

## Uso dos métodos de avaliação de cheias em bacias hidrográficas delimitadas por imagem de satélite IRS-P6 (Resourcesat-1). Estudo de caso a sub-bacia hidrográfica do Rio Catolé, município de Bonito de Minas, MG

Wadson de Almeida Miranda<sup>1</sup>  
Diego de Sousa Ribeiro Fonseca<sup>1</sup>  
Pedro Henrique Figueiredo da Silveira<sup>1</sup>  
Walter Viana Neves<sup>1</sup>  
Flávio Gonçalves Oliveira<sup>1</sup>  
Flávio Pimenta de Figueiredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Minas Gerais –ICA/UFMG  
Dep. de pós-graduação - 39404-006, Montes Claros, MG.

wadsonmiranda@yahoo.com.br  
diegosousarf@gmail.com  
pbiologo@hotmail.com  
walterviana@yahoo.com.br  
flaviogoliveira@ibest.com.br  
figueiredofp@yahoo.com.br

**Abstract:** The sub-basin of River Catolé covers an area of 700.05 km<sup>2</sup> with a perimeter of 138.67 km. The use of techniques that employ GIS and Remote Sensing, in building and integrating data, using Geographic Information System (SIG), has provided a major breakthrough in the studies that the geomorphological processes evolve. These techniques are indispensable tools of a utility that allows the collection and analysis of information issues and provide additional environmental planning. We used satellite images IRS-P6 (*Resourcesat-1*) and use of geographic information system techniques for processing of materials from the Geographic System Database (SGBD), fabricated in Microsoft Excel, to generate data on the Index circularity, Coefficient of compactness and form factor in order to ease the crossing of geographic information, and graphic quality of the product for ease in interpreting the results to identify areas conducive to flooding. The results showed that the sub-basin has an elongated shape with less tendency to flood. Analyzing the watersheds, identified three prone to flooding due to the perimeter, area and especially its geomorphology, which makes extremely important the need for specific management for each.

**Palavras-chave:** image processing, index of circularity, compactness coefficient, Form Factor, processamento de imagens, índice de circularidade, coeficiente de compacidade, fator de forma.

### 1. Introdução

Com entendimento da ação de causas e efeitos as perturbações têm gerado as consequências ambientais, mas meio aos problemas surge o conceito de bacias hidrográficas, divisores naturais de um sistema dinâmico próprio que através dos seus divisores topográficos leva o fluxo da água a convergir em um único ponto o exutório desenvolvendo maneiras de amenizar os problemas por meio do gerenciamento e manejo de bacias.

Compreende-se que uma bacia hidrográfica é constituída pelo relevo e seus divisores e através de canais e tributários, drenam água da chuva e sedimentos para um canal principal convergindo numa saída única que é a sua foz ou exutório. Elas são determinadas pelo tamanho e podem variar desde dezenas de quilômetros quadrados até milhões de quilômetros quadrados. As bacias de tamanhos diferentes articulam-se a partir dos divisores de água, integrando um sistema de drenagem organizado hierarquicamente. Assim, dependendo da foz escolhida, uma bacia pode ser subdividida em sub-bacias e microbacias de menor dimensão. (Barbosa e Furrier, 2009)

Segundo Guerra et al. (1998) citado por Cunha e Guerra (2000), o uso das técnicas que empregam o geoprocessamento e sensoriamento remoto, na construção e na integração de dados, através de Sistema de Informação Geográfica (SIGs), tem oferecido um grande avanço nos estudos que envolvem os processos geomorfológicos. Essas técnicas são ferramentas de uma utilidade imprescindível que possibilitam a coleta e análise das informações temáticas e oferecem subsídios ao planejamento ambiental.

Diante do exposto o objetivo foi analisar três equações sobre os dados da sub-bacia hidrográfica do Rio Catolé e dez microbacias delimitadas a partir da imagem de satélite IRS-P6 (*Resourcesat-1*) e com suporte o uso do *software* AutoCAD Map 2000, para identificar áreas propícias a enchentes, pois a região em questão é carente de pesquisa o que justifica o mesmo.

