2005), cálculo da lâmina e vazão de escoamento superficial (Silva et al., 2006), regionalização de vazões hidrológicas (Fiozeze, et al., 2008), estimativa de disponibilidade hídrica (SOARES et al., 2010) e inferência sobre suscetibilidade à ocorrência de inundações (Silva et al., 2009). Tais informações podem ser úteis para fins de planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos, uma vez que os parâmetros calculados podem nortear o manejo de bacias hidrográficas com fins conservacionistas (Rodrigues e Adami, 2005; Lima, 2008; Santos e Sobreira, 2008).

O norteamento das ações com base na bacia hidrográfica tem seu início pelo uso de geoprocessamento, principal ferramenta para sua localização e delimitação, seguido das medições e análise morfométrica de sua superfície. O uso de métodos cartográficos torna-se de grande precisão quando manipulados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), *softwares* específicos para tratamento, armazenamento, manipulação e visualização de dados espaciais. O grande diferencial dos SIG's está na espacialização dos dados, pois estes se encontram representados por uma projeção cartográfica, fator que garante precisão matemática e computacional quando considerados sua localização e suas mensurações (Druck et al., 2004). Na utilização de SIGs para estudos morfométricos de bacias hidrográficas destacam-se, no Brasil, os trabalhos de Alves e Castro (2003), Cardoso et al. (2006), Tonello et al. (2006), Coelho (2007), Mendonça et al., (2007), Rodrigues et al. (2008); Santos e Sobreira (2008) e Oliveira et al. (2010).

A bacia hidrográfica do rio da Prata (BHRP), localizada no Sul do Espírito Santo, é marcada por diversidade paisagística natural, devido aos fatores como relevo, litologia e cobertura vegetal, e pela diversidade de atividades agropecuárias. No contexto atual, verifica-se na BHRP o desenvolvimento de atividades alternativas com suporte na agropecuária, a exemplo da agroindústria e do agroturismo (Vicente et al., 2005), fatores estes de potencial risco de intensificação de ocorrência de erosão e enchentes.

Do exposto, o presente trabalho teve por objetivo a delimitação e a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Espírito Santo, a fim de nortear ações para o manejo integrado de seus recursos naturais.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Rio da Prata se localiza no Município de Castelo, Sul do Estado do Espírito Santo (Figura 1), entre as latitudes  $-20^{\circ}31'$  e  $-20^{\circ}40'$  e as longitudes  $-41^{\circ}00'$  e  $-41^{\circ}13'$ . Destaca-se que o divisor topográfico coincide com a delimitação política do município. Com relação aos solos e geologia predominam os solos do tipo Argissolo Vermelho Escuro Eutrófico, Brunizém Avermelhado, Cambissolo Álico e Latossolo Vermelho Amarelo Álico, com relevo que varia entre intrusões rochosas e deposições sedimentares (Radambrasil, 1987).

O clima é marcado por duas estações bem definidas, sendo verão chuvoso e inverno seco. O relevo apresenta três feições principais: i) Faixa de Agradação Cachoeiro de Itapemirim-Castelo, entre 80 e 100 m de altitude, marcada por superfícies suaves, vales abertos, muita ação intempérica e raros afloramentos rochosos; ii) Feições de Mar de Morros, entre 100 e 900 m de altitude, com predominância de rochas resistentes ao intemperismo (granitos), e; iii) Remanescentes do Ciclo Sul-Americano, com altitudes superiores a 900 m, relevo suave, vales de baixo gradiente e drenagens secundárias (Silva, 1993).