## 2. Metodologia

Para geração da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé, foi impetrada a base cartográfica georreferenciada que representa a Área de Proteção Ambiental Bacia do Rio Pandeiros-MG, junto ao Instituto de Geociências Aplicadas (IGA, 2006), em formato digital (PDF), escala 1/100.000, sob coordenadas em formato *Universal Transverso de Mercator* (UTM), datum de referência horizontal o SAD-69; e datum vertical o marégrafo de Imbituba-SC. O material tem como base a Lei 11.901 de 01/09/1995, que cria a APA. A partir daí, executou-se a digitalização/vetorização do material, utilizando o *software* AutoCAD Map 2000. A Sub-Bacia Hidrográfica do Catolé foi delimitada com base nas cotas altimétricas de maior altitude da APA. Seguidamente, o arquivo foi exportado em formato *shapefile* (*shp*) e importado para o SPRING. Adquiriu-se uma imagem IRS-P-6 (*Resourcesat-1*), junto ao INPE (2010), datada em 13/06/2010, órbita/ponto 331/088, editada nos canais: R3G4B5. Este arquivo foi processado no Impima 5.0.1, onde foi recortado o retângulo envolvente de interesse e salvo em formato imagem SPRING. Após tal procedimento, a imagem foi manuseada no SPRING para recorrer ao registro da mesma com base nos pontos georreferenciados, obtidos com o IGA (2006). Simultaneamente, para maior precisão dos pontos de controle, a imagem foi manuseada no AutoCAD Map 2000 e posicionada sob a base vetorial previamente construída que delimita a Sub-Bacia do Catolé e as microbacias. Os comandos utilizados foram o *MOVE*, para mover o ponto de referência reconhecido nas imagens (meandros do rio Catolé) para o ponto referenciado por coordenadas conhecidas (UTM N8317262.349, E673707.700) presente na base vetorial. Posteriormente, acionou-se o comando *SCALE* para efetuar o “efeito escala” na imagem, gerando a devida proporção para representar as feições de forma espacialmente referenciada com base na coordenada retro citada e outra, na diagonal, à nordeste (UTM N8347850.558, E514707.849). Sucessivamente, comparando as feições da imagem, então georreferenciada no AutoCAD, procedeu-se ao registro da mesma no ambiente SPRING, onde foram usados doze (12,0) pontos para controle, erro obtido igual a zero (0,0).

Outros procedimentos tomados para geração do sub-mapa de localização da área do Catolé, parte inferior esquerda da legenda, foi a aquisição da base cartográfica georreferenciada do Estado de Minas Gerais, em formato *shapifile* no Geominas (1996), a fim de sobrepor a base vetorizada do Catolé sobre a representação da área dos municípios onde a mesma encontra-se inserida (Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho). As proporções das informações (escala, título, legenda e textos) foram configuradas para papel A4 com base nas orientações de Martinelli (2005).

A imagem IRS-P6 (*Resourcesat-1*) utilizada, proveniente da tecnologia chinesa, está disponível a partir de um acordo entre o China e o Brasil, em 2009, o qual capacitou este país a receber e distribuir imagens do território brasileiro por meio dos sensores AWiFS e LISS-III. Tais imagens possuem resolução espacial de 23,5m e resolução temporal de 26 dias (Rudorff et al., 2009)

Para identificar as bacias propícias a enchentes foram utilizadas três equações apresentados a seguir na qual é observada o grau de repetição por bacia para cada índice.

Equação apresentada por Villela e Mattos (1975) é dada por:

$$Kc = 0,28P/\sqrt{A} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que o Coeficiente de compacidade ( $Kc$ ) é a relação entre o perímetro da bacia hidrográfica ( $P$ ) e a circunferência de um círculo de área igual à mesma ( $A$ ). Este coeficiente varia com a forma da bacia, independentemente de seus tamanhos. As bacias hidrográficas mais irregulares apresentam maior índice e valor unitário correspondente a uma bacia circular. Caso os demais fatores forem iguais, quanto mais próximo da unidade um for o  $Kc$  maior será a tendência a enchentes.

Equação apresentada por Müller (1953) e Schumm (1956) citado por Antoneli e Thomaz (2007, p.56) é dada por:

$$Ic = Mc/Ml \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo que ( $Ic$ ) é o Índice de circularidade, ( $Mc$ ) área do perímetro da bacia e ( $Ml$ ) área de círculo igual ao do perímetro. Uma bacia que apresentem  $Ic$  igual a 0,51 representam um nível moderado de escoamento, não contribuindo para a concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam uma tendência de ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Valores menores que 0,51 sugerem ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento.

Equação apresentada por Villela e Mattos (1974) é dada por:

$$Kf = A/L^2 \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo que ( $Kf$ ) Fator de forma, ( $A$ ) área da bacia em  $km^2$  e ( $L$ ) é o Comprimento vetorial da bacia em km que é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica. Mede-se o comprimento da mesma seguindo-se o maior curso d'água desde o exutório até a cabeceira. Este índice constitui indicativo para a maior ou menor possibilidade de enchentes nesse lugar. Assim, bacia com índice baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, mas que tenha um valor maior.

Na etapa final os resultados são apresentados no Sistema Geográfico de Banco de Dados (SGBD), arquitetado no *Microsoft Excel*, para geração de dados gráficos (Silva, 2003)

### 3. Resultados e Discussão

Com a base de dados apresentado foi gerado a área da sub-bacia através na imagem de satélite e sua localização e o mapa das microbacias apresentados nas figuras 1 e 2.