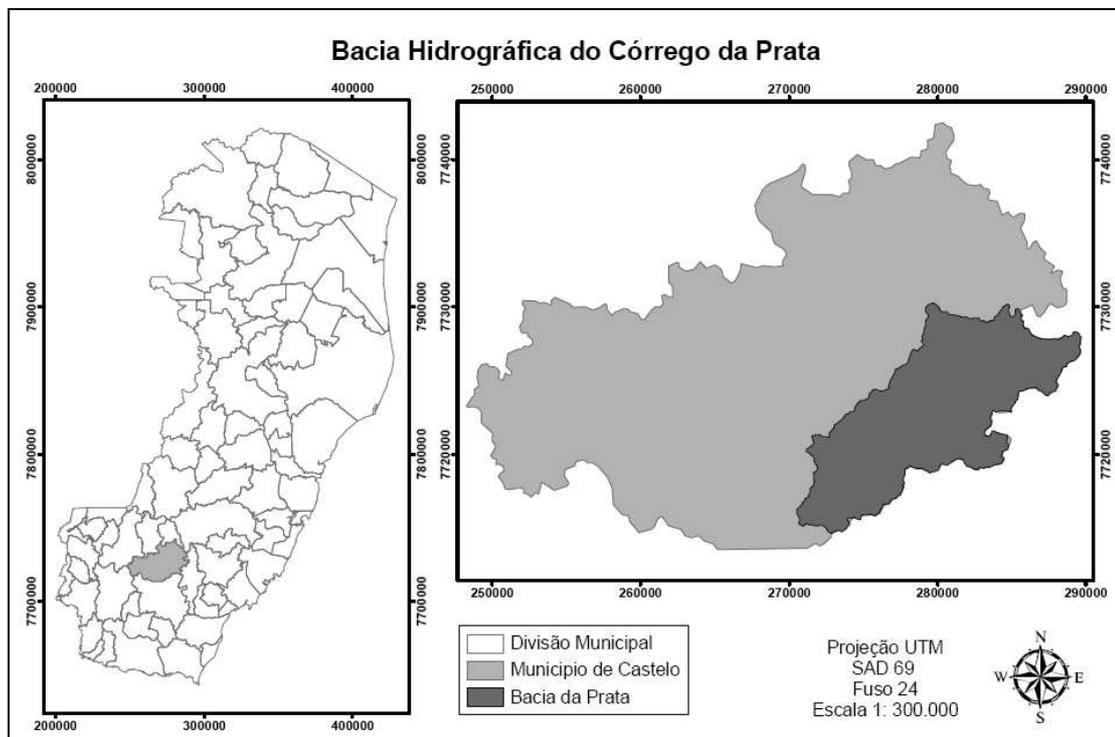


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio da Prata (Espírito Santo, Brasil).

Os procedimentos e métodos de geoprocessamento foram realizados no *software* ArcGIS 9.3<sup>®</sup>. A base cartográfica de hidrografia e altimetria foi a carta digital de Castelo, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As curvas de nível originárias da base cartográfica do IBGE foram interpoladas por meio do interpolador “Topo to Raster” (ArcToolbox – Spatial Analyst Tools - Interpolation – Topo to Raster), utilizando-se, como suporte, a hidrografia mapeada, conforme indicação de Coutinho (2010). Este procedimento originou um modelo digital de elevação (MDE) com as depressões do terreno corrigidas. A delimitação da BHPR foi realizada utilizando-se o MDE gerado, em ambiente SIG, de forma automática, utilizando-se os procedimentos apresentados por Medeiros et al. (2009).

A determinação da área de drenagem da bacia foi realizada utilizando-se rotinas específicas do aplicativo computacional ArcGIS 9.3<sup>®</sup>. Os perímetros e comprimentos (axial e de cursos d’água) foram calculado com o auxílio de rotinas específicas, a partir do comando *measure* na guia *tools*, ambos no ArcGIS.

A caracterização morfométrica consistiu na determinação dos índices a seguir, definidos conforme Rodrigues e Adami (2005):

- Características geométricas: relaciona as principais medidas da bacia por área de drenagem, perímetro da bacia, coeficiente de compacidade, fator de forma, razão de alongação e índice de circularidade.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

$$K_f = \frac{A}{L_{axial}^2} \quad (2)$$

$$IC = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

$$Re = 1,128 \left[ \frac{A^{0,5}}{L_{axial}} \right] \quad (4)$$

em que:

$K_c$  = coeficiente de compacidade, adimensional;

$P$  = perímetro da bacia, km;

$A$  = área da bacia, km<sup>2</sup>;

$K_f$  = fator de forma, adimensional;

$L_{axial}$  = comprimento axial da bacia hidrográfica, km;

$IC$  = índice de circularidade, adimensional; e

$Re$  = razão de alongação, adimensional.