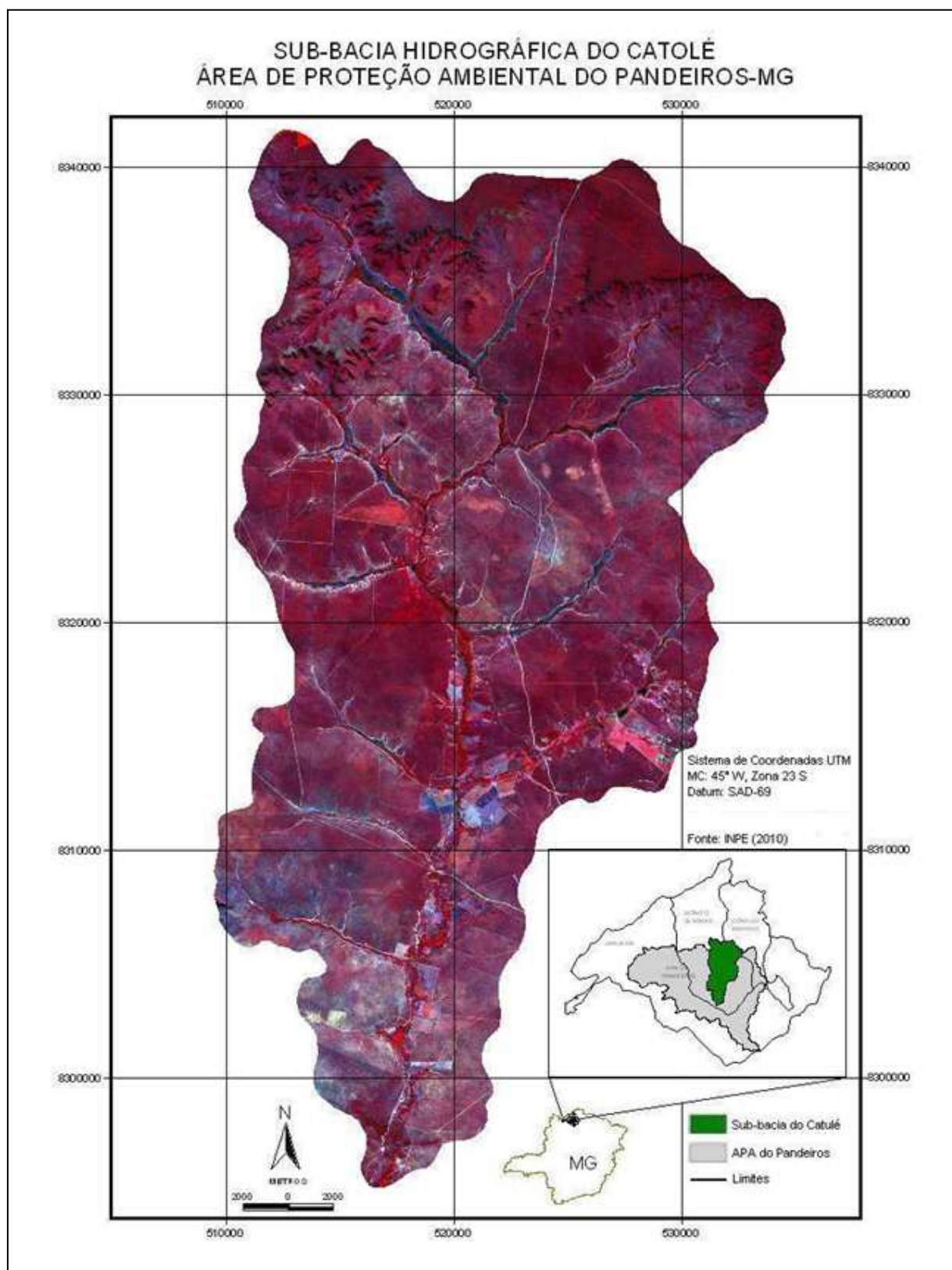


Figura 1. Mapa da sub-bacia hidrográfica do Rio Catolé e sua localização.