- Características da hidrografia: relacionam as principais medidas da rede hidrográfica bacia, como ordenamento dos canais por hierarquia segundo Strahler (1957), densidade de drenagem, densidade hidrográfica, sinuosidade do curso principal, índice de sinuosidade,

perfil longitudinal e declividade de álveo (S1, S2, S3 e S4 – calculadas conforme Villela e Mattos, 1975).

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad (5)$$

$$D_h = \frac{N}{A} \quad (6)$$

$$\text{Sin} = \frac{L}{L_{\text{talvegue}}} \quad (7)$$

$$\text{IS} = \frac{100 \cdot (L - L_{\text{talvegue}})}{L} \quad (8)$$

em que:

$D_d$  = densidade de drenagem,  $\text{km km}^{-2}$ ;

$L_t$  = somatório do comprimento de todos os cursos d'água, km;

$D_h$  = densidade hidrográfica, cursos  $\text{km}^{-2}$ ;

$N$  = número de cursos d'água;

$\text{Sin}$  = sinuosidade do curso d'água,  $\text{km km}^{-1}$ ;

$L$  = comprimento do curso d'água principal, km;

$L_{\text{talvegue}}$  = comprimento do talvegue do curso d'água principal, km; e

$\text{IS}$  = índice de sinuosidade, %.

- Características do relevo: relacionam as principais medidas do comportamento das altitudes e declividades na bacia, como curva hipsométrica e curva de declividades (VILLELA e MATTOS, 1975), orientação do relevo, índice de rugosidade e razão de relevo.

$$\text{HD} = \Delta a D_d \quad (9)$$

$$\text{Rr} = \frac{\Delta a}{L_{\text{axial}}} \quad (10)$$

em que:

$\text{HD}$  = índice de rugosidade, adimensional;

$\Delta a$  = amplitude altimétrica, km; e

$\text{Rr}$  = razão de relevo,  $\text{km km}^{-1}$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

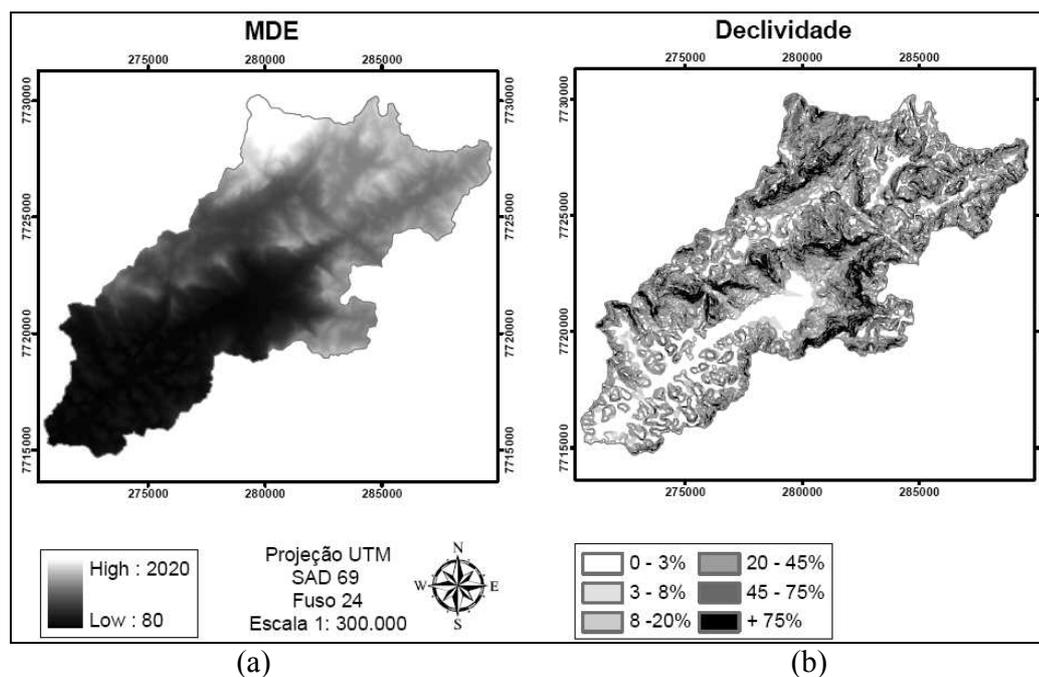
A Figura 2 apresenta o comportamento espacial da altitude, ou seja, o MDE, e da declividade, ou seja, o modelo digital de declividades (MDD) da BHRP. Existe predominância de classes de altitude entre 750m e 1000m ( $31,75 \text{ km}^2$ ) e declividade entre 20% e 45% de inclinação