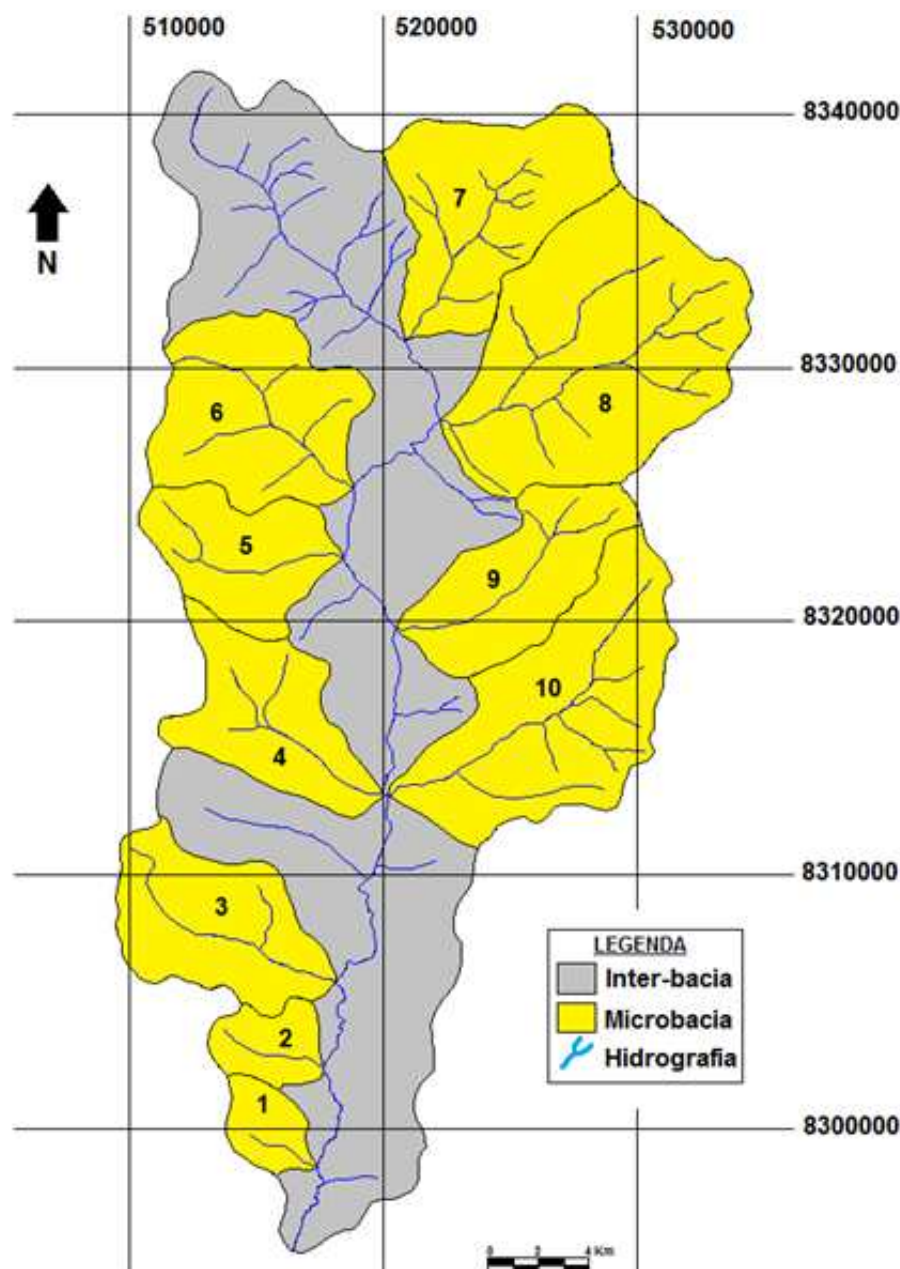


Figura 2. Sub-bacia hidrográfica do Rio Catolé em amarelo as dez microbacias e numeradas em sequência: **1** - microbacia da Vereda São Francisco, **2** - microbacia da Vereda Seca, **3** - microbacia da Vereda Palmeira, **4** - microbacia da Vereda da Porta, **5** - microbacia da Vereda Ribeirão de Areia, **6** - microbacia da Vereda Grande, **7** - microbacia da Vereda das Flores, **8** - microbacia da Vereda Capivara, **9** - microbacia da Vereda Catolé Pequeno e **10** - microbacia da Vereda Grumichá.

As microbacias 1, 2, 5, 6 e 8 apresentaram índice de Coeficiente de compacidade próximo da unidade 1 tomando como referencia de aproximação o valor de 1,20 Figura 3, indicando assim que são bacias mais circulares com tendências a cheias rápidas. Desta a microbacia 8 apresentou valor de 1,11 sendo o mais próximo da unidade considerando que terá além de cheias rápidas com prováveis enchentes.

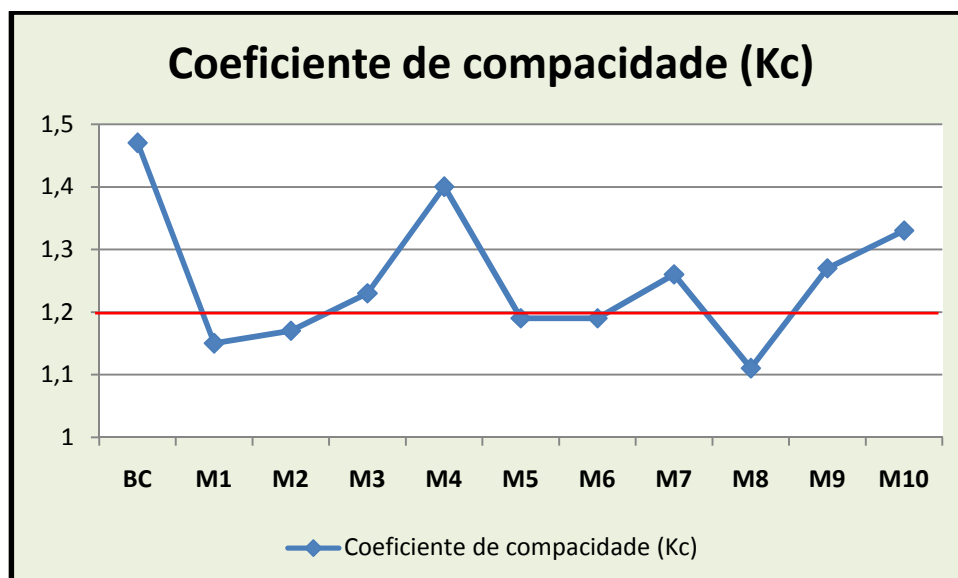


Figura 3. Gráfico de Coeficiente de compacidade da sub-bacia do Rio Catolé (BC) e as dez microbacias (M1 a M10).

O Índice de circularidade apresentado na Figura 4, indica que as microbacias 2, 5, 6 e 8 obtiveram valores maiores da unidade 0,51 sendo consideradas bacias mais circulares, favorecendo os processos de inundação com tendências a cheias rápidas.

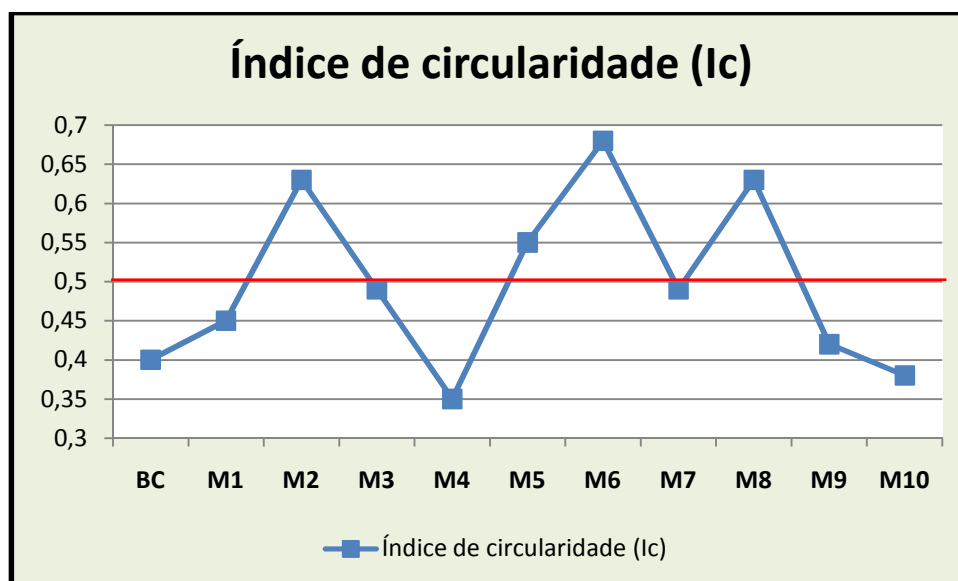


Figura 4. Gráfico do Índice de circularidade da sub-bacia do Rio Catolé (BC) e as dez microbacias (M1 a M10).

As microbacias 2, 6 e 8 apresentaram valores maiores que 0,50 reafirmando a condição do Índice de circularidade em que elas possuem formato ao de uma circunferência (Figura 5).