(49,23 km<sup>2</sup>), o que caracteriza um relevo do tipo ondulado forte, segundo a classificação da EMBRAPA (1999).

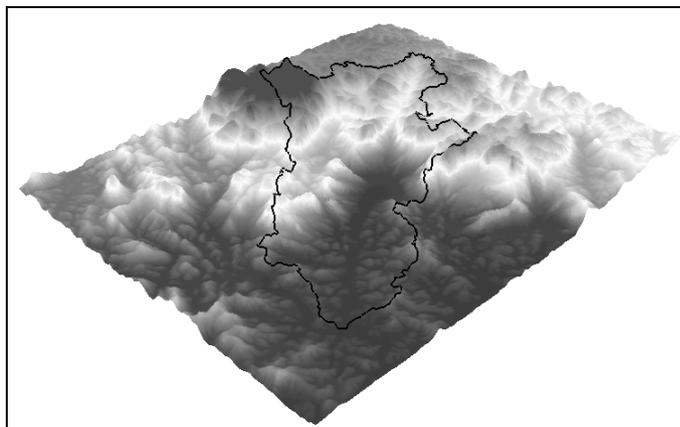
Considera-se importante ressaltar que o relevo exerce influencia no perfil do solo, nas relações de precipitação e deflúvio devido à velocidade do escoamento superficial, nas taxas de infiltração e caracteriza área de preservação quando acima de 45° de inclinação. Cardoso et al. (2006) identificaram a maior parte do relevo da bacia do rio Debossan (46,61%) como forte ondulado, ressaltando que a alta velocidade de escoamento superficial, em conformidade com os padrões de declividade, possa ser compensada pela boa cobertura vegetal.

A representação do relevo em três dimensões (Figura 3), comparada com o mapa de altimetria (Figura 2a) indica que se trata de um relevo de patamares. Visualizando no sentido da foz para nascente, montante, verificam-se como principais ocorrências:

- um vale principal entre 70 e 150 m de altitude,
- uma zona de transição entre 150 e 500 m,
- área suavizada à oeste, entre 500 e 750 m,
- no sentido noroeste uma grande intrusão de 750 a 2020 m, e
- ao norte e nordeste uma intrusão suave, com variações de 750 a 1000 m.



**Figura 2.** Representação do relevo da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES, por altitude (a) e declividade (b).



**Figura 3.** Representação tridimensional do relevo da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES.

Os índices morfométricos originários da caracterização geométrica são apresentados na Tabela 1. As principais medidas da bacia hidrográfica do rio da Prata são área de drenagem de 132,70 km<sup>2</sup>, perímetro de 72,21km e comprimento axial de 20,15 km.