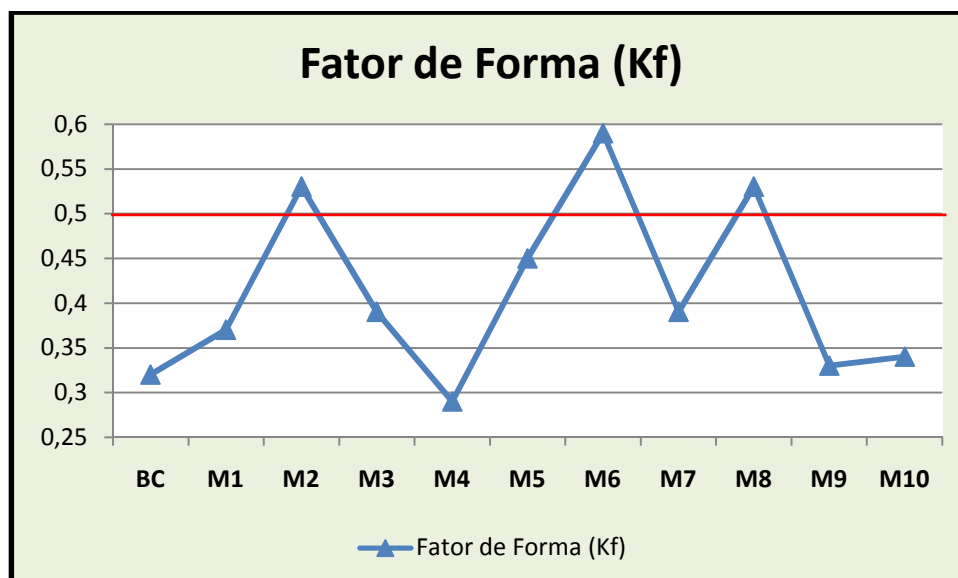


Figura 5. Gráfico do Fator de forma da sub-bacia do Rio Catolé (BC) e as dez microbacias (M1 a M10).

Comparando as três equações e seus resultados denotam que três microbacias se repetiram a 2, 6 e 8 com 100% de correspondência, a microbacia 5 se repetiu duas vezes e 1 uma vez. Assim as três microbacias que se repetiram tem provável tendência de enchentes através dos resultados analisados.

#### 4. Conclusão

Este estudo procurou caracterizar a sub-bacia hidrográfica do rio Catolé e sua rede de drenagem, cuja necessidade surgiu da falta de estudos referentes a essa área e que, a partir dos levantamentos efetuados, chegou às seguintes conclusões:

O uso dos recursos provenientes das Geotecnologias para elaboração dos mapas e, posteriormente, para aquisição das medições da bacia apresentou-se como uma excelente ferramenta na execução de estudos para determinação de bacias e microbacias com potencial de enchentes, oferecendo uma rapidez na compreensão e avaliação das formas e da rede hidrográfica. O uso do Sistema de Informações Geográficas para processamento dos materiais oriundos do Sistema Geográfico de Banco de Dados (SGBD), arquitetado no Microsoft Excel, para geração de dados a respeito de Kc, Ic e Kf, foram imprescindíveis, tendo em vista a maior facilidade no cruzamento das informações geográficas, e na qualidade gráfica do produto, o que conseqüentemente, providenciou maior facilidade na interpretação dos resultados.

Os resultados apresentados constataram uma parcialidade nos resultado. Esta análise individual de cada microbacia possibilitou identificar três bacias (2, 6 e 8) que se repetiram nos índices de Kc, Ic e Kf o que torna de extrema importância a necessidade de um manejo específico para cada uma delas dentro da sub-bacia do Rio Catolé.

#### Referências Bibliográficas

Barbosa, M. E. F.; Furrier, M. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Guruji, litoral Sul do Estado da Paraíba. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa, MG. 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo3/068.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/068.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2010.

Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. Degradação Ambiental in: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3 ed. 2000. cap.7, p.337-347.



Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. 340p.

IGA. Instituto de Geociências Aplicadas – Áreas de Proteção Ambiental no Estado de Minas Gerais. **Demarcação e Estudos para o Pré-Zoneamento Ecológico- APA Bacia do Rio Pandeiros**. Belo Horizonte, 2006, 259 p.

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais – disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

Martinelli, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 2 ed. 2005, 105p.

Müller, V.C. **A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area**. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n. 3, 1953.

Rudorff, B. F. T.; Mello, M. P.; Shimabukuro, Y. E. Imagens de Satélites de Sensoriamento Remoto no Brasil. **Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá-MT**. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p.1077-1083. Disponível em:< <http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/palestra1.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

Silva, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas - Conceitos e Fundamentos**. Campinas – SP, Ed: Unicamp: 2003.236p.

Schumm, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**. v. 67, p. 597-646, 1956.

Villela, S. M.; Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.