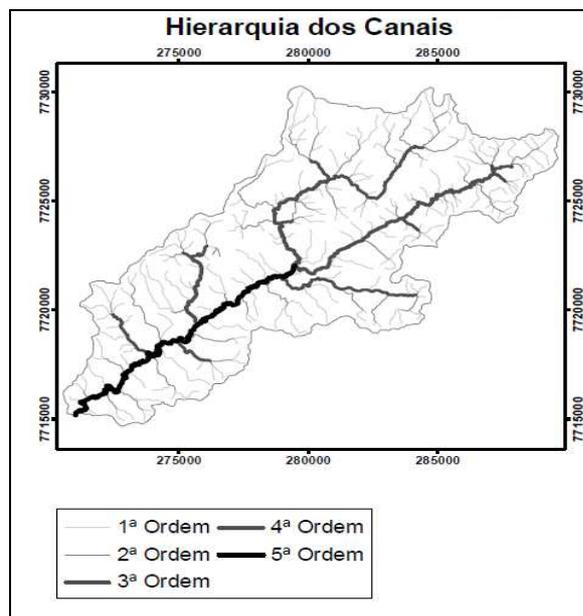
Observa-se que a análise areal mostrou um coeficiente de compacidade igual a 1,75; refletindo tendência a não ocorrência de grandes enchentes, segundo Silva e Mello (2006). Ainda pelos valores da Tabela 2, o fator de forma igual a 0,33 e o índice de circularidade igual 0,30, mais uma vez indicando tendência a não ocorrência de grandes enchentes (Silva e Mello, 2006) e indício de boa drenagem (Borsato, 2005). Todos esses valores indicam que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, correspondendo, portanto, a uma bacia alongada, o qual é confirmado pela razão de alongação igual a 0,64.

Com base na comparação de parâmetros morfométricos entre bacias de áreas próximas (dos rios Glória e Fumaça), Coutinho e Cecílio (2009) obtiveram índices que indicam maiores tendências de inundação na bacia do Rio Fumaça, devido à sua maior circularidade e relevo com formação de patamares.

**Tabela 1.** Índices morfométricos relacionados à geometria da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES

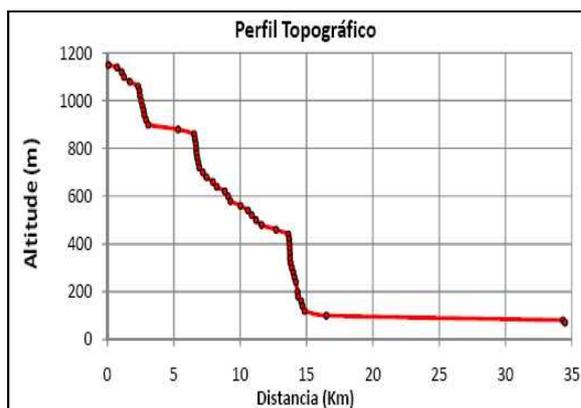
Características geométricas	Valor
Área de drenagem (A)	132,7 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	72,21 km
Comprimento Axial (L <sub>axial</sub> )	20,15 km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,80
Fator de forma (Kf)	0,33
Razão de alongação (Re)	0,64
Índice de circularidade (Ic)	0,30

O sistema de drenagem da BHRP é do tipo dendrítica ou arborescente (Figura 4) de acordo com a classificação de Christofletti (1979), sendo o canal principal (rio da Prata) de 5<sup>a</sup> ordem, de acordo com a classificação de Strahler (1957).



**Figura 4.** Representação da hierarquia do sistema de drenagem da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES.

Ao se analisar o perfil topográfico do rio da Prata (Figura 5), gerado a partir de 55 pontos de interseção entre o canal principal e a altimetria, verificou-se que a região entre 80 m e 100 m compreende a maior extensão do canal (17.829,08 m). Nota-se uma brusca suavização e aplainamento do terreno, o que pode ser indicativo de escoamento lento, podendo ser a geologia um fator de forte influência devido ao relevo de característica deposicional (Alves e Castro, 2003).



**Figura 5.** Perfil longitudinal do rio da Prata, em Castelo, ES.

Os índices morfométricos originários da caracterização da hidrografia são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Índices morfométricos relacionados à hidrografia da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES

<b>Características da hidrografia</b>	<b>Valor</b>
Canal Principal (L)	34,30 km
Talvegue ( $L_{talvegue}$ )	20,26 km
Densidade de Drenagem ( $D_d$ )	2,16 km km <sup>-2</sup>
Densidade Hidrográfica ( $D_h$ )	0,0163 cursos km <sup>-2</sup>
Sinuosidade do curso d'água (Sin)	1,69 km km <sup>-1</sup>
Índice de Sinuosidade (IS)	40,93%
Declividade do Álveo (S1)	0,0570 km km <sup>-1</sup>
Declividade do Álveo (S2)	0,1004 km km <sup>-1</sup>
Declividade do Álveo (S3)	0,0424 km km <sup>-1</sup>
Declividade do Álveo (S4)	0,0280 km km <sup>-1</sup>

A densidade de drenagem ( $D_d$ ) de valor 2,16 km km<sup>-2</sup> pode ser considerada baixa ( $\leq 5,0$ ), de acordo com a proposta de Sthraler (1957), assim como a densidade hidrográfica ( $D_h$ ) de 0,0163 cursos km<sup>-2</sup>. Estes valores indicam, segundo Silva e Melo (2006), baixa relação entre a área da bacia e o comprimento dos rios.

O valor de 1,69 km km<sup>-1</sup> de sinuosidade do curso d'água (Sin) pode ser considerado indicativo de transição entre formas regulares e irregulares, ou seja, os canais podem ser retilíneos e tortuosos. O índice de sinuosidade (IS) indica que o comprimento do canal principal é 40,93% maior eu o comprimento de seu talvegue.

Os quatro valores de declividade média de álveo, S1 (0,0570 km km<sup>-1</sup>), S2 (0,1004 km km<sup>-1</sup>), S3 (0,0424 km km<sup>-1</sup>) e S4 (0,0280 km km<sup>-1</sup>), indicam grandes variações da declividade no percurso do canal principal, o que é evidenciado pela Figura 5. O valor mais elevado é de S2, o que indica maiores variações de declividade quando se considera toda a área formada pelo canal principal. O valor de S4 indica pouca declividade entre as porções 15% e 85%. Os resultados semelhantes, baixa declividade por setorização da bacia, foi identificada por Borsato e Martoni (2004)

Os índices morfométricos originários da caracterização do relevo da BHRP são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índices morfométricos relacionados ao relevo da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES

<b>Índice morfométrico</b>	<b>Valor</b>
Altitude máxima	2.020 m
Altitude média	593 m
Altitude mínima	70 m
Declividade mínima	0%
Declividade média	36,77%
Declividade Máxima	176,66%
Índice de rugosidade (HD)	4.235,13
Razão de relevo (Rr)	0,0970 m m <sup>-1</sup>

A declividade média igual a 36,77%, é considerada alta, sendo, de acordo com Tonello et al. (2006), relevante no planejamento de bacias hidrográficas, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio e possui importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos. A ausência de cobertura vegetal, classe de solo e intensidade de chuvas, dentre outros, associada à maior declividade, conduzirá à maior velocidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação. Assim, a magnitude dos picos de enchentes ou a menor oportunidade de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento superficial, que está fortemente relacionado com o relevo.

O índice de rugosidade (HD) obtido foi de 4.235,13 o qual é considerado alto, sendo um indicativo de vertentes íngremes e longas. A razão de relevo (Rr) 0,0970m m<sup>-1</sup> é considerada baixa de acordo com a proposta de Rossi e Pfeifer (1999).

A Tabela 4 apresenta a orientação do relevo da BHRP, na qual se percebe que o relevo predominante é plano (15,73%), com predominância de orientação em direção ao Sul (S, SE e SO), em direção à foz da BHRP, indicando áreas mais úmidas pelo menor exposição à radiação solar ao longo do ano (Pereira et al., 2002).

**Tabela 4.** Orientação do relevo da bacia hidrográfica do rio da Prata, em Castelo, ES

Orientação	Orientação (°)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Plano	0	20,77	15,73
N	0 – 22,5	10,73	8,12
NE	22,5 – 67,5	10,25	7,77
L	67,5 – 112,5	11,00	8,33
S	112,5 – 157,5	16,77	12,70
SE	157,5 – 202,5	18,53	14,04
SO	202,5 – 247,5	15,26	11,56
O	247,5 – 291,5	14,17	10,73
NO	337,5 - 360	14,54	11,02

## 6 CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do Rio da Prata apresenta índices morfométricos de poucas tendências a enchentes, desconsiderando ocorrências anormais de precipitação. Os parâmetros de drenagem apresentam sinuosidade mediana dos canais, o que pode ser indicativo de escoamento mais lento.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. de T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do Rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.117-124, 2003.

- BORSATO, F.H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores**. Dissertação (Mestre em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2005.
- BORSATO, F.H.; MARTONI, A.M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.
- CARDOSO, C.A. DIAS, H.C.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Ed. Blücher, 2ª edição, 1979.
- COELHO, A.L.N. Modelagem hidrológica da bacia do Rio Doce (MG/ES) com base em imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). **Caminhos de Geografia**, v.8, n.22, p.116-131, 2007.
- COUTINHO, L.M. **Impacto das áreas de preservação permanente sobre a erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo-ES**. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo. 2010
- COUTINHO, L.M.; CECÍLIO, R.A. Estudo comparativo de índices morfométricos das sub-bacias hidrográficas dos rios Fumaça e Glória a partir de técnicas de Geoprocessamento. **Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas Serviços Ambientais e Sustentabilidade**, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 593-600.
- DRUCK, S. CARVALHO, M.S. CÂMARA, G. MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.
- FIGLIARELLI, A.P.; OLIVEIRA, L.F.C.; FRANCO, A.P.B. Avaliação do desempenho de equações de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, Brasil. **Revista Ambiente & Água—An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.3, n.2, p.62-76, 2008
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3.ed., 2003. 652p.
- LIMA, W. de P. **Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 2008.

- MEDEIROS, L.C.; FERREIRA, N.C.; FERREIRA, L.G. Avaliação de modelos digitais de elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.61, n.2, p.137-151, 2009.
- MENDONÇA, L.E.R.; CERQUEIRA, E.S.A.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P. Utilização de sistemas de informações geográficas (SIG) para delimitação e caracterização morfométrica da microbacia do córrego do Paraíso – Viçosa – MG. **Revista Ceres**, v.54, n.311, p.047-062, 2007
- OLIVEIRA, P.T.S.; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J.L.; RODRIGUES, D.B.B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.819–825, 2010
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 433-443, 478 p.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais - Folha SF 23-24; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra**. Rio de Janeiro. IBGE, 1987.
- RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas, in: VENTURI, L.A.B. **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- RODRIGUES, F.M.; PISSARRA, T.C.T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. *Irriga*, v.13, n.3, p.310-322, 2008.
- ROSSI, M.; PFEIFER, R.M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n.1, p.141-156, 1999.
- SANTOS, C.A.; SOBREIRA, F.G. Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Baçõ e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas-MG. **Revista Escola de Minas**, v.61, n.1, p.77-85, 2008.
- SILVA, A. M. da; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. de. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2ª edição. São Carlos, RiMa, 2007.
- SILVA, J.M. Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. **Cachoeiro de Itapemirim - Folha SF-24-V-A-V**. Estado do Espírito Santo, escala 1:100.000, Brasília: DNPM/CPRM, 1993.
- SILVA, J.M.A.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; CECÍLIO, R.A. Metodologia para obtenção do hidrograma de escoamento superficial em encostas e canais. Parte I: desenvolvimento e avaliação. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 695-703, 2006.

SILVA, J.B.L.; FERREIRA, P.A.; RAMOS, M.M.; EUCLYDES, H.P.; SOARES, V.P. Modelos de previsão de enchentes em tempo real para o município de Nova Era - MG. **Engenharia na Agricultura**, v.17, n.3, p.190-204, 2009.

SILVA, A. M. da; MELLO, C.R, de; **Apostila de Hidrologia**. UFLA-MG, 2006.

SILVEIRA, A.L.L. Desempenho de formulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.10, p.5-23, 2005.

SOARES, P.A.; PINHEIRO, A.; SOARES, K.H.; ZUCCO, E. Estimativa da disponibilidade hídrica em pequenas bacias hidrográficas com escassez de dados fluviométricos. **Revista de Estudos Ambientais**, v.12, n.1, p.29-38, 2010.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, p. 913-920, 1957.

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, Guanhães-MG. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VICENTE, C.R.B.; SIMÕES, E.R.D.; MOREIRA, J.V.P.; FONSECA, M.A. **Inventário da oferta turística do município de Castelo**. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Espírito Santo, 2005.